

PÉDIATRIE

Principes et protocoles en anesthésie pédiatrique

Sous la direction de
Frédéric DUFLO
Sylvie COMBET
Mathilde DE QUEIROZ SIQUEIRA

Préface : Pr Dominique CHASSARD

Arnette

3e édition
revue et mise à jour

PÉDIATRIE

3e édition

revue et mise à jour

Principes et protocoles en anesthésie pédiatrique

Sous la direction de Frédéric DUFLO, Sylvie COMBET, Mathilde DE QUEIROZ SIQUEIRA

L'anesthésie-réanimation pédiatrique pose un problème paradoxal : devenue une surspécialité pointue, elle doit cependant être maîtrisée par tout anesthésiste. Cet ouvrage a pour vocation d'aider à la réussite de ce défi aussi difficile que passionnant.

Tout d'abord, il répertorie les connaissances théoriques et pratiques nécessaires à l'anesthésie de l'enfant, entre autres la physiologie, la pharmacologie, le monitorage, le contrôle des voies aériennes, l'abord veineux chez l'enfant ou la prise en charge de la douleur.

Il s'attache ensuite à analyser chaque situation chirurgicale : enfant à l'estomac plein, cardiopathe, affecté de maladie rare ou maladie génétique, drépanocytose, etc. Les techniques récentes d'anesthésie locorégionale échoguidée, particulièrement intéressantes en pédiatrie, sont détaillées, et cette 3e édition, complétée et enrichie, aborde des problématiques en développement, comme l'enseignement par la simulation, la récupération rapide après chirurgie, la prévention primaire de l'allergie ou la nutrition périopératoire.

Enfin, cet ouvrage rassemble les expériences cliniques de plusieurs générations d'anesthésistes-réanimateurs spécialisés en pédiatrie afin d'aider le praticien chevronné ou en formation à répondre rapidement aux questions fréquentes qu'il peut se poser dans sa pratique.

John Libbey EUROTEXT

Principes et protocoles en anesthésie pédiatrique

Principes et protocoles en anesthésie pédiatrique

Sous la direction de
Frédéric Duflo, Sylvie Combet et Mathilde de Queiroz Siqueira

Préface : Pr Dominique Chassard

Arnette

3e édition
Revue et mise à jour

Chez le même éditeur

Hépatologie aigüe en anesthésie, réanimation, urgence, F. Aubrun, S. Duperret, 2013.
Kétamine (2e édition), G. Mion *et al.*, 2012.
Coeur et anesthésie (2e édition), P. Coriat, Y. Le Manach *et al.*, 2012.
Les Monitorages des paramètres physiologiques en situation critique, J.-J. Lehot, M. Cannesson *et al.*, 2012.
Guide pratique d'anesthésie locorégionale (3e édition), X. Paqueron et Y. Cimino, 2012.
Fiches techniques en salle de surveillance post-interventionnelle, C. Péraldi *et al.*, 2012.
Intubation. De l'oxygénation a' l'intubation difficile, C. Erb, H. Menu, E. Wiel, 2012.
Protocoles d'anesthésie-réanimation obstétricale (2e édition), P. Dailland *et al.*, 2011.
Procédures anesthésiques liées aux techniques chirurgicales, S. Mérat *et al.*, 2011.
Guide pratique d'anesthésie locorégionale pédiatrique : clinique et échographie, S. Combet, M. De Queiroz Siqueira et F. Duflo, 2011.
Anesthésie et analgésie locorégionale en chirurgie abdominale et périnéale, M. Beaussier, P. Niccolaï *et al.*, 2010.
Anesthésie en chirurgie orthopédique et traumatologique, E. Gaertner *et al.*, 2010.
Mémo Cardio en urgence, F. Lapostolle et J.-P. Torres, 2010.
Hypnose, douleurs aigues et anesthésie, C. Virot et F. Bernard, 2010.
Comprendre les émotions en anesthésie réanimation, J.-C. Lleu, 2010.
Hygiène en anesthésie (4e édition), A.-M. Saire-Mauffrey, E. Gaertner, H. de Montclos *et al.*, 2010.
Les Produits de l'anesthésie (4e édition), X. Sauvageon *et al.*, 2010.
Anesthésie et réanimation du patient obèse, J.-E. Bazin, P. Coriat *et al.*, 2009.
Nouveaux risques en anesthésie réanimation, J.-J. Lehot, M. Canesson *et al.*, 2009.
Principes et protocoles en anesthésie pédiatrique (2e édition), F. Duflo *et al.*, 2009.
Manuel d'échographie en réanimation et service d'urgence, V. Noble, B. Nelson, A.N. Suttingco, trad. E. Gaertner, 2009.
Iatrogénie et toxicologie en urgence, F. Baud et R. Bédry, 2009.
Douleur, inflammation et auto-immunité à l'usage des spécialités médicales, M. Sorel *et al.*, 2009.
Précis d'anesthésie clinique, P.G. Barash, B.F. Cullen, R.K. Stoelting, trad. E. Gaertner, 2008.
Urgences et infections, C. Martin, 2008.
Anesthésie, analgésie et sédation du patient âgé, F. Aubrun, 2008.

Arnette
Éditions John Libbey Eurotext
127, avenue de la République
92120 Montrouge
contact@jle.com
http://www.jle.com

John Libbey Eurotext Limited
42-46 High Street
Esher KT109QY
United Kingdom

ISBN : 978-2-7184-1354-9
© John Libbey Eurotext, Paris, 2014. Tous droits réservés.
Il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

Sommaire

Auteurs XI
Abréviations XIII
Préface XIX

Partie 1 – **Généralités**

Arrêt cardiaque au bloc opératoire 2
Repères pratiques 4
Caractéristiques physiologiques du nouveau-né et du petit enfant 5
Cadre législatif et recommandations concernant l'anesthésie pédiatrique en France 15
Faut-il un bloc opératoire sans latex en pédiatrie ? 17
Simulation et anesthésie pédiatrique 22
Hypnose et anesthésie en pédiatrie 25
Nutrition périopératoire pédiatrique 30

Partie 2 – **Pharmacologie**

Autorisation de mise sur le marché 38

Agents anesthésiques 41
Hypnotiques intraveineux 42
Anesthésie inhalatoire par sévoflurane 48
Curares et opioïdes 51

Posologie des principaux médicaments 55
Opioïdes 56
Curares 57
Autres 58

Antibioprophylaxie 59
Règles générales 60
Exemples d'antibioprophylaxie en chirurgie pédiatrique 62
Prévention de l'infection chez le splénectomisé 68
Prévention de l'endocardite infectieuse 70

Partie 3 – **Monitorage peropératoire**

Monitorage peranesthésique 72
Remplissage vasculaire du jeune enfant 82

Partie 4 – **Contrôle des voies aériennes et assistance ventilatoire**

Contrôle des voies aériennes 90
Circuits d'anesthésie 98
Modes ventilatoires 104
Intubation difficile 108
Complications respiratoires périopératoires 116

Partie 5 – **Évaluation préopératoire et anesthésie ambulatoire**

Consultation d'anesthésie en pédiatrie 120
Anesthésie pour un acte ambulatoire en hospitalisation de jour 126
Prémédication chez l'enfant 128
Principes de la récupération rapide après chirurgie 130

Partie 6 – **Principales situations anesthésiques**

Anesthésie pour estomac plein 134
Prise en charge anesthésique en chirurgie non cardiaque des cardiopathies congénitales 139
Hémophile en situation chirurgicale 145
Maladie de Willebrand et chirurgie 149
Quels examens faire devant un allongement du TCA ? 152
Anesthésie de l'enfant « enrhumé » 154
Anesthésie et maladies congénitales fréquentes 156
Hyperthermie maligne de l'anesthésie 162
Anesthésie et myopathies de l'enfant 165
Mucopolysaccharidoses 168
Prise en charge anesthésique des syndromes drépanocytaires majeurs 170
Anesthésie pour exérèse de neuroblastome 173
Enfant polytraumatisé : prise en charge initiale 175
Asthme 182
Diabète 183
Insuffisance surrénalienne 188
Mucoviscidose 190
Insuffisance rénale 191
IMC et polyhandicap 193
Anesthésie-analgésie de l'enfant brûlé 196
Choc allergique peranesthésique 199

Partie 7 – **Anesthésie locorégionale en pédiatrie**

Anesthésie locorégionale en pédiatrie 204
Analgésie postopératoire par cathétérisme neuraxial ou périnerveux 239
Annexe I : exemples de protocoles ALR en service 240
Annexe II : protocole intralipide en cas de toxicité systémique des anesthésiques locaux 242

Partie 8 – **Douleur de l'enfant**

Particularités de la douleur chez l'enfant ... 244
Traitement de la douleur chez l'enfant ... 246
Annexe 1 : échelles d'évaluation de la douleur chez l'enfant ... 255
Annexe 2 : récapitulatif des antalgiques usuels (AMM et posologie) ... 259

Partie 9 – **Anesthésie selon la chirurgie**

Chirurgie néonatale ... 263
Anesthésie du nouveau-né ... 264

Chirurgie urologique ... 273
Chirurgie du pénis ... 274
OGE féminins ... 276
Chirurgie du testicule ... 277
Chirurgie de la vessie et de la jonction urétérovésicale ... 279
Reconstruction et dérivation vésicale ... 280
Chirurgie du rein ... 282
Endoscopie urinaire ... 284

Chirurgie viscérale ... 285
Sténose hypertrophique du pylore ... 286
Chirurgie du canal péritonéovaginal ... 288
Anesthésie pour laparotomie ... 289
Anesthésie pour laparoscopie ... 292

Anesthésie pour chirurgie orthopédique ... 295
Chirurgie orthopédique des membres ... 296
Protocole pour intervention sur le rachis ... 303

Chirurgie ORL ... 307
Principes d'anesthésie en ORL ... 308
Protocole pour endoscopie ORL ... 310
Anesthésie pour amygdalectomie et adénoïdectomie ... 314

Neurochirurgie ... 317
Anesthésie pour tumeur endocrânienne ... 318
Anesthésie pour dérivations du LCR chez l'enfant ... 321

Anesthésie pour craniosténose 323
Anesthésie pour dysraphisme spinal 327
Anesthésie pour urgence neurochirurgicale intracrânienne 329

Chirurgie ophtalmologique 337
Anesthésie pour chirurgie ophtalmologique 338

Chirurgie cardiaque 341
Principes anesthésiques pour interventions cardiaques 342

Transplantation 349
Transplantation hépatique 350
Transplantation rénale 355

Radiologie-endoscopie digestive 359
IRM sous anesthésie générale (ou scanner) 360
Endoscopies digestives 361

Abords vasculaires chez l'enfant 363
Cathéter veineux périphérique 364
Cathéter veineux central 366

Conditionnement pour un transport médicalisé 375
Transports médicalisés pédiatriques 376

Auteurs

Isabelle ARQUES, Praticien hospitalier, Hôpital Saint Luc Saint Joseph, Lyon.
Florent BAUDIN, Interne des hôpitaux de Lyon, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Khalid BERRADA, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Benjamin BLAISE, Interne des hôpitaux de Lyon, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Corinne BONNARD, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Catherine BOUCAUD, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Lyon.
Yves BOUFFARD, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Édouard-Herriot, Lyon.
Stéphanie BURGAL, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Lyon.
Maxime CANNESSON, Professor of Anesthesiology, Department of Anesthesiology & Perioperative Care, University of California Irvine.
Jean-Christophe CEJKA, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Dominique CHASSARD, Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef de service. Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Bérengère COGNIAT, Assistant des hôpitaux-chef de clinique des universités, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Sylvie COMBET, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Chantal DELAFOSSE, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Mathilde DE QUEIROZ SIQUEIRA, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Olivier DESEBBE, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital cardiologique, Bron.

François-Pierrick DESGRANGES, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Nathalie DIOT, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Édouard-Herriot, Lyon.
Claudio DI ROIO, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital neurologique et neurochirurgical, Bron.
Frédéric DUFLO, Anesthésiste, clinique du Val d'Ouest, Écully.
Don-Pierre GIUDICELLI, Anesthésiste, clinique du Val d'Ouest, Écully.
Jean GODARD, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Sébastien GROUSSON, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital neurologique et neurochirurgical, Bron.
Armand HEILPORN, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Hervé JOLY, Clinique du Val d'Ouest, Écully.
Sandrine MEUNIER, Praticien hospitalier, Département d'hématologie biologique, Centre régional de traitement de l'hémophile, Hôpital Édouard-Herriot, Lyon.
Anne MIGEON, Assistant des hôpitaux-chef de clinique des universités, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Martine MOUSSA, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Édouard Herriot, Lyon.
Christine MULLET, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Jean NEIDECKER, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital cardiologique, Bron.
Nicolas PANGAUD, Clinique du Val d'Ouest, Écully.
Brigitte PATUREL, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Gilda PARDEY, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital neurologique et neurochirurgical, Bron.
Agnès POUYAU, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Charlotte RÉMOND, Praticien hospitalier, Hôpitaux pédiatriques de Nice CHU – Lenval.
Ossam RHONDALI, Anesthésiste, clinique Trenel, Sainte-Colombe-Les-Vienne.
Dominique ROUSSON, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Patricia TAYLOR, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.
Sylvie TISSOT, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital Edouard Herriot, Lyon.
Sylvain TOSSETTI, Praticien hospitalier, Département d'anesthésie-réanimation, Centre hospitalier Lausanne (Suisse).
Frédéric VALLA, Praticien hospitalier, Service de réanimation pédiatrique, Hôpital Femme-Mère-Enfant, Bron.

Abréviations

ACI : anticorps irréguliers
ACSOS : agressions cérébrales secondaires d'origine systémique
ACT : *activated clotting time*
ADH (*antidiuretic hormone*) : hormone antidiurétique
AG : anesthésie générale
AGC : âge gestationnel corrigé
AGN : âge gestationnel de naissance
AI : aide inspiratoire
AINS : anti-inflammatoires non stéroïdiens
AIVOC : anesthésie intraveineuse à objectif de concentration
AL : anesthésique local
ALR : anesthésie locorégionale
AMM : autorisation de mise sur le marché
ANSM : agence nationale de sécurité des médicaments
ARS : agence régionale de la santé
AT : antithrombine
ATT : aérateur transtympanique
AVC : accident vasculaire cérébral
BAV : bloc auriculoventriculaire
BIS : indice bispectral
CAM : concentration alvéolaire minimale
CEA (*continuous epidural analgesia*) : analgésie épidurale continue
CEC :
• circulation extracorporelle
• cathéter épicutanéo-cave
CEE : choc électrique externe
CGR : concentré de globules rouges
CH : charrière
CHARGE (***c****oloboma,* ***h****eart defect,* ***a****tresia choanae,* ***r****etarded growth and development,* ***g****enital hypoplasia,* ***e****ar anomalies/deafness*) : colobome, malformations

cardiaques, atrésie choanale, retard de croissance et/ou retard mental, hypoplasie génitale, anomalies des oreilles et/ou surdité
CI : contre-indication
CIA : communication interauriculaire
CIV : communication interventriculaire
CIVD : coagulation intravasculaire disséminée
CMV : cytomégalovirus
CO_2 : gaz carbonique
CPAP (*continuous positive airway pressure*) : pression positive continue
CPK : créatine phosphokinase
CRA (*continuous regional analgesia*) : analgésie régionale continue
CRF : capacité résiduelle fonctionnelle
CS : craniosténose
CVC : cathétérisme veineux central
DAN : douleur aiguë du nouveau-né
DC : débit cardiaque
DFG : débit de filtration glomérulaire
DE_{95} : dose efficace 95 %
DI : diamètre interne
DPO : douleur postopératoire
DS : déviation standard
DTT : dispositif transtympanique
DVP : dérivation ventriculopéritonéale
ECBU : examen cytobactériologique des urines
ECG : électrocardiogramme
EER : épuration extrarénale
EFR : exploration fonctionnelle respiratoire
EG : embolie gazeuse
EI : endocardite infectieuse
EIPS : épines iliaques postérosupérieures
EMG : électromyogramme
$etCO_2$: dioxyde de carbone de fin d'expiration
ETO : échographie transœsophagienne
ETT : échographie transthoracique
FAV : fistule artérioveineuse
FC : fréquence cardiaque
Fe : fraction expirée
$FeTCO_2$: fraction expirée téléexpiratoire en gaz carbonique
Fi : fraction inhalée
FiO_2 : fraction inhalée en oxygène
Fr : French
FR : fréquence respiratoire
FROP : forage-résection osseux percutané
GABA : acide gamma-amino-butyrique
Hb : hémoglobine
HbF : hémoglobine fœtale

HEA : hydroxyéthylamidon
HEDEN : échelle simplifiée d'héréroévaluation de la douleur chez l'enfant
HTA : hypertension artérielle
HTAP : hypertension artérielle pulmonaire
HTIC : hypertension intracrânienne
HTM : hyperthermie maligne
HVA : acide homovanillique
HVD : hypertrophie du ventricule droit
IA : insuffisance aortique
ID : intubation difficile
IDE : infirmière diplômée d'État
IEC : inhibiteurs de l'enzyme de conversion
IM :
• intramusculaire
• insuffisance mitrale
IMS : intensité minimale de stimulation
IOT : intubation orotrachéale
IPP : inhibiteur de la pompe à protons
IR :
• insuffisant rénal
• intrarectal
IV : intraveineux
IVL : intraveineuse lente
LCR : liquide céphalorachidien
MCE : massage cardiaque externe
MCO : myocardiopathie obstructive
MEOPA : mélange équimolaire oxygène protoxyde d'azote
ML : masque laryngé
MMH : maladie des membranes hyalines
MPS : mucopolysaccharidose
NCA (*nurse controlled analgesia*) : analgésie contrôlée par l'infirmière
NFP : numération formule sanguine et plaquettes
NMDA : N-méthyl-D-aspartate
NNIS : *National Nosocomial Infections Surveillance*
NVPO : nausées et vomissements postopératoires
O_2 : oxygène
OAP : œdème aigu du poumon
OGE : organes génitaux externes
OHF : oscillation à haute fréquence
OPSI (*overwhelming post splenectomy infections*) : infections fulminantes après splénectomie
PA : pression artérielle
$PaCO_2$: pression partielle artérielle en gaz carbonique
PAD : pression artérielle diastolique
PAM : pression artérielle moyenne
PAPO : pression de l'artère pulmonaire occluse

PAS : pression artérielle systolique
PCA (*patient controlled analgesia*) : analgésie contrôlée par le patient
PCEA (*patient controlled epidural analgesia*) : analgésie épidurale contrôlée par le patient
PCRA (*patient controlled regional analgesia*) : analgésie régionale contrôlée par le patient
PEEP (*positive end-expiratory pressure*) : pression téléexpiratoire positive
PEM : potentiels évoqués moteurs
PEP : pression expiratoire positive
PES : potentiels évoqués somesthésiques
$PeTCO_2$: pression téléexpiratoire en gaz carbonique
PFC : plasma frais congelé
PIC : pression intracrânienne
PM : prémédication
PMA : pertes maximales acceptables
PNI : pression non invasive
POG : pression de l'oreillette gauche
PPC : pression de perfusion cérébrale
PSE : pousse-seringue électrique
PSMP : perte sanguine maximum permise
$PtcCO_2$: pression transcutanée en gaz carbonique
$PtcO_2$: pression transcutanée en oxygène
PVC : pression veineuse centrale
PVM : prolapsus valvulaire mitral
RA : rétrécissement aortique
RAA : rhumatisme articulaire aigu
RAI : recherche d'agglutinines irrégulières
RC : rythme cardiaque
RCIU : retard de croissance intra-utérin
RCP : réanimation cardiopulmonaire
RGO : reflux gastro-œsophagien
r-HuEPO : érythropoïétine humaine recombinante
RM : rétrécissement mitral
RVP : résistances vasculaires pulmonaires
RVS : résistances vasculaires systémiques
SA : semaine d'aménorrhée
SAD : sonde à demeure
SAOS : syndrome d'apnées obstructives du sommeil
SC : sous-cutané
SCB : surface corporelle brûlée
SCM : sterno-cléido-mastoïdien
SDM : syndromes drépanocytaires majeurs
SDRA : syndrome de détresse respiratoire aiguë
SFA : souffrance fœtale aiguë
SFAR : Société française d'anesthésie et de réanimation
SIRS : syndrome de réponse inflammatoire systémique
SNG : sonde nasogastrique
SPC : semaines post-conceptionnelles

SpO_2 : saturation de l'hémoglobine en oxygène mesurée par oxymètre de pouls
SSPI : salle de surveillance postinterventionnelle
SROS : schéma régional d'organisation de la santé
TAP : transfusion autologue programmée
TC : traumatisme crânien
TCA : temps de céphaline activée
TCI : *target controlled infusion*, voir AIVOC
THP : transplantation hépatique pédiatrique
TND : testicule non descendu
TP : taux de prothrombine
TRC : temps de recoloration cutanée
TS : temps de saignement
USI : unité de soins intensifs
VACI : ventilation assistée contrôlée intermittente
VAS : voies aériennes supérieures
VC : ventilation contrôlée
VD : ventricule droit
VES : volume d'éjection systolique
VF : voie fémorale
Vf : volume de fermeture
VG : ventricule gauche
VIH : virus de l'immunodéficience humaine
VJI : veine jugulaire interne
VMA : acide vanilmandélique
VNI : ventilation non invasive
VO : veine ombilicale
VPC : ventilation à pression contrôlée
VPC-VG : ventilation à pression contrôlée à volume garanti
VR : volume résiduel
VRE : volume de réserve expiratoire
VS : ventilation spontanée
VSC : veine sous-clavière
VSE : volume sanguin estimé
Vt : volume courant
VVC : voie veineuse centrale
VVP : voie veineuse périphérique

Préface

La tendance actuelle est de regrouper la chirurgie et l'anesthésie pédiatriques dans des centres spécialisés. Dans beaucoup d'hôpitaux, l'anesthésie pédiatrique est maintenant pratiquée par des médecins spécialisés en pédiatrie, comme on le voit aussi souvent en cardiologie, en neurologie, en obstétrique et encore dans bien d'autres spécialités chirurgicales. Auparavant, beaucoup de médecins anesthésistes endormaient à la fois des adultes et des enfants mais, du fait de la pression juridique, de la pression des familles et de la complexification de certaines chirurgies, nous ne pouvons que constater l'évolution vers une « surspécialisation » de notre exercice qui complique nos organisations. On peut bien sûr le regretter mais on peut aussi reconnaître que ceux qui pratiquent spécifiquement l'anesthésie pédiatrique ont acquis une expérience clinique et scientifique qui a fait progresser la prise en charge des enfants.

Il reste néanmoins que, dans de nombreux centres hospitaliers, et même parfois dans certains CHU, les praticiens sont encore amenés à endormir des enfants de petit poids et d'un âge où les complications anesthésiques sont fréquentes et bien spécifiques à la pédiatrie. Tout le monde peut être confronté un jour ou l'autre à une urgence chez un enfant, les distances de transport étant parfois trop importantes pour envisager des mutations.

Nous avons donc constaté que beaucoup de praticiens demandaient un ouvrage pratique concernant l'anesthésie pédiatrique et c'est pour cette raison qu'une première édition consacrée à cette spécialité avait été menée à bien. Les données scientifiques qui arrivent rapidement à notre disposition et les nombreux contacts que nous avons avec les médecins qui viennent en stage dans notre service nous incitent à régulièrement reprendre cet ouvrage, ce qui fait que la troisième édition est déjà là, dix ans à peine après la première version.

Il s'agit donc d'une œuvre collective et le fruit du travail de toute l'équipe d'anesthésie de l'Hôpital Femme-Mère-Enfant de Lyon. Je remercie tout particulièrement Sylvie Combet, Frédéric Duflo et Mathilde de Queiroz d'avoir mené à bien la révision et l'assemblage de cette troisième édition. Nous espérons qu'elle répondra à l'attente non seulement des spécialistes intéressés par l'anesthésie pédiatrique mais aussi à tous les praticiens qui, de manière occasionnelle, pratiquent des anesthésies chez l'enfant et qui ont besoin d'un support pour conforter leur pratique. Ce livre intéressera aussi les internes et les infirmières anesthésistes qui travaillent dans la spécialité et sans doute même certains chirurgiens pédiatriques qui comprendront la complexité des pathologies que nous avons à prendre en charge.

Pr D. Chassard
Chef de service – Anesthésie réanimation
Hôpital Femme-Mère-Enfant (Lyon)

Partie 1

Généralités

Arrêt cardiaque au bloc opératoire[1]

Étiologies : hypoxie, hypovolémie, hypothermie, acidose, hypoglycémie, hypo-hyperkaliémie, pneumothorax, tamponade, sepsis aigu, embolie pulmonaire, thrombose coronarienne, myocardiopathie, toxiques (anesthésiques locaux...).

Absence de pouls (FC < 60/min pour le nouveau-né et le nourrisson)

↓

Airway : vérifier les voies aériennes supérieures
Breathing : vérifier la respiration
Circulation : massage cardiaque externe (MCE)
(30/2 ou 15/2 ; 2 pouces ou mains quand approprié)
privilégier le MCE ; compression thoraciques de 5 cm chez l'enfant et 4 cm pour le nourrisson
Ventilation : 8-10 insufflations de 1 sec par minute pendant la réanimation

	Nouveau-né	< 1 an	1-8 ans	Adulte
Fréquence respiratoire	Environ 8-10 resp/min			
Recherche du pouls	Cordon ombilical	Brachial/fémoral	Carotide	Carotide
Fréquence du MCE	120/min	> 100/min	> 100/min	80-100/min

↓

100 % d'O_2
Arrêter les médicaments anesthésiques
Abord intraveineux ou intraosseux

Fibrillation, tachycardie ventriculaire sans pouls ↔ Dissociation électromécanique, asystolie

RCP 2 minutes, accès vasculaire	RCP 2 minutes, accès vasculaire
Défibrillation : 2 J/kg, puis 4 J/kg puis augmenter sans dépasser 10 J/kg	Adrénaline : 0,01 mg/kg Répéter par 3 à 5 minutes
Adrénaline : 0,01 mg/kg	Si choquable, défibrillation
Amiodarone : 5 mg/kg (après 3 CEE, si rythme « choquable »)	
Si nécessaire, alterner adrénaline et amiodarone	

Discuter ECMO

1. Pediatric Advanced Life Support 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care, *Circulation* 2010 ; 122 (Suppl. 3) : S876-S908.

Posologie des médicaments d'urgence

	Ampoule	IV/IO	Intratrachéal
Adrénaline	1 ml = 0,25 mg = 250 µg	10 µg/kg = 0,01 mg/kg maxi 1 mg	0,1 mg/kg maxi 2,5 mg
Atropine	1 ml = 0,25 mg = 250 µg	20 µg/kg = 0,02 mg/kg mini 0,1 et maxi 0,5 mg	0,04-0,06 mg/kg
Magnésium (torsade de pointe)	1 ml = 150 mg = 6 mmol de Mg	25-50 mg/kg (2 g maxi)	
Amiodarone	3 ml = 150 mg	5 mg/kg répétable jusqu'à 15 mg/kg ; bolus maxi 300 mg	
Bicarbonate 4,2 % (non recommandé)	1 ml = 0,5 mM = 0,5 mEq	1 mEq/kg	
Chlorure de calcium	100 mg/ml	20 mg/kg maxi 2 g	
uniquement si hypocalcémie, hyperkaliémie, hypermagnésémie ou surdosage en inhibiteur calcique			
Lidocaïne	1 % : 1 ml = 10 mg	1 mg/kg puis 0,02 à 0,05 mg/kg.min	2-3 mg/kg
Phényléphrine ? (hors recommandations)		10 µg/kg = 0,01 mg/kg	

Repères pratiques

Quelques valeurs moyennes

Poids (kg)	3	5	10	15	20	25
Âge	Nouveau-né	3 mois	12 mois	3 ans	5-6 ans	7 ans
Fréquence cardiaque	120-140	110-130	100-120	90-100	80-100	75-95
Pression artérielle systolique	55-70*	60-80	70-95**	75-95**	80-100**	85-105**
Fréquence respiratoire	40	35	30	25	22	20
Volume sanguin (ml)	250	400	750	1 200	1 500	1 750
	90 ml/kg		80 ml/kg	75 ml/kg		
Hémoglobinémie (g/dl)	165	115	120	125	125	130
Masque facial	1	1-2	2	3	3-4	4
Canule oropharyngée (Guedel) (cm)	3,5	5,0	6,5	6,5-7,0	7,0-8,0	8,0
Sonde d'intubation avec ballonnet (taille)	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
Masque laryngé	1,0	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5
Sonde gastrique (Salem) (en Charrière)	10	10	10-12	12	12-14	14
Sonde aspiration trachéale (en French)	8	8	10	10	12	12
Voie veineuse périphérique (en Gauge)	24	24-22	22-20	20	20	18-20
Voie veineuse centrale (en French)	3	3	4	4	4-5	5-6

* PAM correspond à l'âge en semaines d'aménorrhée. ** PAS = 70 + (2 × âge en années).

Règle de Salisbury
Quelle posologie pour un enfant quand on ne connaît que la posologie adulte ?
Le pourcentage de cette dose adulte à administrer est égal à :
– poids × 2 si le poids de l'enfant est < 30 kg ;
– poids + 30 si le poids de l'enfant est > 30 kg.

Caractéristiques physiologiques du nouveau-né et du petit enfant

■ THERMORÉGULATION

Le nouveau-né est sujet à l'hypothermie du fait de l'existence :
– d'une surface cutanée importante (rapport surface corporelle/poids augmenté), notamment au niveau de la tête qui représente 20 % du poids du corps, exposant à de grandes pertes de chaleur par évaporation ;
– d'un pannicule adipeux sous-cutané fin ;
– d'une température ambiante de neutralité thermique élevée. Un nouveau-né soumis à une température ambiante de 23 °C est exposé aux mêmes conditions qu'un adulte à une température de 1 °C et perd 0,25 °C par minute ;
– de capacités de thermogenèse très faibles.

L'hypothermie a des conséquences néfastes chez le nouveau-né :
– elle aggrave son incompétence myocardique « physiologique » (*cf. infra*) ;
– elle augmente les résistances vasculaires pulmonaires (RVP), notamment par la sécrétion de noradrénaline, avec risque d'hypertension artérielle pulmonaire (HTAP) et de retour en circulation fœtale (*cf. infra*) ;
– elle augmente la consommation d'O_2 et déplace la courbe de dissociation de l'hémoglobine vers la gauche, diminuant la libération d'O_2 aux tissus ;
– elle favorise les apnées (surtout chez le prématuré) ;
– elle favorise l'hypoglycémie (par perturbations du métabolisme du glucose) ;
– elle diminue la synthèse du surfactant ;
– elle favorise les hémorragies périventriculaires chez le prématuré.

Au-delà de la période néonatale, la thermorégulation de l'enfant est comparable à celle de l'adulte.

■ RÉGULATION GLYCÉMIQUE

Le nouveau-né est sujet à l'hypoglycémie du fait de :
– la diminution de sa néoglucogenèse ;
– la diminution de ses réserves en glucose ;
– l'augmentation de sa consommation de glucose en situation de stress (mauvaise adaptation néonatale, chirurgie...).

Les convulsions représentent la conséquence principale de l'hypoglycémie, avec le risque d'œdème cérébral, voire de lésions cérébrales irréversibles, en cas d'hypoglycémie prolongée.

L'hypoglycémie chez le nouveau-né est définie pour une valeur inférieure à 2 mmol/l. Par ailleurs, chez le prématuré, il existe un déficit relatif de l'insulinosécrétion et, donc, une mauvaise tolérance aux apports glucidiques élevés.

■ PHYSIOLOGIE RÉNALE

À la naissance, les fonctions rénales ne sont pas complètement développées, avec une immaturité tubulaire plus importante que l'immaturité glomérulaire. Par conséquent, il y a :

– diminution du débit de filtration glomérulaire (DFG). À la naissance, ce débit est très bas (avec risque de surcharge hydrique), puis double à la fin de la première semaine et triple à la fin du premier mois de vie. Ainsi, la créatininémie néonatale est relativement élevée et reflète souvent celle de la mère, puis se normalise au bout d'une semaine ;
– diminution de l'excrétion tubulaire de sodium. L'élimination rénale de sodium, en période néonatale, est limitée par le faible DFG et une augmentation du taux d'aldostérone, et peut être responsable d'une surcharge hydrosodée. Par contre, le prématuré présente plutôt une diminution de la réabsorption du sodium, responsable d'une fuite urinaire sodée exposant au risque d'hyponatrémie ;
– défaut du pouvoir de concentration des urines. Par immaturité de son système tubulaire rénal et de l'action de l'hormone antidiurétique (ADH *antidiuretic hormone*), en situation de restriction hydrique, le nouveau-né ne peut réabsorber son eau libre, il conserve une diurèse inappropriée et, ainsi, accentue gravement sa déshydratation ;
– risque de sécrétion inappropriée d'ADH. À l'inverse, le nouveau-né est susceptible de développer une sécrétion inappropriée d'ADH, notamment en situation pathologique (détresse respiratoire, chirurgie...), et il peut se retrouver en surcharge hydrique (avec oligurie et hyponatrémie) ;
– diminution du seuil d'élimination du glucose et des bicarbonates, exposant au risque de polyurie osmotique et d'acidose métabolique.

En somme, dans des conditions physiologiques, le rein fonctionne relativement bien à la naissance. C'est en fait lors de situations de déséquilibre que ses capacités d'adaptation font défaut. Néanmoins, la fonction rénale glomérulaire devient mature vers l'âge de 1 mois et l'ensemble des fonctions tubulaires à partir de l'âge de 2 ans.

■ RÉGULATION HYDRIQUE

Le nouveau-né et le nourrisson sont sujets à la déshydratation du fait d'une augmentation de l'eau totale chez le petit enfant, notamment au niveau du secteur extracellulaire *(Tab. 1)*.

Tableau I ■ Répartition de l'eau corporelle selon l'âge (% poids)

	Eau totale	Secteur extracellulaire
Prématuré	85 %	50 %
Nouveau-né	80 % (volémie = 90 ml/kg)	45 %
1 an	70 %	25 %
Adulte	60 % (volémie = 70 ml/kg)	20 %

Du fait d'un secteur extracellulaire augmenté, le nouveau-né doit boire quotidiennement l'équivalent du tiers de son secteur extracellulaire (contre seulement 15 % pour l'adulte) ; il est donc plus à risque de survenue d'une déshydratation ou d'un troisième secteur.

L'augmentation des pertes insensibles chez le nouveau-né et le nourrisson peut être :
– d'origine cutanée (30 ml/kg), par augmentation du rapport surface cutanée/poids (notamment au niveau de la tête, environ 20 %) qui expose à une évaporation plus importante ;
– d'origine respiratoire (15 ml/kg), par augmentation physiologique de la ventilation alvéolaire (*cf. infra*) (pouvant atteindre jusqu'à 50 % des pertes insensibles totales chez le nouveau-né) ;
– d'origine urinaire (70 ml/kg), par diminution du pouvoir de concentration des urines, responsable de pertes urinaires accentuées et non adaptées en cas d'apports hydriques insuffisants.

■ HÉMOGLOBINE ET COAGULATION

Hémoglobine

L'hémoglobine (Hb) du nouveau-né est représentée par 60 à 80 % d'HbF (Hb fœtale). L'HbA est majoritaire dès l'âge de 3 mois puis, à l'âge de 6 mois, elle représente 98 % du total comme chez l'adulte.

L'HbF a une forte affinité pour l'O_2 (P_{50} élevée/courbe de dissociation de l'Hb plutôt à gauche). Il en résulte une moindre libération de l'O_2 aux tissus. Le nouveau-né compense cet état de fait par un taux d'Hb élevé (de 16 à 18 g/dl). La courbe de dissociation de l'Hb se décale ensuite progressivement vers la droite et la P_{50} diminue parallèlement.

Vers l'âge de 2 ou 3 mois, le nourrisson présente une anémie dite physiologique avec une Hb aux alentours de 10 g/dl. Elle est transitoire et disparaît vers l'âge de 4 à 6 mois. Elle est liée à une carence de synthèse (immaturité hépatique) et d'apport en fer (d'origine alimentaire, avant la diversification des repas).

Facteurs de coagulation

Il coexiste, chez le nouveau-né, un état d'hypocoagulabilité et d'hypercoagulabilité qui se normalise progressivement vers l'âge de 3 à 6 mois.

Hypocoagulabilité

Les facteurs de coagulation vitamine K dépendants sont abaissés chez le nouveau-né : II, VII, IX, X (entre 30 et 60 %), les trois premiers participant à la baisse du taux de prothrombine (TP). En revanche, le taux de facteur V est normal.
La baisse des facteurs IX, XI et XII est responsable d'une augmentation du temps de céphaline activée (TCA). Concernant l'interprétation des facteurs de coagulation de l'hémophilie à la naissance :
– le facteur IX peut être transitoirement abaissé à la naissance (entre 30 et 60 %), sans hémophilie B forcément associée ;
– par contre, le taux de facteur VIII est toujours normal à la naissance et son déficit signe systématiquement une hémophilie A (comme le taux de facteur Willebrand).

Hypercoagulabilité

L'antithrombine III (AT III) et les protéines C et S (inhibiteurs naturels de la coagulation) sont abaissées à la naissance. Il existe, de même, un déficit de la fibrinolyse. La cohabitation de ces deux états est en fait relativement équilibrée. Néanmoins, la tendance générale s'oriente plutôt vers l'hypercoagulabilité chez le nouveau-né, favorisant le risque de thrombose notamment en présence de voie veineuse centrale.

■ PHYSIOLOGIE CARDIOVASCULAIRE

Adaptation néonatale

La principale caractéristique de la circulation fœtale *(Fig. 1)* est l'exclusion du poumon et de sa circulation, rendue possible grâce à l'existence de deux communications entre les deux circulations, qui shuntent en droit-gauche grâce à l'existence de résistances vasculaires pulmonaires (RVP) élevées :
– *foramen ovale* (FO), situé entre les deux oreillettes ;
– canal artériel (CA), situé entre l'aorte et l'artère pulmonaire.
Le passage de la situation de fœtus à la situation de nouveau-né s'effectue par l'action conjointe de modifications respiratoires et cardiocirculatoires.
À la naissance, il s'effectue deux événements majeurs :
– le nouveau-né se met à respirer ;
– le cordon ombilical est clampé.
Il en résulte deux conséquences circulatoires concomitantes : diminution des RVP et augmentation des RVS (résistances vasculaires systémiques).
On aboutit, ainsi, à une inversion du régime de pression, les pressions gauches deviennent supérieures aux pressions droites, ce qui aura pour effet la fermeture progressive des shunts. Cette dernière va se faire en deux étapes.
Tout d'abord, il y aura une exclusion fonctionnelle des shunts :
– fermeture mécanique du FO ;
– vasoconstriction progressive et inversion du flux sanguin dans le CA vers la 12e heure de vie, qui devient un shunt gauche-droit. (*NB* : cela explique la découverte retardée de certaines cardiopathies congénitales, non diagnostiquées en période

anténatale ou néonatale, qui « décompensent » seulement vers la 12e heure de vie, lorsque le CA commence à se fermer).

Cette première étape correspond à la « phase transitionnelle ».

Puis progressivement, dans les jours qui suivent, il y a fermeture définitive des shunts :

– fermeture anatomique du FO entre l'âge de 3 mois et an (il reste néanmoins perméable, mais asymptomatique, chez 20 à 30 % des adultes) ;
– fibrose et disparition du CA entre la 4e et 6e semaine de vie.

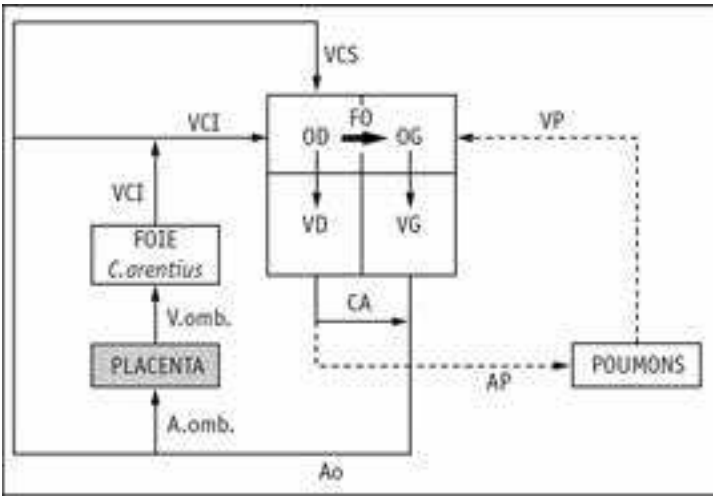


Figure 1 ■ Circulation fœtale.
VCS : veine cave supérieure ; VCI : veine cave inférieure ; FO : foramen ovale ; VP : veine pulmonaire ; OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche ; CA : canal artériel ; V. omb : veine ombilicale ; A. omb : artère ombilicale ; AP : artère pulmonaire ; AO : aorte.

La phase transitionnelle est une situation instable et réversible pendant la 1re semaine de vie environ. Toute agression du nouveau-né pendant cette période est susceptible d'entraîner une réaugmentation des RVP, responsable d'une inversion des shunts et d'un retour en circulation fœtale. Ce dernier est caractérisé par une HTAP entraînant une hypoxémie réfractaire à l'O_2.

Les principaux facteurs de risque du retour en circulation fœtale sont l'hypoxie, l'hypercapnie, l'acidose, l'hypothermie et l'hypovolémie (qui sont des situations à éviter impérativement, notamment en peropératoire), ainsi que les infections néonatales, les cardiopathies congénitales, toute pathologie pulmonaire (malformations ou détresse respiratoire néonatale) ou, en cas d'élévation, des pressions d'insufflation favorisant un shunt droit-gauche (par augmentation des RVP).

Physiologie cardiovasculaire du nouveau-né

Diminution de la contractilité myocardique

Le myocarde du nouveau-né est immature quantitativement et qualitativement jusqu'à l'âge de 1 an avec une diminution de la contractilité myocardique et du volume d'éjection systolique (VES), ce qui a deux conséquences.

D'abord, le débit cardiaque (DC) est dépendant de la fréquence cardiaque (FC) :

$$DC = FC \times VES$$

On comprend que le DC ne peut s'appuyer que sur la FC pour être efficace chez le nouveau-né et que sa FC de base doit être physiologiquement élevée. Une bradycardie :

– < 80/min correspond à une inefficacité circulatoire ;
– < 60/min définit un arrêt cardiocirculatoire +++, imposant immédiatement des manœuvres de réanimation cardiopulmonaire (avec massage cardiaque externe et injection d'adrénaline).

Ensuite, il existe une mauvaise tolérance à l'hypervolémie : le nouveau-né tolère mal un remplissage vasculaire excessif et rapide, avec un risque d'œdème aigu du poumon (OAP), phénomène qui est accentué par la baisse du DFG et de l'élimination rénale de sodium physiologique (*cf. supra*).

Immaturité du système nerveux sympathique (avec réactivité importante du système parasympathique)

L'immaturité du système nerveux sympathique entraîne une mauvaise capacité de réponse du myocarde au stress, d'une part, et de vasoconstriction artérielle à l'hypovolémie (le nouveau-né n'a pas de baroréflexe), d'autre part. La conséquence directe est une mauvaise tolérance à l'hypovolémie qui va se traduire, en plus de la tachycardie, par une hypotension artérielle immédiate (contrairement à l'enfant plus grand, chez qui la tension artérielle est maintenue de façon particulièrement prolongée face à une hypovolémie). Chez le nouveau-né, une hypovolémie non corrigée se traduit immédiatement par l'apparition de signes d'ischémie tissulaire (initialement au niveau mésentérique). L'objectif peropératoire de la PAM chez le nouveau-né à terme doit impérativement être > à 38 mmHg *(Tab. 2)*.

Tableau 2 ■ Valeurs physiologiques en pédiatrie

	PA (mmHg)	FC (/min)	FR (/min)
Prématuré	50/30	150-160	40-60
Nouveau-né	70/40	130-140	30-40
6 mois	85/55	120	25-30
1 an	95/65	110	20-25

NB : La valeur normale de la PAM correspond à l'âge gestationnel du bébé à la naissance, puis elle augmente de 1 mmHg/j pendant la première semaine de vie.

■ PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE

Voies aériennes supérieures

L'enfant présente une morphologie des voies aériennes supérieures (VAS) particulière jusqu'à l'âge de 2 ans environ, ce qui a des implications pratiques sur la ventilation et l'intubation trachéale *(Fig. 2)* :

– macroglossie/cou court ;
– épiglotte volumineuse et courbe ;
– glotte antérieure et haute (niveau C3 chez le nouveau-né contre C5 chez l'adulte) ;
– sous-glotte étroite (rétrécissement physiologique situé au niveau du cartilage cricoïde) ;
– axe de la trachée dirigé en bas et en arrière (axe plus vertical chez l'adulte) ;
– anneaux trachéaux souples et fragiles ;
– larynx réflexogène aux stimulations (spasme chez le nouveau-né contre toux chez l'adulte) ;
– respiration nasale jusqu'à l'âge de 6 mois environ +++.

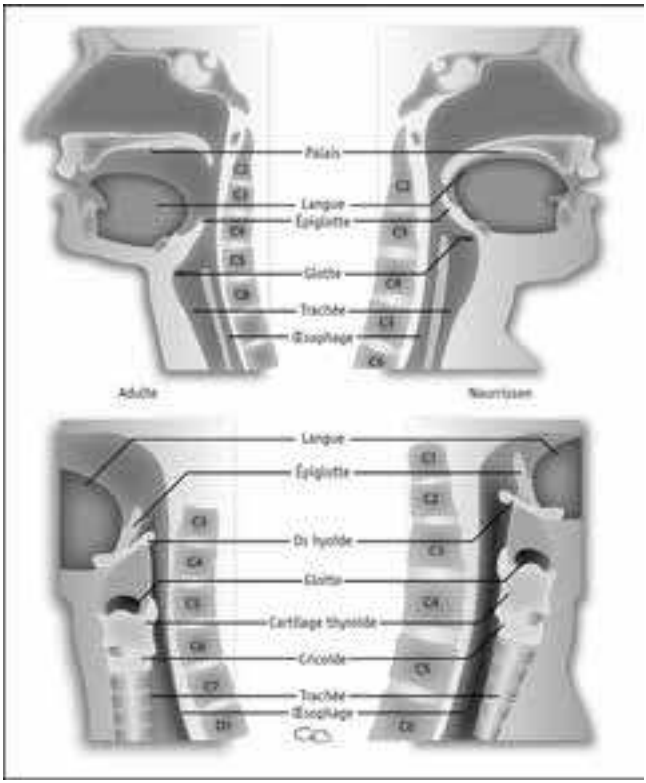


Figure 2 ■ Anatomie des voies aériennes supérieures (en haut) et du larynx (en bas) chez le nourrisson et l'adulte.

Cage thoracique et poumons

L'enfant est soumis à des contraintes mécaniques (thoracopulmonaires) importantes, jusqu'à l'âge de 1 an environ, qui ont des conséquences spécifiques sur la ventilation.

Résistances des voies aériennes

Les résistances des voies aériennes sont augmentées chez le bébé, du fait du petit diamètre de ses bronches et bronchioles. Cela accentue le travail respiratoire surtout s'il y a obstruction ou œdème bronchique.

Compliances thoracique et pulmonaire

La compliance correspond au rapport de la variation de volume en fonction de la variation de pression :

$$C = \Delta V/\Delta P$$

Elle est le reflet de l'élasticité.
La compliance pulmonaire du nouveau-né, rapportée à son poids, est comparable à celle de l'adulte.
La compliance thoracique *(Fig. 3)* est augmentée chez le nouveau-né (jusqu'à l'âge de 3 ans) du fait de la souplesse des côtes et du sternum (encore cartilagineux). Les conséquences s'observent principalement à l'expiration. Sa cage thoracique, souple, offre ainsi peu d'opposition à la rétraction élastique du poumon, et atteint le volume

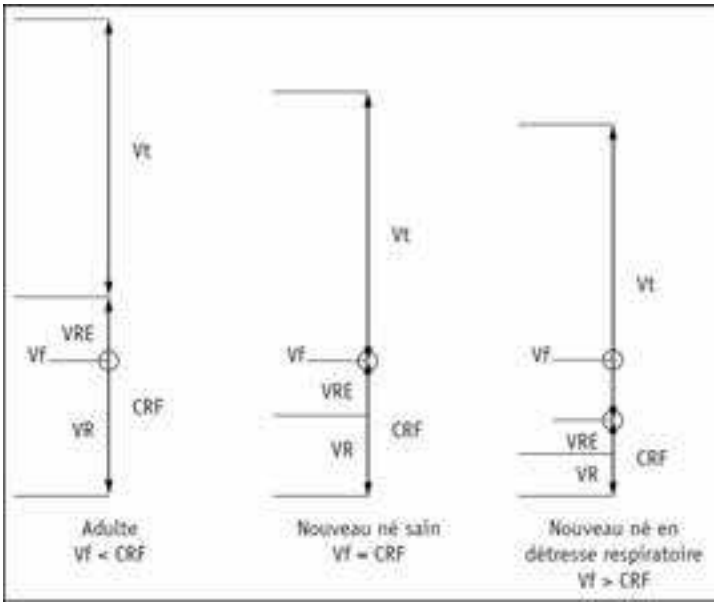


Figure 3 ■ Mécanique ventilatoire.
Vf : volume de fermeture ; CRF : capacité résiduelle fonctionnelle ; Vt : volume courant ; VRE : volume de réserve expiratoire ; VR : volume résiduel.

de fermeture (Vf) dès la fin d'une expiration normale. Le Vf correspond au collapsus physiologique des petites voies aériennes, survenant uniquement à la fin d'une expiration forcée chez l'adulte. La capacité résiduelle fonctionnelle (CRF), correspondant au volume d'air présent dans les poumons à la fin d'une expiration normale et représentant les réserves en O_2, est donc égale au Vf chez le nouveau-né alors que, chez l'adulte, elle est supérieure au Vf.

Ainsi, chez le nouveau-né, le collapsus bronchiolaire physiologique survient à la fin de l'expiration normale (Vf = CRF) et entraîne :

– la diminution de la CRF, donc celle des réserves en O_2 ;
– la création d'atélectasies, avec effet shunt (zones pulmonaires collabées, qui ne sont plus ventilées mais encore perfusées).

Il en résulte une tendance plus rapide à l'hypoxie chez le nouveau-né +++. Cependant, il met en place des mécanismes compensateurs physiologiques pour lutter contre ce collapsus bronchiolaire précoce et limiter la survenue d'une hypoxie. Ces mécanismes créent une autopression expiratoire positive (PEP) en fin d'expiration qui maintient ainsi une CRF et des réserves en O_2 suffisantes :

– augmentation physiologique de la FR : diminution de la durée du collapsus bronchiolaire à la fin de chaque expiration ;
– création d'un « frein glottique expiratoire » : fermeture active des cordes vocales en fin d'expiration (plus ou moins complète selon détresse respiratoire → geignement expiratoire).

D'où la nécessité d'une PEP entre 3 et 5 cmH_2O en cas de ventilation spontanée sous anesthésie générale ou d'intubation trachéale, car les cordes vocales ne sont pas activement fermées.

Le nouveau-né présente également une fatigabilité respiratoire précoce, liée à l'immaturité musculaire diaphragmatique et à une consommation accrue d'O_2 secondaire à une ventilation alvéolaire augmentée.

Contrôle respiratoire

Apnées

Le nouveau-né est sujet aux apnées (c'est-à-dire des pauses > 10-15 secondes), surtout s'il est prématuré, jusqu'à l'âge de 44 semaines post-conceptionnelles (SPC) d'âge (voire 60 SPC pour certains), avec risque de désaturation en O_2 et bradycardie.

Il s'agit de deux types d'apnées plus ou moins concomitantes :

– apnées centrales, par immaturité des centres neurologiques ;
– apnées obstructives, liées aux particularités anatomiques spécifiques du nourrisson.

Les facteurs favorisants sont l'hypoxie (+++), les infections (notamment virales des VAS) (++), l'anémie (++), la fièvre, le reflux gastro-œsophagien (RGO) et la stimulation laryngée, l'hypothermie.

L'anesthésie générale aggrave les apnées, notamment en période postopératoire : apnées centrales par dépression des centres respiratoires (citrate de caféine, 10-20 mg/kg IVL) et/ou apnées obstructives par abolition du tonus musculaire cervical et pharyngolaryngé (billot sous la nuque).

Réponse ventilatoire à l'hypoxie et à l'hypercapnie

La réponse ventilatoire à l'hypoxie entraîne une hypoventilation (puis des apnées) chez le nouveau-né contre une hyperventilation chez l'adulte.

La réponse ventilatoire à l'hypercapnie ne s'accompagne pas d'une hyperventilation à la différence de l'adulte.

Cadre législatif et recommandations concernant l'anesthésie pédiatrique en France

À ce jour, il n'existe pas de contrainte réglementaire spécifique à l'anesthésie pédiatrique effective sur l'ensemble du territoire.
Les schémas régionaux d'organisation de la santé (SROS) sont des dispositifs régionaux mis en place par les Agences régionales de santé (ARS). L'organisation des SROS de l'enfant et de l'adolescent est régie par une circulaire du 28/11/2004.
Deux types d'établissement pratiquant l'anesthésie pédiatrique peuvent être définis : les centres de proximité et les centres spécialisés, assurant deux niveaux de prise en charge complémentaires.

Centres de proximité
- Prise en charge des enfants de plus de 3 ans, si seuil minimal d'activité et espace d'hospitalisation dédié aux enfants.
- Prise en charge des enfants de 1 à 3 ans, si activité pédiatrique hebdomadaire régulière du chirurgien et du médecin anesthésiste.
- Prise en charge des enfants de moins de 1 an après avis favorable de l'ARS et du réseau de chirurgie de l'enfant.

Centres spécialisés
Ils doivent posséder un service de chirurgie pédiatrique individualisé prenant en charge les enfants quel que soit l'âge.
On distingue des centres spécialisés à vocation régionale avec :
- réanimation pédiatrique spécialisée ou plusieurs spécialistes à vocation pédiatrique ;
- deux filières individualisées de chirurgie viscérale et orthopédique pédiatrique exclusive ;
- une équipe d'anesthésie pédiatrique ;
- pour la garde, un chirurgien orthopédique ou viscéral de garde sur place (astreinte pour la spécialité non présente) et un anesthésiste de garde sur place.

En dehors de ces centres, la pratique occasionnelle doit être exclue. On recherche un volume suffisant d'activité sans recommandation de quotas.
Les sociétés savantes (SFAR, ADARPEF) rappellent que les dispositions du SROS ne s'appliquent pas dans certains cas d'urgence où le médecin anesthésiste peut être sollicité pour un acte avec lequel il n'est pas familier. C'est alors l'analyse du bénéfice/risque qui doit guider la décision.
Les sociétés savantes rappellent les recommandations sur les structures et le matériel nécessaire pour l'anesthésie pédiatrique ainsi que celles pour le maintien des

connaissances en anesthésie pédiatrique. Ainsi, en France, la formation initiale est clairement définie (DESAR à 5 ans, avec 6 mois minimum en anesthésie pédiatrique, des modules théoriques anesthésie et réanimation pédiatrique), de même que le maintien des connaissances (obligation de formation médicale continue, d'évaluation des pratiques professionnelles, stages d'observation dans les centres référents, congrès, simulation).
Les SROS visent donc à une meilleure répartition de l'anesthésie des enfants dans une région donnée. Les sociétés savantes n'ont qu'un rôle consultatif.

Faut-il un bloc opératoire sans latex en pédiatrie ?

Le latex est un matériel largement utilisé dans la fabrication de nombreux produits notamment chirurgicaux et anesthésiques, du fait de son faible coût, de sa durée, de ses propriétés tactiles et de sa résistance. L'allergie aux protéines naturelles du latex est la seconde cause des réactions anaphylactiques peranesthésiques derrière l'allergie aux curares chez l'adulte et dans certaines études la première cause chez l'enfant. Il s'agit d'une cause évitable de complications peranesthésiques. La gravité potentielle de cette allergie impose la détection et l'éviction de cet allergène chez les patients allergiques ou à risque de l'être. Il n'existe, à l'heure actuelle, aucun traitement de type thérapeutique de cette allergie. La prévention peut s'effectuer à deux niveaux : préventions primaire et secondaire.

■ GÉNÉRALITÉS

Chez l'enfant, la sensibilisation résulte du contact direct avec les séreuses et/ou les muqueuses (cavité buccale, arbre bronchique, péritoine, urètre...) ou avec le compartiment intravasculaire, lors d'interventions chirurgicales, de perfusions veineuses, de cathétérisations urinaires, d'intubation.

La prévalence de la sensibilisation au latex dans la population générale est de 1 à 2 %. Lorsqu'on analyse certains sous-groupes de la population pédiatrique, l'incidence est supérieure : ainsi on retrouve une incidence de 18 à 72 % chez les enfants atteints de spina bifida, ainsi que chez des enfants multiopérés pour d'autres pathologies. Plusieurs études ont également retrouvé comme facteurs de risque l'âge < 1 an lors de la 1re intervention, le terrain atopique et l'allergie aux fruits exotiques (allergie croisée).

Le personnel soignant fait également partie des populations à risque et l'utilisation de gants sans latex est devenue une recommandation de la Société d'allergologie aux USA pour le personnel soignant afin de diminuer la sensibilisation au latex

■ MANIFESTATIONS CLINIQUES

Les manifestations cliniques sont décrites suivant 4 stades de gravité croissante. Mais les symptômes ne sont pas toujours au complet (l'absence de signes cutanéomuqueux n'exclut pas le diagnostic), peuvent être atypiques, varier d'un sujet à l'autre, être localisés et modérés ou d'emblée généralisés mettant en jeu le pronostic vital.

Lorsqu'il s'agit d'une réaction anaphylactique (IgE dépendante), les signes cardiovasculaires et le bronchospasme sont les signes majoritaires contrairement aux réactions d'histaminolibération non spécifique mais il est parfois difficile de différencier les

deux mécanismes lorsqu'existent seulement les manifestations cutanées. Le choc anaphylactique survient lors d'un contact du latex avec des tissus vascularisés : contact des muqueuses lors des interventions chirurgicales, pénétration par voie intraveineuse lors d'utilisation de tubulures de perfusion et/ou de poches contenant du latex. Les manifestations les plus sévères surgissent de manière majoritaire au bloc opératoire.
Lors des réactions de type I, le délai d'apparition des symptômes est variable de 5 à 150 mn : classiquement la réaction commence quand des particules de latex entrent en contact avec les surfaces muqueuses du patient (cavité buccale, arbre bronchique, péritoine...). L'apparition des symptômes est plus lente (environ 30 mn après l'exposition, jusqu'à 2 heures) lorsque les particules de latex sont aéroportées, et les signes cliniques sont à type d'urticaire localisé, rhinite, conjonctivite.
Les manifestations cliniques des réactions type IV ne mettent pas en jeu le pronostic vital. Elles apparaissent 48 à 72 heures après une première exposition associant érythème avec vésicules plus ou moins associé à un prurit. Elles peuvent s'étendre au-delà de la zone de contact *(Tab. 1)*.
Certaines particularités des manifestations cliniques liées au latex ont été notées : réactions en cours d'anesthésie sans rapport avec une injection, choc anaphylactique au lâcher de garrot.
Par contre la dermatite irritative de contact n'est pas un symptome d'allergie au latex mais d'intolérance cutanée au PH alcalin de la majorité des gants poudrés.

Tableau I ■ Manifestations cliniques en fonction du mécanisme

Réaction immunitaire	Manifestations cliniques
Dermatite irritative de contact (non immune)	Érythème ne s'étendant pas au-delà des zones de contact
Dermatite allergique de contact = type IV	Érythème, prurit, eczéma, vésicules pouvant s'étendre au-delà de la zone de contact
Anaphylaxie type I (IgE)	Urticaire, angiœdème, œdème de Quinck, asthme, rhinite, choc anaphylactique

■ DIAGNOSTIC DE L'ALLERGIE AU LATEX

Lors d'une manifestation allergique peranesthésique, certains examens biologiques immédiats peuvent aider au diagnostic : dosage de marqueurs dont l'élévation signe une réaction anaphylactique, comme la tryptase sérique et l'histamine plasmatique. Mais une concentration normale n'exclue pas le diagnostic.
Le diagnostic rétrospectif repose sur l'histoire clinique, les tests cutanés allergologiques, le dosage d'IgE spécifiques contre le latex et les tests de provocation.
Les recommandations de la SFAR (RPC 2001) font pratiquer un bilan allergologique pour le latex chez les populations à risque suivantes : chez les enfants multiopérés, notamment pour ceux atteints de spina bifida et de myéloméningocèles, chez les enfants ayant présenté des manifestations cliniques d'allergie lors d'une exposition au latex, quelles que soient les circonstances d'exposition et chez les enfants allergiques

avérés ou suspectés à certains fruits exotiques. Il n'y pas lieu de pratiquer un dépistage systématique dans la population générale ou chez les patients atopiques.

■ MESURES PRÉVENTIVES

À l'heure actuelle, il n'existe aucun traitement efficace et sans danger de l'allergie au latex.

Prévention primaire

La prévention primaire consiste à réduire l'exposition au latex et ainsi à éviter la sensibilisation au latex chez les enfants à risque. Il est désormais recommandé aux États-Unis aux chirurgiens et aux anesthésistes qui prennent en charge en période néonatale les enfants atteints de spina bifida d'utiliser des gants sans latex et d'éviter tout matériel contenant du latex dès la première intervention. Cette mesure a nettement diminué l'incidence de l'allergie au latex chez ces enfants à risque. Récemment, certains auteurs suggèrent de pratiquer ces mesures également chez les enfants susceptibles de subir de nombreuses interventions et ce dès leur naissance.
Cette prévention concerne également le personnel soignant.

Prévention secondaire

Il s'agit de reconnaître l'enfant allergique au latex ou à risque d'être allergique, et d'appliquer un protocole avec éviction du latex afin d'éviter une réaction anaphylactique. Il est indispensable que chaque établissement possède son propre protocole pour la prise en charge de ces enfants. Ce protocole doit être diffusé, facilement accessible et enseigné à tout le personnel (médecins, infirmières, agents hospitaliers...).
L'éviction doit concerner les salles d'intervention mais également la SSPI et les services d'hospitalisation. Un chariot spécial ne contenant que du matériel sans latex (gants, seringues, sonde...) doit être disponible dans chaque bloc opératoire.
Les enfants suspectés ou avérés allergiques au latex doivent être pris en première position sur le programme opératoire, afin de réduire au minimum le taux de protéines de latex aéroportées. Si la première position ne peut être attribuée, le renouvellement de l'air doit être fait au minimum pendant 1 h 30.
Aucune prémédication spécifique n'est recommandée.

■ FAUT-IL UN BLOC OPÉRATOIRE SANS LATEX EN PÉDIATRIE ?

La définition d'une population à risque bien identifiée n'est finalement pas aisée, aboutissant à un retard de dépistage de ces enfants avec un risque de les sensibiliser contre le latex. Toutes les études retrouvent les mêmes facteurs de risque, atopie, spina bifida, mais certaines suggèrent d'autres facteurs de risque, comme les enfants multi-opérés. Faut-il donc pratiquer une prévention primaire chez tous les enfants susceptibles de subir plusieurs interventions durant leurs premières années de vie ou

seulement chez ceux atteints de spina bifida ? Un bloc entièrement exempt de latex peut être la réponse.

Faisabilité

À l'heure actuelle, tout le matériel médicochirurgical peut être conçu sans latex. Il est plus facile désormais de lister les matériels contenant du latex et de les remplacer par des dispositifs fabriqués avec d'autres matériaux comme le polyurethane, le PV ou le silicone.

Avantages

En réalisant une éviction complète du latex de l'environnement opératoire, la morbi-mortalité due à l'allergie au latex au bloc opératoire (les manifestations les plus sévères se révélant au bloc opératoire) tend vers zéro. Même si les enfants continuent à être exposés au latex à domicile, la principale et l'unique cause de mortalité qu'est le choc anaphylactique disparaît dans un bloc exempt de latex.
L'application d'un protocole sans latex dans des unités (bloc, service d'hospitalisation) comprenant du matériel avec latex implique une coordination parfaite entre les différents personnels prenant en charge les enfants allergiques. Le nombre important d'intervenants multiplie le risque d'erreur et donc le risque de violation du protocole pouvant avoir des conséquences dramatiques. La mise en place d'un service entièrement sans latex permet de faire disparaître complètement le risque d'erreur humaine.
Différentes études ont analysé le coût économique d'un environnement sans gant en latex. Toutes ont retrouvé un coût supérieur de ce type de gants par rapport aux gants avec latex. Mais ce surcoût, évident lors des premières années d'utilisation, tend à s'annuler puis à s'inverser par une diminution des coûts dus aux tests diagnostiques et à la médicalisation des personnels soignants allergiques. De plus, les complications les plus sévères des réactions anaphylactiques (séquelles anoxiques) entraînent un coût non négligeable par allongement des durées de séjour. L'éviction du latex permet de ramener à zéro la part du latex dans les complications anaphylactiques peranesthésiques.
Outre l'aspect financier, un environnement exempt de latex améliore de façon significative le confort du personnel soignant et permet à certaines personnes allergiques ou sensibilisées de rester au bloc opératoire.

Difficultés/inconvénients

Puisqu'il n'y a pas de label uniformisé des matériels sans latex, chaque établissement doit vérifier par lui-même, en collaboration avec la pharmacie, la liste des produits avec latex et tenter de trouver les laboratoires produisant ce même produit sans latex. Cet énorme travail doit être effectué chaque fois qu'un nouvel équipement est sur le point d'être acheté. Une vigilance de chaque instant est donc nécessaire, et doit se faire dans chaque unité.
Cette éviction doit non seulement s'appliquer de façon stricte au bloc opératoire, mais également au service d'hospitalisation de chirurgie. Le protocole doit donc être

largement diffusé et enseigné, et son application policière, car la violation de celui-ci peut avoir des conséquences dramatiques.
La difficulté d'un bloc sans latex réside également dans le fait que les autres services et les autres établissements ne pratiquent pas cette éviction totale, faisant ainsi diminuer l'efficacité de ce type de protocole sur la prévalence de sensibilisation au latex. Pour remplacer le latex, l'industrie développe de nouveaux types de matériels avec probablement de nouveaux composants. Le risque est alors de développer d'autre type d'allergie que celle au latex.

Simulation et anesthésie pédiatrique

■ INTRODUCTION

Il est montré que l'enseignement doit être dominé par une pratique active plutôt que des apprentissages passifs. Or, l'enseignement médical (« compagnonnage »), basé sur la rencontre à l'hôpital « d'opportunités aléatoires », est insuffisant car d'une part la pratique de la prise en charge des pathologies rares sera évidemment inconstante, et d'autre part parce que la démographie médicale actuelle rend ce compagnonnage plus incertain. De plus, il est maintenant bien démontré que les accidents évitables représentent, en médecine, l'une des premières causes de mortalité et de coût pour les institutions.
L'enseignement par simulation est une réponse à ces problématiques de formation et de sécurité. Cette technique pédagogique, déjà utilisée dans de nombreuses professions à risque (aviation civile, nucléaire, milieu militaire), propose aux apprenants de se mettre en situation lors de scénarios mis en scène autour d'un matériel et dans un environnement dédiés. La simulation médicale permet ainsi d'accroître les compétences sans mettre en jeu la vie des patients. Pour toutes ces raisons, la simulation en anesthésie pédiatrique est amenée à se développer dans les années à venir.
Ainsi, la simulation en anesthésie pédiatrique exercée au sein du Développement professionnel continu (DPC) devrait permettre d'améliorer l'entraînement à la fois aux gestes spécifiques à l'anesthésie-réanimation pédiatrique mais également aux situations peu courantes auxquelles tout praticien se doit cependant d'apporter des réponses rapides et pertinentes.

■ MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les mannequins haute-fidélité utilisés pour l'entrainement à la prise en charge de situations complexes sont des objets très perfectionnés, d'allure humanoïde, et dont les « fonctions vitales » peuvent être contrôlées et modifiées à volonté et à distance à l'aide d'un ordinateur. Pression artérielle, saturation en oxygène, pouls périphériques, auscultation cardiorespiratoire, cyanose péribuccale sont quelques exemples de paramètres que le formateur peut modifier en temps réel dans le cadre d'un scénario. Chaque scénario devra être :

- de préférence écrit par l'équipe afin que son déroulement en présence des apprenants colle aux objectifs pédagogiques définis lors de l'écriture ;
- testé plusieurs fois, sur l'ordinateur puis en conditions réelles sur le mannequin, afin de traquer toutes les sources d'erreurs informatiques et matérielles.

SimBaby® (Laerdal Medical).



SimJunior® (Laerdal Medical).



■ DÉROULEMENT D'UNE SÉANCE DE SIMULATION

Le schéma incontournable d'une séance de simulation suit la séquence : *Briefing – Mise en Situation – Debriefing*.
Chaque séance de simulation est précédée d'un *briefing* général au cours duquel un formateur rassurera les apprenants et leur expliquera l'esprit de l'exercice (non sanctionnant, confidentialité, dédramatisation de l'erreur), leur permettra de prendre contact avec le mannequin (matière synthétique, auscultation cardiorespiratoire sur les haut-parleurs, voies aériennes...) et son environnement.
Puis, débute le *scénario* à proprement parler dont les objectifs pédagogiques médicaux et non techniques (comportement des apprenants, leadership, communication dans l'équipe...) sont clairement définis par les formateurs mais généralement non communiqués aux apprenants. Les scenarios les plus anxiogènes peuvent également être répétés jusqu'à l'acquisition d'automatismes de prise en charge.
Au cours de chaque mise en situation, un ou plusieurs membres de l'équipe peuvent jouer le rôle de « facilitateur » afin d'aider les apprenants, ou de les orienter vers les objectifs pédagogiques à traiter dans le scénario. Lorsque le responsable du scénario

estime que ses objectifs pédagogiques ont été traités (souvent après environ 15-20 minutes), il donne le signal de fin. L'équipe retrouve immédiatement les apprenants en salle de *debriefing* et chaque point pédagogique est abordé. C'est la partie la plus importante d'une séance de simulation car elle permet de reprendre les points positifs et de faire exprimer par les apprenants les points à améliorer. Un document pédagogique reprenant les recommandations actuelles peut être proposé.
En somme, le bon déroulement d'un scénario nécessite la présence d'au moins 3 membres de l'équipe : un « briefer/debriefer », une personne à la régie, un ou plusieurs facilitateur(s).

■ CONCLUSION

La simulation médicale est en pleine expansion comme le montre le nombre croissant de centres pratiquant cette activité, et le succès des formations diplômantes. L'anesthésie pédiatrique, du fait de ses spécificités, bénéficiera grandement de cet essor dans les prochaines années.

Hypnose et anesthésie en pédiatrie

■ INTRODUCTION

Depuis quelques années, l'hypnose connaît un regain d'intérêt en médecine. L'académie de médecine l'a récemment reconnue comme une médecine complémentaire. De nombreuses publications médicales mais aussi publiques font écho de ses utilisations. Grâce aux recherches en neuroscience et à l'imagerie fonctionnelle, l'hypnose sort du domaine subjectif et de la magie pour rejoindre celui des thérapies médicales reconnues scientifiquement.

■ HISTORIQUE

À la fin du 18e siècle, Messmer soigne des enfants par l'hypnose. La commission présidée par Franklin étudie les effets de l'hypnose sur des enfants et conclut au rôle prépondérant de l'imagination. Si Charcot voit en l'hypnose un état pathologique des adultes, l'école de Nancy (Liébault et Bernheim) y voit l'effet thérapeutique de la suggestion. Braid, un chirurgien anglais, constate que les enfants sont particulièrement sensibles et que l'hypnose peut compléter ou remplacer l'anesthésie.
Erickson va relancer l'intérêt de l'hypnose médicale au milieu du 20e siècle avec sa méthode permissive. La communication entre le thérapeute et le patient et l'importance relative de la transe apparait depuis comme l'essentiel.
C'est surtout les travaux de Faymonville, anesthésiste au CHU de Liège, qui vont objectiver ces phénomènes. Ses études en neuroimagerie fonctionnelle ont confirmé la réalité de l'hypnose et ses différences en comparaison avec la relaxation, la distraction et le rêve dirigé.
Dès lors l'hypnose au bloc opératoire en alternative ou en complément des différentes techniques d'anesthésie devient un outil reconnu et acceptable.
De nombreuses expériences ont été rapportées en pédiatrie depuis les années 1950 (Olness et Kuttler). On retrouve des actes sous hypnose en chirurgie des brulés, en chirurgie plastique ou en traumatologie. L'hypnose est utilisée en urgence par des équipes comme celle de Wood.

■ PARTICULARITÉS PÉDIATRIQUES

En pédiatrie, les soignants sont encore plus que chez l'adulte, amenés à gérer les émotions des patients (ainsi que celle des parents).
Actuellement de nombreuses équipes utilisent des techniques non pharmacologiques pour améliorer les soins des enfants. Les buts sont multiples : réduction du stress et

de l'agitation, amélioration ou suppression des phénomènes douloureux, implication de l'enfant (et des parents) dans le soin.
Par sa capacité d'évasion et la confusion entre l'imaginaire et le réel, l'enfant va naturellement entrer en hypnose. Le choix des techniques d'induction de la transe sera adapté à l'âge. Le système VAKOG est souvent au premier plan (gustatif dans les premiers âges, visuel et kinesthésique ensuite).
L'entretien avant l'induction permet avec la coopération des parents de repérer les points d'intérêts de l'enfant. En dehors de l'urgence, cela peut se faire en consultation préopératoire.

■ HYPNOSE EN ANESTHÉSIE PÉDIATRIQUE

Utilisation pour la préparation à l'intervention

La consultation préopératoire est le moment idéal pour présenter l'hypnose aux enfants et aux parents. Pour certaines équipes, il est utile de pratiquer une ou plusieurs séances préopératoires. Même si ces séances peuvent avoir un intérêt évident pour les cas de phobies ou d'anxiété majeure. Il n'y a pas d'études très approfondies sur le sujet.
De nombreux travaux ont montré que l'hypnose est au moins aussi efficace que la prémédication. C'est aussi vrai pour les *clowns doctors*, les vidéos jeux, les dessins animés, l'acupuncture pour les parents et de nombreuses autres techniques non médicamenteuses.

Hypnoanesthésie

En chirurgie pédiatrique on retrouve plusieurs études évoquant la possibilité d'utiliser l'hypnose en lieu et place de l'anesthésie générale. Dans son livre, Olness rapporte des études concernant la chirurgie plastique, ou les soins des enfants brulés. L'équipe de Rennes a réalisé une comparaison entre hypnoanesthésie et anesthésie générale. Dans tous ces travaux l'hypnose permet l'acte chirurgical et s'accompagne de meilleurs résultats en termes d'analgésie et de confort postopératoire.
Dans ces études, l'hypnose est utilisée seule ou en complément d'anesthésie locale. Elle est associée aussi à des perfusions per opératoires de morphinique. Il peut y avoir aussi pour certaines équipes une prémédication. Bien que cela arrive rarement, la possibilité de compléter la transe par une sédation médicamenteuse ou de faire une anesthésie générale est d'un grand confort. L'enfant doit être équipé comme pour toute anesthésie avec une voie veineuse périphérique et un monitoring classique.
La présentation de l'hypnoanesthésie au patient doit bien insister sur le fait que l'enfant n'est pas inconscient pendant la transe. Certaines personnes attendent une catalepsie profonde et sont alors déçues.

Suites opératoires

Découlant des études précédentes, on retrouve de nombreuses conclusions sur les effets postopératoires de l'hypnose. Olness suggère que les suggestions post-hypnotiques devraient être systématiquement renforcées en salle de réveil. Dans certaines

études, la préparation hypnotique a été centrée sur la période de réveil, là encore avec des effets remarquables.

■ EXEMPLE DE DÉROULEMENT D'INTERVENTIONS SOUS HYPNOANALGÉSIE

Consultation préopératoire

Le chirurgien voit l'enfant en consultation et propose l'alternative entre anesthésie générale et hypnoanesthésie.

L'enfant et ses parents sont alors vus en consultation anesthésique préopératoire par un médecin anesthésiste réanimateur formé à l'hypnose.

La consultation préanesthésique repose sur les critères habituels en recensant les antécédents familiaux et personnels. Comme souvent en pédiatrie mais avec encore plus d'attention, l'entretien avec l'enfant est centré sur ses loisirs préférés. Le médecin note soigneusement les aspects de son monde imaginaire.

Dans le discours, on amène des suggestions verbales du type « tu vas te rendre compte que ton cerveau sait faire des choses même si tu ne sais pas qu'il le sait ». Un test d'hypnosabilité de type « bras de fer » réalisé devant les parents peut objectiver cette capacité cérébrale. L'accent est également mis sur les expériences positives d'apprentissage. L'enfant est en effet confronté à une situation future qu'il estime difficile voire impossible. Le médecin évoque avec lui les souvenirs d'apprentissage, par exemple le vélo qui s'est transformés en plaisir. L'anamnèse doit permettre d'éviter l'évocation d'expérience vécue négativement (scolaire, par exemple).

Les générations actuelles vivent dans un monde audiovisuel, les supports filmés sont donc particulièrement interessants.

Les parents sont informés sur l'hypnose ericksonnienne. À la fin, l'enfant est invité à participer activement au projet. C'est lui qui choisit la tâche qu'il devra avoir terminée avant le jour de l'opération. Le plus souvent l'enfant décrit le monde imaginaire dans lequel il sera. Il peut s'agir d'un jeu vidéo, de raconter le livre qu'il lit, du souvenir d'une compétition sportive ou d'un gala de danse.

Accueil dans le service

L'équipe soignante est informée de la technique d'anesthésie. Le personnel soignant du service a reçu une formation dans laquelle l'accent a été mis sur la communication verbale et non verbale.

La seule prémédication est l'application de pommade anesthésiante sur le site opératoire.

Accueil au bloc

Le jeune patient est pris en charge par un soignant formé. Ce temps d'attente est mis à profit pour préparer l'enfant. La communication est centrée sur sa tâche. On en profite pour intégrer l'enfant dans le monde du bloc opératoire (couleurs des murs,

des vêtements, bruits des appareils de monitoring, présentation de la salle de réveil « où tu seras tout à l'heure »).
L'anesthésiste ou l'infirmière anesthésiste (IADE) vient voir le patient dès qu'il est disponible. Il a lu le dossier et un court entretien permet de personnaliser le discours (« alors, tu fais de la danse... »). Il demande à l'enfant ce qu'il a choisi de faire pendant qu'on va l'opérer.

Phase opératoire

L'induction hypnotique va donc être rapide. Elle se fait pendant l'installation du patient sur la table opératoire. Les techniques d'induction flash sont donc très utilisées. Le but est de ne pas être plus long qu'une induction d'anesthésie générale.
Le chirurgien et l'anesthésiste (ou l'IADE) communiquent entre eux par gestes. Les panseurs sont eux aussi formés. Toute l'équipe sait que l'anesthésiste (ou l'IADE) doit être l'unique interlocuteur du patient.
La transe chez les enfants est particulière. Ils bougent et parlent beaucoup. L'anesthésiste (ou l'IADE) doit adapter ses inductions aux particularités de l'acte en suggérant au patient l'immobilité du bras par exemple. Très souvent, la transe est entretenue par une conversation permanente.
Les suggestions post-hypnotiques sont fondamentales. On évoque ce qui va se passer en salle de réveil, mais aussi au retour dans la chambre et au domicile.
L'approfondissement de la transe, si besoin, se fait à la demande du patient avec qui on a mis en place un code de communication (*signaling*) comme lever l'index par exemple.

Réveil et retour en chambre

Dès la fin de l'intervention, l'enfant est invité à « se réveiller ». Cette suggestion permissive s'accompagne d'un discours félicitant l'enfant.
La visite postopératoire en chambre, en présence des parents, est très importante. Les enfants peuvent présenter une amnésie et une distorsion du temps. L'entretien avec les parents permet de ratifier la transe, de leur confirmer que leur enfant n'a pas eu d'injection médicamenteuse.

■ CONCLUSION

En utilisant les techniques d'hypnose l'enfant et quelquefois, ses parents sont amenés à devenir des acteurs du soin. Le rapport avec le monde médical peut donc être transformé positivement.
Il y a probablement de nombreux avantages à développer l'hypnose en alternative à l'anesthésie générale. Tous les soignants doivent être formés et ceci change considérablement le vécu des patients.
L'hypnose conversationnelle est un complément très efficace à l'anesthésie locorégionale. On pourrait réaliser plus souvent ces techniques chez les enfants sans avoir recours à l'anesthésie classique.

L'hypnose permet de poser une voie veineuse périphérique sans difficulté chez les enfants. Il pourrait y avoir plus d'anesthésie avec induction intraveineuse en pédiatrie. Les points fondamentaux restent la formation de l'équipe soignante et l'identification formalisée de l'acteur principal de l'hypnoanesthésie au bloc opératoire.

Nutrition périopératoire pédiatrique

■ POURQUOI S'INTÉRESSER À LA NUTRITION ?

Le praticien doit se concentrer sur le dépistage et la prévention de la dénutrition ; en effet, elle est associée à une morbimortalité, en retardant la cicatrisation, favorisant les infections et les escarres, prolongeant la réadaptation et les durées de séjour, et induisant des surcoûts hospitaliers.
Le syndrome de renutrition inappropriée est une entité à part entière, redoutable, engageant le pronostic vital, dont la prévention est le meilleur traitement. Il survient lors de la réalimentation chez l'enfant sévèrement dénutri, ayant perdu rapidement du poids, ou sans alimentation depuis une dizaine de jours. Il résulte d'une déplétion protéino-énergétique, électrolytique et micronutritionelle majeure. Il survient lors de la réalimentation et se manifeste par une hypophosphorémie, une hypokaliémie et une hypomagnésémie dangereuses, associées à des désordres hydrosodés et une hypovitaminose B. Sa prise en charge relève d'une équipe nutritionnelle pédiatrique, mais son dépistage relève de tout praticien.

■ ÉVALUATION NUTRITIONNELLE

En préopératoire, l'évaluation nutritionnelle est importante, afin de limiter la morbidité de la dénutrition.
En cas de dénutrition diagnostiquée, une prise en charge nutritionnelle doit être débutée. Si l'intervention chirurgicale n'est pas urgente, il est souhaitable de la différer afin de corriger la dénutrition ; si elle est semi urgente, la prise en charge doit être initiée en pré opératoire et poursuivie en post opératoire ; en cas de chirurgie urgente, la prise en charge nutritionnelle sera instaurée en post opératoire rapide, avec recours facile à une nutrition entérale, ou parentérale si besoin. Le recours au pédiatre traitant ou à une équipe support de nutrition (diététicien, pédiatre nutritionniste) est utile. La dénutrition pré opératoire est le plus souvent liée à une pathologie chronique, en dehors des pays émergents.
L'évaluation nutritionnelle repose principalement sur des mesures anthropométriques simples : poids, taille, +/- périmètre crânien et périmètre brachial. L'indice de masse corporelle est facilement calculé (IMC = poids/taille^2, exprimé en kg/m^2).
La biologie n'est pas indispensable en routine, mais aide en cas de difficulté d'interprétation de l'anthropométrie. En post opératoire, il est important de suivre l'état nutritionnel des enfants par la mesure du poids 3 fois par semaine, afin de s'assurer que le stress chirurgical (inflammation, cicatrisation) et les éventuelles complications (infection, cicatrisation) n'ont pas de retentissement, et que l'alimentation ou le support

nutritionnel sont suffisants (examens paracliniques inutiles dans la plupart des cas). Dans la plupart des cas (situation de réanimation exclue), on pourra néanmoins viser comme objectif les ANC (Apports nutritionnels conseillés) de l'enfant sain *(Tab. 1)*.

■ QUAND NOURRIR ? STRATÉGIE NUTRITIONNELLE

En préopératoire, il convient de limiter la période de jeune, et de poursuivre l'administration de liquides clairs sucrés jusqu'à H-2 (cf. chapitre spécifique).
L'alimentation orale, véritable soin de support, doit être privilégiée et reprise le plus tôt possible en post opératoire, sauf vraie contre-indication chirurgicale (critiquer les habitudes de service non rationnelles). Contrairement au nouveau-né, le risque d'entérocolite ou d'intolérance digestive reste exceptionnel chez l'enfant de plus de 2-3 mois. Il n'est pas nécessaire d'attendre la reprise du transit, ni la réapparition des bruits hydro aériques (dont le retour est différé par le maintien du jeune). Le jeune prolongé favorise les translocations bactériennes digestives, l'ulcère de stress, l'inconfort de l'enfant. L'alimentation orale doit être proposée même en cas d'instauration d'une nutrition artificielle.
L'indication de nutrition artificielle (entérale et/ou parentérale) peut être proposée :
- en cas de dénutrition préopératoire et en l'absence de nutrition orale suffisante à H24 postopératoire ;
- en cas de dénutrition préopératoire et au décours d'une intervention majeure (scoliose, chirurgie hépatique) ;
- au cas où il est prévisible que l'enfant ne pourra reprendre une alimentation orale suffisante dans les 4-5 jours post opératoire ;
- au cas où l'enfant n'a pas repris une alimentation orale suffisante à J4-J5.

On préfère toujours une nutrition entérale à une nutrition parentérale (entérale plus physiologique, prévention des translocations bactériennes digestives et de l'ulcère de stress, moindre coût). Il n'est pas recommandé de débuter une nutrition parentérale pour moins de 5 jours prévisibles, du fait d'un rapport bénéfice nutritionnel / risque infectieux défavorable.
Une alimentation parentérale ne sera proposée qu'en cas de contre-indication à l'entérale ou en cas d'entérale insuffisante pour couvrir les besoins :
- si syndrome occlusif vrai persistant ;
- si fistule digestive haute ou insuffisance intestinale (grêle court...) ;
- si instabilité hémodynamique ou coma aigu sans protection des voies aériennes (situation de réanimation) ;
- si alimentation entérale insuffisante à J5 (parentérale de complément).

■ COMMENT NOURRIR ?

Alimentation orale

L'alimentation orale postopératoire doit viser à couvrir les besoins nutritionnels. Afin d'augmenter les ingestats, il est important de respecter les habitudes alimentaires de

Tableau I ■ Aide à la prescription d'une alimentation orale ou d'une nutrition artificielle

	Apports nutritionnels conseillés (France)			Alimentation PO		Si nutrition entérale cyclisée	Nutrition parentérale
Âge	Hydrique	Calorie Kcal/kg/j	Protéine g/kg/j		Nombre de repas	= Nutrition chronique	Progression
J6 à M1	150 mL/kg/j	110	2,6	Préparation pour nourrisson Diversification (à partir de 5 mois)	8 à 6/j		Solution pédiatrique, augmentation sur 7 à 5 jours
M1 à M2	145 mL/kg/j	105	2,1		6 à 5/j		
M2 à M3	140 mL/kg/j	105	1,7				
M3 à M6	135 mL/kg/j	100	1,3		5 à 4/j		
M6 à M9	120 mL/kg/j	95	1,1	Lait de suite + diversification	4 repas par jour	NEn (20 h-8 h) + 2 NEd (sur 2 h)	Solution pédiatrique, augmentation sur 5 à 4 jours
M9 à A1	110 mL/kg/j	100	0,9				
A1 à A2	100 mL/kg/j	100	1	Lait croissance + diversification			
A2 à A3	95 mL/kg/j	95	0,9				
A3 à A4	90 mL/kg/j	90	0,9	Lait croissance + diversification	4 repas par jour	NEn (20 h-8 h) ± 1 à 2 NEd (sur 2 h)	Solution pédiatrique, augmentation sur 3 jours
A4 à A6	1,6 L/m^2	85	0,9				
A6 à A8	1,6 L/m^2	75	0,9	Diversification			
A8 à A10	1,6 L/m^2	65	0,9				
A10 à A12	1,6 L/m^2	55	0,9	Diversification	4 repas par jour		Solution adulte, augmentation sur 3 à 2 jours
A12 à A16	1,6 L/m^2	50	0,85				
A16 et +	1,6 L/m^2	35	0,8				

NEn : Nutrition entérale nocturne ; NEd : Nutrition entérale diurne.
On utilisera comme base de calcul le poids sec actuel.
Surface corporelle nourrisson : $(4 \times P + 7)/(P + 90)$
Surface corporelle enfant : $\sqrt{[(P \times T)/3\,600]}$

Formule de Holliday et Segar des apports hydriques
Kg de 0 à 10 : 100 mL/kg (ou 4 mL/kg/h)
Kg de 10 à 20 : 50 mL/kg (ou 2 mL/kg/h)
Kg > 20 : 20 mL/kg (ou 1 mL/kg/h)
Ex : poids de 27 kg (= 10 kg + 10 kg + 7 kg) $10 \times 100 + 10 \times 50 + 7 \times 20 = 1\,640$ mL/24 h

l'enfant pour choisir l'alimentation adaptée et sa répartition sur les 24 h (selon l'âge, *Tab. 1*). La famille de l'enfant a toute sa place.
Les compléments nutritionnels oraux adaptés à l'enfant peuvent compléter une alimentation orale couvrant entre 75 et 100 % des apports nutritionnels.

Nutrition entérale

Le choix qualitatif et quantitatif de la nutrition entérale suit les étapes suivantes (cf. diagrammes).

- Choix d'un produit adapté à l'âge de l'enfant.
- L'enfant avait-il déjà une nutrition entérale ? si oui, reprendre (sauf contre-indication) la même.
- Choix d'un produit polymérique standard (macronutriments normaux) qui convient à la grande majorité des enfants, ou $^1/_2$ élémentaire (hydrolyse des macronutriments) ou élémentaire (hydrolyse complète des protéines).
- Fibres ? Privilégier les solutés d'entérale avec fibres (mélange de fibres régulatrices du transit), afin de prévenir l'intolérance digestive.
- Concentration énergétique : les solutés standards selon l'âge (0,7 kcal/mL jusqu'à 1 an, puis 1 kcal/mL) conviennent dans la majorité des cas ; les solutions « energy » enrichies (1 kcal/mL jusqu'à 1 an puis 1,5 kcal/mL) peuvent être utiles notamment en cas de restriction hydrique.
- Calculer les besoins énergétiques sur la base du tableau des ANC ; calculer le volume de la Modalités d'administration.

Modalités d'administration

La nutrition entérale est administrée le plus souvent en continu, en anticipant éventuellement quelques pauses (pour les soins : toilette, pansements...) dans le calcul du débit horaire (quantité totale journalière administrée sur 22 h par exemple). La cyclisation ou l'administration « en direct » *(Tab. 1)* seront réservées à la nutrition chronique (plus de 5 à 10 jours prévus).
Il est recommandé d'utiliser une pompe à régulation de débit (éviter le débit libre).
La prescription est progressive, selon l'âge et la pathologie (100 % des apports totaux en 2 à 3 jours) et sera prudente (3 à 5 jours) chez le moins de 4 mois, ou en l'absence de nutrition entérale ou orale préopératoire, ou selon l'agression digestive chirurgicale.
Une perfusion de complément « G5 + Na-K » sera progressivement diminuée pour couvrir les besoins hydriques.

Tolérance

Surveiller le transit (diarrhée, vomissements), les ballonnements, les douleurs abdominales. N'incriminer la nutrition entérale qu'après avoir éliminé les autres causes organiques (reprise de transit, colite infectieuse, syndrome occlusif organique). Veiller à traiter les effets indésirables des thérapeutiques postopératoires : ileus morphinique (laxatifs), constipation de l'alité (lever précoce), troubles du transit sous antibiotique, etc.

Nutrition parentérale

Nous n'aborderons pas la prescription de la nutrition parentérale « à façon » ou « à la carte », qui nécessite des compétences propres (référer à l'équipe support de nutrition). Nous nous limiterons aux nutritions parentérales industrielles « prêtes à l'emploi » de prescription plus simple et de bien moindre coût.

Étapes du choix qualitatif et quantitatif de la nutrition parentérale (Tab. 1)

- Choix d'un produit adapté à l'âge de l'enfant.
- L'enfant avait-il déjà une nutrition parentérale ? si oui, reprendre (sauf contre-indication) la même et renforcer la surveillance de la tolérance.
- Choix d'un produit ternaire (3 macronutriments : glucides, lipides, protéines) qui convient à la majorité des enfants (poches tricompartimentées à reconstitution simple), ou binaire (sans lipides) dont l'indication est réservée au rare sepsis non contrôlé et au syndrome d'activation macrophagique (anecdotique) ou à l'intolérance lipidique (hypertriglycéridémie) ; noter qu'il est impossible d'atteindre les objectifs nutritionnels avec une nutrition parentérale sans lipides.
- Concentration énergétique : les solutés standards selon l'âge conviennent dans la majorité des cas ; les solutions concentrées/enrichies peuvent être utiles notamment en cas de restriction hydrique.
- Présence d'électrolytes dans les poches (Na K Cl Ca Mg P) : en l'absence de désordres hydroélectrolytiques majeurs (justifiant le transfert en unité de surveillance continue – réanimation), on utilisera des poches avec électrolytes, symbolisé dans leur nom par le suffixe « -/E ».
- Calculer les besoins énergétiques sur la base du tableau des ANC ; calculer le volume de la solution de nutrition à administrer.
- Prescrire la supplémentation en micronutriments : vitamines et éléments-trace (jamais contenus dans les poches de nutrition parentérale industrielles, sauf pour les éléments trace présents dans Pediaven®). Ils sont rajoutés soit dans les poches tricompartimentées (site d'injection à cet usage), ou IV sur 1 h, 1 fois par jour.

Modalités d'administration

Administration intraveineuse exclusive, 24 h/24 sans interruption, sur voie veineuse centrale uniquement (parentérale périphérique d'utilité faible), avec pompe électrique à régulation de débit (obligatoire).

Les poches industrielles se présentent sous la forme de poche bi- ou tricompartimentées ; la reconstitution et l'homogénéisation sont simples et se font en cassant les compartiments : exercer une pression en roulant la poche en diagonale.

Attention aux incompatibilités médicamenteuses (à valider avec les pharmaciens). Éviter l'interruption brutale de la nutrition parentérale, (risque d'hypoglycémies) et utiliser une décroissance par paliers avec pompes programmables.

Augmentation progressive selon âge et tolérance *(Tab. 1)* ; en pratique, on détermine la solution de nutrition parentérale adaptée et les volumes correspondant à 100 % des besoins estimés ; on administre alors en Y une fraction de la parentérale (1/4, 1/3...) et le complément en volume d'une solution de support « G5 + Na-K » standard (3/4,

2/3...), en augmentant l'apport de nutrition parentérale quotidiennement et en réduisant en rapport la solution de support.

Tolérance

- Glycémies (× 3/j pdt 2 j, × 1/j pdt 1 semaine, × 2/semaine après).
- Iono Ca-P-Mg (× 1/j pdt 3 jours, × 3/semaine pdt 1 semaine × 1 semaine ensuite).
- Triglycérides (valeur normale sous perfusion de parentérale = 2 × valeur normale), ASAT ALAT γGT (× 2/ semaine pdt 1 semaine, × 1/semaine ensuite).

En cas d'intolérance ou de nutrition parentérale prolongée (> 10 jours), prendre l'avis de l'équipe support de nutrition pédiatrique.

Partie 2

Pharmacologie

Autorisation de mise sur le marché

L'autorisation de mise sur le marché (AMM) est délivrée par l'Agence nationale de sécurité du médicament (ANSM). Elle peut être obtenue aussi auprès de l'Agence européenne pour l'évaluation des médicaments. Elle sert de base au remboursement par l'assurance maladie.
Toute AMM est accompagnée d'un résumé des caractéristiques du produit (RCP) qui regroupe toutes les informations (favorables ou non) sur l'identification, la délivrance, la conservation et l'utilisation du produit (pharmacologie, toxicologie, posologie, indications, contre-indications et limites d'emploi...). Ce résumé est établi à partir d'études réalisées chez l'animal et d'essais cliniques contrôlés.
La place du médicament dans la stratégie thérapeutique est précisée dans les avis de la Commission de transparence (service médical rendu et amélioration du service médical rendu) et les recommandations de bonne pratique.
Le dictionnaire Vidal® retranscrit une partie du résumé des caractéristiques du produit du médicament pour lequel l'industriel accepte de payer l'inscription alors que la base de données Thériaque (www.theriaque.org) fournit une information actualisée et indépendante des industriels (réglementation, bibliographie).

■ LIMITES DE L'AMM

Limites générales

L'AMM est souvent en retard sur les connaissances acquises de la science.
Une firme n'est pas obligée de demander une AMM dans chaque indication possible de son médicament.
L'AMM ne s'applique qu'à une forme galénique, une voie d'administration, des indications et une posologie bien définies. Après commercialisation, la population traitée est différente de celle qui a permis l'obtention de l'AMM après des essais cliniques particulièrement ciblés.

Spécificités pédiatriques

Soit l'emploi du médicament est prévu chez l'enfant : les recommandations (posologies, indications, etc.) sont précisées mais parfois floues, notamment dans les limites d'âge et de poids.
Soit l'emploi du médicament est explicitement contre-indiqué. Pour quelle(s) raison(s) : effets secondaires inacceptables, défaut d'évaluation ou absence de données suffisantes (« principe de précaution ») ?
Soit il n'y a aucune mention pédiatrique : est-ce parce que le médicament n'a pas d'intérêt pour l'enfant ou pour le laboratoire ou parce qu'il n'y a pas eu d'étude clinique (situation la plus fréquente) ?

■ PRESCRIPTION HORS AMM EN PÉDIATRIE

En pratique

La prescription hors AMM est fréquente (plus d'un tiers des prescriptions, plus de la moitié des enfants traités) alors que l'on s'attend à ce que les enfants bénéficient des traitements les mieux évalués, au meilleur rapport bénéfice/risque. On ne peut pas se contenter des données recueillies chez l'adulte pour prédire l'efficacité et la tolérance d'un médicament chez l'enfant, d'autant que la population pédiatrique est inhomogène (nouveau-né, nourrisson et enfant). La littérature médicale internationale, le poids des habitudes, l'expérience personnelle, la méconnaissance des AMM, les informations, voire les incitations des laboratoires pharmaceutiques, l'attitude des confrères, etc. influencent la prescription hors AMM.

Conséquences de la prescription hors AMM

On expose l'enfant à des effets indésirables méconnus, à des posologies inadaptées et, donc, à une efficacité qui n'est pas optimale.
En l'absence de conditionnement pédiatrique, on utilise les formulations adultes : déconditionnement, fractionnement, écrasement, dilution, etc. sont autant de sources d'erreur, de risque infectieux et de dépenses inutiles.
Le prescripteur, libre de ses prescriptions, engage sa responsabilité juridique et déontologique ; il doit pouvoir à tout moment justifier sa prescription hors AMM (littérature médicale, pratique...).

Agents anesthésiques

Hypnotiques intraveineux

Les agents hypnotiques intraveineux peuvent être privilégiés chez l'adolescent et en situation d'urgence. L'accès veineux, parfois difficile chez certains nourrissons, peut être un facteur limitant.

■ PROPOFOL (2,6 DI-ISOPROPYLPHÉNOL)

Présentation

Ampoule de 10 ml à 10 mg/ml de propofol, en émulsion lipidique (huile de soja, lécithine ou phosphatide d'œuf, acide oléique), pouvant renfermer aussi des triglycérides à chaîne moyenne (Propofol Lipuro 1 %). Les dilutions ne doivent pas excéder 1 dans 5 (soit pas moins de 2 mg de propofol par millilitre).
Seringues préremplies à 10 ou 20 mg/ml, spécifiques à l'utilisation du dispositif Diprifusor-TCI pour anesthésie intraveineuse à objectif de concentration (AIVOC, ou encore *target controlled infusion* [TCI] en anglais). Utilisable chez l'adulte pour l'induction et l'entretien de l'anesthésie, ce dispositif n'est actuellement pas recommandé chez l'enfant de moins de 30 kg pour lequel des modèles pharmacocinétiques sont en cours d'évaluation.

Posologie

Induction anesthésique

La posologie doit être ajustée en fonction du poids et de l'âge de l'enfant. Les posologies suivantes pourront être utilisées en tenant compte de la prémédication :
– de 1 mois à 3 ans, de 3 à 5 mg/kg (en association) ;
– > 3 ans à 8 ans, de 2,5 à 4 mg/kg (en association) ;
– > 8 ans, 2,5 mg/kg (en association).

Entretien anesthésique

– En injections répétées à la demande : de 0,5 mg à 1 mg/kg.
– Le plus souvent en injection continue : chez le nourrisson > 1 mois et chez l'enfant, la posologie moyenne est généralement comprise entre 10 et 20 mg/kg/h (de 0,15 à 0,30 mg/kg/min) puis réduite par paliers successifs d'environ 20-30 minutes. Les doses nécessaires à l'entretien de l'anesthésie sont d'autant plus élevées que l'enfant est plus jeune.

Contre-indications et effet secondaires

Contre-indications :
– hypersensibilité à l'un des composants ;
– nouveau-né de moins de 1 mois.

Effets secondaires :
– le propofol à faible dose peut augmenter l'activité d'un foyer épileptogène alors qu'à forte dose, il peut supprimer l'activité électrique ;
– bradycardie, rythme jonctionnel et allongement de QT ont été rapportés lors de l'administration de propofol ;
– apnée chez 50 % des patients, hoquet, toux, mouvements anarchiques ;
– effet antiémétique ;
– manifestations allergiques exceptionnelles (sauf érythème cutané) ;
– douleur lors de l'injection du propofol encore plus fréquente chez l'enfant que chez l'adulte. On peut l'atténuer en utilisant les grosses veines de l'avant-bras ou du pli du coude, du N_2O, de la kétamine (0,5 mg/kg) ou de la xylocaïne 1 % (> 0,2 mg/kg) ;
– des cas parfois mortels d'acidose lactique, de rhabdomyolyse, d'hyperkaliémie et d'insuffisance cardiaque ont été observés lors de l'utilisation de perfusion prolongée de propofol à des doses supérieures à 5 mg/kg/h (unité de réanimation) et des cas ont été rapportés en anesthésie pédiatrique pour des durées inférieures à 6 heures.

Pharmacodynamique

Le délai d'action rapide du propofol (30 s) et sa courte durée d'action (5 minutes) permettent un contrôle relativement facile de la profondeur de l'anesthésie chez l'enfant. Après injection unique, le réveil est généralement rapide. Il est dépourvu d'effet analgésique.

Une baisse de la pression artérielle systolique et moyenne est fréquente (de 10 à 20 % du niveau de base), transitoire par vasodilatation mais accentuée en cas d'hypovolémie.

Le propofol diminue le débit sanguin cérébral, la pression intracrânienne et le métabolisme cérébral plus nettement si la pression intracrânienne est initialement élevée. Il diminue la pression intraoculaire.

La ventilation minute est diminuée par réduction du V_t. Il n'y a pas d'effet bronchoconstricteur ni d'histaminolibération importants.

Pharmacocinétique

Le propofol est très liposoluble (d'où une perte de conscience très rapide). Il se fixe fortement aux protéines (98 %) et se répartit selon un modèle à trois compartiments avec une forte distribution tissulaire. Le volume de distribution est plus élevé chez le nourrisson que chez l'enfant et l'adulte (ce qui impose des doses d'induction plus élevées pour obtenir une même concentration efficace). Après extraction hépatique (qui dépend du débit sanguin hépatique plus élevé chez le nourrisson que chez l'enfant), le propofol est métabolisé par conjugaison hépatique (enzymes du cytochrome P450), les métabolites inactifs étant excrétés par voie rénale.

■ THIOPENTAL SODIQUE

C'est un dérivé soufré de l'acide barbiturique.

Pharmacocinétique

La pharmacocinétique s'effectue selon un modèle tricompartimental.
La forte liposolubilité du thiopental sodique permet une perte de conscience très rapide (rapide diffusion passive cérébrale).
Il a une demi-vie prolongée chez le nouveau-né par diminution de la clairance.
Le réveil est retardé lorsqu'il est utilisé à des doses importantes ou en administration continue ; le thiopental sodique est inadapté pour des interventions chirurgicales de très courte durée.

Pharmacodynamique

L'induction se fait à la dose de 5 à 6 mg/kg et de 3 mg/kg chez le nouveau-né ; la durée d'action est de 5 à 10 minutes.
Le thiopental sodique est faiblement vasodilatateur et cardiodépresseur sauf en cas d'hypovolémie patente.
La sédation (de 2 à 4 mg/kg) s'utilise en réanimation pour contrôler une hypertension intracrânienne mais nécessite des taux sanguins répétés afin d'éviter une dépression myocardique.
Le thiopental sodique a des propriétés bronchoconstrictrices et anticonvulsivantes. C'est un puissant inducteur enzymatique. Il existe un risque de nécrose cutanée en cas d'injection extravasculaire et un risque d'ischémie en cas d'injection artérielle. L'anaphylaxie est rare.

■ KÉTAMINE

Mécanisme d'action

Les effets de la kétamine sont liés à :
– un antagonisme non compétitif avec les récepteurs post-synaptiques au glutamate (NMDA) ;
– une interaction avec les récepteurs morphiniques mu et kappa ;
– une inhibition de la recapture neuronale de la noradrénaline (effets sympathomimétiques) et des récepteurs cholinergiques muscariniques.

Présentation

En France, la kétamine existe sous forme de chlorhydrate en mélange racémique, aux concentrations de 1 % (50 mg/5 ml), 5 % (250 mg/5 ml) ou 10 % (250 mg/2,5 ml). L'excipient est du chlorobutanol.

Posologie et indications

Posologie chez l'enfant

Le *tableau 1* résume la posologie de la kétamine.

Tableau 1 ■ Posologie pédiatrique de la kétamine

Voie	Posologie (mg/kg)	Délai d'action (min)	Durée d'action (min)	Réveil (h)	Dose d'entretien (µg/kg/min)
IV	2-3	< 1	5-12	1	15-45
IM	6-15	3-5	15-30	3	
Rectale	8-10	4-6	15-40		
Orale	5-6	20	120	2	

Indications

Anesthésie sédation : réalisation de pansements (brûlés...), sédation pour actes douloureux de courte durée (abord vasculaire), anesthésie en situation difficile (SAMU), malade instable sur le plan hémodynamique (hypovolémie, tamponnade...), asthmatique, etc.
Prémédication : pas d'avantages sur le midazolam.
Voies caudale et péridurale : la présence du conservateur neurotoxique contre-indique l'utilisation de la forme racémique en France.
Effet antihyperalgésique (« effet anti-NMDA ») : de 0,15 à 0,5 mg/kg à l'induction puis de 0,15 à 0,5 mg/kg/h.
Associations :
– midazolam (0,025 mg/kg) pour limiter les effets psychodysleptiques ;
– propofol, pour annuler les effets excitateurs centraux.

Contre-indications et effet secondaires

La kétamine est contre-indiquée en cas d'hypersensibilité (très rare), d'hypertension artérielle non contrôlée ou d'accident vasculaire cérébral récent.
Elle a plusieurs effets secondaires :
– effets psychodysleptiques (de 5 à 30 %) tels que rêves, hallucinations et délires qui sont possibles au réveil. Leur prévention se fait par benzodiazépine et par un réveil en milieu calme ;
– augmentation des sécrétions salivaires (risque de laryngospasme) prévenue par l'administration de vagolytique ;
– hypertension, tachycardie ;
– bronchodilatation, pas d'histaminolibération ;
– myoclonies, diplopie, nystagmus.

Pharmacodynamique

La kétamine a un effet analgésique à dose infra-anesthésique. Elle provoque perte de conscience et amnésie. Après injection intraveineuse, le délai d'action est court, se prolongeant une dizaine de minutes avec réveil complet au bout de 1 heure.
Elle entraîne une diminution des phénomènes d'hyperalgésie et de tolérance morphinique.
Elle élève la pression intracrânienne (surtout en cas d'hypoventilation-hypercapnie), le débit sanguin cérébral et la consommation cérébrale d'oxygène, phénomènes pouvant être prévenus par le midazolam ou le propofol.
Elle provoque une élévation de la pression intraoculaire, a un effet antiépileptique mais n'a pas d'effet sur l'indice bispectral (BIS).
Elle augmente la fréquence cardiaque, la pression artérielle et le débit cardiaque et élève la pression artérielle pulmonaire (faire attention en cas de shunt cyanogène).
Elle entraîne peu de dépression respiratoire (bradypnée), une bronchodilatation et une diminution de la réponse ventilatoire au CO_2.

Pharmacocinétique

La kétamine est très liposoluble, très peu liée aux protéines (10 %) et présente un grand volume de distribution. Après injection intraveineuse, la concentration cérébrale s'élève rapidement puis la kétamine se redistribue dans le tissu adipeux avec un risque d'accumulation en cas d'injections répétées. La kétamine est métabolisée dans le foie, par les enzymes du cytochrome P450, en norkétamine (5 fois moins active) dont les métabolites inactifs sont éliminés dans les urines (à 90 %) et les fèces (6 %). La demi-vie d'élimination (de 1 à 2 h chez l'enfant, de 2 à 3 h chez l'adulte) est prolongée chez le nouveau-né et le nourrisson de moins de 3 mois. La biodisponibilité par voie orale est de 20 % et de 25 % par voie rectale (effet de premier passage hépatique).

■ ÉTOMIDATE

Mécanismes d'action

Les effets de l'étomidate sont liés aux récepteurs $GABA_A$.

Pharmacocinétique

La pharmacocinétique se fait selon un modèle tricompartimental.
L'étomidate à une forte liposolubilité, une forte liaison aux protéines, sa clairance hépatique est débit dépendant, sa demi-vie dure de 3 à 5 heures.
Le métabolisme passe par les estérases hépatiques (métabolites inactifs).
L'induction a lieu à la dose de 0,3 à 0,4 mg/kg, le délai d'action est bref et la durée s'élève à 10-20 minutes. L'injection est douloureuse, liée à l'osmolarité de la solution.

Pharmacodynamique

L'étomidate n'a pas d'effet analgésique, pas d'effet sur la pression artérielle, elle ne provoque pas de dépression respiratoire, c'est un très faible cardiodépresseur, l'anaphylaxie est rare.
C'est un épileptogène qui diminue de 30 % le débit sanguin cérébral et la consommation cérébrale d'oxygène.
L'étomidate est contre-indiqué chez l'enfant porphyrique, épileptique, insuffisant surrénalien ou en cas de stress important réduisant la cortisolémie, et chez le nourrisson de moins de 2 ans.

■ MIDAZOLAM

Le midazolam a un effet hypnotique très variable.

Mécanismes d'action

Le midazolam active le récepteur $GABA_A$ et augmente la conductance du canal chlore (le neurone ainsi hyperpolarisé est plus difficile à dépolariser).

Pharmacocinétique

Elle se fait selon un modèle bicompartimental ou tricompartimental.
Le midazolam a une forte liposolubilité et un métabolisme hépatique interindividuel variable.
Sa demi-vie est prolongée chez le nouveau-né par diminution de la clairance.

Pharmacodynamique

Le midazolam a un effet amnésiant, anxiolytique, myorelaxant et anticonvulsivant.
Il entraîne une dépression respiratoire, n'a que peu ou pas d'effet cardiovasculaire, le réveil est parfois prolongé mais cet effet peut être inversé par 25 µg/kg de flumazénil.
Il existe parfois une agitation paradoxale.
Il est utilisé pour la prémédication à la dose de 0,5 mg/kg *per os,* de 0,2 à 0,5 mg/kg en sublingual (chez le grand enfant coopérant) et de 0,3-0,5 mg/kg en intrarectal. En cas d'anesthésie, il faut administrer de 50 à 150 µg/kg.

Anesthésie inhalatoire par sévoflurane

L'induction inhalatoire est préférée en pédiatrie du fait de sa rapidité et de son aspect non traumatisant et même ludique pour les enfants qui redoutent la piqûre. Le sévoflurane est l'agent de choix pour la plupart des équipes anesthésiques.

■ PROPRIÉTÉS DU SÉVOFLURANE

Le sévoflurane est peu soluble dans le sang (coefficient de solubilité sang/gaz : 0,69), d'où une concentration alvéolaire et cérébrale d'emblée élevée, avec :
– vitesse d'induction rapide, d'autant plus que la concentration inspirée est importante ;
– réversibilité de l'anesthésie et réveil rapide.

La concentration alvéolaire minimale (CAM), qui permet la suppression d'une réaction motrice chez 50 % des patients subissant un stimulus incisionnel, varie en fonction de l'âge *(Fig. 1)*. Elle est diminuée en cas d'hypoxie, d'hypotension artérielle, d'anémie, d'hypothermie, et en cas de prise de psychotropes. Elle augmente en cas d'hyperthermie.

Avantages

Le sévoflurane :
– assure une bonne stabilité hémodynamique. Peu inotrope négatif, il est également peu bradycardisant (plutôt tachycardisant) et peu arythmogène. Il entraîne une faible diminution des résistances vasculaires périphériques, d'où une baisse de la pression artérielle et du débit cardiaque modéré (< 10 %) ;
– entraîne, au niveau respiratoire, une diminution du volume courant, de la réponse au CO_2 et une augmentation de la fréquence respiratoire. La ventilation spontanée (VS) est conservée au prix d'un certain niveau d'hypercapnie (VS au masque facial). Il est bronchodilatateur ;
– est non allergisant.

Inconvénients

Le sévoflurane provoque :
– une diminution de la réponse à l'hypoxie/hypercapnie ainsi que du tonus musculaire, notamment laryngé, et un asynchronisme thoraco-abdominal ;
– une augmentation du QT, susceptible d'entraîner l'apparition de torsades de pointe, d'où une contre-indication en cas de QT long congénital ;

– des anomalies électroencéphalographiques épileptiformes, sans conséquences cliniques, précédant des épisodes de silence électrique (*burst suppression*). Pour les prévenir, il convient de maintenir une fraction inhalée (Fi) inférieure à 6 % et une normocapnie, d'éviter les hautes concentrations prolongées (> 1,5 CAM) et de privilégier une prémédication aux benzodiazépines.

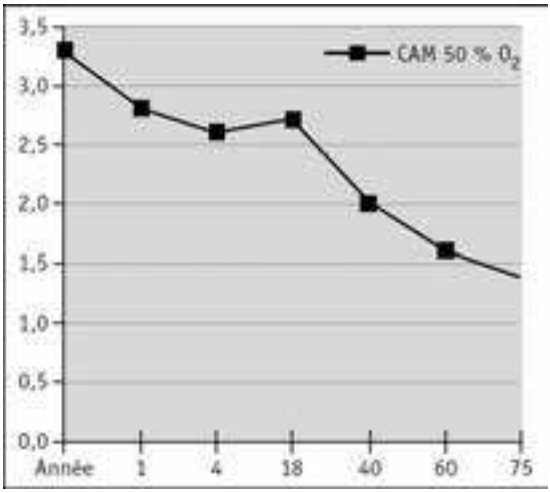


Figure 1 ■ Variations de la CAM en fonction de l'âge.

Contre-indications

Les contre-indications au sévoflurane sont constituées par l'estomac plein, la hernie hiatale avec RGO, l'hyperthermie maligne, les familles à risque et certaines myopathies ainsi qu'un QT long congénital.

■ INDUCTION AU SÉVOFLURANE

Il existe plusieurs modalités d'induction inhalatoire par sévoflurane :
– induction en ventilation spontanée au volume courant (Fi 6 %) ;
– *single breath induction*, ou expiration forcée suivie d'une inspiration forcée bloquée (Fi 6 %). La sortie d'apnée est spontanée après la perte de conscience, qui est presque aussi rapide qu'avec le propofol (perte du réflexe ciliaire en moins de 40 s). La compréhension et la coopération de l'enfant sont indispensables (enfant de plus de 6 ans). Certains modifient cette technique par trois respirations (Fi 6 %) mobilisant la capacité vitale sans apnée forcée.

L'adjonction de protoxyde d'azote (66 %) raccourcit peu le temps d'induction (15 %) mais diminue la CAM de 25 % chez l'enfant. L'effet analgésiant est appréciable lors de l'insertion d'un cathéter veineux périphérique. Le maintien d'une pression positive après la perte du réflexe ciliaire et pendant l'induction contrecarre l'hypotonie laryngée, limite la dépression ventilatoire et le risque d'obstruction des voies aériennes

supérieures. Elle peut être appliquée sous forme de pression positive continue (CPAP) grâce à la valve du respirateur (inférieure à 5 cmH_2O) ou sous forme d'aide inspiratoire (sans dépasser 10 cmH_2O chez le nourrisson).
L'intubation sans curare est effectuée dans de bonnes conditions après administration de morphinique : celle-ci diminue le délai d'intubation et la réponse hémodynamique à la laryngoscopie, et induit une dépression ventilatoire appréciable lors de l'intubation.
L'intubation sous sévoflurane sans curare ni opiacé est réalisable après une assistance ventilatoire de quelques minutes avec une fraction expirée (Fe) de sévoflurane de 4 à 5 %. Certaines équipes proposent l'administration de propofol (1 mg/kg) pour l'intubation trachéale.
L'intubation sous fibroscopie est possible en ventilation spontanée dans de bonnes conditions après administration de petites doses d'un morphinique de courte durée d'action (alfentanil, 3 µg/kg par exemple, ou remifentanil).

■ RÉVEIL

À la fin de l'intervention, l'administration d'halogéné est stoppée et le circuit est ouvert en oxygène pur. La reprise de la ventilation spontanée a lieu en général lorsque la fraction expirée est inférieure à 0,6 %. La ventilation en aide inspiratoire permet une élimination rapide de l'halogéné. Tout stimulus lors de la phase intermédiaire (pupilles excentrées, en mydriase) est proscrit (risque de laryngospasme). La trachée de l'enfant peut être extubée lorsque la ventilation est suffisante, qu'il a dégluti et/ou qu'il présente des signes d'éveil. L'agitation de l'enfant au réveil est fréquente avec le sévoflurane et peut être traitée par la nalbuphine à demi-dose, sédative (0,1 mg/kg), à condition d'avoir éliminé d'autres causes d'agitation.

Curares et opioïdes

■ OPIOÏDES

Morphine

Chez le nouveau-né, la demi-vie d'élimination est augmentée et la clairance diminuée, laquelle augmente avec l'âge (âge de 1 an = adulte). La sensibilité respiratoire est augmentée : faire attention chez le nouveau-né et l'ancien prématuré.

Fentanyl et sufentanil

Fentanyl : 1 à 3 µg/kg (demi-vie de 1 h chez le nourrisson à 17 h chez le prématuré) renouvelables.
Sufentanil : 0,1 à 0,3 µg/kg (demi-vie de 1 h 30 chez le nourrisson et le nouveau-né à 3 h 30 chez l'enfant) renouvelables.
Chez le prématuré, la clairance est augmentée.
Chez le nouveau-né à terme, la clairance est diminuée et la demi-vie d'élimination augmentée.
Chez le nourrisson et l'enfant, la clairance est augmentée et la demi-vie d'élimination diminuée.
La clairance est très dépendante du débit hépatique.

Alfentanil

Posologie : bolus 10 à 20 µg/kg (demi-vie de 0,6 h chez l'enfant à 9 h chez le prématuré).
Chez le prématuré, la clairance est diminuée et la demi-vie d'élimination augmentée.
Pour les autres âges, la clairance est augmentée et la demi-vie d'élimination diminuée.
La clairance est dépendante du débit hépatique.

Rémifentanil

Posologie : bolus de 0,5 à 1 µg/kg ; entretien selon FC (de 0,1 à 1 µg/kg/min ; < 0,5 µg/kg/min suffit. Mode TIVA possible).
La clairance est augmentée chez le nourrisson.
La demi-vie contextuelle de quelques minutes est inchangée selon l'âge.
Anticiper l'analgésie postopératoire.

■ CURARES

Succinylcholine (Célocurine®)

L'effet est prolongé en cas de pseudocholinestérases atypiques, de déficit en pseudocholinestérases et en cas d'administration répétée.
La DE_{95} est, pour le nourrisson, de 0,7 mg/kg et, pour l'enfant, de 0,4 mg/kg.
En cas de *crush induction*, il faut administrer 2 mg/kg chez le nourrisson et 1 mg/kg chez l'enfant.
Les fasciculations sont rares chez le nourrisson et le nouveau-né.
Des effets secondaires peuvent se manifester : bradycardie, hyperkaliémie, risque de déclenchement d'une hyperthermie maligne chez les sujets prédisposés surtout en cas d'anesthésie inhalatoire associée, augmentation de la pression intraoculaire qui diminue au bout de quelques minutes.

Rocuronium (Esméron®)

La DE_{95} est, pour le nourrisson, de 0,2 mg/kg et, pour l'enfant, de 0,4 mg/kg.
Le délai d'action s'élève à 60-90 secondes après 2 fois la DE_{95} (avec hausse de la FC à ces doses) ; il est supérieur chez le nourrisson et l'enfant.
La clairance augmente avec l'âge.
Le rocuronium est une alternative à la *crush induction* en cas de contre-indication à la succinylcholine (de 0,9 à 1,2 mg/kg).
La curarisation dure de 20 à 30 minutes après l'administration de 0,6 mg/kg ; elle est supérieure chez le nourrisson et l'enfant pour une même dose par kilo.
La demi-vie d'élimination augmente en cas de problème hépatique ou rénal.

Atracurium (Tracrium®)

La DE_{95} est, pour le nourrisson, de 0,2 mg/kg et, pour l'enfant, de 0,35 mg/kg.
Le délai d'action est de 2 minutes après 2 fois la DE_{95}.
La curarisation dure 40 minutes, ce délai étant peu affecté par l'âge.
La clairance et la demi-vie ne sont pas altérées en cas de problème hépatique ou rénal.
La clairance diminue avec l'âge.
L'atracurium est un histaminolibérateur.

Mivacurium (Mivacron®)

La DE_{95} est, pour le nourrisson, de 0,13 mg/kg et, pour l'enfant, de 0,15 mg/kg.
Le délai d'action après 2 fois la DE_{95} est, pour le nourrisson, de 30 secondes et, pour l'enfant, de 1 à 2 minutes.
La durée de curarisation est inférieure à 10 minutes et la décurarisation complète prend de 15 à 20 minutes, quel que soit l'âge, après administration de 0,2 à 0,3 mg/kg.
L'effet est prolongé en cas d'insuffisance hépatique ou rénale mais surtout en cas de déficit en pseudocholinestérases plasmatiques.
La clairance diminue avec l'âge.

Le mivacurium est un histaminolibérateur avec hypotension transitoire à des posologies supérieures à 0,3-0,4 mg/kg.

Cis-atracurium (Nimbex®)

La DE_{95} est de 0,05 mg/kg, quel que soit l'âge, la posologie standard est de 0,15 mg/kg.
Le délai d'action après 2 fois la DE_{95} s'installe en 2 (nourrisson) à 3 (enfant) minutes.
La clairance s'abaisse avec l'âge.
La clairance et la demi-vie ne sont pas altérées en cas de problème hépatique ou rénal.
La durée de curarisation après 2 fois la DE_{95} est de 45 minutes.
Le cis-atracurium n'est pas histaminolibérateur.

Posologie des principaux médicaments

Opioïdes

	Enfant < 10 kg	Enfant > 10 kg
Morphine	Présentation : 1 mg/1 ml Dilution : 1 amp. dans 10 ml = 100 µg/ml Titration : 0,1 mg/kg, si rémifentanil : 0,15 mg/kg SSPI 20-25 µg/kg	Présentation : 10 mg/1 ml Dilution : 1 amp. dans 10 ml = 1 mg/ml Titration : 0,1 mg/kg, si rémifentanil : 0,15 mg/kg SSPI 20-25 µg/kg
Alfentanil	Présentation : 1 mg/2 ml Double dilution : 1 amp. dans 10 ml puis 1 ml de la dilution dans 10 ml = 10 µg/ml Induction : 10-20 µg/kg	Présentation : 1 mg/2 ml Dilution : 1 mg dans 10 ml = 100 µg/ml Induction : 10-20 µg/kg
Sufentanil	Présentation : 10 µg/2 ml Dilution : 1 amp. dans 10 ml = 1 µg/ml Induction : 0,25-0,5 µg/kg Entretien : 0,1-0,5 µg/kg/h	Présentation : 50 µg/10 ml Pas de dilution = 5 µg/ml Induction : 0,25-0,5 µg/kg Entretien : 0,1-0,5 µg/kg/h
Rémifentanil	Présentation : 1 mg (lyophilisat) Double dilution : 1 mg/20 ml puis 4 ml de la dilution dans 20 ml = 10 µg/ml ou prendre 0,5 mg (soit 10 ml) à compléter avec 40 ml de sérum physiologique (dilution à 10 µg/ml) Induction : 0,5-1 µg/kg en 1 min Entretien : 0,05-0,3 µg/kg/min	Présentation : soit 1 mg dilué dans 20 ml = 50 µg/ml soit 2 mg dilués dans 40 ml = 50 µg/ml soit 5 mg dilués dans 50 ml = 100 µg/ml Induction : 0,5-1 µg/kg en 1 min Entretien : 0,05-0,3 µg/kg/min
Naloxone	En cas de surdosage : 10 µg/kg IV à répéter ± PSE 10 µg/kg/h En cas d'effets secondaires (prurit ou rétention urinaire) : 1-2 µg/kg IV à répéter ± PSE 1 µg/kg/h	

Curares

	Enfant < 10 kg	Enfant > 10 kg
Succinylcholine	Présentation : 100 mg/2 ml Double dilution : 1 amp. dans 10 ml puis 1 ml de la dilution dans 10 ml = 1 mg/ml Posologie : 1-2 mg/kg (n.-né : 2 mg/kg)	Présentation : 100 mg/2 ml Dilution : 100 mg dans 10 ml = 10 mg/ml Posologie : 1 à 2 mg/kg
Atracurium	Présentation : 25 mg/2,5 ml ou 50 mg/5 ml Dilution : 1 ml dans 10 ml = 1 mg/ml Posologie : 0,3-0,6 mg/kg	Présentation : 50 mg/5 ml Dilution : 5 ml dans 10 ml = 5 mg/ml Posologie : 0,3-0,6 mg/kg
Cis-atracurium	Présentation : 5 mg/2,5 ml Dilution : 1 ml dans 10 ml = 0,2 mg/ml Posologie : 0,15 mg/kg	Présentation : 10 mg/5 ml Dilution : 1 amp. dans 10 ml = 1 mg/ml Posologie : 0,15 mg/kg
Rocuronium	Présentation : 50 mg/5 ml, diluer pour 1 mg/ml Posologie : 0,6 mg/kg	Posologie : 0,6 mg/kg
Mivacurium	Présentation : 10 mg/5 ml Posologie : 0,2 mg/kg	
Néostigmine	IV 20 à 40 µg/kg avec atropine 10-20 µg/kg	

Autres

	Enfant < 10 kg	Enfant > 10 kg
Atropine	Présentation : 0,25 mg/ml Dilution : 1 ml dans 10 ml = 25 µg/ml 10-30 µg/kg À préparer en systématique si enfant < 10 kg, en ORL, si succinylcholine ou néostigmine	Présentation : 0,5 mg/ml (existe en 1 mg/ml) Dilution : 1 ml dans 10 ml = 50 µg/ml Si enfant > 40 kg : pas de dilution À préparer en systématique en ORL, si succinylcholine ou néostigmine
Éphédrine	0,2-0,3 mg/kg	
Néosynéphrine	0,001-0,01 mg/kg	
Noradrénaline	0,05-2 µg/kg/min	
Adrénaline	Présentation : 0,25 mg/ml Dilution : 1 ml dans 10 ml = 25 µg/ml 10-30 µg/kg suivant la voie	Présentation : 0,5 mg/ml ou 1 mg/ml Dilution : 1 ml dans 10 ml = 50 ou 100 µg/ml 10-30 µg/kg suivant la voie
Dobutrex	Présentation : 250 mg/20 ml Dilution : 2 ml dans 50 ml de sérum physiologique = 0,5 mg/ml 5-20 µg/kg/min	
Lasilix	0,2 à 1 mg/kg/j	
Esmolol	500 µg puis 50-100 µg/kg/min	
Cordarone	1-5 mg/kg en 10 min	
Solumédrol	1-4 mg/kg/j	
Hydrocortisone	5 mg/kg/j	

Antibioprophylaxie

Règles générales

L'antibioprophylaxie *est indiquée* pour une chirurgie réalisée en milieu stérile ou contenant une flore non pathogène :
– elle concerne donc les classes 1 (chirurgie propre) et 2 (chirurgie propre contaminée) de la classification d'Altemeier ;
– elle ne concerne pas la classe 3 (chirurgie contaminée) ni la classe 4 (chirurgie sale) où les tissus sont déjà infectés. Il s'agit alors d'une antibiothérapie curative aveugle ou adaptée selon les circonstances.

Le *risque infectieux* dépend du siège de l'intervention, de la durée de l'intervention et du terrain : score du National nosocomial infections surveillance (NNIS).
Pour les patients à risque (hospitalisés depuis plus de 48 h, antibiothérapie en cours, risque d'infection nosocomiale par immunodépression ou autre), le choix de l'antibioprophylaxie peut être rediscuté.
Idéalement l'antibiotique doit être présent au site opératoire, de l'incision à la fermeture.
Les *sources de contamination peropératoires* sont présentées dans le *tableau 1*.

Tableau I ■ Sources de contamination peropératoires

	Infection	Endogène	Exogène
Source	Patient	Équipe chirurgicale	Matériels Environnement
	Flores normales proches du site opératoire	Nez Peau	
Mode de contamination	Contact direct	Air (squames) Contact (gants)	Air Contact

L'*injection intraveineuse* doit être réalisée :
– idéalement dans l'heure qui précède l'incision chirurgicale (rare en pédiatrie où l'on évite les ponctions veineuses) ;
– avant le gonflage du garrot.

La première dose est habituellement doublée.
Elle est répétée toutes les 2 demi-vies de l'antibiotique (chirurgie de longue durée).
En ce qui concerne la *durée*, une dose unique suffit dans la majorité des cas. L'antibioprophylaxie n'excède pas 48 heures.
Les *études sur l'antibioprophylaxie* ont été menées chez l'adulte, rarement chez l'enfant.
Les *principaux antibiotiques* utilisés au bloc opératoire pédiatrique figurent dans le *tableau 2*.

Une *allergie* à la pénicilline peut se produire : allergie croisée avec la céphalosporine dans 5 à 10 % des cas.

Tableau 2 ■ Principaux antibiotiques utilisés au bloc opératoire pédiatrique

	I re dose (mg/kg)	Demi-vie (h)	Dose unitaire maximale	Dose journalière
Céfazoline	30	2	2 g	50 mg/kg en 3-4 fois
Céfamandol	30	1	1,5 g	50 mg/kg en 3-4 fois
Céfuroxime	30	1	1,5 g	50 mg/kg en 3-4 fois
Ceftriaxone	50	12	1 g	50 mg/kg en 1 fois
Amoxicilline	50	1	2 g	100 mg/kg en 3-4 fois
Amoxicilline/ acide clavulanique[1]	50	1	2 g	100 mg/kg en 3-4 fois
Ticarciline/acide clavulanique[1, 2]	50	1	3 g	200 mg/kg en 4 fois
Métronidazole	10		0,5 g	30 mg/kg en 3 fois
Vancomycine[3]	10	6	1 g	30-40 mg/kg en 3-4 fois
Teicoplanine	10		0,4 g	
Dalacine[4]	15	2	0,6 g	30-40 mg/kg en 3-4 fois
Gentamicine[2]	4-5			3-4 mg/kg en 1 fois
Amikacine[2]	15			15 mg/kg en 1 fois

1. Acide clavulanique : ne pas dépasser 5 mg/kg par injection et 20 mg/kg/j ; 2. Perfusion en 30 min ; 3. Perfusion lente de 1 h ; 4. > 3 ans, perfusion dans 50 ml en 20-30 min.

Exemples d'antibioprophylaxie en chirurgie pédiatrique

■ CHIRURGIE NÉONATALE

Enfant de moins de 48 h de vie

Quelle que soit la pathologie, il faut administrer de l'amoxicilline et de l'amikacine (sauf en cas de risque infectieux particulier ou d'infection maternofœtale en cours de traitement).

Enfant de plus de 48 h de vie

En cas de chirurgie avec ouverture digestive ou distension digestive importante (iléus méconial, volvulus...), est administrée l'association suivante : céfotaxime + métronidazole + amikacine. S'il y a portage digestif connu d'un germe particulier, il faut compléter ou modifier l'antibiothérapie (après avis des bactériologistes). Par exemple, en présence de *Staphylococcus aureus*, de la vancomycine est ajoutée ; s'il s'agit de *Pseudomonas aeruginosa*, la céfotaxime est remplacée par du ceftazidime.

Pour les autres affections chirurgicales, l'amoxicilline est associée à l'amikacine. S'il y a portage digestif connu de germe particulier, il faut compléter ou modifier l'antibiothérapie, après avis des bactériologistes (comme dans l'exemple ci-dessus).

Certains cas sont particuliers :

– pour les hernies inguinales, pas d'antibioprophylaxie ;
– pour le canal artériel, administration de céfazoline (35 mg/kg/8 h) + amikacine.

Les posologies sont adaptées en fonction du terme et de l'âge postnatal.

Il faut administrer 1 dose préopératoire et 2 doses postopératoires, l'intervalle entre les doses étant fonction du protocole de chaque antibiotique (*cf.* indice thérapeutique) sauf pour l'amikacine (arrêt après la seconde dose).

■ CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE

	Acte chirurgical	Produit	Posologie postopératoire
Prothèse articulaire	Céfazoline	30 mg/kg	50 mg/kg/j pendant 48 h
Mise en place de matériel, greffe osseuse	Céfazoline	30 mg/kg	
Ablation de matériel	Céfazoline	30 mg/kg	
Chirurgie du rachis avec matériel	Céfazoline	30 mg/kg	50 mg/kg/j pendant 48 h
Arthroscopie, autres chirurgies (ténotomie)	0		
Chirurgie des parties molles	Céfazoline (si chirurgie > 2 h)	30 mg/kg	
Chirurgie multisites	Céfazoline	30 mg/kg	50 mg/kg/j pendant 48 h

En cas d'allergie aux céphalosporines : teicoplanine 10 mg/kg réinjectable à H12 puis H24 selon indication.

■ CHIRURGIE TRAUMATOLOGIQUE

	Acte chirurgical	Produit	Posologie postopératoire
Fracture fermée avec ostéosynthèse	Céfazoline Si allergie : teicoplanine	30 mg/kg 10 mg/kg	
Fracture ouverte Stade I (plaie non souillée) (si allergie, enfant > 3 ans)	Céfazoline	30 mg/kg	25 mg/kg/6 h pendant 48 h
	Clindamycine + Gentamycine	15 mg/kg 5 mg/kg/j monodose	10 mg/kg/6 h pendant 48 h Pendant 48 h
Fracture ouverte Stade II (plaie souillée) (si allergie, enfant > 3 ans)	Amoxicilline + acide clavulanique	50 mg/kg	25 mg/kg/6 h pendant 48 h
	Clindamycine + Gentamycine	15 mg/kg 5 mg/kg/j monodose	10 mg/kg/6 h pendant 48 h Pendant 48 h

■ CHIRURGIE VISCÉRALE

	Acte chirurgical	Produit	Posologie Durée
Chirurgie sus-mésocolique et/ou pariétale			
Reflux gastro-œsophagien Sténose du pylore Hernie ombilicale Chirurgie inguinale et/ou scrotale	0		
Réparation secondaire d'une atrésie de l'œsophage par plastie gastrique ou colique programmée	Céfazoline + Métronidazole Ou selon le terrain	30 mg/kg 10 mg/kg	50 mg/kg en 4 fois pendant 48 h 10 mg/kg/8 h pendant 48 h
Chirurgie hépatobiliaire simple Intervention de Kasai	Céfazoline + Métronidazole Ceftriaxone + Métronidazole	30 mg/kg 10 mg/kg 50 mg/kg 10 mg/kg/8 h	Pendant 5 jours
Chirurgie pancréatique réglée	0		
Chirurgie intestinale et sous-mésocolique			
Invagination : – réduite à la radio	0		
– réduite chirurgicalement Souffrance intestinale	Amoxicilline + acide clavulanique Ticarcilline + acide clavulanique	50 mg/kg 50 mg/kg	50 mg/kg/6 h pendant 5 j
Résection intestinale programmée après préparation Appendicite aiguë, catarrhale Pyoappendice non drainé ou rétrocæcal Perforation, péritonite, chirurgie intestinale contaminée ou sale	Amoxicilline + acide clavulanique Céfazoline + Métronidazole Céfazoline + Métronidazole Ticarcilline + acide clavulanique	50 mg/kg 30 mg/kg 10 mg/kg 30 mg/kg 10 mg/kg 50 mg/kg	25 mg/kg/6 h pendant 48 h 25 mg/kg/6 h 10 mg/kg/8 h pendant 48 h 50 mg/kg/6 h pendant 5 j

■ CHIRURGIE UROLOGIQUE

Acte chirurgical	Produit	Posologie	Postopératoire
Hypospade	Céfamandole	25 mg/kg	
Endoscopie : – traitement de reflux – urétrocystoscopie – valves enfant < 30 j – valves enfant > 30 j	0		
	0		
	Cf. antibiothérapie chirurgie néonatale		
	Ceftriaxone	50 mg/kg	
Hydronéphrose	Céfamandole	30 mg/kg	
Néphrectomie	0		
Reflux vésico-urétéral, méga-uretère, urines stériles	Ceftriaxone	50 mg/kg	Relais par 6 j cotrimoxazole 0,5 cm pour 5 kg
Génitoplastie : – communautaire – nosocomiale	Amoxicilline + acide clavulanique	100 mg/kg/24 h	48 h relais *per os*
	Ceftriaxone + Amikacine + Métronidazole	50 mg/kg/24 h 15 mg/kg/24 h 10 mg/kg/8 h	48 h relais oral Amoxicilline + acide clavulanique 80 mg/kg/j ou adapté
Reconstruction vésicale, Mitrofanoff ou Malone	Ceftriaxone + Métronidazole + Gentamycine	50 mg/kg/24 h 0 mg/kg × 3 5 mg/kg/24 h (3 j)	5-7 j Relais cotrimoxazole ou adapté

■ CHIRURGIE THORACIQUE

	Acte chirurgical	Produit	Posologie Postopératoire
Exérèse pulmonaire	Céfazoline Si allergie : vancocine ou teicoplanine	30 mg/kg 10 mg/kg 10 mg/kg	
Chirurgie médiastin	Céfazoline Si allergie : vancocine ou teicoplanine	30 mg/kg 10 mg/kg 10 mg/kg	
Médiastinoscopie	0		
Plaie du thorax	Amoxicilline + acide clavulanique	50 mg/kg	100 mg/kg/j en 4 fois pendant 48 h
Drainage thoracique	0		

■ CHIRURGIE MAXILLOFACIALE, RÉPARATRICE, ORL

Acte chirurgical	Produit	Posologie	Postopératoire
Ostéotomie bimaxillaire, Lefort I, II, III	Amoxicilline + acide clavulanique	50 mg/kg	25 mg/kg/6 h pendant 5 j au total
Fente labiopalatine, vélopharyngoplastie	Amoxicilline + acide clavulanique	50 mg/kg	
Soins dentaires, germectomies	Pas d'antibioprophylaxie, sauf abcès ou prévention d'endocardite infectieuse		
Pose d'expandeur	Céfamandole	30 mg/kg	
Lambeau de couverture (après ou sans pose d'expandeur préalable)	Reprendre traitement antérieur		
Otoplastie, amygdalectomie, adénoïdectomie ± aérateurs, tympanoplastie, cervicotomies « propres » (biopsie/ganglion), fracture de nez	0		
Cervicotomies « sales » (kyste du tractus thyréoglosse, fistules d'arcs branchiaux)	Amoxicilline + acide clavulanique	50 mg/kg	
Sialendoscopie	Amoxicilline + acide clavulanique	50 mg/kg	25 mg/kg/6 h pendant 48 h
Chirurgie endonasale	Amoxicilline + acide clavulanique	50 mg/kg	25 mg/kg/6 h pendant 48 h
Implants, cholestéatome	Céfamandole	30 mg/kg	50 mg/kg/24 h en 4 injections/48 h

■ NEUROCHIRURGIE

Acte chirurgical	Molécule	Posologie	Durée
Craniotomie, 1er shunt, reprise DVP	Céfazoline Vancomycine	30 mg/kg 15 mg/kg	10 mg/kg/8 h
Ostéosynthèse urgente rachis, plaies craniocérébrales	Céfazoline Métronidazole	30 mg/kg 10 mg/kg	
Spina bifida ouvert	Céfazoline Gentalline Métronidazole	30 mg/kg 7 mg/kg 10 mg/kg	
Prévention endocardite infectieuse	Céfazoline	30 mg/kg puis 15 mg/kg/4 h	
Neuroradiologie interventionnelle	0		
PIC ou DVE0			

Chirurgie longue : penser aux réinjections (demi-dose initiale) selon demi-vie de l'antibiotique.

■ ENDOSCOPIE DIGESTIVE

Type	Produit	Posologie	Durée
Gastroscopie, colonoscopie simple ± biopsies	0		
Endoscopie + geste ou plusieurs biopsies	Amoxicilline + acide clavulanique	50 mg/kg	
Cathétérisme biliaire, wirsungographie, sphinctérotomie	Céfazoline + Métronidazole	50 mg/kg 10 mg/kg	

Prévention de l'infection chez le splénectomisé

■ SPLÉNECTOMIE ET RISQUE INFECTIEUX

La splénectomie augmente le risque d'infections bactériennes et ces infections peuvent être foudroyantes (syndrome OPSI : *overwhelming post splenectomy infections*). Le principal responsable est le pneumocoque mais des infections mortelles ont été causées par d'autres bactéries capsulées (*Haemophilus*, méningocoque) et même par E. *coli,* bacille pyocyanique, etc.
Ce risque infectieux est plus faible après splénectomie post-traumatique, plus important en cas d'immunodépression associée ou si l'enfant est plus jeune. Il est accentué au cours des 2 années qui suivent la splénectomie mais, en fait, il persiste toute la vie.

■ ANTIBIOPROPHYLAXIE PEROPÉRATOIRE (SPLÉNECTOMIE RÉGLÉE)

	Antibiotique	Posologie	Allergie
Peropératoire	Céfazoline	30 mg/kg (maxi : 2 g)	Clindamycine + gentamycine
Postopératoire*	Amoxicilline	100 mg/kg/j en 3-4 fois	Érythromycine

* Jusqu'à reprise alimentaire.

■ PRÉVENTION DES INFECTIONS

Ces recommandations sont valables pour les splénectomies, même partielles, l'autotransplantation, l'essaimage splénique et les asplénismes fonctionnels (drépanocytose homozypote).

Vaccinations

Idéalement les vaccinations doivent avoir lieu 6 semaines et au minimum 2 semaines avant la chirurgie. Si c'est impossible avant, vacciner 1 mois après l'intervention. Les 3 vaccins suivants sont systématiques :
– antipneumococcique :
• enfant de 7 mois à 1 an, Prevenar®, 2 injections à 1 mois d'intervalle avec rappel à 16-18 mois puis, à partir de 2 ans Pneumo23® avec rappels tous les 5 ans,

- enfant de 1 à 5 ans, Prevenar®, 2 injections à 2 mois d'intervalle puis, 2 mois plus tard, Pneumo23® ou dès l'âge de 2 ans, puis rappels tous les 5 ans,
– enfant > 5 ans : Pneumo23®, rappels tous les 5 ans ;
– anti-*haemophilus* avec rappel tous les 10 ans ;
– antiméningococcique C, une injection après 1 an (rappel discuté).

Antibioprophylaxie per os quotidienne (pénicilline V)

L'antibioprophylaxie quotidienne *per os* est recommandée chez l'enfant pendant au moins 5 ans après splénectomie et pendant au moins 2 ans chez l'adulte :
– enfant < 10 kg, Oracilline 100 000 U/kg en 2 prises ;
– enfant > 10 kg, Oracilline 50 000 U/kg en 2 prises ;
– adulte, Oracilline 1 000 000 U/kg matin et soir.
En cas d'allergie, administrer de l'érythromycine en une prise : 125 mg/j si < 2 ans, 250 mg/j de 2 à 8 ans, 250 à 500 mg au-delà.

Information

L'information des sujets et des parents sur la reconnaissance d'un syndrome infectieux, la nécessité d'une antibiothérapie immédiate et d'une hospitalisation rapide en cas d'aggravation est indispensable.

Prévention de l'endocardite infectieuse*

L'antibioprophylaxie à visée de prévention de l'endocardite infectieuse ne doit être réalisée que pour les enfants porteurs d'une cardiopathie à haut risque :
– valve prothétique ou matériel prothétique utilisé pour une réparation valvulaire ;
– antécédent d'endocardite infectieuse ;
– cardiopathie congénitale :
  • cyanogène non opérée, ou avec une fuite résiduelle, ou avec mise en place d'une dérivation chirurgicale,
  • avec réparation prothétique, placée chirurgicalement ou par voie percutanée, jusqu'à 6 mois après la mise en place de la prothèse,
  • avec une fuite résiduelle au site d'implantation d'un matériel prothétique, mise en place chirurgicalement ou par voie percutanée.

Chez ces patients à haut risque, l'antibioprophylaxie à visée de prévention de l'endocardite infectieuse ne doit être réalisée que lors des procédures intéressant la sphère dentaire et impliquant des manipulations de la gencive ou de la région périapicale des dents, ainsi que la perforation de la muqueuse orale (sont exclus : les injections pour anesthésie locale dans du tissu non infecté, les ablations de suture, les placements ou ajustements d'appareils dentaires ou d'orthodontie, les pertes d'une dent ou lésion d'une lèvre ou de la muqueuse buccale).
Les bactéries cibles sont les streptocoques oraux.
Antibiotiques (30 – 60 min avant la procédure) :
– pas d'allergie aux bêtalactamines : amoxicilline ou ampicilline 50 mg/kg per os ou IV.
– allergie aux bêtalactamines : clindamycine IV 20 mg/kg per os ou IV.

Pour toutes les autres interventions (tractus respiratoire, gastro-intestinal, génito-urinaire, chirurgie dermatologique ou musculosquelettique) la prophylaxie de l'endocardite n'est pas recommandée.
Lors de la mise en place chirurgicale ou percutanée, de valves ou matériel prothétique intracardiaque ou intravasculaire, l'enfant doit bénéficier d'une antibioprophylaxie antistaphylococcique.

---

* SPILF : révision de la conférence de consensus de mars 1992, Recommandations 2002. Recommandations européennes 2009, *European Heart Journal* 2009 ; 30 : 2369-2413. Recommandations Afssaps 2011.

Partie 3

Monitorage peropératoire

Monitorage peranesthésique

Les méthodes et les modalités de monitorage peranesthésique en pédiatrie figurent dans les recommandations de la Société française d'anesthésie et de réanimation (SFAR), avec un certain nombre d'items obligatoires.
Ne sont pas envisagés ici le monitorage de la profondeur d'anesthésie (peu réalisé actuellement en pratique pédiatrique courante) et celui de la curarisation qui ne comporte aucune spécificité chez l'enfant.

■ MONITORAGE CARDIOVASCULAIRE

Outre la surveillance clinique, le monitorage cardiovasculaire comprend l'électrocardioscope, la pression artérielle non invasive et l'oxymétrie de pouls.
La surveillance clinique de la fonction cardiovasculaire comprend le temps de recoloration cutanée et la diurèse.
Pour le monitorage paraclinique, le matériel doit être adapté à la pédiatrie, chaque bloc opératoire prenant en charge des enfants doit disposer de brassards de pression non invasive (PNI) de toutes tailles (brassards enfant tailles 1 à 4 et adulte, brassards prématuré/nouveau-né tailles 1 à 4). La méthode oscillométrique permet une mesure automatique dont la fréquence doit être adaptée aux besoins. Le brassard peut par ailleurs être utilisé au membre inférieur en gardant à l'esprit que la valeur de pression artérielle moyenne y est inférieure (< 10 mmHg) à celle du membre supérieur chez l'enfant de moins de 8 ans. Le moniteur lui-même doit disposer d'un mode néonatal et d'un mode pédiatrique pour ajuster les pressions de gonflage à l'âge de l'enfant et aux valeurs moyennes de pression artérielle (dans le cas contraire, il y a risque de rhabdomyolyse et de lésions nerveuses).
Les électrodes pour la surveillance de l'électrocardiogramme ainsi que les oxymètres de pouls doivent être adaptés à la taille de l'enfant. Il faut rappeler que chez les nouveau-nés nécessitant une prise en charge postopératoire en réanimation, il convient de changer le site de mesure de l'oxymétrie de pouls toutes les 12 heures au moins afin de diminuer le risque de lésion cutanée. Par ailleurs, l'oxymétrie de pouls peut être prise en défaut en cas de basses saturations (SpO_2 < 80 % comme dans les cardiopathies cyanogènes). Dans ce cas, il semblerait que les oxymètres de pouls dits de nouvelle génération (du type Masimo Blue Sensor® ou Nellcor N-600®, disposant de la technologie Oxymax®) soient plus performants dans ces situations à risque. L'oxymétrie de pouls permet également de surveiller, lors de la fermeture du canal artériel, la différence existant entre la SpO_2 en amont et en aval du shunt droit-gauche ; la SpO_2 est également sensible à l'hypovolémie et à la vasoconstriction.

Monitorage de la pression artérielle non invasive et invasive

Outre le monitorage non invasif par le brassard à tension, il existe d'autres méthodes de monitorage, invasives ou non. Ainsi, la mesure de la pression artérielle au doigt (Finapress®) a été proposée. Elle repose sur la photopléthysmographie. Cependant, ses indications restent limitées dans le domaine de l'anesthésie pédiatrique et, bien que validée chez les patients de plus de 10 kg, elle présente de nombreuses limites chez les nourrissons et les nouveau-nés chez lesquels elle ne peut être recommandée.

Le monitorage invasif de la pression artérielle se fait à l'aide de cathéters artériels. Les sites de canulations les plus volontiers utilisés sont les artères radiale et fémorale. Cathétériser une artère fémorale ou radiale chez un enfant de poids inférieur à 10 kg peut parfois s'avérer difficile et peut engendrer des complications graves. Dans ce cas, la ponction échoguidée peut aider le clinicien. Chez le nouveau-né, l'artère ombilicale peut être utilisée au cours des trois premiers jours de vie. Outre le monitorage de la pression artérielle, le cathéter artériel permet de réaliser des prélèvements sanguins au bloc opératoire.

La définition de l'hypotension artérielle peropératoire chez l'enfant reste sujette à débat et est loin d'être consensuelle. Ceci est certainement en grande partie dû au fait que la pression artérielle normale chez l'enfant est très dépendante de l'âge, et que les valeurs normales de pression artérielle en pédiatrie rapportées dans la littérature concernent l'enfant éveillé et sont donc peu applicables au milieu de l'anesthésie. L'hypotension artérielle peut être définie par une pression artérielle < 5^{e} percentile pour l'âge mais le critère le plus fiable et le plus utilisé pour définir une hypotension artérielle peropératoire chez l'enfant semble être le pourcentage de chute de pression artérielle par rapport à sa valeur de référence mesurée avant induction. L'hypotension artérielle peropératoire pourrait être ainsi définie par une chute de plus de 20 à 30 % de la pression artérielle systolique et/ou de la pression artérielle moyenne.

Il est certainement légitime de réaliser une épreuve de remplissage vasculaire en 1re intention en cas d'hypotension peropératoire chez un enfant, d'autant plus que cet enfant ne présente pas de pathologie cardiovasculaire et qu'il existe des arguments clinique et anamnestiques en faveur d'une hypovolémie tels qu'une tachycardie, une durée de jeune prolongée, un saignement peropératoire. Toutefois, il est parfaitement impossible de prédire par les seuls moyens de monitorage usuels si le patient sera répondeur ou non répondeur au remplissage, à savoir s'il augmentera ou non son débit cardiaque en réponse à un remplissage, à savoir s'il se situe sur la portion ascendante ou sur le plateau de la courbe de Frank Starling.

Indices dynamiques de précharge dépendance

Les indices dynamiques de précharge reposent sur l'étude des interactions cardiopulmonaires, et plus précisément sur l'analyse directe ou indirecte des variations du volume d'éjection systolique ventriculaire gauche induites par les modifications cycliques de la pression intrathoracique chez le patient sous ventilation mécanique. Le but des indicateurs dynamiques de précharge dépendance est de réaliser une évaluation dynamique de l'état de précharge dépendance ou indépendance ventriculaire, et finalement de prédire si l'augmentation de la précharge ventriculaire secondaire à une

expansion volémique se traduira ou non par une augmentation significative du volume d'éjection systolique, et donc du débit cardiaque. Schématiquement, plus la valeur d'un indice dynamique est élevée et dépasse un certain seuil, plus les variations respiratoires du volume d'éjection systolique ventriculaire gauche sont importantes et plus un patient a des chances d'être répondeur au remplissage vasculaire.

Selon les dernières recommandations formalisées d'expert sur le remplissage vasculaire peropératoire, chez l'enfant et le nourrisson, le seul indice dynamique de précharge ayant été validé et susceptible d'être utilisé pour l'optimisation du remplissage vasculaire est la variabilité du pic de vélocité aortique. Il s'agit d'un indice échographique, qui peut être obtenu soit en échographie transthoracique sur une coupe apicale 5 cavités, avec pour principale limite d'avoir un accès au thorax du patient en peropératoire, soit en échographie transœsphagienne avec une coupe transgastrique avec pour principale limite de maitriser l'échographie transœsphagienne car la coupe transgastrique n'est pas forcément facile à obtenir. Après obtention du signal doppler au niveau de la chambre de chasse du ventricule gauche, la technique consiste à mesurer le pic de vélocité aortique, qui résulte directement du volume d'éjection systolique traversant la chambre de chasse du ventricule gauche. Logiquement, avant remplissage chez un patient précharge dépendant, les variations respiratoires du pic de vélocité sont importantes. Le remplissage vasculaire permettra d'atténuer ces variations respiratoires. Il semble qu'une valeur des variations respiratoires du pic de vélocité aortique de plus de 11 à 12 % soit susceptible de permettre de prédire une réponse au remplissage, même si cette valeur seuil soit encore sujette à débat.

Les autres indices dynamiques de précharge, notamment les variations respiratoires de la pression artérielle pulsée (VPP et PP) et les variations respiratoires de l'amplitude de l'onde de pléthysmographie de l'oxymétrie de pouls (PVI et POP), ne peuvent à l'heure actuelle être recommandées chez l'enfant pour guider le remplissage. Les études ont clairement démontré que les variations respiratoires de la pression artérielle pulsée sont un très mauvais prédicteur de la réponse au remplissage vasculaire chez l'enfant. Concernant les variations respiratoires de l'amplitude de l'onde de pléthysmographie et le PVI en particulier, les résultats sont plus contrastés mais ne permettent pas de recommander à l'heure actuelle ces indices.

À noter qu'au-delà de l'âge de 10 ans et/ou d'un poids de 30-40 kg, les particularités physiologiques pédiatriques deviennent moins importantes, et les recommandations adultes devraient alors pouvoir être appliquées.

Monitorage de la pression veineuse centrale

La pression veineuse centrale est un reflet indirect de la précharge ventriculaire (précharge ventriculaire droite) car elle dépend aussi de la fonction systolodiastolique du ventricule droit (compliance et inotropisme). Elle a été longtemps utilisée comme indice d'hypovolémie en réanimation. Cependant, il faut se rappeler qu'en dehors des valeurs extrêmes (inférieures à 5 mmHg), elle reste un faible indicateur de réponse au remplissage vasculaire. Il faut la mesurer en téléexpiratoire. Ses variations ne permettent pas d'anticiper des épisodes hypotensifs au bloc opératoire lors de chirurgies hémorragiques comme les craniosténoses. Certains auteurs ont proposé d'approcher

la mesure de la pression veineuse centrale par celle de la pression veineuse périphérique sur un cathéter veineux périphérique.
La surveillance de la PVC au bloc opératoire n'est par conséquent pas indispensable.

Débit cardiaque

Si son monitorage chez l'adulte permet de diminuer la morbidité périopératoire dans certaines situations, il est probablement utile pour l'enfant lors de chirurgies à haut risque (variations importantes de la volémie) ou chez les patients aux réserves hémodynamiques limitées (cardiomyopathie, hypertension artérielle pulmonaire). Aucune étude chez l'enfant n'a encore démontré l'intérêt potentiel de la surveillance peropératoire du débit cardiaque.

Mesure du débit cardiaque par thermodilution

Le cathéter artériel pulmonaire (CAP) est rarement utilisé chez l'enfant en raison de problèmes techniques liés au poids et à la taille. En théorie, il permet de mesurer le débit cardiaque, les résistances vasculaires et la pression de l'artère pulmonaire occluse. Il permet aussi de mesurer la saturation veineuse en oxygène de manière continue (certains cathéters veineux centraux permettent eux aussi cette mesure en continue). En pratique, il n'est pas utilisé chez le nourrisson ni chez le nouveau-né.
Un monitorage récent du débit cardiaque, le COstatus® apparait comme équivalent au CAP. Il est basé sur la thermodilution et la vélocité du sang mélangé à du NaCl 0,9 % (*ultrasound dilution*). Il nécessite cependant un cathéter artériel et veineux central, et reste une mesure intermittente du débit cardiaque. Il semble donc difficile de proposer ce monitorage au bloc opératoire.
Le système PiCCO permet la mesure du débit cardiaque à partir d'un cathéter artériel fémoral et d'un cathéter veineux central en position cave supérieur. La mesure du DC est réalisée par thermodilution transpulmonaire (injection d'un bolus froid par la voie centrale, et analyse de la courbe de thermodilution au niveau de l'artère fémorale) puis affiche une mesure continue du DC par analyse de l'aire sous la courbe. Il peut s'adapter à l'enfant. Il a été évalué dans le cadre de la chirurgie générale et de la chirurgie cardiaque. Il semble cependant que seule la mesure par thermodilution soit fiable. Cette technique ne peut être utilisée en cas de shunt intracardiaque.

Mesure du débit cardiaque par analyse de l'aire sous la courbe de pression artérielle invasive

Le système PiCCO® ou PRAM® permettent un monitorage continu du débit cardiaque. Ils nécessitent un cathéter artériel. À ce jour, aucune étude n'a montré l'efficacité de cette technique pour apprécier de manière fiable les variations de DC. S'il est utilisé, le PiCCO® doit être recalibré régulièrement pour suivre les effets d'une thérapeutique sur le DC.

Mesure du DC par méthodes électriques

Le flux aortique entraîne des modifications de propriétés électriques du thorax. À partir d'algorithmes basé sur la taille, le poids, le sexe, l'âge, ces variations éléctriques sont traduites en débit cardiaque. Malgré leurs caractères non invasifs, aucune

technique n'est à ce jour assez fiable pour pouvoir la proposer en pratique clinique (bioimpédance, vélocimétrie électrique, bioréactance).

Échographie cardiaque

L'intérêt principal de l'échographie cardiaque réside dans le fait qu'elle fournit des informations qualitatives et quantitatives sur la fonction cardiaque. Au bloc opératoire, c'est évidemment l'échocardiographie transœsophagienne qui est le plus souvent utilisée. Les sondes pédiatriques peuvent être utilisées pour des poids de plus de 6 kg (variable cependant en fonction des fabricants). Elle permet l'évaluation des fonctions ventriculaires droite et gauche, du débit cardiaque et de la volémie. En chirurgie cardiaque pédiatrique, elle devrait être largement utilisée. Cependant, dans ce cadre précis, elle nécessite une bonne connaissance de l'anatomie. La mesure du débit cardiaque peut aussi être réalisée par voie transthoracique si le site chirurgical le permet. Le flux doppler de l'aorte ascendante est capté en regard de la fourchette sternale. Un doppler spécialement dédié, l'USCOM®, possède une sonde coudée pour mesurer ce flux aortique ascendant.
La principale limite de l'échographie cardiaque est la mesure discontinue du DC. Son principal atout est la fiabilité de la mesure du DC chez l'opérateur entraîné.

Doppler œsophagien

Le cardio QP® est un doppler œsophagien spécialement conçu pour la pédiatrie, pouvant être utilisé pour des poids de plus de 2,5 à 3 kg. Même si le débit cardiaque fourni par le doppler œsophagien est bien corrélé avec celui fourni par la technique de référence, le cardio QP sous-estime le débit cardiaque d'environ 20 %. Deux raisons principalement sont susceptibles d'expliquer cette sous-estimation et ce manque de précision dans la mesure du débit cardiaque avec le doppler. Tout d'abord, le diamètre de l'aorte n'est pas mesuré pour le calcul du débit mais calculé à l'aide d'un normogramme tenant compte de l'âge, de la taille et du poids, ce qui peut conduire à des erreurs d'estimation du débit cardiaque. Deuxièmement, le débit fourni par le doppler est le débit au niveau de l'aorte thoracique descendante. Ce n'est donc pas le véritable débit cardiaque car les artères à destinée de l'extrémité céphalique et des membres supérieurs ont déjà quitté l'aorte. Néanmoins, les auteurs soulignent deux points bénéfiques du doppler œsophagien. En effet, tout d'abord la technique du doppler œsophagien est très facile à acquérir et très rapide en mettre en œuvre car le signal doppler optimal s'obtient dans la majorité des cas en moins de 1 minute. Deuxièmement, même s'il existe des erreurs dans la valeur absolue du débit cardiaque, les variations du débit au cours du temps fournies par le doppler semblent tout à fait fiables. Donc, au final, le doppler pourrait tout à fait être utilisé pour l'optimisation du remplissage vasculaire en peropératoire à condition de ne pas essayer d'interpréter la valeur absolue du débit mais sa variation. À noter que, chez le nouveau-né, un volume d'éjection systolique indexé avant expansion volémique inférieur à 25 mL/m^2 permettait de prédire une réponse au remplissage avec une excellente sensibilité et spécificité.

Monitorage de la balance apports/consommation en O_2 de la perfusion tissulaire

La saturation veineuse en oxygène dans le territoire cave supérieur (ou $ScvO_2$) permet d'estimer la balance entre apport et consommation en O_2 dans l'organisme. À SaO_2 et taux d'hémoglobine constant, la $ScvO_2$ permet d'apprécier le débit cardiaque et est susceptible de fournir une aide supplémentaire pour guider le remplissage vasculaire en peropératoire. Toutefois, la mesure de la $ScvO_2$ en pédiatrie nécessite l'utilisation d'un cathéter veineux central spécifique. C'est donc une technique invasive, qui comporte également un certain coût, et qui ne peut être proposée pour la pratique courante.

La spectroscopie proche infrarouge (NIRS) cérébrale permet de monitorer en continu et de manière non invasive la saturation cérébrale régionale en oxygène, et donc ainsi la délivrance en oxygène au niveau du cerveau. Le monitorage de la NIRS cérébrale est susceptible d'avoir un intérêt pour l'optimisation hémodynamique peropératoire chez l'enfant. En effet, l'une des principales craintes de l'anesthésiste en pédiatrie en cas d'hypotension est l'ischémie cérébrale. Le monitorage de la NIRS cérébrale permet d'apprécier l'adéquation entre débit sanguin cérébral et consommation cérébrale régionale en O_2, et est ainsi susceptible d'apporter une aide pour décider ou non de l'intérêt d'un remplissage vasculaire, le but étant de maintenir la pression artérielle à la limite inférieure du plateau d'autorégulation cérébrale. Une chute de saturation cérébrale régionale en oxygène en cas d'hypotension pourrait ainsi être un argument pour réaliser de manière urgente un traitement de cette hypotension avec notamment un remplissage vasculaire.

La NIRS peut également être utilisée pour surveiller l'oxygénation d'organes splanchniques (tels que le rein et le foie) chez le nourrisson. À noter que, normalement, la saturation régionale en oxygène au niveau splanchnique est supérieure de 10 à 20 % à la saturation cérébrale. Il semble qu'une différence de moins de 10 % entre saturation au niveau des tissus splanchniques (saturation somatique) et saturation cérébrale soit un signe prédictif d'hypoperfusion tissulaire et d'augmentation du métabolisme anaérobie. L'utilisation combinée de la NIRS cérébrale et somatique peut donc avoir un intérêt pour détecter rapidement une dégradation de l'oxygénation tissulaire et donc du débit cardiaque.

En conclusion, le monitorage invasif hémodynamique est réservé à un très petit nombre de patients, et son indication dépend essentiellement du terrain initial et de la nature de la chirurgie. Les monitorages plus adaptés à l'enfant pour les chirurgies à haut risque sont l'oxymétrie cérébrale et rénale, la saturation veineuse centrale et le doppler œsophagien.

■ CAPNOGRAPHIE ET MESURE DES GAZ ANESTHÉSIQUES

Le matériel de mesure est le plus souvent aspiratif (de 150 à 200 ml/min) et ampute légèrement les petits Vt du nouveau-né (15 %). Le prélèvement du gaz s'effectue habituellement au niveau du filtre humidificateur ; plus le raccord à l'analyseur est long, plus le temps de réponse augmente.

Les valeurs affichées sont faussées par les fuites sur le circuit (utilisation du masque facial, de l'intubation trachéale sans ballonnet...). La surveillance clinique reste primordiale (fréquence et amplitude respiratoires).

Analyse des gaz

Il faut effectuer une mesure continue des fractions inspirées et expirées d'O_2, de CO_2 et des gaz anesthésiques (N_2O et halogénés) ; la mesure des halogénés est perturbée par l'inhalation d'éthanol ou des propulseurs d'aérosols (salbutamol).

Capnogramme et capnographie

L'analyse de la $PeTCO_2$ est un monitorage de sécurité et une aide au diagnostic.

À l'état stable, chez un enfant indemne d'affection cardiaque ou pulmonaire, le gradient $PaCO_2$-$PeTCO_2$ est stable (< 5 mmHg). Il s'accentue quand l'espace mort augmente et en cas de shunt droit-gauche.

Une fréquence respiratoire élevée (> 35-40/min) crée un aspect de réinhalation fictif (non-retour du capnographe à la ligne de base) ; l'aspect arrondi de la courbe est évocateur d'une mauvaise qualité de mesure (sous-estimation de $PeTCO_2$).

L'aspect du capnographe et l'interprétation sont comparables à ceux de l'adulte. Sont mis en jeu la production, le transport et la ventilation du CO_2 *(Tab. 1)*. Il est intéressant de noter que la $PetCO_2$ est un reflet du débit cardiaque. Il a été montré chez l'adulte qu'une augmentation de 5 % de $PetCO_2$ en cas d'épreuve de levée de jambe permettait de prédire un état de précharge dépendance. Des études chez l'enfant doivent confirmer ces données.

Tableau I ■ Interprétation des variations du CO_2 expiré

Élévation du CO_2 expiré	Diminution du CO_2 expiré
Hypoventilation Intubation sélective	Hyperventilation Extubation trachéale, intubation œsophagienne (→ absence de CO_2 expiré) Fuites aériques
Bronchospasme	Obstruction ventilatoire totale (brutale)
Réveil Fièvre Hyperthermie maligne (croissant rapidement)	Approfondissement de l'AG Hypothermie
Cœlioscopie Levée de garrot, déclampage vasculaire	Baisse du débit cardiaque Embolie pulmonaire

■ NOUVEAU-NÉ ET NOURRISSON : SPÉCIFICITÉS

$PtcCO_2$ et $PtcO_2$

Au cours des premiers mois de vie, la finesse de la peau autorise la mesure transcutanée de la pression partielle en O_2 et CO_2 du sang capillaire artériolisé par une électrode chauffante.

Cette méthode présente :

– des inconvénients : elle surestime la $PaCO_2$, est sensible à l'hypoperfusion, n'est pas immédiate (délai de réponse), nécessite une calibration, un temps de chauffe et

un changement du site de mesure toutes les 4 heures et présente un risque de brûlure ;
– des avantages : elle est non invasive, utile pour l'assistance ventilatoire à haute fréquence, en néonatalogie et chez les non-intubés. Elle évite les prélèvements artériels itératifs.

Température

La surveillance de la température est systématique chez le jeune enfant en peropératoire, sauf en cas de durée d'intervention très courte. Elle repose le plus souvent sur des sondes thermiques à usage unique œsophagiennes ou rectales.

■ MONITORAGE PERANESTHÉSIQUE DE LA DOULEUR

En pratique courante

L'évaluation de la douleur sous anesthésie générale est une tâche difficile.
En pratique courante on utilise volontiers les indicateurs physiques :
– réponse motrice de l'enfant ;
– écoulement lacrymal ;
– sueurs ;
– élévation de l'$EtCO_2$;
– réactions hémodynamiques : tachycardie et/ou augmentation de la pression artérielle.

Ces indicateurs, basés sur l'identification des manifestations cliniques d'une réaction neurovégétative, sont les mêmes que chez l'adulte. Ils sont souvent peu sensibles et peu spécifiques : de nombreux facteurs viennent moduler les paramètres hémodynamiques chez un enfant sous anesthésie, indépendamment de la douleur. Ainsi la fréquence cardiaque n'est pas la même en fonction du sexe, de l'âge de l'enfant, ou encore elle peut être modifiée par une influence hormonale à la puberté. Il n'existe pas de valeur absolue : on dira qu'un geste est douloureux lorsqu'on observe une augmentation de plus de 10 ou 20 % de sa valeur de base.
D'autres méthodes d'évaluation peropératoire de la douleur ont fait l'objet d'un bon nombre d'études en pédiatrie depuis quelques années.

Nouveaux outils de monitorage

Réflexe de dilatation pupillaire (PRD)

La pupillométrie est une méthode d'analyse du diamètre pupillaire utilisée dans l'évaluation des interactions des systèmes sympathique et parasympathique. En effet le diamètre de la pupille est soumis à différents stimuli : une intensité lumineuse, mais également des agressions psychiques ou physiques, telles qu'un stimulus douloureux. Ce dernier provoque une stimulation sympathique et une dilatation pupillaire. C'est ce qu'on appelle le réflexe de dilatation pupillaire.
Si l'on peut déterminer de façon « conventionnelle » la taille de la pupille par l'anesthésiste ou l'infirmière, celle-ci peut également être mesurée en peropératoire à l'aide

d'un vidéopupillomètre. L'appareil est appliqué contre le massif orbitaire, de façon à plonger l'œil dans l'obscurité. L'analyse en temps réel de l'image comprend plusieurs étapes : une recherche de la zone la plus sombre correspondant à la pupille, l'extraction de son contour, le calcul de la surface et enfin le calcul du diamètre moyen de cette surface. Les images sont enregistrées grâce à un tableau de capteur infrarouge sensible. Cet outil, non invasif, permet un monitorage précis du diamètre pupillaire, au centième de millimètre près, en temps réel, de façon reproductible et indépendante de l'opérateur.
Chez l'enfant, le PRD semble être une mesure plus sensible et spécifique que les variations hémodynamiques, après incision chirurgicale ou dans l'évaluation de l'efficacité d'une anesthésie locorégionale. Le PRD peut être une aide dans l'appréciation du niveau sensitif d'une analgésie périmédullaire en pédiatrie. Toutefois la myélinisation nerveuse optique et la maturation cellulaire sont encore approximatives chez le petit enfant de moins de 2 ans et l'utilisation du PRD n'est pas validée pour cette tranche d'âge.

Analgesia Nociception Index (ANI)

Les variations de la fréquence cardiaque résultent en grande partie des variations d'activité du système nerveux autonome sur le nœud sinusal. Le monitorage continu de la fréquence cardiaque révèle des fluctuations régulières du nœud sinusal ; c'est ce qu'on appelle la variabilité spontanée de la fréquence cardiaque (*Heart Rate Variability* ou HRV). Celle-ci peut être quantifiée et analysée au moyen de différents procédés mathématiques et permet une évaluation de la balance sympathovagale.
Un dispositif de monitorage, PhysioDoloris™ (MetroDoloris, Lille, France), conçu spécialement pour une utilisation médicale, permet ainsi une étude de la balance analgésie/nociception (*Fig. 1*).
Le moniteur PhysioDoloris™ est connecté à la sortie analogique du moniteur ECG et détecte en temps réel les ondes R du tracé ECG « natif ». Les intervalles R-R sont ensuite établis en unités de temps (secondes ou millisecondes). Une fois la série R-R filtrée et normalisée, elle est affichée sur l'écran du moniteur sous la forme d'une aire hachurée, générée par les cycles ventilatoires. C'est à partir de cette surface qu'est mesuré l'ANI, noté en pourcentage, de 0 à 100.
En pédiatrie, l'ANI permet de montrer une analgésie peropératoire insuffisante et donc un ajustement des morphiniques. 100 % correspond à un tonus parasympathique majoritaire, l'enfant est jugé « au repos » ; alors que 0 % correspond à un tonus sympathique prépondérant, l'enfant est douloureux. L'ANI, étudié en SSPI, permettrait également de différencier une agitation, souvent classique au réveil, d'une anxiété ou d'une véritable douleur. L'ANI autorise un enregistrement non invasif, continu et facile d'interprétation. Toutefois, chez un enfant sous anesthésie générale, les enregistrements de séries R-R apparaissent à intervalles réguliers et sont seulement modulés par les cycles ventilatoires ; ces modèles deviennent plus chaotiques chez un enfant remuant.

Surgical Stress Index (SSI) ou Surgical Plethysmographic Index (SPI) (GE Healthcare, General Electric Company, Finlande)

Encore peu étudié chez l'enfant, ce moniteur est basé sur l'amplitude de pouls et son intervalle de temps. En réponse à un stimulus nociceptif, on observe une suppression de l'onde de pouls de pléthysmographie. Elle est la conséquence d'une vasoconstriction périphérique, secondaire à une stimulation sympathique. Le SPI est une valeur normalisée et présente une particularité : il peut tenir compte également des valeurs de l'entropie, c'est-à-dire de la profondeur de la narcose. Il permettrait ainsi une dissociation hypnose/ analgésie en peranesthésique. Lors d'une stimulation douloureuse le chiffre de SPI baisse ; à l'inverse lorsque l'enfant est au repos le chiffre de SPI augmente (étalonnage de 0 à 100).

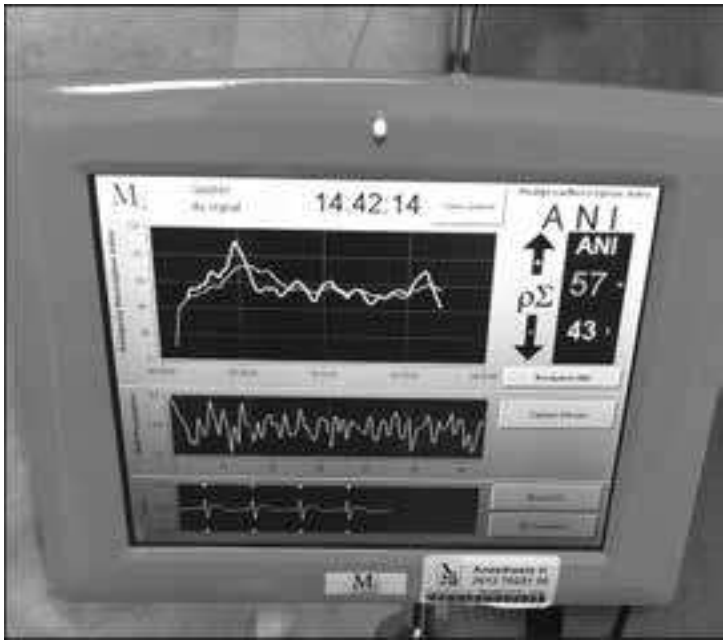


Figure 1 ■ Moniteur ANI.

Remplissage vasculaire du jeune enfant

Le remplissage vasculaire du petit enfant durant la période peropératoire doit tenir compte des spécificités de l'âge de l'enfant, notamment l'importance relative des compartiments liquidiens de l'organisme et leur répartition.

■ PERFUSION PÉRIOPÉRATOIRE

Les besoins hydriques de base de l'enfant ont été calculés il y a 40 ans par Holliday et Segar avec une méthodologie discutable selon les normes actuelles mais des résultats qui restent valables en pratique : 4 ml/kg/h à moins de 10 kg, auxquels il faut rajouter 2 ml/kg/h pour chaque kilo entre 10 et 20 kg, et 1 ml/kg/h par kilo supplémentaire au-delà de 20 kg. Plus récemment (1996), Berry proposait 6 ml/kg/h à moins de 1 an, 4 ml/kg/h de 1 à 5 ans et 2 ml/kg/h au-delà de 6 ans. En plus de cette base, les apports hydriques devront tenir compte :

– du déficit lié au jeûne (besoins horaires × nombre d'heures de jeûne) avec une compensation de 50 % au cours de la 1re heure et 25 % au cours des 2 heures suivantes ;
– des pertes liées au 3e secteur et au type de chirurgie (de 1 à 15 ml/kg/h) ;
– des pertes insensibles (0,5 ml/kg/h/°C ou environ 10 % en plus par degré d'hyperthermie et 10 % en moins par degré d'hypothermie) ;
– d'une éventuelle déshydratation préopératoire liée à la pathologie chirurgicale ou à une complication ou association intercurrente. Il faut savoir en reconnaître les symptômes pour, si possible, la corriger avant l'induction anesthésique *(Tab. 1)*.

Tableau 1 ■ Symptômes de la déshydratation

	– 5 % poids du corps	– 10 % poids du corps	– 15 % poids du corps
Muqueuses	Normales	Sèches	Ridées
Couleur de peau	Pâle	Grise	Marbrée
Pli cutané	Absent	Persistant	Très persistant
Yeux	Cernés	Enfoncés	Très enfoncés
Conscience	Normale	Variable	Stuporeuse
Diurèse	Normale	Réduite	Oligoanurie
PA	Normale	Normale	Basse ou normale

En pratique quotidienne et en l'absence de pathologie grave, il est impossible et inutile de réaliser de telles estimations et on peut simplifier le calcul des apports liquidiens peropératoires :
– 10 ml/kg/h pour une chirurgie majeure ;
– 8 ml/kg/h pour une chirurgie moyenne ;
– 6 ml/kg/h pour une chirurgie mineure.
Par ailleurs les résultats des dernières études et/ou recommandations européennes récentes proposent un schéma de réhydratation volontairement plus restrictif à base d'une solution électrolytique isotonique faiblement glucosée < à 2,5 % et incluant des anions précurseurs de bicarbonates (acétate, lactate, malate) à la dose de :
– 0 ml/kg (donc rien) dans la plupart des situations clinicochirurgicales simples, mineures et brèves (< 1 h) sauf chez le nouveau-né ;
– 10 ml/kg en 1 h en cas de jeûne > 4 heures ;
– avec en plus dans ces 2 situations la possibilité d'administrer 10 ml/kg d'une solution de cristalloïde (NaCl 0,9 %, par exemple) en cas d'hypotension peranesthésique.
Le Ringer lactate *(Tab. 2)*, légèrement hypotonique et équilibré en ions, peut parfaitement être utilisé seul pour tous les apports standards peropératoires. En période néonatale et pour une chirurgie longue, il peut être glucosé à 1,25 à 2,50 % en prévention d'une éventuelle hypoglycémie (de 10 à 20 ml de sérum glucosé 30 %/250 ml de Ringer lactate). Dans tous les cas, le sérum glucosé à 10 % est à proscrire car il est responsable d'une hyponatrémie de dilution, avec risque d'œdème cérébral, et d'à-coups glycémiques majeurs, délétères expérimentalement sur l'oxygénation cérébrale et pouvant entraîner une hyperdiurèse osmotique et, donc, une hypovolémie secondaire. Quelques rares cas justifient une solution glucosée à 5 % (sans jamais omettre les ions) : la chirurgie cardiaque de longue durée, les enfants traités par bêta-bloquants et, dans certains cas, les diabétiques insulinodépendants.

Tableau 2 ■ Composition des solutés de perfusion les plus utilisées en pédiatrie

	NaCl 0,9 %	Ringer®	Ringer lactate®	B46®	B66®	Osmotan 5 %®
Sodium (mmol/l)	154,00	147,00	130,00	51,33	120,00	68,00
Potassium (mmol/l)	0,00	4,00	4,00	20,11	4,00	26,80
Chlore (mmol/l)	154,00	155,50	108,00	71,44	108,00	94,80
Calcium (mmol/l)	0,00	2,20	2,00	4,46	2,00	0,00
Lactate (mmol/l)	0,00		28,00	0,00	20,00	0,00
Glucose (g/100 mmol/l)	0,00		0,00	5,50	1,00	5,00
Osmolarité (mOsm/l)	308,00	310,00	280,00	433,80	305,00	467,40

FC : fréquence cardiaque ; PAS : pression artérielle systolique ; PAD : pression artérielle diastolique ; DS : déviation standard.

En période néonatale, il faut tenir compte des besoins hydriques spécifiques, très variables selon l'âge de l'enfant. Par exemple, au cours de la 1re semaine de vie, les apports liquidiens nécessaires, très faibles à J1 (3 ml/kg/h), doublent progressivement.

En période postopératoire, si le nourrisson ne peut pas être réalimenté rapidement, une perfusion sera prescrite en tenant compte des besoins standard. Au cours de la 1re semaine de vie, une surveillance glycémique et calcémique quotidienne doit être instituée du fait de la mauvaise tolérance aux apports glucidiques et des faibles réserves glycogéniques. Les besoins en Na+ et K+ sont de 2 à 4 mmol/kg/j, en Ca++ de 0,8 à 1 mmol/kg/j, en glucose de 7 g/kg/j le 1er jour de vie, de 10 g/kg/j le lendemain et de 12 g/kg/j à partir du surlendemain et jusqu'à 1 mois de vie. Le nourrisson plus grand nécessite de 7,5 à 10 g/kg d'apports glucidiques quotidiens. Le prématuré justifie d'apports très ajustés par des glycémies multiquotidiennes et parfois sous couvert d'insuline. La quantité liquidienne totale (perfusions + vecteurs) est variable selon l'âge *(Tab. 3)*.
En pratique, pour une période de quelques jours et dès le 1er mois de vie passé, on peut utiliser un soluté de perfusion « standard » de type B46. Si la période de jeûne perdure au-delà de quelques jours, une alimentation parentérale sur voie veineuse centrale (VVC) est indiquée.

Tableau 3 ■ Quantité liquidienne totale à perfuser (ml/kg/j)

Nouveau-né	1 j	2 j	3 j	4 j	5 j	6 j
60	70	80	90	100	110	120
1 semaine	**2 semaines**	**3 semaines**	**1 mois**	**6 mois**	**1 an**	**2 ans**
130	140	150	160	150	100	80

■ COMPENSATION DE L'HYPOVOLÉMIE

La surveillance de la volémie repose essentiellement sur le monitorage de la fréquence cardiaque (relation linéaire) et de la pression artérielle (dont la chute est plus tardive et traduit une baisse de la volémie d'au moins 40 % au-delà de la période néonatale) *(Tab. 4)*.

Tableau 4 ■ Paramètres de la surveillance

Âge	FC (± 2 DS)	PAS (± 2 DS)	PAD (±2 DS)
6 mois	135 ± 35	80 ± 20	55 ± 15
1 an	120 ± 30	90 ± 15	55 ± 15
2 ans	110 ± 35	90 ± 15	55 ± 15
4 ans	100 ± 30	95 ± 15	55 ± 15
10 ans	90 ± 35	100 ± 15	60 ± 15

La surveillance de la volémie peut également s'appuyer sur celle de la diurèse horaire (minimum 1 ml/kg/h, avec oligoanurie au-delà d'une spoliation sanguine > 30 %), de la perfusion capillaire par le biais du monitorage de la SpO_2, et du reflet indirect du débit cardiaque apporté par la $PeTCO_2$. La mesure du débit cardiaque par voie invasive est rarement indiquée chez l'enfant et est inadaptée au nourrisson (PiCCO préféré). Le monitorage hémodynamique par échoDoppler œsophagien ou mesure du PP est possible. Cependant, chez l'enfant et le nourrisson, seule la variabilité du pic de vélocité aortique mesurée en échographie transthoracique permet de prédire la réponse au RV. Les autres méthodes de mesure de la variabilité du VES (PPV, PVI notamment) n'ont pas montré leur intérêt à ce jour.

En cas d'hypovolémie aiguë, le remplissage vasculaire peut faire appel à deux types de molécules :

– les cristalloïdes, selon la règle de compensation de 3 à 4 volumes par volume de sang perdu. De courte durée d'action (< 1 h), ils ne sont pas allergisants et ne provoquent pas d'effets secondaires graves (œdèmes). Le sérum salé isotonique a donné des résultats intéressants en période néonatale, avec moins d'effets secondaires du type rétention hydrosodée que l'albumine, mais il expose, à fortes doses, à l'acidose hyperchlorémique. Le Ringer lactate, moins dosé en ions chlorures et discrètement hypotonique, est souvent le produit de remplissage de première intention. Le sérum salé hypertonique reste formellement proscrit en anesthésie pédiatrique, hormis certains cas de traumatisme crânien sévère et sous stricte surveillance ionique (4 ml/kg en 15 minutes) ;

– les colloïdes, dont les capacités d'expansion volémique sont liées au pouvoir oncotique. Ils sont de deux types selon l'âge de l'enfant :

• en dessous de 6 mois, albumine à 20 %, à la dose de 1 g/kg en 10 minutes, ou albumine à 4 %, à la dose de 10 ml/kg. Sa durée d'action est de 6 à 8 heures, son coût est élevé et si le potentiel allergisant est faible, le risque biologique de contamination ne doit pas être négligé. Des réactions d'intolérance peuvent survenir, du type frissons-hyperthermie,

• pour l'enfant plus grand, les hydroxyéthylamidons (HEA) ont un fort pouvoir d'expansion volémique prolongé et un risque allergisant faible. La posologie recommandée est de 2/3 du volume de sang perdu, avec un maximum de 30 ml/kg sous peine d'effets secondaires sur l'hémostase du type allongement du temps de coagulation et fragilisation du caillot. Il est raisonnable de n'utiliser, au bloc opératoire, que les HEA de durée d'action intermédiaire et d'en limiter les posologies maximales et la durée chez l'enfant de moins de 2 ans dont la fonction rénale est immature.

■ PRODUITS SANGUINS

Les indications de transfusion doivent être particulièrement rigoureuses au regard du risque biologique (certains peut-être inconnus à ce jour) et immunologique (grossesses, transplantations éventuelles).

Transfusion d'hématies

La transfusion d'hématies est indiquée lorsque la spoliation sanguine est d'au moins 30 % et s'accompagne d'une mauvaise tolérance clinique malgré une compensation volémique rigoureuse et/ou d'une hémorragie incontrôlable. L'indication *(Tab. 5)* repose sur le calcul de la perte sanguine maximum permise (PSMP) selon la formule de Gross :

$$\text{PSMP} = \frac{\text{volume sanguin estimé} \times (\text{hématocrite initial} - \text{hématocrite acceptable})}{\text{Hématocrite moyen}}$$

Tableau 5 ■ Aide au calcul des PSMP

Hématocrite	Normal		Acceptable	VSE (ml/kg)
	Moyenne	Extrêmes		
Prématuré	45	40-45	35	95
Nouveau-né	54	45-65	30-35	90
3 mois	36	30-42	25	80
1 an	38	34-42	20-25	75
6 ans	38	35-43	20-25	75

VSE : volume sanguin estimé.

La transfusion globulaire ne doit pas chercher à compenser l'hématocrite au-delà de sa valeur acceptable. La posologie de départ standard est de 10 à 15 ml/kg (3 ml/kg augmentent l'hémoglobine de 1 g/dl). Le concentré de globules rouges (CGR) transfusé doit être CMV – pour le nouveau-né de mère dont le statut CMV est inconnu ou négatif. Chez les enfants considérés comme immunodéprimés (immunodéficience congénitale, chimiothérapie et, d'une façon générale, le nourrisson de moins de 6 mois), l'irradiation de la poche de transfusion prévient le risque de réaction du greffon contre l'hôte liée à la transfusion de lymphocytes allogéniques associés aux hématies. En période néonatale et jusqu'à l'âge de 2 mois, la présence d'anticorps maternels circulants impose de prendre en compte le groupe sanguin de la mère pour limiter les phénomènes d'hémolyse, comme indiqué dans le *tableau 6*.

Transfusion de plasma frais congelé

La transfusion de plasma frais congelé du groupe de l'enfant n'est nécessaire que dans les indications suivantes :
– transfusion sanguine massive > 1-1,5 volume sanguin estimé ;
– CIVD biologiquement prouvée.

Tableau 6 ■ Règles de transfusion chez le nouveau-né

Groupe du nouveau-né	Groupe de la mère	Érythrocytes à transfuser
O	A ou B	O
A	A-AB	A-O
A	O-B	O
B	B-AB	B-O
B	O-A	O
AB	A	A-O
AB	B	B-O
AB	AB	AB-A-B-O
O-A-B-AB	Inconnu	O
Rh –	Rh + ou –	Rh –
Rh +	Rh + ou CD –	Rh +
Rh +	Rh – ou CD + ou ?	Rh –

CD : Coombs direct.

Dans tous les cas, un saignement en nappe dans le champ opératoire doit être constaté et/ou une baisse des facteurs de la coagulation intrinsèque. La quantité nécessaire varie entre 10 et 30 ml/kg et la transfusion rapide (> 1 ml/kg/min) expose au risque d'hypocalcémie, d'autant plus si la narcose est assurée par un agent halogéné. La prophylaxie en est assurée par l'injection de gluconate de calcium (de 7,5 à 15 mg/kg), nécessaire en cas de débit transfusionnel très élevé.

Transfusion de thrombocytes

Les causes de thrombopénie significative (< 50 000/mm^3) sont variées (purpura thrombopénique idiopathique, syndrome de Kasabach-Meritt de certains hémangiomes, CIVD, hémodilution, thrombopénies constitutionnelles, hémopathies ou chimiothérapie aplasiantes) et la transfusion plaquettaire n'est indiquée que lorsqu'il existe un saignement incontrôlable ou un risque hémorragique majeur. La dose recommandée est de $0{,}5 \times 10^{11}$/7 kg sans dépasser 15 ml/kg.

Partie 4

Contrôle des voies aériennes et assistance ventilatoire

Contrôle des voies aériennes

Le maintien de la liberté des voies aériennes supérieures est nécessaire pour assurer des échanges gazeux corrects pendant l'anesthésie, c'est-à-dire une oxygénation satisfaisante et une élimination suffisante du CO_2.

■ MASQUE FACIAL

C'est la technique la moins invasive et elle est incontournable en anesthésie pour la préoxygénation et l'induction inhalatoire ; elle permet éventuellement l'entretien de l'anesthésie pour des interventions de courte durée.

Masque

Le masque doit être :
– adapté à la taille et à la morphologie de l'enfant avec un minimum d'espace mort (6 tailles de 000 à 4) ;
– étanche, sans traumatiser les tissus (coussinet gonflable), et transparent (vision de l'ouverture de bouche, de la langue, de la coloration des lèvres, du flux aérien) ;
– accepté par l'enfant (masque coloré, parfumé...) ;
– à usage unique de préférence.

Lutte contre l'obstruction

Pour diminuer l'obstruction pharyngolaryngée due aux agents anesthésiques (relâchement musculaire, effet de la gravité), on dispose de :
– manœuvres manuelles :
• coussin sous les épaules,
• mise en position de « reniflement » (cou légèrement fléchi et tête en extension sur les premières cervicales),
• soulèvement du menton (*chin lift*), qui ne nécessite qu'une seule main mais s'avère peu efficace en cas d'hypertrophie adénoïdienne, amygdalienne ou d'obésité,
• protraction de la mandibule en avant du maxillaire supérieur en maintenant la bouche ouverte, technique qui est très efficace (douloureuse) mais qui occupe les deux mains de l'opérateur ;
– la canule oropharyngée :
• sa taille doit être adaptée, l'extrémité devant se projeter au niveau de l'angle mandibulaire pour qu'elle se situe juste au-delà des piliers amygdaliens *(Fig. 1A)*. Trop courte, elle provoque un bombement obstructif de la portion postérieure de la langue *(Fig. 1C)*, trop longue, elle appuie sur l'épiglotte *(Fig. 1B)*,
• elle permet de diminuer l'obstruction pharyngée. Elle doit être mise en place après disparition des réflexes pharyngés,

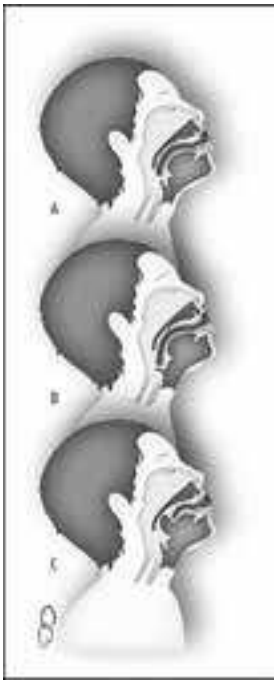


Figure 1 ■ Canules oropharyngées. A. Canule de dimension adaptée ; B. canule trop longue ; C. canule trop courte.

- il faut faire attention aux dents mobiles ;

– la pression positive, notamment :

- la pression positive de fin d'expiration (de + 3 à 6 cmH_2O), souvent utilisée lors l'induction inhalatoire,
- l'aide inspiratoire, sans dépasser 10 cmH_2O chez le nourrisson,
- la ventilation contrôlée, en limitant la pression d'insufflation (10 cmH_2O pour le nourrisson, 15 cmH_2O pour l'enfant), qui est utilisable avant une intubation trachéale.

Ces techniques exposent à un risque de dilatation gastrique délétère (risque de reflux gastro-œsophagien, gêne respiratoire...).

Limites

Indications du masque facial

Le masque facial est indiqué pour :

– la préoxygénation ;

– l'induction inhalatoire ;

– l'entretien de l'anesthésie, en ventilation spontanée, pour une durée courte (30 minutes environ selon tolérance). Un faible niveau d'aide inspiratoire (+ 5 cmH_2O) peut être toléré.

Surveillance

La surveillance clinique s'attache à vérifier l'amplitude et la fréquence respiratoires ainsi que l'absence de tirage sus-sternal.
Il existe un risque important d'hypoventilation en l'absence de toute assistance ventilatoire même pour une intervention de courte durée ; l'hypercapnie est sous-estimée en cas de fuites.

Contre-indications

Le patient non à jeun et le reflux gastro-œsophagien limitent l'utilisation du masque facial à la préoxygénation.
Une intervention prolongée, surtout si l'enfant est petit, et le recours à une assistance ventilatoire doivent faire choisir un autre mode de contrôle des voies aériennes.

Complications

Le masque facial peut se compliquer d'inhalation de sécrétions pharyngées ou gastriques, de laryngospasmes, de dilatation gastrique (elle-même responsable de difficultés de ventilation) et d'hypoventilation (hypercapnie puis hypoxie).

■ INTUBATION TRACHÉALE

Matériel

Les sondes d'intubation trachéale pédiatriques sont ou non munies d'un ballonnet, sont molles ou légèrement rigides, armées ou non et éventuellement préformées (orales et nasales).
Elles existent dès la taille 2,5 pour les sondes classiques à ballonnet. La taille progresse selon un pas de 0,5 qui correspond au diamètre (en mm) de la lumière interne (DI) de la sonde sans préjuger du diamètre externe qui varie avec les fabricants. De plus, par rapport à une sonde classique sans ballonnet, le diamètre externe est plus grand avec les sondes armées (environ 10 %) et augmenté par l'existence d'un ballonnet, ce qui peut imposer le choix d'une sonde de diamètre interne inférieur de 0,5.
Les sondes double lumière pour intubation sélective ont un diamètre externe supérieur à 10 mm, elles ne peuvent être utilisés chez l'enfant.
L'exclusion pulmonaire peut être réalisée chez le nourrisson et le petit enfant grâce aux bloqueurs bronchiques disponibles en plusieurs tailles. Chez le nourrisson, l'insertion, doit se faire en dehors de la sonde d'intubation.
Les indicateurs portés sur les sondes trachéales, la forme et la longueur du ballonnet varient considérablement selon les fabricants et sont souvent inadaptés.

Avec ou sans ballonnet ?

Sonde sans ballonnet

Elle autorise un diamètre interne plus important, générant moins de résistance aux gaz ; l'étanchéité est assurée par l'anneau cricoïdien circulaire ; les ré-intubations sont plus fréquentes pour trouver le diamètre le mieux adapté ; une fuite à faible pression

d'insufflation (environ 15-20 cmH_2O) justifie une sonde de diamètre supérieur et inversement.

Sonde avec ballonnet

Elle impose le choix d'un diamètre interne plus faible (– 0,5 mm) ; il y a moins de fuites, d'où un meilleur monitorage des gaz expirés et moins de pollution ambiante. Il est possible de maintenir une pression positive en fin d'expiration. Une sonde avec ballonet est indiquée en cas de reflux gastro-œsophagien, chez les patients non à jeun ou en occlusion intestinale.

L'utilisation d'une sonde à ballonnet impose un monitorage (continu chez le nourrisson qui reçoit du N_2O) de la pression du ballonnet à l'aide d'un manomètre, sans dépasser 25 cmH_2O en règle générale. La pression augmente en présence de N_2O et avec la température.

Choix de la taille

Les complications de l'intubation trachéale sont très souvent en relation avec l'utilisation de sondes de diamètre inapproprié ; il ne faut jamais forcer le passage laryngé. De nombreuses formules sont proposées pour choisir la taille la mieux adaptée au petit enfant, aucune n'est parfaite :

– sonde sans ballonnet : > 2 ans, DI (en mm) = (âge en années/4) + 4 ou DI = (âge + 16)/4 ;
– sonde à ballonnet : DI = (âge/4) + 3 ou 3,5 ; dans notre expérience, sonde de DI = 4 pour 10 kg ; retrancher ou ajouter 0,5 par tranche de 5 kg.

Une sonde de 3 mm à ballonnet (ou 3,5 sans ballonnet) est habituelle chez le nouveau-né non prématuré.

Technique

Lames de laryngoscopie

Il existe des lames courbes (Macintosh) et des lames droites (Miller, Robertshaw, Oxford) *(Tab. 1)*. Les lames à usage unique tendent à remplacer les lames métalliques. Leur intérêt réside dans leur faible coût, l'absence d'altération de la lumière par la stérilisation et l'absence de risque infectieux. Leur utilisation rend parfois l'intubation délicate en raison de l'épaisseur et de la rigidité du materiau utilisé. Le choix dépend essentiellement de l'expérience de l'opérateur.

Tableau I ■ Taille des lames de laryngoscopie

	Prématuré	Nouveau-né	0-1 an	1-10 ans
Miller	00	0	1	2
Macintosh	0	1	1	2

Les manches de laryngoscope à LED ont une puissance d'éclairage plus importante et constante. Ils améliorent la visibilité.

Les manches de laryngoscope fins sont plus adaptés pour l'intubation chez le nourrisson car ils permettent d'exercer plus facilement une pression sur la trachée avec le 5e doigt de la main qui tient le manche.

Intubation trachéale

L'intubation est habituellement orotrachéale. Cependant, l'intubation nasotrachéale peut permettre une fixation de meilleure qualité (nouveau-né) et est indiquée dans certaines chirurgies buccofaciales ; elle prend plus de temps et nécessite l'utilisation d'une pince de Magyll, expose aux traumatismes de la filière nasopharyngée et à la contamination laryngotrachéale. Elle est souvent préférée en réanimation néonatale mais est contre-indiquée en cas de risque hémorragique, de sténose ou d'atrésie choanale.

Il faut :

– exercer une pression sur la trachée vers l'arrière, le haut et la droite, avec le 5e doigt de la main qui tient le manche du laryngoscope pour améliorer l'exposition glottique ;
– enlever l'appui-tête chez le nourrisson (occiput proéminent), voire surélever légèrement les épaules.

La trachée est courte chez le nourrisson (de 30 à 35 mm à la naissance) et le risque d'intubation sélective est important. À titre de « recettes » avant de vérifier cliniquement et/ou radiologiquement la bonne position de la sonde, on peut estimer la distance L (cm) entre le milieu de la trachée et :

– la narine : $L = 3 \times DI + 2$ chez le grand enfant ou L = poids (kg) + 7 chez le nourrisson ;
– l'arcade dentaire : $L = 3 \times DI$ au-delà de 1 an ou L = poids (kg) + 6 avant 1 an.

Ou bien : < 1 an repère 10 à l'arcade dentaire, entre 1 et 2 ans repère 11, entre 2 et 3 ans repère 12.

Extubation

L'extubation est réalisée chez un enfant réveillé qui a récupéré ses réflexes pharyngolaryngés (déglutition) et une ventilation spontanée d'amplitude et de fréquence correctes. La toux n'est pas un signe de réveil. Le ballonnet est dégonflé au dernier moment. Certains préfèrent extuber la trachée d'un enfant profondément endormi. Il ne faut en aucun cas stimuler l'enfant pendant les phases intermédiaires de l'anesthésie au risque de provoquer un laryngospasme.

Complications

Diverses complications peuvent survenir. Des gestes précis réalisés par des anesthésistes expérimentés réduisent la fréquence de ces complications :

– lésion des cordes vocales mais surtout de la muqueuse en regard du cartilage cricoïde qui présente le diamètre le plus étroit du larynx chez l'enfant curarisé, entraînant œdème sous-glottique, dyspnée laryngée, risque de sténose ;
– laryngospasme (profondeur d'anesthésie inadaptée) ;
– bronchospasme (enfant enrhumé par exemple) ;
– intubation sélective avec risque d'atélectasie, hypoxémie ;

– traumatisme des voies aériennes et des alvéoles (assistance ventilatoire en excès de pression ou de volume), c'est-à-dire pneumothorax, emphysème médiastinal, embolie gazeuse...

■ MASQUE LARYNGÉ

Alternative à l'intubation trachéale quand celle-ci n'est pas obligatoire, le masque laryngé (ML) permet lui aussi la ventilation en pression positive et l'utilisation de faible débit de gaz frais.

Matériel

Le masque laryngé classique, dépourvu de latex et amagnétique, existe en 6 tailles. Le matériel réutilisable a pratiquement disparu, remplacé par du matériel à usage unique de qualité variable et non identique selon les fabricants *(Tab. 2)*.

Le masque laryngé renforcé est muni d'un tube souple armé pour la mise en place d'un écarteur de bouche. Destiné à l'ORL et à la chirurgie maxillofaciale, il est utile chaque fois que l'on est amené à fléchir, étendre ou tourner la tête sur le côté ; le coussinet reste en place quand on mobilise le tube dont la souplesse permet aussi de dégager le champ opératoire. Sa mise en place impose une technique rigoureuse.

Le masque laryngé IGEL® avec un bourrelet non gonflable est une variante du masque laryngé à usage unique. Son insertion et sa fixation assez aisés en font une alternative au masque laryngé classique.

Le masque laryngé ProSeal est muni d'un canal d'aspiration pour passer une sonde gastrique. Il tolère des pressions d'insufflation plus élevées que le masque laryngé classique et peut être intéressant pour des interventions de longue durée.

Tableau 2 ■ Taille du masque laryngé en fonction du poids de l'enfant

Poids enfant (kg)	< 5	5-10	10-20	20-30	30-40
Taille du ML	1	1,5	2	2,5	3

Utilisation

Mise en place

Elle se fait lors d'une anesthésie profonde avec suppression des réflexes pharyngolaryngés et relaxation mandibulaire suffisante ; l'adjonction d'un morphinique ou d'un curare n'est pas nécessaire. Le thiopental et l'étomidate sont déconseillés ; le propofol et le sévoflurane sont le plus couramment utilisés. Après mise de la tête en extension, le masque laryngé est introduit en suivant la voûte palatine. Le gonflage du coussinet (< 30-60 cmH_2O) n'est pas forcément nécessaire. L'auscultation au cou recherche d'éventuelles fuites inspiratoires en pression positive. Lors de la fixation du masque laryngé classique, il faut éviter les tractions du tube en haut ou en arrière ou latéralement qui entraînent le coussinet et favorisent les fuites de gaz.

Entretien de l'anesthésie

L'entretien est possible en ventilation spontanée (risque d'hypoventilation) ou en pression positive. Les pressions d'insufflation ne doivent pas excéder 18 à 20 cmH_2O, valeurs au-delà desquelles apparaissent fréquemment des fuites de gaz. La $PeTCO_2$ mesurée au raccord coudé reflète bien la $PaCO_2$ chez les enfants ventilés, avec un gradient de l'ordre de 5 mmHg quel que soit l'âge.

Réveil

Le masque laryngé est ôté, coussinet gonflé, chez un enfant réveillé qui a récupéré ses réflexes pharyngolaryngés. Certains préfèrent l'enlever chez un enfant profondément endormi mais, dans tous les cas, il ne faut pas stimuler l'enfant pendant les phases intermédiaires de l'anesthésie.

Incidents, complications et contre-indications

Incidents

L'hypertrophie amygdalienne gêne l'introduction du masque laryngé : il faut ne pas forcer et tourner le masque laryngé à 90° pour passer.
La bascule de l'épiglotte dans le coussinet est fréquente chez l'enfant : elle gêne peu la ventilation mais se traduit habituellement par une élévation persistante de la $FeTCO_2$.
L'intubation avec un fibroscope est dans ce cas impossible.
Des maux de gorge postopératoires (surpression du coussinet) peuvent survenir.

Complications

L'utilisation du masque laryngé nécessite un apprentissage, probablement simplifié avec certains modèles modifiés (ML Ambu®) dont la mise en place est réussie à la première tentative dans près de 100 % des cas.
Peuvent se produire :
– un laryngospasme (profondeur d'anesthésie insuffisante) ;
– des fuites de gaz si le masque laryngé n'est pas en place ou déplacé secondairement, ou si les pressions d'insufflation sont trop élevées (défaut d'analgésie par exemple), responsables :
• d'une éventuelle dilatation gastrique (gêne ventilatoire, risque d'inhalation par reflux gastro-œsophagien) ;
• et/ou d'un éventuel réveil, par diminution du Vt et de la fraction inspirée d'halogéné. Il mime un bronchospasme qui cède en réapprofondissant l'anesthésie et en supprimant les fuites ;
– une inhalation de liquide gastrique (exceptionnelle) car, en théorie, le masque laryngé ne protège pas du reflux ; il est efficace contre l'inhalation de sécrétions rhinopharyngées.

Contre-indications

Le masque laryngé est contre-indiqué :
– chaque fois que l'intubation trachéale est obligatoire ;

– quand l'enfant n'est pas à jeun, a une occlusion intestinale, souffre de reflux gastro-œsophagien ;
– en cas de ventilation contrôlée et de mauvaise compliance thoracique, d'obstruction des voies aériennes.

Indications

En pratique quotidienne, le masque laryngé est très largement utilisé en chirurgie générale réglée, notamment quand l'anesthésie halogénée est associée à une anesthésie locorégionale. Chez l'enfant de moins de 10 kg, son utilisation requiert de l'expérience.

Utilisations particulières

Le masque laryngé peut être utilisé en cas :
– d'intubation difficile ou impossible, pour assurer une ventilation. Des techniques d'intubation via le masque laryngé ont été décrites chez l'enfant mais nécessitent une préparation ; Le Fastrach® utilisé pour l'intubation difficile chez l'adulte ne peut pas être utilisé chez l'enfant de moins de 30 kg.
– d'anesthésies itératives, pour diminuer les traumatismes répétés de la glotte et de la trachée (risque de sténose trachéale).

Circuits d'anesthésie

Le circuit d'anesthésie représente le montage permettant d'acheminer au patient le mélange de gaz provenant de la machine ou de la table d'anesthésie (en passant éventuellement par l'évaporateur d'halogéné) et de ramener les gaz expirés par le patient vers le système d'évacuation. On parle de circuit accessoire lorsque l'on utilise un circuit différent du circuit machine mais connecté au même ventilateur, le passage de l'un à l'autre se faisant par une commande spécifique sur le ventilateur permettant d'orienter le débit de gaz frais.

■ CIRCUIT ACCESSOIRE

Le circuit accessoire permet l'induction mais aussi l'entretien de l'anesthésie en ventilation spontanée ou assistée manuellement *(Tab. 1)*.

Tableau I ■ Avantages et inconvénients des circuits accessoires

Avantages	Inconvénients
Faible résistance (facilite la ventilation en cas de laryngospasme) Action rapide sur la composition des gaz inspirés Information visuelle sur la ventilation spontanée	Débit important de gaz frais Consommation importante d'halogénés, pollution Surcoût +++ Risque de barotraumatisme en cas de valve défectueuse Administration de gaz froid et sec (si pas de filtre) Monitorage impossible des volumes et pressions pulmonaires

Circuit sans réinhalation

Un circuit d'anesthésie est dit sans réinhalation lorsqu'un jeu de valves unidirectionnelles empêche le retour du flux de gaz expiré vers le patient *(Tab. 2)*. Ces valves sont placées entre la prothèse respiratoire (masque facial, masque laryngé, sonde d'intubation ou canule de trachéotomie) et le ballon réservoir. L'arrivée de gaz frais se fait à l'autre extrémité du ballon. Les plus connus sont les valves Ambu® *(Fig. 1)*, Digby-Leigh *(Fig. 2)*, Ruben *(Fig. 3)* et Waters *(Fig. 4)*.



Figure 1 ■ Valve Ambu®.



Figure 2 ■ Valve Digby-Leigh.



Figure 3 ■ Valve Ruben.



Figure 4 ■ Valve Waters.

Tableau 2 ■ Avantages et inconvénients des circuits sans réinhalation

Avantages	Inconvénients
Absence de réinhalation Assistance ventilatoire aisée Faible encombrement Induction Réveil Transport	Augmentation de l'espace mort Augmentation de l'effort inspiratoire Risque de dysfonctionnement de la valve Débit de gaz frais au moins égal à la ventilation minute Valve de surpression indispensable

Les valves de non-réinhalation ne sont pas recommandées chez le nourrisson en ventilation spontanée. Leur utilisation est possible en ventilation assistée ou contrôlée. Elles doivent être munies d'un système de détrompage pour éviter toute erreur de montage (arrêté du 30 août 1996).

Circuit avec réinhalation

Ce type de circuit est actuellement abandonné.

■ CIRCUIT MACHINE

Il s'agit d'un circuit filtre qui permet la ventilation spontanée, assistée et contrôlée. Les gaz suivent un trajet circulaire à travers des conduits inspiratoires et expiratoires distincts. Les gaz expirés sont traités au contact de la chaux afin d'éliminer le CO_2. Un système de valves inspiratoires et expiratoires unidirectionnelles permet de diriger les flux gazeux vers une pièce en Y connectée à la prothèse ventilatoire *(Tab. 3)*.

L'augmentation du travail respiratoire liée à la présence de valves et d'un bac à chaux sodé sur le circuit filtre a probablement été longtemps surévaluée, tant en ce qui concerne la ventilation contrôlée que spontanée.

Tableau 3 ■ Avantages et inconvénients des circuits machine

Avantages	Inconvénients
– Espace mort limité au volume de la pièce en Y – Valves unidirectionnelles opposant peu de résistance même pour des débits élevés – Possibilité d'absorption du CO_2 et d'utilisation de bas débits de gaz frais – Diminution de la pollution des salles et réduction des coûts – Possibilité d'introduction d'une valve de PEEP – Humidification et réchauffement des gaz inspirés – Monitorage de la spirométrie et des gaz – Possibilité d'introduction d'une aide inspiratoire – Passage très facile du mode spontané à d'autres modes de ventilation	– Distensibilité du circuit imposant l'utilisation de tuyaux pédiatriques qui présentent un volume inférieur et une compliance interne plus basse – Augmentation de la résistance inspiratoire et expiratoire – Nombre important de pièces susceptibles d'être montées de façon incorrecte ou de mal fonctionner – Encombrement et poids importants

Actuellement, les respirateurs modernes permettent de réaliser en toute sécurité des inductions d'anesthésie quels que soient l'âge et le poids de l'enfant. Certains constructeurs ont opté pour un bloc circuit patient de petit volume. Ceci permet une saturation rapide du circuit en halogénés à l'induction d'anesthésie, ainsi que son rinçage rapide au réveil. Chez le nourrisson et le prématuré, la durée de la ventilation spontanée sur le circuit machine doit être écourtée ; l'introduction d'une aide inspiratoire peut compenser l'augmentation du travail respiratoire liée à ce circuit.
Le volume de compression est le volume gazeux comprimé dans le circuit durant l'insufflation. Il dépend de la compliance et du volume du circuit. La compliance des circuits pédiatriques doit être faible (de 0,5 à 1 ml/cmH_2O) (en polyéthylène). La correction automatique de la compliance par les respirateurs et l'utilisation de tuyaux adaptés au poids de l'enfant permettent d'éviter l'hypoventilation alvéolaire.

■ INSUFFLATEURS MANUELS

La disponibilité de ballons autogonflables *(Fig. 5)* adaptés à l'âge est impérative (recommandations de la SFAR). En France, ils sont utilisés pour le transport des patients ou en cas de problème avec la machine d'anesthésie. Ils sont constitués d'un ballon autoremplisseur équipé d'une valve de non-réinhalation (tarée à 30 ou 40 cmH_2O) et d'un connecteur pour enrichir l'air insufflé en oxygène. Ces dispositifs, à usage unique le plus souvent ne sont pas adaptés à la ventilation spontanée.





Figures 5 A, B ■ Ballons autogonflables.

■ MATÉRIEL D'ASSISTANCE VENTILATOIRE

Les masques faciaux, les filtres et les ballons doivent être adaptés au poids et à l'âge de l'enfant.

Masques faciaux

Le masque facial doit être si possible transparent et à petit espace mort (recommandations de la SFAR) *(Fig. 6 à 8 et Tab. 4)*.

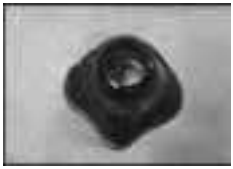


Figure 6 ■ Masque Rendell-Baker.



Figure 7 ■ Masque rond.



Figure 8 ■ Masque à bourrelet gonflable.

Il existe des masques qui permettent la fibroscopie *(Fig. 9)* et la ventilation simultanées du patient. Ils permettent de réaliser des examens endoscopiques digestifs et respiratoires en ventilation spontanée avec une bonne oxygénation.



Figure 9 ■ Masque de fibroscopie.

Tableau 4 ■ Avantages, indications et inconvénients des masques faciaux

Masques	Avantages et indication	Inconvénients
Rendell-Baker	Faible espace mort Existe en silicone transparent < 2 kg : Rendell-Baker 0 2-4 kg : Rendell-Baker 1 4-10 kg : Rendell-Baker 2	Étanchéité difficile chez le nourrisson de petit poids et le prématuré
Masque rond	Bien adapté au nouveau-né et au nourrisson Existe aussi en silicone souple Prématuré : taille 0 Nouveau-né : taille 1 Petit enfant : taille 2	
Masque à bourrelet gonflable	Application facile Existe en plusieurs tailles Peut être utilisé pour tous les poids Prématuré et nouveau-né : taille 0 1-6 mois : taille 1 6 mois-2 ans : taille 2 2-10 ans : taille 3 Au-delà de 10 ans : taille 4	Espace mort important surtout chez le nourrisson de très petit poids si taille du masque inadaptée

Filtres

Les filtres sont à usage unique, ils assurent le réchauffement et l'humidification des gaz inspirés et évitent la transmission des germes respiratoires entre les patients. Leur volume (et donc l'espace mort qu'ils génèrent) doit être adapté au poids de l'enfant pour éviter l'hypercapnie.

Ballons

Les ballons doivent être adaptés au volume courant de l'enfant pour éviter toute hyperpression (tailles devant être disponibles 500, 750, 1 000, et 1 500 ml, recommandations de la SFAR), la pression en ventilation contrôlée étant proportionnelle au carré du rayon du ballon *(Tab. 5)*.

Tableau 5 ■ Taille des ballons

Âge	Poids (kg)	Taille (l)
0-1 mois	2-4	0,50-0,75
2 mois-2 ans	4-13	1,00
2-7 ans	13-25	1,50
7-10 ans	25-30	2,00
10-14 ans	30-40	2,00-3,00
Après 14 ans	> 40	3,00

Canules oropharyngées

La taille d'une canule est correcte si son extrémité se projette sur l'angle de la mandibule *(Fig. 10)* quand la collerette est placée au niveau des lèvres. Les tailles disponibles doivent aller de 00 à 4 *(Tab. 6 et Fig. 11)*.



Figure 10 ■ Taille correcte de la canule.



Figure 11 ■ Canules de différentes tailles.

Tableau 6 ■ Taille des canules oropharyngées

Âge	Poids (kg)	Taille
Prématuré	< 2	000
Nouveau-né	2-3	00
1-6 mois	3-7	0
6 mois-2 ans	7-13	1
2-5 ans	13-15	2
5-10 ans	15-30	3
10-14 ans	30-40	3 ou 4
Après 14 ans	> 40	4

Modes ventilatoires

La ventilation a pour objectif d'apporter l'O_2 et d'éliminer le CO_2. En anesthésie, elle permet l'administration et l'élimination des gaz anesthésiques (halogénés et N_2O). Les nouveaux respirateurs d'anesthésie disposent de modes ventilatoires variés qui peuvent être adoptés en anesthésie.

■ VENTILATION SPONTANÉE

Physiologique

La ventilation spontanée (VS) physiologique permet la préoxygénation et l'induction anesthésique aux halogénés ; elle peut être maintenue pendant l'entretien et réapparaît à la phase de réveil. Les variations de pression sont faibles, légèrement négatives à l'inspiration et positives à l'expiration. La fréquence et le volume courant (Vt) dépendent du patient ; sous l'effet des drogues anesthésiques la VS expose à l'hypoventilation.

Pression positive continue (CPAP)

Le maintien d'une faible pression positive pendant tout le cycle de VS (+ 3 à 6 cmH_2O), soit sur le circuit externe par la valve soit sur le circuit machine :
- permet de réduire l'obstruction des voies aériennes supérieures provoquée par les halogénés et particulièrement le sévoflurane ;
- permet d'augmenter la CRF et donc les échanges gazeux alvéolaires ;
- représente le traitement de première intention du laryngospasme.

Aide inspiratoire (AI)

L'aide inspiratoire :
- nécessite le préréglage d'un « déclencheur » (*trigger*) qui fixe le niveau d'effort inspiratoire (en dépression ou plus souvent en débit, de 0,3 à 1 l/m) que doit fournir le patient pour que la machine le détecte et délivre du gaz jusqu'à la pression choisie ;
- accroît le Vt qui varie avec le niveau de pression choisi, l'effort inspiratoire et la compliance du patient ; la fréquence est spontanée (objectif Vt 6 à 10 ml/kg) ;
- est possible avec masque facial (nourrisson < + 10, grand < +15 cmH_2O), masque laryngé et intubation trachéale ;
- évite l'hypoventilation et l'obstruction des voies aériennes ; une pression positive doit être ajoutée en fin d'expiration ;
- est utilisable au réveil, à l'induction et en peropératoire ;
- comporte un risque d'apnée prévenu par une ventilation minimale de sécurité.

■ VENTILATION CONTRÔLÉE

La ventilation contrôlée (VC) permet de suppléer la suppression de la VS du patient anesthésié. Elle impose la mise en place d'une intubation trachéale ou d'un masque laryngé. Elle retentit sur le débit cardiaque et expose à des accidents de surpression (barotraumatisme) ou de surdistension si les pressions d'insufflation ou les volumes insufflés sont excessifs (pneumothorax, emphysème médiastinal, embolie gazeuse, insuffisance cardiaque aiguë, etc.).

Ventilation à volume contrôlé

C'est la modalité classiquement utilisée en anesthésie.

Réglages

– Vt : de 7 à 10 ml/kg.
– Fréquence variable pour $PeTCO_2$ = 35 mmHg.
– I/E = 1/2 normalement, l'augmentation de I diminue la pression d'insufflation (P_{ins}) mais aussi le temps expiratoire.
– PEEP (pression positive en fin d'expiration) : elle augmente la CRF et est particulièrement souhaitable chez le nouveau-né et le nourrisson (+ 3 à 5 cmH_2O) et pour les anesthésies prolongées.

Surveillance

– Pression d'insufflation : elle est limitée par la P_{max} (alarme de sécurité). Lorsque P_{max} est atteinte, le Vt n'est plus délivré intégralement.
– Alarmes de débit ventilatoire insuffisant (P_{max} atteinte, fuites sur le circuit, débranchement...).

Ventilation à pression contrôlée

Quand on peut en disposer, c'est le mode ventilatoire de choix chez le petit enfant (vigilance en cas de chirurgie thoracique) ; on limite le risque de barotraumatisme tandis que, pour une même pression, le Vt est souvent plus important qu'avec la ventilation en volume contrôlé. Certains ventilateurs garantissent un Vt minimal (mode VPCVG).

Réglages

– Pression d'insufflation : d'elle dépend le Vt ; préréglage à 12-15 cmH_2O, à adapter au Vt.
– Fréquence, I/E.
– PEEP : elle augmente la CRF et est particulièrement souhaitable chez le nouveau-né et le nourrisson.

Surveillance +++

– Le volume courant délivré est variable, en relation avec la compliance thoracopulmonaire du patient et la profondeur de l'anesthésie.

– Hypoventilation à fréquence rapide : la fréquence est trop rapide pour former un Vt correct ou permettre une expiration complète : petit Vt, auto-PEEP et hypercapnie.

Ventilation assistée contrôlée intermittente (VACI)

Entre deux cycles imposés (soit en pression, soit en volume contrôlé), le patient peut respirer spontanément ; ces cycles spontanés peuvent bénéficier d'une aide inspiratoire.
La fréquence imposée est habituellement inférieure à celle de la ventilation contrôlée.
Ce mode ventilatoire permet :
– le maintien d'une ventilation spontanée, en imposant un volume minute minimum au patient ;
– une reprise de la ventilation spontanée en diminuant le volume minute du patient par diminution de la fréquence imposée (la $PeTCO_2$ s'élève), tout en assurant une ventilation minimale (élimination du CO_2 et des halogénés) ;
– d'éviter au patient de lutter contre la machine s'il conserve une ventilation spontanée.

Oscillation à haute fréquence

L'oscillation à haute fréquence (OHF) est une technique de ventilation qui peut être utilisée en périopératoire, notamment chez le nouveau-né. Cependant, les respirateurs par OHF ne permettent pas l'administration des gaz anesthésiques (N_2O, halogénés).

Principe

La ventilation par OHF est caractérisée par des mouvements actifs de va-et-vient (oscillations) d'un volume de gaz donné (très faible, inférieur à celui de l'espace mort des voies aériennes), à une fréquence donnée (très élevée). Ces oscillations sont générées par l'action d'une pompe à piston ou la production de vibrations au niveau d'une membrane (du type haut-parleur). Elles sont de forme sinusoïdale, avec une onde « positive » (correspondant au temps inspiratoire) et une onde « négative » (correspondant au temps expiratoire) qui se développent de part et d'autre d'une pression moyenne (assimilée à la pression alvéolaire moyenne ou PAM) qui maintient les alvéoles ouvertes en permanence. Le niveau d'amplitude de ces oscillations détermine un certain volume de gaz ayant oscillé, correspondant au volume courant, et définit le pic-à-pic. La caractéristique principale de ce mode ventilatoire est l'expiration active, permettant une optimisation des échanges gazeux (et, notamment, l'épuration du CO_2 expiré), tout en limitant les volobarotraumatismes et les lésions inflammatoires pulmonaires induites par la ventilation artificielle.

Réglages

– Fréquence : 15 Hz (soit 900 cycles/minute) chez le nouveau-né, pouvant être ramenée entre 13 et 10 Hz chez l'enfant plus grand.
– Débit : entre 5 et 40 l/min selon le type d'appareil d'OHF et il reste fixe en général.
– Rapport I/E : 1/1 ou 50 %.

– Pour agir sur la PaO_2 : FiO_2, PAM débutée entre 8 à 15 cmH_2O (ou supérieure de 2 cmH_2O à la valeur calculée en ventilation conventionnelle) puis adaptée par paliers de 1 en 1, en évitant de dépasser 18 cmH_2O.
– Pour agir sur la $PaCO_2$ pic-à-pic débuté entre 30 et 40 cmH_2O, puis adapté par paliers de 3 en 3, en évitant d'excéder 70 cmH_2O.

Surveillance

– Clinique : contrôle visuel de l'amplitude des vibrations thoraciques et de leur bilatéralité (intérêt de la palpation/inutilité de l'auscultation pulmonaire).
– Paraclinique :
• SpO_2 ;
• le CO_2 expiré n'est pas mesurable, d'où la nécessité de disposer d'un monitorage transcutané du CO_2 ;
• + mesure des gaz du sang ;
• + radiographie thoracique (attention à la surdistension pulmonaire, notamment sous l'effet d'une PAM excessive).

Indications

La ventilation par OHF est indiquée en cas d'hypoxémie et/ou d'hypercapnie réfractaires, résistant à la ventilation artificielle conventionnelle (hypoplasie pulmonaire, HTAP, MMH).
La ventilation par OHF peut être utile lors de certaines chirurgies néonatales thoraciques et digestives (hernie diaphragmatique, atrésie de l'œsophage, défauts de paroi abdominale, malformations pulmonaires, cure de canal artériel...). Son intérêt réside dans la stabilité ventilatoire et hémodynamique qu'elle procure, liée à la très faible amplitude des oscillations, et peut aussi satisfaire les chirurgiens moins gênés qu'avec des cycles ventilatoires conventionnels.

https://www.univers-medecine.com

Intubation difficile

Est considéré comme intubation trachéale difficile un geste qui dure plus de 10 minutes et/ou qui nécessite, selon la SFAR, plus de 2 laryngoscopies (3 selon l'ASA). L'incidence de l'intubation difficile chez l'enfant est mal connue (probablement < 1/1 000 dans la population pédiatrique globale). Dans un travail rétrospectif japonais en 2005 portant sur 13 500 enfants, seuls 4 patients (0,02 %) ont nécessité le changement de technique d'intubation. L'intubation difficile non prévue ou impossible est exceptionnelle chez l'enfant.

■ CRITÈRES PRÉDICTIFS

L'évaluation de la classe de Mallampati n'est pas validée chez l'enfant de moins de 2 ans. La distance thyromentonnière avec la tête en extension doit être inférieure à 15 mm chez le nouveau-né et le nourrisson, et à 35 mm chez l'enfant de 10 ans pour être prédictive d'une intubation difficile. Les anomalies des oreilles et du maxillaire inférieur (microrétrognathie ou rétrognathie) sont souvent associées à une difficulté d'intubation. L'intubation difficile peut être évolutive. Ainsi, dans certaines pathologies (syndrome de Goldenhar ou de Pierre Robin), un enfant dont la trachée a été intubée sans difficulté lors d'une première anesthésie peut s'avérer difficile à intuber quelques mois ou quelques années après et inversement.
Les situations où l'intubation risque d'être difficile ou impossible sont regroupées dans le *tableau 1*. On remarque alors qu'un examen clinique bien mené doit permettre de les prévoir.

Tableau 1 ■ Situations à risque d'intubation difficile ou impossible

Anomalies congénitales	Encéphalocèle Fente vélolabiopalatine bilatérale Micrognatie ou syndrome de Pierre Robin Déformation craniofaciale (Crouzon, Apert) Dysplasie mandibulaire (Treacher Collins, Goldenhar, Cornelia de Lange, Möbius...) Mucopolysaccharidose (Hurler...) Trisomie (macroglossie, luxation C1/C2)
Tumeurs	Dysplasie kystique de la langue Hémangiome de la langue ou du pharynx Tératome
Infections	Abcès pharyngé Épiglottite Angine de Ludwig
Problèmes musculaires ou squelettiques	Ankylose temporomandibulaire Anomalie du rachis cervical Tumeur cervicale
Traumatismes	Traumatisme de la face Brûlures de la face ou des VAS Séquelles de brûlures Corps étranger inhalé

■ CONDUITE À TENIR *(Fig. 1)*

Les recommandations des experts devant une intubation difficile prévue ou imprévue sont les suivantes.

– Faire appel à des compétences additionnelles (anesthésiste formé à la fibroscopie, voire ORL pédiatrique si possible) et répartir les tâches (anesthésie d'une part et intubation d'autre part).
– Développer les compétences pour l'utilisation du matériel d'intubation difficile.
– Être à l'aise avec le matériel de ventilation et d'intubation chez l'enfant normal.
– Maitriser la technique d'intubation fibroscopique.
– Avoir un chariot d'intubation difficile identifié et toujours entreposé au même endroit.
– Avoir un protocole d'intubation difficile spécifique au service.
– Il est obligatoire de vérifier la possibilité de ventiler au masque avant de commencer la sédation.
– Il n'est pas recommandé d'intuber à l'aveugle à travers le masque laryngé.
– Il est recommandé à chaque fois que c'est nécessaire la mise en place rapide du masque laryngé pour ventiler le patient.
– Il est recommandé d'attendre que le patient soit à 100 % de saturation entre deux tentatives d'intubation.
– Il est recommandé de réveiller le patient si possible en cas d'intubation impossible.
– Il est recommandé de limiter à 3 les tentatives de laryngoscopie pour ne pas rendre la ventilation au masque difficile.

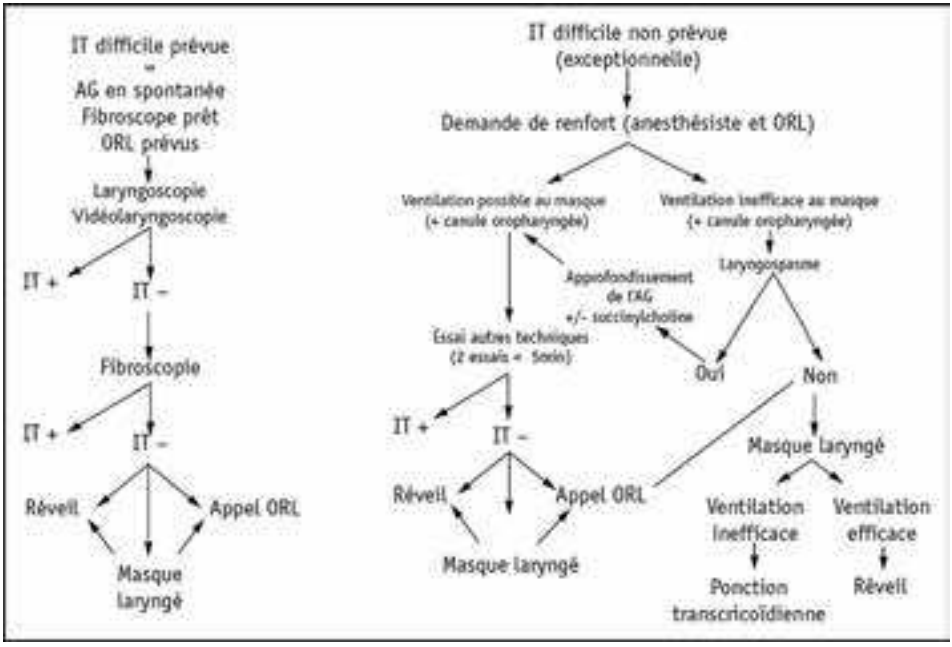


Figure 1 ■ Algorithme d'intubation difficile.

– Il est recommandé d'être très attentif quand on utilise les mandrins rigides.
– Il est recommandé d'envoyer les patients avec risque d'intubation difficile vers les centres spécialisés en anesthésie réanimation pédiatrique.
– Il est obligatoire que tous les praticiens soient formés à la manipulation du fibroscope.
– Il est recommandé de réaliser la fibroscopie chez l'enfant sédaté, anesthésié, en maintenant une ventilation spontanée. L'anesthésie locale seule peut se réaliser chez l'adolescent coopérant.
– Il est recommandé de délivrer un document précisant les raisons d'intubation difficile et le matériel utilisé pour cette intubation.
– L'intubation à l'aveugle chez l'enfant n'est pas recommandée.
– Respecter les conditions optimales de sécurité pour le patient avec un monitorage adapté (SpO_2, $PetCO_2$...).

L'apparition du masque laryngé a modifié et rendu moins agressifs les algorithmes d'intubation difficile chez l'enfant. Il permet de temporiser et de stabiliser les situations difficiles en assurant très souvent une ventilation efficace, ce qui permet de mettre en place la stratégie d'intubation difficile établie auparavant par l'équipe. Le taux de succès d'intubation à l'aveugle à travers le masque laryngé chez l'enfant est très faible de l'ordre de 30 %, l'utilisation d'un fibroscope améliore ce score.

D'une façon générale, en cas d'intubation difficile prévue chez le jeune enfant, la gestion des VAS repose sur la fibroscopie. Pour les enfants de moins de 10 kg, en cas de nécessité d'intubation sous fibroscopie, un intervenant ORL expérimenté est fortement recommandé. En l'absence d'infrastructure pédiatrique, devant une intubation difficile non prévue, le principe de base reste d'être le moins délétère possible, surseoir à l'intervention si possible ou utiliser le masque laryngé qui permet de temporiser.

Ces dernières années de nombreux dispositifs ont été développés pour gérer les situations d'intubation difficile ou impossible. Leur place dans les algorithmes d'intubation difficile n'est pas encore bien déterminée malgré de nombreuses publications.

Techniques sans visualisation glottique

– Le mandrin souple long béquillé plein (Bougie d'Eschmann®) ou creux (Mandrin de Frova®) *(Fig. 2)* permet d'intuber avec un laryngoscope simple ou avec une lame dite de MC Coy® *(Fig. 3)* (extrémité distale de la lame mobile permettant de relever une épiglotte basse) en visualisant très partiellement le larynx.



Figure 2 ■ Mandrin souple long béquillé plein ou creux.



Figure 3 ■ Lame dite de MC Coy®.

– Fastrach® *(Fig. 4)* : permet de ventiler le patient. Il s'agit d'un dispositif qui constitue une bonne alternative à la fibroscopie pour les intubations difficiles non prévues. Ne peut être utilisé que chez l'enfant pesant plus de 30 kg.



Figure 4 ■ Fastrach.

– Combitube *(Fig. 5)* : instrument à double lumière, constitué d'une sonde œsophagienne fermée à l'extrémité distale et munie de perforations au niveau du pharynx accolée à une sonde trachéale classique ouverte des deux extrémités. Le ballonnet oropharyngé sert à obturer les cavités orales et nasales et fixe le Combitube. Le petit ballonnet distal ferme étanchement la lumière de l'œsophage ou de la trachée. Le Combitube est introduit lentement, à l'aveugle, la probabilité qu'il se trouve en position œsophagénne est de 95 %. Il ne peut être utilisé chez le petit enfant qui mesure moins de 1,2 m. Il s'agit plus d'un dispositif de sauvetage en cas d'intubation difficile imprévue.



Figure 5 ■ Combitube.

– Trachlight *(Fig. 6)* : il s'agit d'une technique d'intubation à l'aveugle qui utilise la transillumination. Si l'extrémité du trachlight est face à la glotte, on a une transillumination centrale, symétrique, précise. Si le faisceau de lumière est moins intense, latéralisé ou diffus, le mandrin n'est pas bien positionné. Il existe en taille pédiatrique pour sonde de 4 à 6, nourrisson pour sonde 2.5 à 4.

Techniques avec visualisation glottique

– Fibroscopie *(Fig. 7)* : reste toujours la technique de référence pour l'intubation difficile prévue. L'utilisation du masque de fibroscopie permet de réaliser l'intubation dans de bonnes conditions d'oxygénation.

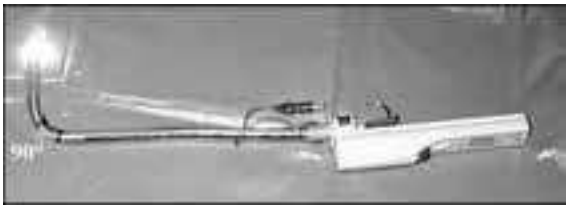


Figure 6 ■ Trachlight.



Figure 7 ■ Fibroscopie à travers un masque.

– Les vidéolaryngoscopes :

• Airtraq® *(Fig. 8)* : est un laryngoscope à usage unique avec canal latéral. Sa courbe épouse parfaitement l'anatomie de la cavité orale et du pharynx. Son insertion ne nécessite pas de mettre le cou en hyper extension. Il existe en sept tailles permettant d'intuber avec des sondes de diamètre externe entre 2 et 8,5 mm. L'ouverture de bouche minimum exigée est de 12,5 mm pour les tailles de sonde d'intubation inférieur à 5. Le taux de succès pour les intubations difficiles est très important, l'apprentissage est rapide.



Figure 8 ■ Airtraq.

• Glidescope® AVL *(Fig. 9)* : se présente sous forme d'un écran avec un câble de lumière froide relié à une lame. En raison de sa courbe plus morphologique, le

Glidescope permet une bonne visualisation laryngée même dans les conditions d'intubation difficile. Il est disponible en version usage unique ou multiple. Il existe quatre tailles pédiatriques permettant l'intubation chez le prématuré et les plus grands enfants. La visualisation sur écran à haute définition et la possibilité d'enregistrer en font un outil intéressant pour l'enseignement et la formation.



Figure 9 ■ Glidescope® AVL.

- Le glottiscope McGrath® *(Fig. 10)* est compact. Il possède un manche ergonomique qui contient une pile standard et toute l'électronique. L'écran orientable est fixé latéralement au sommet du manche. Le support de lame est amovible est constitué d'une pièce métallique incurvée contenant la fibre optique et le système d'illumination. Il est de taille variable ajustable en un simple clic. La lame plastique à usage unique se fixe et s'extrait du support de lame très simplement. Ce dispositif permet d'intuber les enfants de plus de 15 kg.

Même si la littérature médicale semble démontrer que le glottiscope McGrath® est simple à utiliser dans les situations compliquée, une expertise dans la laryngoscopie directe est nécessaire. De même, sa performance en termes de durée d'intubation nécessite l'apprentissage de la manœuvre de guidage de la sonde d'intubation vers la trachée comme pour l'Airtraq®.



Figure 10 ■ Glottiscope McGrath®.

• Pentax AWS® *(Fig. 11)* est un système vidéolaryngoscope souple sur lequel s'adapte une lame rigide qui sert à examiner et visualiser les voies aériennes supérieures. Il permet le positionnement d'un tube endotrachéal en utilisant une rainure de guidage. Il projette, pendant toute la durée de l'intubation trachéale, les images sur un écran relié à cet instrument, renforçant la souplesse et la précision de l'opération.
Comme pour les autres vidéolaryngoscopes, une meilleure vision glottique est obtenue avec ce dispositif dans les conditions d'intubation simple et difficiles.



Figure 11 ■ Pentax AWS®.

■ CHARIOT D'INTUBATION DIFFICILE

La SFAR recommande la présence d'un chariot regroupant le matériel utile pour une intubation difficile à proximité de tout site d'anesthésie. Son emplacement doit être connu de tous et clairement identifié. Sa composition doit être établie par l'ensemble de l'équipe d'anesthésie en fonction du type de patient (nouveau-né, nourrisson, enfant, urgences), du type de chirurgie et des compétences et pratiques des membres de l'équipe. La vérification régulière du matériel est indispensable.
Deux listes de techniques, l'une minimale, recommandée par la SFAR, et l'autre plus complète, intégrant des nouveaux dispositifs comme le Fastrach®, permettent à l'anesthésiste de faire face à la plupart des situations cliniques *(Tab. 2)*.

Tableau 2 ■ Listes techniques

Liste minimale (recommandée par la SFAR)	Liste complète
• Laryngoscope à lame droite • Guides malléables • Masque laryngé • Oxygénation transtrachéale • Intubation rétrograde	• Laryngoscope à lame droite • Guides malléables • Guide lumineux (Trachlight®) • Airtraq • Glidescope • McGrath • Masque laryngé • Fastrach® (enfant de plus 30 kg) • Oxygénation transtrachéale • Intubation rétrograde • Fibroscope souple bronchique

■ COMPTE RENDU D'INTUBATION DIFFICILE

Il est obligatoire de remettre à la famille un document précisant la survenue d'une intubation difficile et ses causes, les moyens utilisés pour y faire face et les coordonnées de l'anesthésiste qui a été confronté au problème.

Complications respiratoires périopératoires

Les complications respiratoires périopératoires de l'enfant sont plus fréquentes en cas d'hyperréactivité des voies aériennes supérieures (épisode infectieux récent, bronchodysplasie de l'ancien prématuré, antécédents de trachéomalacie, de reflux gastro-œsophagien, tabagisme passif...) et donc, chez le nourrisson.

L'utilisation des simulateurs d'anesthésie pour apprendre à gérer ces situations rares et stressantes pourrait contribuer à diminuer leur fréquence et surtout à réduire leurs conséquences.

■ LARYNGOSPASME

Clinique

C'est une fermeture partielle ou totale des cordes vocales qui peut survenir à tout moment de l'anesthésie mais surtout à l'induction et au réveil. Le laryngospasme est en général dû à une stimulation réalisée pendant un stade intermédiaire de l'anesthésie (stade II) : stimulation douloureuse (piqûre, mobilisation d'une fracture...), stimulation laryngée par des sécrétions, un reflux acide, efforts respiratoires sur obstruction mécanique... Il peut récidiver au cours d'une même anesthésie. L'enfant, souvent âgé de moins de 1 an, fait des efforts inspiratoires mais cyanose rapidement et sa SpO_2 chute dramatiquement. Il existe un tirage intercostal, une dépression sus-sternale très évocatrice et une respiration paradoxale (dépression inspiratoire du thorax).

Traitement

Le traitement consiste soit à stimuler l'enfant en phase de réveil (manœuvre de Pierre Marie et Foix, qui libère les VAS), soit à approfondir l'anesthésie ; en dernier recours, la curarisation lève le spasme laryngé.

Dans tous les cas, on administre l'O_2 en pression positive (CPAP), en luxant la mandibule en avant et, si cela ne suffit pas, en mettant en place une canule oropharyngée. La ventilation au masque provoque souvent une distension gastrique.

La prévention consiste à éviter tout stimulus en période d'anesthésie intermédiaire. L'extubation ne doit se faire que si l'enfant est parfaitement réveillé ou en anesthésie profonde. La toux n'est pas un critère de réveil.

Après un laryngospasme peut se développer un œdème pulmonaire lésionnel, dit *a vacuo,* surtout chez les enfants plus grands (expectorations mousseuses rosées, désaturation, polypnée superficielle en SSPI).

■ BRONCHOSPASME

Le bronchospasme est redoutable mais heureusement plus rare. Les circonstances qui le déclenchent peuvent être les mêmes que pour le laryngospasme ; l'asthme est un terrain favorisant et le bronchospasme peut aussi être la manifestation d'une allergie aiguë ou d'une inhalation. Certains halogénés (desflurane) sont plus irritants que d'autres, même si tous sont bronchodilatateurs.

Clinique

Le bronchospasme se manifeste comme une crise d'asthme en ventilation spontanée. En ventilation contrôlée, les résistances augmentent, les pressions d'insufflation s'élèvent, le Vt diminue et le capnogramme est modifié. Hypotension artérielle et hypoxémie traduisent la gravité et peuvent précéder bradycardie et arrêt circulatoire. À l'auscultation, les sibilances évocatrices peuvent manquer si la bronchoconstriction est majeure avec parfois absence de CO_2 expiré.

Traitement

Le traitement consiste en l'éviction d'une cause possible, l'oxygénation (FiO_2 100 %) et, éventuellement, l'intubation trachéale, l'approfondissement de l'anesthésie, l'administration de β_2-mimétiques (salbutamol) d'abord en aérosol puis, si nécessaire, en intraveineux (bolus de 5 µg/kg puis perfusion de 1 à 5 µg/kg/min). Il faut diminuer la fréquence du respirateur pour allonger la durée de l'expiration. Si le bronchospasme persiste, il faut recourir à l'adrénaline intratrachéale (de 10 à 30 µg/kg) et/ou intraveineuse (0,1 µg/kg/min). Les corticoïdes pourraient jouer un rôle sur la composante tardive du bronchospasme allergique.
La levée du bronchospasme peut être progressive (intérêt de la surveillance des boucles de pression inspiratoire/débit sur les moniteurs des respirateurs).

■ PNEUMOTHORAX

Le pneumothorax mime un bronchospasme qu'il peut d'ailleurs compliquer. Il existe habituellement un facteur de risque : bulle d'emphysème, traumatisme thoracique, ponction à risque pleural (ponction veineuse, bloc...). Il faut savoir l'évoquer. Le diagnostic est radiologique. Le traitement repose sur la ponction pleurale et le drainage.

■ ŒDÈME LARYNGÉ

L'œdème laryngé sous-glottique est une complication de l'intubation trachéale, il est souvent dû à l'utilisation d'une sonde de diamètre inapproprié. Il siège fréquemment au niveau du cricoïde. Celui-ci est annulaire, non distensible et il constitue la partie la plus étroite du larynx de l'enfant qui est en forme de cône. L'obstacle est mal toléré chez les petits enfants car les résistances s'élèvent très vite quand le rayon de la

trachée diminue. Un œdème laryngé de 1 mm peut multiplier les résistances par un facteur 15.
Il se manifeste dans les 4 premières heures post-extubation par un stridor, une dyspnée inspiratoire avec tirage. Le traitement associe oxygène humidifié et adrénaline en aérosol (5 mg dans 4 ml de sérum physiologique si < 1 an et 10 mg au-delà). Il est classique d'associer une corticothérapie dont l'action est au mieux différée. S'il faut réintuber l'enfant, il faut choisir une sonde de calibre inférieur.

■ PAUSES RESPIRATOIRES

Les pauses respiratoires (physiologiques si < 10 secondes) s'observent chez les nouveau-nés souvent anciens prématurés et elles peuvent être majorées par l'anesthésie. Le pic de fréquence se situe vers 42-44 SPC mais les apnées s'observent jusqu'à 60 SPC. Elles durent parfois plus de 15 secondes et peuvent s'accompagner de bradycardie et d'une diminution de la SpO_2 avec cyanose.
Le risque est accentué par l'anémie, l'hypothermie, les anesthésiques généraux et les antécédents de syndrome apnée-bradycardie. Il justifie une surveillance respiratoire postopératoire pendant 24 heures, contre-indique l'anesthésie ambulatoire de l'enfant de moins de 6 mois (3 ou 4 mois pour certains) et doit faire préférer une anesthésie locorégionale sans anesthésie générale quand cela est possible.
Le citrate de caféine (20 mg/kg) en IVL a un effet préventif, voire curatif.

Partie 5

Évaluation préopératoire et anesthésie ambulatoire

Consultation d'anesthésie en pédiatrie

■ MENTIONS LÉGALES

La consultation d'anesthésie est une obligation légale (décret du 5 décembre 1994) ; elle doit avoir lieu plusieurs jours avant l'intervention et ne dispense pas de la visite préanesthésique obligatoire le jour ou la veille de l'intervention. Selon l'ADARPEF : « Il appartient au médecin de donner des informations adaptées (sur les gestes, risques, pronostic...) à l'enfant et ses parents ; le praticien peut avoir à faire la preuve que cette information a bien été donnée (arrêt de la Cour de cassation du 25 février 1997) ; un document type a été élaboré par l'ADARPEF et validé par la SFAR le 28 septembre 1999 (www.adarpef.org). L'information sur les techniques anesthésiques (bénéfices/risques) est légalement attestée par la signature de l'autorisation de soins du/des titulaires de l'autorité parentale. En cas d'impossibilité de joindre les parents, une anesthésie peut être effectuée en urgence après en avoir avisé le directeur administratif et le Procureur de la République ».

■ ÉVALUATION DU RISQUE

Ancien prématuré

L'interrogatoire, précis, porte sur le degré de prématurité, la durée d'hospitalisation en réanimation néonatale, le nombre de jours de ventilation, la survenue de complications (maladie des membranes hyalines, bronchodysplasies, laryngomalacie ou trachéomalacie, hémorragies ventriculaires avec séquelles neurologiques, apnées prolongées, etc.), l'alimentation (type, rythme) et les traitements en cours. Le risque principal est celui d'apnées périopératoires, risque d'autant plus grand que l'enfant est plus prématuré (risque majeur avant 44 semaines d'âge postconceptionnel mais persistant jusqu'à 60 semaines), qu'il est anémique et qu'il reçoit des morphiniques (préférer l'anesthésie locorégionale). Dans tous les cas :
– jamais d'ambulatoire (24 heures de surveillance avec cardioscope, SpO_2 et FR) ;
– toujours en centre spécialisé pédiatrique ;
– si possible différer la chirurgie au-delà de 60 SPC ;
– jamais de prémédication.

Nouveau-né et nourrisson

L'interrogatoire s'attardera sur les antécédents familiaux (maladies génétiques, en particulier myopathie, hémophilie), le terrain atopique, la notion d'accident d'anesthésie

inexpliqué, l'environnement (tabagisme parental), le type d'alimentation (lait maternel ou artificiel, nombre de tétées journalières), d'éventuels problèmes récurrents (RGO ++, bronchiolites...).

Enfant enrhumé

Il faut repousser l'intervention en cas :
– d'hyperthermie supérieure à 38 °C ;
– d'auscultation pulmonaire anormale ;
– de pathologie intercurrente ;
– d'intervention prolongée.

Le risque principal est l'hyperréactivité bronchique avec risque de laryngospasme ou de bronchospasme, les surinfections bronchopulmonaires et les atélectasies postopératoires, les œdèmes laryngés. Il faut alors reporter l'intervention d'au moins 3 semaines et ne pas récuser les rhinites claires non compliquées (voir la fiche « Anesthésie de l'enfant "enrhumé" »).

Découverte d'un souffle cardiaque

La découverte d'un souffle cardiaque, souvent asymptomatique chez l'enfant de plus de 2 ans, ne doit pas conduire systématiquement chez le cardiologue. L'examen doit être corrélé à l'interrogatoire (dyspnée, cyanose, malaises au cours d'un effort...) pour décider d'examens complémentaires. On sera particulièrement attentif à un souffle chez le nourrisson de moins de 1 an, surtout s'il est associé à un retard staturopondéral et/ou à une prise laborieuse des biberons. La prise de tension artérielle n'est pas systématique avant la puberté, en dehors d'un contexte pathologique particulier (insuffisance rénale, maladies cardiovasculaires, maladies métaboliques...).
La découverte d'un souffle cardiaque dans le cadre de la consultation d'anesthésie chez l'enfant est un problème fréquent. La présence d'un souffle cardiaque peut toucher 30 % des enfants en âge scolaire. La question est de savoir s'il s'agit d'un souffle anorganique, ou s'il existe une anomalie pouvant imposer des précautions particulières lors de l'anesthésie.
L'auscultation doit être réalisée en 8 points : foyers aortique, pulmonaire, tricuspide et mitral, mais aussi sous-claviculaire gauche (pour un canal artériel persistant), dorsal (pour une coarctation aortique), ombilical (pour l'aorte et les artères rénales) et cérébral (fontanelle pour les malformations artérioveineuses). Certaines éléments caractérisent le souffle anorganique, (ou souffle fonctionnel, innocent, de croissance ou bénin). Il est le plus souvent systolique, peu intense (1/6 à 2/6), court, sans irradiation et sans anomalies associées (B2 claqué, roulement diastolique). Il diminue en position debout et en inspiration.
L'interrogatoire est capital à la recherche d'antécédents et la notion d'un souffle inconnu jusqu'à ce jour oriente vers son caractère anorganique. Il peut être majoré par la tachycardie le stress, une anémie ou un état fébrile. La symétrie des pouls radiaux et fémoraux, chez le nourrisson, une TA normale (inférieure à 10 chez l'enfant de mois de 10 ans), l'absence de dyspnée ou d'hépatomégalie oriente vers le caractère anorganique du souffle.

Sur le plan anatomique, le souffle bénin peut correspondre à une accélération du flux dans l'aorte ascendante, une turbulence sur une branche pulmonaire, à la présence d'un faux tendon dans le ventricule gauche.
Tout souffle franc, isolé ou associé à de signes orientant vers une pathologie cardiaque doit faire demander en pré opératoire une échographie et un ECG. Peu de pathologies découvertes lors du bilan anesthésique sont gênantes. Cependant, même si la présence d'une CIA ou d'un foramen ovale perméable ne contre-indique pas une anesthésie, elle peut entraîner une désaturation en cas d'inversion du shunt. La présence d'une dysplasie mitrale avec insuffisance impose la prévention de l'endocardite infectieuse uniquement en cas de geste potentiellement infectant (buccodentaire), avec administration de 40 mg/kg d'amoxicilline. La présence d'une sténose sus valvulaire aortique peut entraîner une anomalie de la perfusion coronaire en cas de chute tensionelle péranesthésique. Une myocardiopathie hypertrophique peut favoriser un trouble du rythme.

Recherche d'un trouble de la coagulation sanguine

Le trouble de la coagulation sanguine se manifeste par des hématomes faciles, des épistaxis prolongés, une hémorragie prolongée après un traumatisme, une chute dentaire ou une intervention... En l'absence d'antécédents exploitables (enfant de moins de 1 an ou avant l'âge de la marche), un bilan biologique est recommandé en cas de risque hémorragique de la chirurgie.

Intubation difficile

En dehors de maladies ou syndromes au cours desquels elle est attendue (Pierre Robin, mucopolysaccharidoses, nanisme), il existe peu de critères prédictifs de l'intubation difficile chez l'enfant. Le rétrognathisme ou un faciès particulier doit être retenu dans la prise en charge.

Enfant psychologiquement instable

Les enfants très anxieux, agités, hyperactifs ou prostrés devront faire l'objet d'une attention particulière : explications détaillées, hospitalisation ambulatoire prioritaire, prémédication adaptée, parents en salle de réveil...

Traitements et vaccinations

Les principaux traitements rencontrés en pédiatrie et pouvant interférer avec l'anesthésie sont :
– les anticomitiaux, à poursuivre ;
– les tricycliques (parfois donné dans l'énurésie), à arrêter 48 heures avant l'anesthésie ;
– les inhibiteurs de l'enzyme de conversion (IEC), à voir avec le cardiologue, selon l'indication.
Les vaccinations sont à éviter en période périopératoire : pratiqué quelques jours avant l'anesthésie, le vaccin peut entraîner une hyperthermie gênante pour l'intervention. Il

est préférable de différer une intervention de 3 jours aprés vaccination par toxine ou organisme tué et de 20 jours par organisme vivant ou atténué. De plus, l'anesthésie et le geste opératoire pourrait provoquer une certaine immunodépression contre-indiquant une vaccination postopératoire immédiate.

Réseau veineux

Il convient de rechercher des difficultés de ponction veineuse, d'éviter la veine du côté du doigt sucé...

Denture

Il faut rechercher une dent de lait instable, une dent cassée ou fragilisée par un traumatisme.

Examen du rachis

Il faut recherche d'une fossette sacrococcygienne qui, si elle est accompagnée de signes de dysraphisme, nécessitera une échographie ± IRM préalable à une éventuelle anesthésie caudale.

Tonus musculaire

L'enfant « normal » tient sa tête à 3 mois, tient assis entre 6 et 10 mois et marche entre 12 et 18 mois. Il faut rechercher une hypertrophie du mollet évocatrice d'une myopathie.

Inspection cutanée

Cette inspection dépistera une pâleur excessive (anémie), mais également des ecchymoses anormales qui évoqueront une anomalie de la crase sanguine (hémophilie, maladie de von Willebrand, hémopathie ++).

Demande d'examens complémentaires

Radiographie thoracique et ECG

Non demandés en pratique courante, la radiographie et l'ECG peuvent être cependant nécessaires dans certaines pathologies.

Ionogramme sanguin

Il sera pratiqué seulement dans certaines pathologies (insuffisance rénale, hyperplasie surrénale congénitale...) ou en situation d'urgence si l'on suspecte une déshydratation (péritonite, vomissements prolongés du type sténose du pylore).

Hémogramme, plaquettes

Cet examen permet de dépister une anémie, une infection, un terrain allergique, une thrombopénie... Il est indispensable avant une chirurgie lourde et potentiellement hémorragique.

Groupage et ACI

Cet examen est essentiellement demandé en cas de risque hémorragique. Il doit résulter de deux prélèvements distincts (le 2e prélèvement peut se faire après l'induction anesthésique pour éviter deux ponctions). Le phénotype Rh Kell doit être systématiquement déterminé chez la fille. Si l'enfant a moins de 3 mois, le groupage doit s'accompagner de celui de la mère de façon à respecter les règles de compatibilité transfusionnelle propres à cet âge (voir la fiche « Remplissage vasculaire »). Les anticorps irréguliers (ACI) sont valables 21 jours chez un enfant qui n'a jamais été transfusé (à noter que le groupage sanguin « définitif » doit être réalisé après l'âge de 6 mois).

Hémostase

Il s'agit essentiellement du TCA, le TP et le fibrinogène étant rarement perturbés. Le temps de saignement (TS) n'est pas demandé en pratique courante chez l'enfant du fait de son manque de fiabilité. Ce bilan doit être systématique avant l'âge de la marche (ou avant 2 ans pour être plus sûr), si l'on prévoit une ALR neuraxiale ou profonde, si l'hémostase n'est pas possible (végétations, ponctions profondes...), si l'interrogatoire est peu fiable et si la chirurgie présente un risque hémorragique important. En ce qui concerne l'amygdalectomie, le bilan d'hémostase n'est pas nécessaire au-delà de 3 ans si l'interrogatoire est normal (conférence de consensus SFAR/ADARPEF d'octobre 2006).

Divers

D'autres examens peuvent être préconisés comme le dosage des CPK chez l'enfant suspect de myopathie, une électrophorèse de l'hémoglobine ou un dosage de ferritine en cas d'anémie non documentée, CBU avant chirurgie urologique...

■ PRÉPARATION À L'INTERVENTION

Choix de la technique anesthésique et de l'analgésie postopératoire

Les différentes techniques anesthésiques seront abordées et expliquées aux parents et à l'enfant dès l'âge de 3 ans. Le choix de l'induction IV ou inhalatoire sera discuté avec l'enfant. De même, on parlera des techniques d'analgésie postopératoire (PCA, PCEA) et on peut remettre à l'enfant le livret *Je vais me faire opérer* de l'association SPARADRAP.

Évaluation de la possibilité d'une hospitalisation ambulatoire

Le jeûne préopératoire doit être très clairement expliqué aux parents avec les risques liés à son non-respect. Sa durée, en dehors du contexte d'urgence, est de :
– 2 heures pour les liquides clairs (eau, jus de pomme...) ;
– 4 heures pour le lait maternel ;
– 6 heures pour le lait artificiel et les repas légers ;

– 8 heures pour les gros repas.
Attention ! Le nouveau-né et le petit nourrisson jusqu'à 6 mois tolèrent très mal le jeûne et il est prudent de prévoir une perfusion en cas de jeûne supérieur à 6 heures.

Choix de la prémédication (cf. chapitre)

Bien que controversée, la prémédication bien faite apporte un confort certain pour l'induction anesthésique. Elle n'est généralement pas pratiquée avant l'âge de 6 mois et jamais chez le prématuré.

■ CONCLUSION

Relativement plus simple que celle de l'adulte en raison de terrains généralement moins débilités, la consultation d'anesthésie pédiatrique (*cf. encadré*) doit rester un moment de rencontre privilégié entre l'anesthésiste, l'enfant et ses parents, permettant la mise en confiance de l'enfant ainsi que l'information et la responsabilisation des parents et, par conséquent, la meilleure prise en charge de l'enfant opéré.

Exemple de bilan préopératoire

Bilan :
– standard = bilan de coagulation + hémogramme ;
– individualisé. Il comporte les examens jugés nécessaires soit pour la chirurgie, soit en raison des antécédents ou de la maladie, c'est-à-dire groupe sanguin, ACI (valable 3 semaines en l'absence d'antécédent transfusionnel), ionogramme, ECBU, radiographie thoracique, etc.

Le bilan standard (et plus si nécessaire) est recommandé
– pour les enfants de moins de 2 ans et chirurgie hémorragique ;
– si une anesthésie caudale ou médullaire ou plexique profonde est prévue.

Mais le bilan standard est inutile si :
– l'enfant a déjà été opéré sans complications ;
– si un premier bilan est disponible dans le dossier pour un enfant de moins de 2 ans ;
– en l'absence de maladie ou de traitement pouvant interférer ;
– et si aucun item n'est positif parmi la liste suivante :
• hématome, hémarthroses ou ecchymoses anormales par leur taille et leur caractère « spontané » ;
• saignement anormalement prolongé lors de coupure, griffure... ;
• saignements anormaux : hématurie, épistaxis prolongée, chute des dents de lait, lors d'intervention banale (circoncision rituelle...);
• antécédents familiaux d'hémophilie, de maladie de von Willebrand, de maladie thrombogène (protéine C, S...), de maladie plaquettaire.
Préciser alors, dans la fiche de consultation, en toutes lettres : « Aucun item de coagulopathie clinique ».

Anesthésie pour un acte ambulatoire en hospitalisation de jour

■ DÉFINITION

La prise en charge ambulatoire permet de réaliser une anesthésie et une intervention radiologique, endoscopique ou chirurgicale en une seule journée d'hospitalisation. Elle résulte d'un accord entre opérateur, anesthésiste et parents, qui peut être rompu à tout moment par l'une ou l'autre partie pour assurer la sécurité et le confort de l'enfant.

■ Types d'interventions

Caractéristiques

Il s'agit d'une intervention sans risque hémorragique, dépourvue de risque postopératoire, peu ou pas douloureuse en postopératoire, ne portant pas sur les viscères et ne retentissant pas sur les grandes fonctions.

Exemples

Peuvent être réalisés en ambulatoire un IRM ou un scanner sous anesthésie générale, une endoscopie œsogastrique simple ou laryngo-trachéo-bronchique, une cystoscopie, une chirurgie inguinoscrotale ou prépuciale, une chirurgie cutanée superficielle peu étendue, une arthroscopie, une réduction orthopédique de fracture, une ablation de matériel d'ostéosynthèse, une adénoïdectomie, une amygdalectomie, une pose d'aérateur transtympanique...

■ CONDITIONS

Accord des parents

Il faut obtenir l'accord des parents qui doivent comprendre et parler le français, et vivre dans des conditions médicosociales compatibles avec l'intervention (hygiène, surpopulation...). Ils doivent pouvoir revenir facilement dans l'établissement de soins en cas de nécessité : domicile ou hébergement à distance raisonnable, avoir un véhicule et un téléphone à leur disposition.
Deux adultes doivent pouvoir être disponibles pour le retour à domicile pour les enfants de moins de 10 ans (celui qui accompagne l'enfant n'est pas celui qui conduit le véhicule).

Enfant

L'enfant doit être :
– âgé de plus de 3 mois (certaines équipes acceptent une limite plus basse). En effet, il existe un risque de pause respiratoire avec désaturation oxygénée et bradycardie dans les 12 heures qui suivent l'anesthésie lorsque l'âge est inférieur à 44 SPC et ce risque persisterait jusqu'à 60 SPC chez les anciens grands prématurés ;
– ASA 1 ou 2. Au-delà, on peut discuter au cas par cas si la pathologie est bien stabilisée ou à risque d'infection nosocomiale (leucémie...), et selon l'intervention.

Structure

Il faut disposer d'une structure permettant de faire face à tout moment à une complication médicochirurgicale postopératoire imprévue, à une réhospitalisation, à une demande de prise en charge de douleur ou de nausées-vomissements. Les parents doivent disposer des coordonnées téléphoniques du service où il sera possible de référer à des médecins joignables.

■ CRITÈRES DE SORTIE

Clinique

La surveillance dure classiquement plusieurs heures après l'anesthésie avec un temps de passage obligatoire en SSPI.
Les critères de sortie sont les suivants :
– vigilance normale ;
– reprise d'une activité ludique ;
– alimentation sans nausées ni vomissements ;
– apyrexie ;
– stabilité cardiovasculaire et respiratoire ;
– absence de douleur postopératoire majeure ;
– absence de problèmes locaux, sauf avis de l'opérateur ;
– reprise de mictions normales (pour la chirurgie urologique) ;
– lever sans problème moteur ni malaise orthostatique.

Ordonnance de sortie

Idéalement l'ordonnance d'antalgiques est donnée aux parents dès la consultation préopératoire, avec des conseils pour le retour à domicile (alimentation, analgésie, repos...).

Autorisation de sortie

L'autorisation de sortie est obligatoirement signée par un médecin, souvent par l'opérateur et un anesthésiste-réanimateur en fonction du règlement intérieur de l'unité. En cas de sortie différée (parents/patient informés lors de la consultation d'anesthésie), la structure médicale doit disposer de moyens de surveillance jusqu'au lendemain. Après le retour à domicile, un anesthésiste-réanimateur et un opérateur doivent pouvoir être joints en cas de problème éventuel.

Prémédication chez l'enfant

■ ANXIÉTÉ PEROPÉRATIVE CHEZ L'ENFANT

La période périanesthésique est marquée par une anxiété importante et un stress significatif, plus particulièrement au moment de la séparation avec les parents et lors de la pose du masque d'anesthésie pour l'induction par voie inhalatoire (gaz d'anesthésie). Les adolescents sont aussi susceptibles de présenter des troubles anxieux dans ce contexte.
Une particularité de l'anesthésie pédiatrique est que l'induction intraveineuse de l'anesthésie est rare, car on rencontre peu d'enfant déjà porteur d'un accès veineux. Pour le confort de l'enfant, en particulier pour lui éviter une ponction veineuse qui peut être douloureuse à l'état vigile, l'induction de l'anesthésie se passe souvent par voie inhalatoire.

Conséquences psychologiques de l'anxiété peropératoire chez l'enfant

L'anxiété périanesthésique (pré-, per- et postanesthésique) peut induire des troubles anxieux postopératoires entre 30 % et 50 % des enfants, qui se manifestent sous forme d'agitation au réveil, de troubles de l'adaptation ou du comportement à type notamment d'énurésie nocturne, d'hyperactivité, de cauchemars, de troubles de l'endormissement (près de 12 %), de troubles alimentaires (près de 10 %) ou d'angoisse de séparation.
Concernant l'agitation au réveil, Kain *et al.* ont montré qu'elle était directement corrélée au niveau d'anxiété préopératoire et ne pouvait pas être évitée par une prémédication médicamenteuse selon une méta-analyse récente.

Prise en charge par des moyens de prévention médicamenteux

De nombreux travaux ont tenté de trouver une solution pour gérer la problématique de l'anxiété périanesthésique. Actuellement, le moyen le plus utilisé est une prévention médicamenteuse à visée sédative et anxiolytique, utilisée pour faciliter la séparation avec les parents et augmenter la tolérance lors de la pose du masque d'anesthésie. Un des effets recherchés avec certaines classes de médicaments (benzodiazépines) est leur capacité amnésiante (rétrograde). La plupart des centres pédiatriques utilise principalement l'Hypnovel® (midazolam) ou le Catapressan® (clonidine), parfois l'Atarax® (hydroxyzine) pour réaliser cette anxiolyse médicamenteuse.

Midazolam

Benzodiazépine de courte durée d'action, très lipophile à pH physiologique, dont la biodisponibilité orale est bonne et qui présente un délai d'action très court. Il induit

un effet amnésiant dès la 10e minute et une sédation après 20 minutes, pour des doses de 0,3 mg/kg (dose maximum 10 mg). Il est utilisé depuis de nombreuses années en anesthésie pédiatrique, car ses propriétés sédatives et anxiolytiques permettent d'obtenir une induction anesthésique de meilleure qualité comparée à un placebo. Il est également plus efficace que la présence des parents pour calmer l'enfant au moment de l'induction et augmente la compliance lors de l'application du masque facial.
La voie intrarectale peut être utilisée chez le jeune enfant, avec une biodisponibilité variable.
Les effets parfois paradoxaux du midazolam (agitation intense) et les troubles du comportement parfois rencontrés rendent son utilisation plus contestable actuellement.

Clonidine

Médicament à action centrale (cérébrale), diminuant le tonus sympathique général, agissant sur l'état d'éveil et la fréquence cardiaque ou la tension. Il y a également une action sur les voies de contrôle de la douleur, induisant un effet antalgique d'origine central.
La clonidine est une molécule utilisée en prémédication depuis 1993, elle semble posséder nombre de propriétés recherchées par les anesthésistes pédiatres : sédation de bonne qualité, facilitation de la séparation avec les parents et amélioration de l'acceptation du masque facial. Sa biodisponibilité est excellente tant par voie orale que rectale et un dosage de 2 à 4 µg/kg est suffisante pour entraîner une sédation sans effets secondaires hémodynamiques délétères.
Elle n'entraîne pas d'amnésie postopératoire.

Prise en charge par des moyens de prévention non médicamenteux

Des moyens alternatifs de distraction, non médicamenteux, ont été évalués, tels que la présence des parents lors de l'induction, la distraction par des clowns, l'hypnose ou l'utilisation de jeux vidéo. Ces différentes études rapportent une efficacité en réduisant l'anxiété préopératoire par rapport à une prémédication médicamenteuse. En fonction de la technique utilisée, cette réduction d'anxiété est observée à différents temps de la phase préopératoire (séparation, induction).
À ce sujet, l'évolution technique est telle que sont apparus récemment sur le marché des appareils petits et légers type tablette numérique, permettant une utilisation au chevet du patient, avec des programmes adaptés aux différentes tranches d'âge.

Principes de la récupération rapide après chirurgie

La récupération rapide des patients après chirurgie (RRAC), également appelée réhabilitation précoce, *Fast Track Surgery*, vise la reprise d'une autonomie active et complète du patient, le plus rapidement possible après sa chirurgie, Une méta-analyse d'essais randomisés contrôlés a prouvé qu'elle réduit de 30 % la durée de séjour et de 50 % les complications périopératoires pour la chirurgie colorectale chez l'adulte.

La RRAC a pour principal objectif la réduction de la morbidité postopératoire en réduisant au maximum l'impact physiologique de la chirurgie sur le patient et de ce fait la durée d'hospitalisation.

Les avantages de la RRAC sont aujourd'hui bien démontrés par la littérature pour plusieurs types de chirurgie chez l'adulte (notamment les chirurgies digestive, urologique, orthopédique) et chez l'enfant (chirurgie cardiaque malformative, chirurgie malformative urologique, chirurgie colique). Elle reste encore confidentielle en France chez l'enfant. Récemment, une volonté de mettre en place des programmes de réhabilitation précoce en pédiatrie a vu le jour, encouragée par des incitations financières.

Le premier aspect de la RRAC est l'implication directe du patient dans les soins, Il reçoit une information beaucoup plus approfondie sur les différents temps du traitement. Il connaît et accepte les objectifs que se fixe avec lui l'équipe médicochirurgicale. Un autre aspect de la RRAC est la notion de pluridisciplinarité de la prise en charge, au-delà du binôme habituel chirurgien-anesthésiste, il associe le personnel infirmier, les kinésithérapeutes, les diététiciens, les médecins et infirmières de ville, etc.

Chez l'enfant, l'implication de la famille dans le projet est indispensable pour permettre un retour rapide au domicile, L'information détaillée de toutes les étapes de la procédure chirurgicale permet souvent d'apporter une réponse à l'inquiétude des parents au moment de la sortie de l'hôpital.

Chacun des acteurs de la RRAC va apporter son expertise de façon coordonnée pour atteindre les objectifs fixés et communiquer pour ajuster la prise en charge si besoin. Cette pluridisciplinarité se trouve formalisée sous forme de protocoles de soins (ou chemin clinique) rigoureux écrits et validés par tous les acteurs, leur exécution est régulièrement évaluée.

Concrètement, la RRAC repose sur une combinaison de mesures simples et facilement acceptés par tous: jeûne préopératoire limité (réduit le catabolisme protidique), prévention de l'hypothermie per opératoire (réduit le risque d'infection postopératoire), analgésie multimodale (en privilégiant l'anesthésie locorégionale), gestion individualisée des apports liquidiens per- et postopératoires (réduit l'œdème tissulaire et le risque de fistule), utilisation limitée de drains, utilisation limitée de sondage urinaire

et nasogastrique, réalimentation précoce, mobilisation rapide. Dans la mesure du possible, la voie parentérale n'est plus utilisée dès la sortie de SSPI.
Le rôle de l'anesthésiste est donc central dans cette réhabilitation précoce notamment par le choix des médications (par exemple, éviter les halogénés pour diminuer les nausées et vomissements postopératoires) ou des techniques (anesthésie locorégionale) qu'il va utiliser afin de permettre de remplir les objectifs.

Partie 6

Principales situations anesthésiques

Anesthésie pour estomac plein

L'anesthésie à estomac plein regroupe toutes les situations où la vacuité gastrique n'est pas garantie au moment de l'induction, la situation classique étant la chirurgie en urgence où la période classique de jeûne préopératoire n'a pu être respectée.
L'inhalation résulte de la présence d'un volume liquidien gastrique supérieur à 0,4 ml/kg chez un patient ayant une pression intragastrique élevée, supérieure à celle du sphincter inférieur de l'œsophage dans un contexte d'incompétence laryngée.
L'incidence de l'inhalation chez l'enfant varie de 3,8 à 10,2 pour 10 000 anesthésies, soit 3 fois plus que chez l'adulte ; elle est 10 fois plus fréquente chez le nourrisson que chez l'enfant de plus de 1 an.

■ SITUATIONS À RISQUE

Il s'agit de :
– l'appendicite, la péritonite, le volvulus du grêle, l'occlusion, la sténose hypertrophique du pylore, la hernie étranglée et l'invagination intestinale aiguë ;
– le reflux gastro-œsophagien ;
– l'obésité morbide (augmentation de la pression intragastrique) ;
– les traumatismes récents, la douleur aiguë (par exemple celle liée à la torsion aiguë du testicule), le traitement par morphiniques aboutissent à un ralentissement de la vidange gastrique ;
– les troubles de la conscience ;
– le non-respect des règles de jeûne préopératoire en chirurgie programmée *(Tab. 1)*.

Tableau I ■ Jeûne préopératoire

Âge	Liquides clairs	Solides ou lait
Nouveau-né-6 mois	2-3 h	4 h (lait maternel ou 1er âge)
> 6 mois	2-3 h 2-3 h	6 h (lait) 8 h (solides)

L'échographie gastrique est en cours d'évaluation et semble particulièrement prometteuse pour dépister les estomacs pleins chez les nourrissons.



Figure 1 ■ Position de la sonde pour échographie gastrique, enfant en décubitus latéral droit.

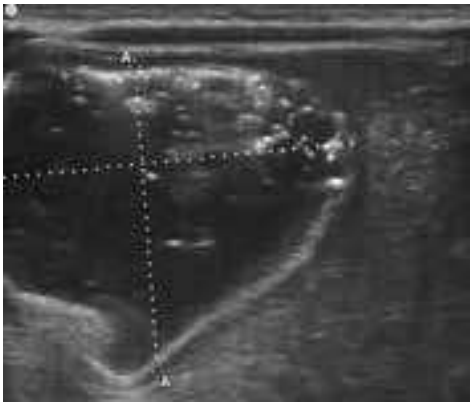


Figure 2 ■ Image échographique d'estomac plein.



Figure 3 ■ Image échographique d'estomac vide.

■ PRISE EN CHARGE ANESTHÉSIQUE

Il convient de rechercher des critères d'intubation difficile (qui augmentent le risque d'inhalation bronchique) et d'éventuelles contre-indications à la succinylcholine.
L'information sur les risques liés à l'anesthésie et à l'inhalation doit être donnée aux parents ou au tuteur légal.

Préparation à l'anesthésie

La vidange gastrique par une sonde gastrique n'est jamais complète et ne permet pas d'éliminer les particules alimentaires mais de vidanger une partie du liquide et, donc, d'abaisser la pression intragastrique.
L'utilisation des antiémétiques et de l'érythromycine pour la préparation des patients à estomac plein est possible mais non validée.

Neutralisation du contenu gastrique

Les hydroxydes d'aluminium sont contre-indiqués en raison de la présence de particules.
Le citrate de sodium permet de tamponner l'acidité gastrique mais augmente le volume liquidien gastrique.
Les anti-H2 et les inhibiteurs de la pompe à protons (IPP) ont un délai d'action trop long.
Seuls les anti-H2 avec citrate présentent un intérêt quand l'enfant peut les absorber (action en 10 minutes durant de 2 à 3 heures).

Prémédication

La prémédication n'est pas toujours possible :
– le délai est insuffisant en cas de vraie urgence ;
– les benzodiazépines sont à éviter en raison de la baisse de la pression du sphincter inférieur de l'œsophage qu'ils entraînent.

L'administration d'hydroxyzine à 1 mg/kg IV est possible.

Installation et monitorage peropératoire

Le monitorage de la curarisation est intéressant pour éviter l'inhalation au réveil en cas de curarisation résiduelle.
L'installation se fait toujours en décubitus dorsal. En effet, la position proclive réduit le risque de régurgitation mais peut gêner l'exposition ; la position déclive augmente le risque de régurgitation mais permet de drainer vers l'oropharynx en cas de vomissements.

Induction

Une séquence rapide diminue le risque d'inhalation bronchique.

La préoxygénation permet d'atteindre une fraction expirée en oxygène supérieure à 90 % en 80 secondes chez l'enfant et en 40 à 60 secondes chez le nourrisson.

L'induction de l'anesthésie doit faire appel à un hypnotique, dont le délai d'installation est court, et à un curare, dont le délai d'action est très court.

Hypnotiques

Thiopental

Le thiopental reste l'agent de référence pour l'induction rapide. Les doses d'induction chez l'enfant sont variables en fonction de l'âge *(Tab. 2)*.

Tableau 2 ■ Doses d'induction du thiopental

Âge	Dose d'induction (mg/kg)
Nouveau-né	2-4
Nourrisson < 1 an	7
> 1 an	4-6

Propofol

Le propofol (AMM > 1 mois) est très souvent utilisé sauf en cas d'hypovolémie. Il existe, pour cette molécule, une augmentation relative des posologies d'induction chez le nourrisson puis une diminution des besoins avec l'âge. Les posologies utilisées en clinique chez l'enfant de moins de 3 ans bien portant sont comprises entre 4 et 6 mg/kg. Le retentissement hémodynamique est important chez l'enfant de moins de 6 mois.

Étomidate

Un certain degré de préservation du baroréflexe semble, en situation hémorragique, conférer à l'étomidate (AMM > 2 ans) une place de choix pour l'induction. La fréquence plus élevée des vomissements postopératoires, des douleurs à l'injection et des myoclonies réduisent son intérêt en pédiatrie. Chez l'enfant, sa posologie est de 0,3 à 0,4 mg/kg.

Kétamine

La kétamine, à la dose de 2 à 3 mg/kg IV, est recommandée en cas de difficultés hémodynamiques. L'hypersécrétion bronchique et salivaire réactionnelle peut être prévenue par l'administration préalable d'atropine à la dose de 10 à 20 µg/kg.

Halogénés

Les halogénés n'ont pas de place pour l'induction de l'anesthésie chez l'enfant à estomac plein. Ils sont à réserver pour son entretien.

Curares

Aucune étude ne permet de proposer l'intubation sans curare en cas d'estomac plein.

Succinylcholine
La succinylcholine permet d'obtenir de bonnes conditions d'intubation dans les délais les plus courts et dans le respect des contre-indications. Les posologies vont de 1 à 2 mg/kg, chez l'enfant, à 2 à 3 mg/kg, chez le nourrisson.

Rocuronium et mivacurium
Ces deux agents ont été évalués dans cette indication et aucun d'eux n'a montré de supériorité par rapport à la succinylcholine. Ils sont toutefois utiles en cas de contre-indication à la succinylcholine, à condition d'avoir écarté la possibilité d'une intubation difficile. Le rocuronium à 0,6 mg/kg permet l'intubation en 60 à 90 secondes (60 secondes pour la succinylcholine), pour une durée de 30 à 35 minutes (de 10 à 12 minutes pour la succinylcholine). Pour une induction en séquence rapide, la posologie recommandée est de 1,2 mg/kg.

Morphiniques
Les morphiniques sont utilisés notamment en cas de retentissement hémodynamique délétère de l'intubation (plaie oculaire). On choisira alors un morphinique avec un délai d'action rapide et une courte durée d'action comme l'alfentanil (de 20 à 40 µg/kg).

Intubation
L'intubation orotrachéale avec une sonde à ballonnet est la règle. La ventilation assistée doit être proscrite pendant la phase d'induction.

Manœuvre de Sellick
La manœuvre de Sellick, bien que recommandée, est actuellement controversée.
Le risque d'inhalation existe aussi lors de la phase de réveil au cours de laquelle la vigilance de l'anesthésiste doit être maintenue. En effet, on attendra le réveil complet, la récupération du réflexe de déglutition et la décurarisation complète (monitorage) pour extuber la trachée.

Prise en charge anesthésique en chirurgie non cardiaque des cardiopathies congénitales

Les cardiopathies congénitales ont une fréquence de 6 à 8/1 000 naissances. Dix à 15 % des enfants atteints peuvent présenter des anomalies extracardiaques en plus des urgences banales.

■ CONSULTATION

Souffle cardiaque méconnu

La gravité du souffle cardiaque est d'autant moins probable que sa découverte est récente chez un grand enfant. Il faut étudier les caractères du souffle (frémissement), rechercher des signes fonctionnels, étudier la courbe de croissance et les antécédents familiaux. Au moindre doute d'organicité, on doit demander un avis cardiologique (ECG, échographie cardiaque).

Cardiopathie connue : comprendre et évaluer

Il faut :
– obtenir un compte rendu descriptif de la cardiopathie, de son retentissement (échocardiographie) et, éventuellement, de sa cure chirurgicale ;
– faire un schéma *(Fig. 1)* en précisant les zones d'obstacle et les shunts ;
– évaluer le retentissement de la cardiopathie :
• en se demandant si la correction chirurgicale est faite ou à faire,
• s'il y a limitation de l'activité, SpO_2, dysrythmie,
• en étudiant la courbe de croissance staturopondérale,
• en se penchant sur le traitement (digitalique, diurétique, IEC...),
• en étudiant l'évolutivité de la cardiopathie (fréquence du suivi cardiologique) ;
– prendre l'avis du cardiologue pour comprendre l'hémodynamique, préciser le risque de décompensation, discuter des traitements à interrompre ou à maintenir ;
– prendre l'avis d'un cardio-anesthésiste pour discuter du retentissement périopératoire de la chirurgie et de l'anesthésie, des risques anesthésiques, de la technique anesthésique et du retentissement de l'assistance ventilatoire.

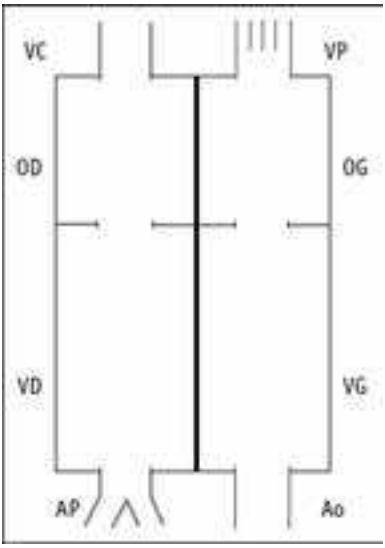


Figure 1 ■ Schématisation de la circulation sanguine.

Synthèse : faisabilité

Il convient de :

– faire le bilan des contraintes chirurgicales (position, risque hémorragique, retentissement postopératoire...), cardiologiques (risque de décompensation, traitement anticoagulant...) et anesthésiques (effets des drogues, de l'ALR, de l'assistance ventilatoire, suites postopératoires prévisibles) ;
– s'il y a lieu, avoir une discussion pluridisciplinaire d'évaluation du rapport bénéfice/risque, des solutions de remplacement en sachant que l'urgence prime et que la décision doit être concertée ;
– informer les parents et l'enfant (sans minorer les risques) et obtenir leur accord.

■ ANESTHÉSIE

Quelques principes

L'anesthésie et la gestion hémodynamique des cardiopathies congénitales avec shunt se basent sur la gestion des résistances vasculaires pulmonaires (RVP) et systémiques (RVS), On peut alors parler de rapport RVP/RVS. L'objectif est de modifier les débits pulmonaires et systémiques de sorte à privilégier plus l'un que l'autre. Globalement, on tentera de limiter le shunt en augmentant les résistances en aval du shunt et en les diminuant en amont. Le *tableau 1* montre les causes et les différents moyens hémodynamiques et respiratoires à notre disposition pour modifier les RVP et les RVS.

Il faut cependant préciser que l'objectif étant d'assurer une perfusion tissulaire correcte, il faut toujours assurer un débit cardiaque optimal et donc éviter une précharge insuffisante (lutte contre l'hypovolémie).

Tableau I ■ Facteurs influençant les résistances vasculaires pulmonaires (RVP) et systémiques (RVS)

	Augmentation	Diminution
RVP	Hypoxémie, hypercapnie, acidose Augmentation des pressions intrathoraciques (VC, Vt élevé, PEEP, épanchement pleural, atélectasie...) Douleur, stress (catécholamines) AG insuffisante, hypothermie	« Hyperoxie » Hypocapnie modérée NO RVP peu augmentées en VS ou à faible pression positive (AI) : si PO_2 et PCO_2 normales et si analgésie adaptée Alcalinisation (bicarbonate de sodium)
RVS	Remplissage Stimulation sympathique alpha-agoniste Anesthésie insuffisante	Vasodilatateurs Hypovolémie Anesthésie profonde

Shunt gauche-droit

Ce shunt se voit chez les enfants encore non opérés d'une CIV, CIA, canal artériel persistant... Ce shunt entraîne une HTAP par hyperdébit pulmonaire et non par augmentation des RVP. Le ventricule droit peut s'hypertrophier en raison de l'augmentation chronique de la surcharge droite. L'objectif anesthésique est ici d'augmenter le rapport RVP/RVS : ventilation avec PEP à 5-6 cm, fréquence respiratoire pour maintenir $PaCO_2$ plutôt haute (40-45 mmHg de $PetCO_2$) ; baisser les RVS en vasodilatant l'enfant par les hypnotiques (halogénés).

La présence d'un shunt significatif gauche-droit chronique (enfant de plus de 2 ans en général et non opéré) entraîne un syndrome d'Eisenmenger : l'HTAP d'hyperdébit évolue vers une augmentation définitive des RVP. Ces enfants sont en général suivis par les cardiopédiatres. Une PAP moyenne iso- ou suprasystémique (PAP supérieure à la pression artérielle systémique) avec un shunt bidirectionnel doit dans la mesure du possible faire pratiquer l'intervention dans un centre chirurgical spécialisé avec disponibilité d'une assistance cardiorespiratoire externe type ECLS/ECMO.

Il faut faire attention aux accès de cyanose (spasme infundibulaire) de la tétralogie de Fallot : prévention par bêtabloquant à poursuivre, traiter en adaptant l'analgésie, bêtabloquant et alpha-agoniste (néosynéphrine, ampoule 25 mg → dilution pour < 10 kg de 50 µg par bolus et, pour > 10 kg de 100 µg par bolus).

En cas de cardiopathie obstructive du type sténose aortique il faut surveiller l'hypotension qui est très mal tolérée par le muscle ventriculaire hypertrophié. Les bêta-agonistes sont contre-indiqués dans la myocardiopathie obstructive.

Il convient de respecter la polyglobulie du shunt droit-gauche (pas d'autotransfusion). Les cardiopathies opérées conservent très souvent une diminution chronique de la capacité maximale d'effort.

Chez le nouveau-né, pendant l'anesthésie avec assistance ventilatoire, l'augmentation des pressions droites peut provoquer la réapparition d'un shunt droit-gauche (*foramen*

ovale) responsable d'une SpO_2 à 90-95 % réfractaire (normalisation en ventilation spontanée).

Shunt droit-gauche (type Fallot)

Il s'agit habituellement d'un obstacle vers la voie pulmonaire avec une communication interventriculaire ou interauriculaire entrainant alors un shunt du cœur droit vers le cœur gauche (sans passer par le lit pulmonaire). Il faut donc diminuer le rapport RVP/RVS pour limiter le shunt : augmenter les RVS en maintenant une PAM > 80 % de la valeur basale par remplissage vasculaire (pour le débit systémique) et par un alpha agoniste (pour la pression systémique), et diminuer les RVP par une ventilation mécanique protectrice, normocapnie voire discrète hypocapnie. Il faut proscrire toute bulle d'air intraveineuse (passage dans la circulation systémique par le shunt droit-gauche).

Technique anesthésique

La technique anesthésique découle des contraintes chirurgicales, cardiologiques et anesthésiques pour le meilleur rapport bénéfice/risque.
En pratique, le sévoflurane est très bien toléré quand on peut l'utiliser.
Le monitorage est adapté ; pression artérielle invasive, Doppler aortique œsophagien et échographie cardiaque peropératoire (si on en dispose) peuvent compléter le monitorage de base à condition d'apporter des renseignements pertinents peropératoires. Ils ne sont donc pas systématiques.
La prévention du passage de bulle d'air dans la circulation sanguine est impérative comme la prévention de l'endocardite infectieuse.

■ PÉRIODE POSTOPÉRATOIRE

Il faut :
– veiller à la qualité de l'analgésie ;
– reprendre le traitement de fond dès que possible, s'il a été interrompu ;
– se méfier du risque thrombotique (polyglobulie) ;
– recourir à une surveillance intensive au moindre risque postopératoire.

Principales cardiopathies congénitales	
Shunt gauche-droit → augmentation du débit pulmonaire et HTAP : – risque d'embolie paradoxale si inversion shunt – prévention de l'endocardite bactérienne – surcharge volémique	– Communication interauriculaire (CIA) – Communication interventriculaire (CIV) – Canal artériel perméable – Canal atrioventriculaire – Fenêtre aortopulmonaire
Shunt droit-gauche → cyanose avec diminution du flux sanguin pulmonaire : – attention à toute obstruction du ventricule droit, résistance vasculaire basse, embolie systémique, polycythémie et thrombose – induction IV rapide et inhalatoire ralentie (théoriquement)	– Tétralogie de Fallot (obstruction à l'éjection du VD, CIV, aorte dextroposée, hypertrophie du VD) – Atrésie pulmonaire avec CIV – Atrésie tricuspide – Anomalie d'Ebstein (valve tricuspide dans le VD avec hypoplasie du VD)
Shunt complexe	– *Truncus arteriosus* ou tronc commun : shunt gauche-droit – Transposition des gros vaisseaux – Retour veineux pulmonaire anormal total – Ventricule droit à double issue – Hypoplasie du ventricule gauche
Lésions obstructives	– Sténose aortique : le débit cardiaque est fixé, la vasodilatation périphérique est mal tolérée, maintien de la précharge et de la postcharge, éviter tachycardie et hypotension – Régurgitation aortique : surcharge du ventricule gauche, diminué par tachycardie et résistance vasculaire systémique basse – Sténose mitrale : congestion pulmonaire, risque augmenté de congestion par la tachycardie, maintien de la précharge et de la postcharge – Régurgitation mitrale : surcharge du ventricule gauche, diminué par tachycardie et résistance vasculaire systémique basse, congestion pulmonaire – Sténose pulmonaire : surcharge du ventricule droit – Coarctation de l'aorte : hypertension artérielle en haut (préductale) – Interruption de l'arc aortique : hypertension artérielle en haut (préductale) – MCO : contre-indication aux β-mimétiques, pas d'hypotension

Divers	– Syndrome d'Eisenmenger : shunt gauche-droit avec cyanose chez un patient avec initialement un shunt gauche-droit et une hypertension artérielle pulmonaire – Syndrome de Bland-White-Garland coronaire gauche – Tumeur cardiaque – Dextrocardie – Syndrome de Kawasaki – Maladie de Takayasu – Rhumatisme articulaire aigu – Maladie de Pompe : myocardiopathie non obstructive – Syndrome de Wolff-Parkinson-White – Syndrome de Levine-Ganong

Hémophile en situation chirurgicale

L'hémophilie est une maladie rare, récessive liée au sexe (chromosome X) touchant préférentiellement les garçons : 1/10 000 pour l'hémophilie A ou déficit en facteur VIII (FVIII) et 1/65 000 pour l'hémophilie B ou déficit en facteur IX (FIX). Il n'y a pas de différence clinique entre les formes A et B *(Tab. 1)*.

Tableau I ■ Formes A et B

Hémophilie	A, FVIII	B, FIX
Sévère	< 1 % (0,01 UI/ml)	< 1 % (0,01 UI/ml)
Modérée	2-5 % (0,02-0,05 UI/ml)	2-5 % (0,02-0,05 UI/ml)
Mineure	6-40 % (0,06-0,40 UI/ml)	6-40 % (0,06-0,40 UI/ml)

L'hémophilie sévère (50 % des patients) comporte un phénotype hémorragique avec saignements spontanés récidivants des articulations et des muscles responsables d'une arthropathie hémophilique ; il y a risque d'hémorragie intracrânienne dans 3 à 5 pour 1 000 patients/années. Le diagnostic est souvent fait avant ou autour de l'âge de la marche, sauf dans les familles connues où un diagnostic anténatal est possible. Les formes modérées et mineures exposent principalement à des hémorragies provoquées (traumatismes, chirurgie). Le diagnostic est souvent plus tardif ; un diagnostic précoce permet des recommandations spécifiques de prévention.

■ HÉMOPHILE CONNU ET CHIRURGIE PROGRAMMÉE

Toute chirurgie est possible chez un patient hémophile dans un centre spécialisé pouvant assurer 24 h/24 le suivi hématologique du patient en préopératoire, per-opératoire et postopératoire.

Consultation

Le patient doit être capable de fournir à l'anesthésiste-réanimateur :
– sa carte d'hémophile, comportant le type d'hémophilie, la sévérité, les antécédents d'inhibiteur (complication majeure du traitement), le traitement habituel et les coordonnées du centre de traitement des hémophiles (CTH/CRTH) référents ;
– son carnet d'hémophile avec traçabilité des médicaments dérivés du sang reçus.

Bilan préopératoire

Il comporte le dosage du FVIII ou du FIX (voire le TCA) et la recherche systématique d'anticorps anti-FVIII ou anti-FIX.

Quelle que soit la chirurgie programmée, il faut prendre contact avec l'équipe du CTH/CRTH prenant en charge le patient afin qu'un protocole thérapeutique puisse être établi de manière adaptée au patient et au type de chirurgie.

Principes de substitution

Il faut obtenir une activité coagulante normale par l'apport exogène du facteur déficitaire :
– soit par apport discontinu (injections répétées) ;
– soit par perfusion continue de facteurs antihémophiliques (FAH).
Les objectifs du tableau 2 correspondent soit au dosage résiduel en apport discontinu, soit au pic et au plateau en apport continu :

Tableau 2 ■ Objectifs

	Objectif FVIII*	Objectif FIX*	Durée habituelle de substitution
Chirurgies à risque hémorragique majeur, par exemple chirurgie orthopédique (ostéotomie), polytraumatisme, neurochirurgie, chirurgie intraoculaire, neurochirurgie, chirurgie ORL (amygdalectomie, chirurgie délabrante)...**	80-100 % (0,80-1,00 UI/ml)	80-100 % (0,80-1,00 UI/ml)	10-21 j
Chirurgies à risque hémorragique modéré, par exemple : chirurgie urologique, digestive, orthopédique (extra-articulaire, ablation matériel), ORL (adénoïdectomie, pose ATT), VVC	50-80 % (0,50-0,80 UI/ml)	50-80 % (0,50-0,80 UI/ml)	5-10 j

* Attention ! L'obtention du taux plasmatique dépend de la récupération du patient pour le FAH utilisé (paramètre individuel de pharmacocinétique). La récupération théorique du FVIII est de 2 (1 UI/kg injectée donne 2 % de FVIII circulant) et celle du FIX est de 0,7 à 1 (1 UI/kg injectée donne de 0,7 à 1 % de FIX circulant).
** Généralement, pour ces chirurgies, l'objectif d'activité coagulante diminue à partir de la deuxième semaine et devient celui des chirurgies à risque hémorragique modéré.

Les FAH doivent être injectés seuls sur VVP ou VVC. Le pic d'activité (et donc le délai d'intervention) est obtenu en 30 minutes en moyenne. Les macromolécules sont contre-indiquées car elles absorbent les FAH et diminuent leur activité plasmatique.

Cas particuliers

Hémophile avec anticorps

La prise en charge chirurgicale de ces patients doit se faire en milieu spécialisé en collaboration avec un médecin du CTH ou du CRTH.
– Si anticorps < 5 UB (unités Bethesda) : substitution par FVIII ou FIX avec apport supplémentaire pour « saturer » l'anticorps et ensuite obtenir un taux d'activité plasmatique suffisant.

– Si anticorps > 5 UB : substitution par d'autres facteurs (*by-passing agents* : FEIBA ou NovoSeven) choisis en fonction du patient (réponse aux précédentes utilisations) et de la chirurgie prévue.

Hémophilie mineure

Pour une chirurgie modérée ou mineure, le Minirin® (desmopressine) suffit en général. Il faut s'assurer que le patient a été testé (se reporter à sa carte d'hémophile). Il ne faut pas dépasser 4 à 5 jours de prescription (tachyphylaxie). Le Minirin® est contre-indiqué dans la chirurgie cardiovasculaire et la neurochirurgie (effet ADH, restriction hydrique).
Comme pour l'hémophilie sévère, il faut contacter le CTH/CRTH ayant en charge le suivi du patient.

■ HÉMOPHILE NON CONNU ET CHIRURGIE PROGRAMMÉE

Dans la mesure du possible, il faut déprogrammer la chirurgie et se mettre en rapport avec le CTH/CRTH pour que le patient soit vu en consultation pour un diagnostic précis.

■ HÉMOPHILE ET CHIRURGIE D'URGENCE

Dans tous les cas, il faut contacter un médecin du CTH ou du CRTH.
Pour tout hémophile connu, il faut demander sa carte et/ou son carnet d'hémophile. Ces éléments contiennent toutes les informations nécessaires à sa prise en charge.
Dans le cas où le patient n'est pas connu et que la suspicion se fait sur une anomalie du bilan de coagulation, il faut se mettre en rapport avec le laboratoire d'hémostase pour qu'un diagnostic d'urgence soit réalisé.

Bilan préopératoire

Il comporte :
– le bilan de coagulation standard, soit TCA (voir fiche « Quels examens faire devant un allongement du TCA »), TP, fibrinogène ;
– le dosage en urgence du FVIII ou du FIX ;
– la recherche anti-FVIII ou anti-FIX systématique ;
– l'hémogramme.

Préparation de l'intervention

Il faut s'assurer de la disponibilité des FAH à la pharmacie. En cas de traumatisme, il faut en injecter une dose le plus tôt possible.
En l'absence de disponibilité de FAH, le patient doit être transféré dans une structure capable de prendre en charge l'anesthésie-réanimation et la chirurgie dans des conditions optimales.

Le plasma frais congelé (PFC) ne suffit pas à corriger les déficits des hémophiles sévères et modérés.

Principes de substitution

Ce sont les mêmes que ceux présentés plus haut.

Cas particulier : hémophilie A mineure

Si le patient a bénéficié d'un test préthérapeutique, il faut administrer le Minirin® en première intention : de 0,2 à 0,3 µg/kg dans 50 ml de sérum salé isotonique perfusés en 30 minutes. Le pic d'activité est habituellement obtenu 30 à 60 minutes après la fin de perfusion.
Attention ! Ce traitement impose une restriction hydrique : 20 ml/kg/24 h chez l'enfant de moins de 30 kg et 750 ml/24 h au-delà. Il est contre-indiqué dans la chirurgie cardiovasculaire et la neurochirurgie.

■ ANNEXE

Liste des facteurs antihémophiliques actuellement disponible sur le territoire français

	FVIII	FIX	*By-passing agent*
Plasmatique	Factane (LFB) Octanet (Octapharma)	Benefix (LFB) Mononine (CSL Berhing)	FEIBA (Baxter)
Recombinant	Advate (Baxter) Helixate Nexgen (CSL Berhing) Kogenate Bayer (Bayer) Refacto-AF (Pfizer)	Benefix (Pfizer)	NovoSeven (Novo Nordisk)

Maladie de Willebrand et chirurgie

■ GÉNÉRALITÉS

Le déficit en facteur Willebrand (FvW) est la plus fréquente des anomalies constitutionnelles de l'hémostase (prévalence de 1 % mais formes symptomatiques beaucoup plus rares), de transmission autosomique en général dominante. Le déficit en FvW est très hétérogène dans son expression clinique, phénotypique et génotypique. Il existe des déficits quantitatifs (type 1 partiel et type 3 complet) et qualitatifs (type 2) qui se subdivisent en 4 formes biologiques en fonction de l'affinité pour les plaquettes ou le facteur VIII.

Il existe des cas particuliers :

– groupe sanguin O. Les taux plasmatiques de FvW sont physiologiquement plus bas que pour les autres groupes (diminution de 25 à 35 %) (risque de diagnostic de type 1 par excès) ;
– enfants de moins de 6 mois. Les taux peuvent être surestimés (sauf pour le type 3) et les tests devront être renouvelés après l'âge de 6 mois ;
– syndrome de Willebrand acquis, qui est un syndrome myéloprolifératif ou lymphoprolifératif, gammapathie monoclonale, néoplasie, maladie auto-immune... chez un patient sans aucun antécédent hémorragique. Le risque hémorragique est cependant majeur.

La caractérisation biologique constitue une étape essentielle à la prise en charge du patient pour sa thérapeutique.

■ EXPRESSION CLINIQUE

Il s'agit essentiellement des hémorragies muqueuses : épistaxis, gingivorragies, ménorragies, saignement prolongé post-coupure, tendance ecchymotique pour des traumatismes minimes.

Les saignements anormaux provoqués sont plus évocateurs : traumatisme, chirurgie mineure (avulsion dentaire par exemple). Des hématomes profonds et des hémarthroses ne s'observent que dans le type 3 qui associe un déficit sévère en FVIII.

■ PRINCIPES THÉRAPEUTIQUES

Traitements disponibles

Desmopressine (dDAVP)

Analogue synthétique de la vasopressine, la desmopressine entraîne une augmentation rapide et transitoire dans le sang circulant des taux de FvW et de FVIII qui sont libérés à partir des compartiments cellulaires de stockage.
Son efficacité est fonction du type et de la sévérité de déficit, de la réponse individuelle et de la durée du traitement.
Un test thérapeutique est indispensable pour chaque patient ; il est positif si les taux de base de FVIII et de FvW – RCo (activité cofacteur de la ristocétine) – sont multipliés par 2 à 3.
Deux médicaments ont l'AMM :
– le Minirin®, sous forme intraveineuse (ampoule de 4 µg/ml), à la dose de 0,2 à 0,3 µg/kg à diluer dans 50 ml de sérum salé isotonique et à perfuser par voie IV en 30 minutes. L'administration peut être répétée toutes les 12 heures ;
– l'Octim®, sous forme de solution pour pulvérisation intranasale (150 µg/pulvérisation) ; 1 pulvérisation si poids < 50 kg, 2 pulvérisations si poids > 50 kg. L'administration peut être répétée toutes les 12 heures ; son utilisation en situation chirurgicale est délicate du fait du mode d'administration.

Attention !
– Il faut respecter une restriction hydrique, pour les enfants > 30 kg, de 750 ml/24 h et, pour les enfants < 30 kg, de 20 ml/kg/24 h ; en cas d'injections répétées, il est nécessaire de surveiller le poids et la natrémie du patient.
– En cas de tachyphylaxie : diminution de la réponse d'environ 30 % dès la deuxième administration, épuisement complet de la réponse en quelques jours.

Facteur Willebrand

– WILFACTIN : facteur Willebrand humain purifié à 1 000 UI dans 10 ml, injection IV à 2 ml/min. La posologie habituelle dépend du type de chirurgie, la récupération habituelle est de 2 (1 UI/kg injectée augmente le taux plasmatique de FvW de 2 %).
– WILSTART : facteur Willebrand + FVIII humains purifiés, soit 1 000 UI de FvW dans 10 ml et 500 UI de FVIII dans 5 ml, injection IV à 4 ml/min. La posologie habituelle dépend du type de chirurgie, la récupération habituelle est de 2 (1 UI/Kg injectée augmente le taux plasmatique de FvW ou de FVIII de 2 %).
Le choix entre ces deux médicaments dépend du type de déficit en FvW, de la sévérité du déficit en FVIII associé et de l'urgence de mise en circulation d'un taux de FVIII hémostatique adapté.

Choix du traitement

Dans tous les cas, il convient de prendre avis auprès du médecin du CTH/CRTH qui suit le patient.

La desmopressine est préférée si le test thérapeutique est positif et pour un risque hémorragique mineur à modéré. Dans les autres cas, le facteur Willebrand est choisi en première intention.

Dans tous les cas, penser à couvrir la chute d'escarre.

Quels examens faire devant un allongement du TCA ?

Il faut rapporter la valeur observée aux valeurs normales pour l'âge (prématuré, nouveau-né).

■ ORIENTATION CLINIQUE

Il convient de rechercher des antécédents chirurgicaux mais aussi :
– des signes cutanéomuqueux (épistaxis, tendance ecchymotique, purpura, saignements gynécologiques), qui orientent plus vers une pathologie de l'hémostase primaire (thrombopénies, thrombopathies, déficit en facteur Willebrand) ;
– des hémorragies musculaires profondes ou des hémarthroses (saignement intra-articulaire), qui évoquent plus un déficit en facteur de la coagulation (notamment hémophilie A ou B par ordre de fréquence) ;
– des hémorragies post-traumatiques ou postchirurgicales.

Il faut aussi rechercher des antécédents familiaux parmi les ascendants et les descendants (notamment les femmes conductrices d'hémophilie).

■ ORIENTATION BIOLOGIQUE

Tous ces examens sont soumis aux conditions de prélèvement (difficultés, prélèvement en ponction veineuse directe...), au délai de transport et à leur conservation *(Fig. 1)*.

Démarche diagnostique devant un allongement du TCA

La réalisation de certains dosages n'est pas systématiquement faite en urgence, sauf dans certains centres spécialisés, il est donc nécessaire en cas d'urgence de contacter un médecin d'hémostase pour avis concernant la conduite à tenir.

À noter :
– les déficits en FXII ou facteurs de la phase contact (prékallicréine ou kininogène) ne sont pas associés à un risque hémorragique ;
– la présence d'un anticorps de type « antiphospholipide » n'est pas associée à un risque hémorragique ; par contre, elle nécessite un suivi avec un contrôle à 6 semaines. Ce type d'anticorps est très fréquent chez les enfants de moins de 6 ans et est souvent en relation avec des infections ORL à répétition, mais il peut être le premier stigmate d'une pathologie auto-immune.

Une fois un diagnostic évoqué, il faut contacter le médecin d'hémostase pour décider de la conduite à tenir en cas de geste invasif ou de procédure chirurgicale.

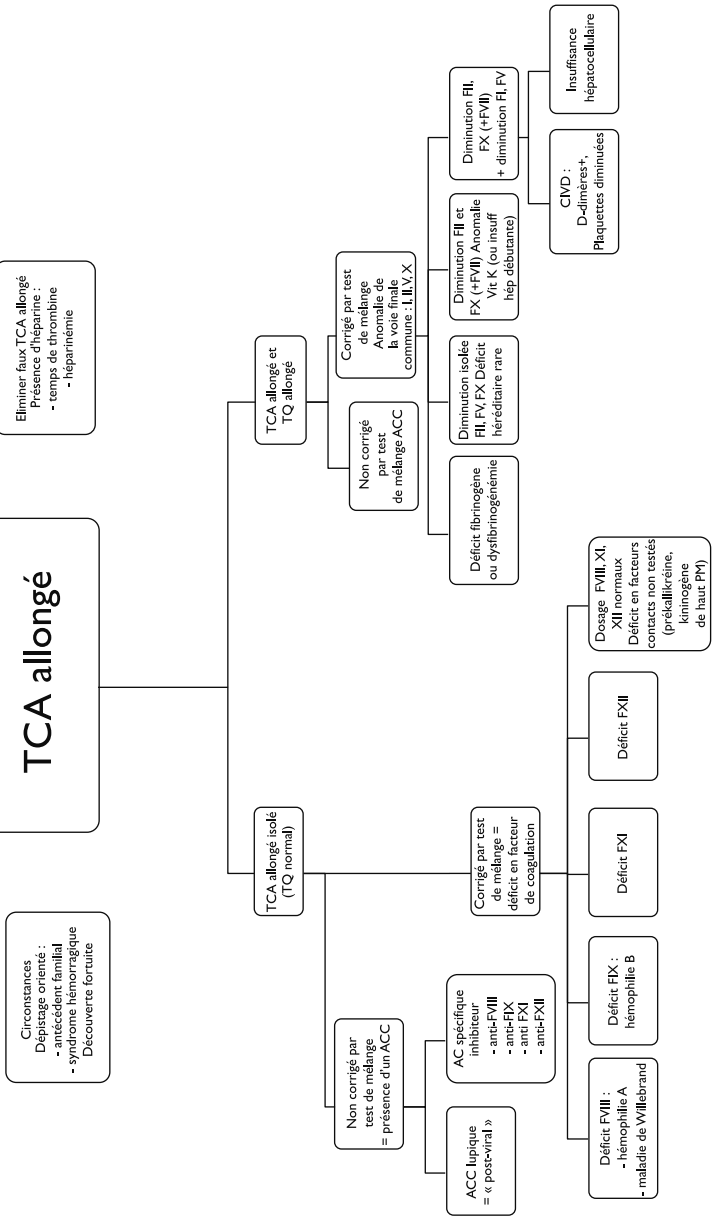


Figure 1 ■ Interprétation d'un TCA allongé, d'après Chambost (AC : anticorps, ACC : anticoagulant circulant, TQ temps de Quick).

Anesthésie de l'enfant « enrhumé »

■ DÉFINITION

Le rhume est une hypersécrétion des muqueuses des voies aériennes supérieures. La rhinite virale associe une obstruction nasale avec écoulement clair, éternuement et léger mal de gorge. Le diagnostic différentiel est la rhinite allergique ou le rhume des foins saisonnier.
En fait, il faut se fier au diagnostic des parents qui savent parfaitement si leur enfant présente ou a présenté récemment un épisode aigu d'infection des voies aériennes supérieures ou si l'état actuel résulte d'un état d'obstruction chronique.

■ PHYSIOPATHOLOGIE

Schématiquement, l'épithélium bronchique est lésé par les agents viraux et des médiateurs chimiques de l'inflammation (bradykinine, interleukine, histamine, prostaglandine), bronchoconstricteurs, sont libérés ; les substances irritantes qui passent dans la lumière bronchique stimulent ainsi directement des récepteurs muscariniques et provoquent une bronchoconstriction. L'atropine pourrait bloquer l'arc réflexe vagal et diminuer les sécrétions. Cette hyperréactivité bronchique peut se prolonger de 3 à 6 semaines après l'épisode viral.

■ RISQUE ANESTHÉSIQUE

Les études épidémiologiques à gros effectifs mais peu ciblées font état d'un risque significativement plus élevé de laryngospasmes, bronchospasmes et désaturations oxygénées périopératoires chez les enfants enrhumés que chez ceux qui ne le sont pas. Le délai de désaturation en apnée est d'autant plus court que l'enfant est plus jeune et enrhumé. Ces complications peuvent néanmoins se manifester chez des enfants qui ne sont pas enrhumés. Les facteurs de risque supplémentaires sont l'intubation trachéale, la chirurgie des voies aériennes supérieures, le degré d'obstruction des voies aériennes et un tabagisme passif. Les enfants les plus jeunes sont les plus exposés. On a pu montrer qu'en contre-indiquant l'anesthésie chez 130 enfants enrhumés, on évitait un laryngospasme.

■ CONDUITE À TENIR

La chirurgie réglée des enfants fébriles (> 38 ºC), de ceux qui ont des sécrétions purulentes, des signes auscultatoires de bronchite ou une pneumopathie est classiquement différée. Dans les autres cas, il n'y a pas de consensus. Certaines interventions ORL visent à améliorer l'état des enfants trop souvent « enrhumés » et ne peuvent être à chaque fois reportées. Il faut décider au cas par cas, selon son expérience, et mettre en balance ce risque anesthésique accentué, mais de faible morbidité (aucun cas de mortalité décrit), avec les impératifs chirurgicaux, tenir compte du risque de complication de la pathologie chirurgicale qui pourrait imposer d'intervenir en urgence dans de mauvaises conditions (par exemple hernie inguinale qui peut s'étrangler) *(Fig. 1)*.

Il n'y a pas de recommandation pour la réalisation de l'anesthésie : on peut préconiser une prémédication avec un β_2-mimétique, conseiller d'éviter l'intubation trachéale quand cela est possible, de réaliser une anesthésie profonde et surtout de proscrire toute stimulation lors des phases intermédiaires de l'anesthésie. Si l'intervention est repoussée, il faudra attendre au moins 2 semaines avant de la reprogrammer.

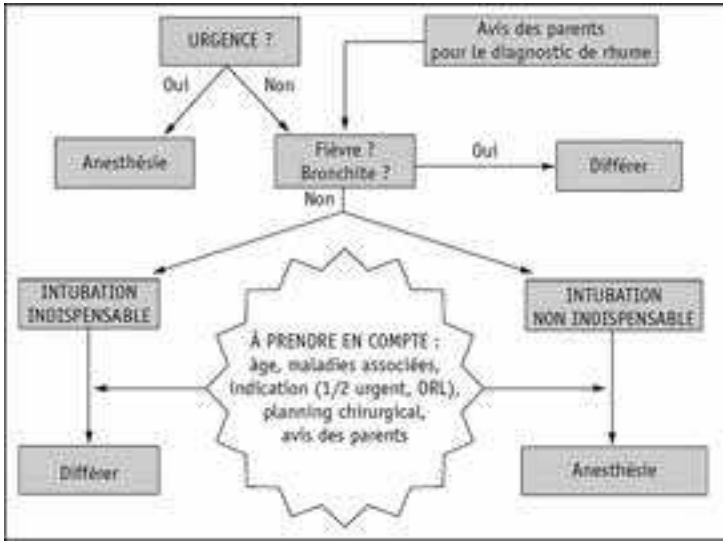


Figure 1 ■ Décisions face à un enfant « enrhumé ».

Anesthésie et maladies congénitales fréquentes

■ SYNDROME D'APERT

Il s'agit d'un syndrome autosomique dominant touchant 1/50 000 naissances.

Description :
– craniosténose (turricéphalie) ;
– étage moyen de la face hypoplasique et mandibule proéminente ;
– exophtalmie ;
– syndactylie des mains et des pieds ;
– hypertélorisme ;
– fente palatine et palais ogival ;
– cardiopathie congénitale associée (CAP, dextrorotation) ;
– anomalie trachéale (48 % trachéotomie) ;
– polykystose rénale ;
– retard psychomoteur ;
– agénésie du corpus calleux ;
– épilepsie ;
– dilatation ventriculaire sans hydrocéphalie ;
– augmentation de la pression intracrânienne.

Évaluation :
– difficulté potentielle pour les voies aériennes ;
– évaluation cardiaque préopératoire ;
– reflux gastrique ;
– mécanique respiratoire altérée ;
– problème neuromusculaire potentiel ;
– problème rénal : attention aux apports hydriques.

■ SYNDROME (OU ASSOCIATION) DE CHARGE

Le syndrome de CHARGE (**c**oloboma, **h**eart defect, **a**tresia choanae, **r**etarded growth and development, **g**enital hypoplasia, **e**ar anomalies/deafness) concerne de 1/8 500 à 1/12 000 naissances.

Description :
– colobome ;
– malformations cardiaques (tétralogie de Fallot) ;
– atrésie choanale ;
– retard de croissance et/ou mental ;
– hypoplasie génitale ;
– anomalies des oreilles et/ou surdité.

Peuvent s'y associer :
– fente palatine ;
– rétrognathie/micrognathie ;
– agénésie du corpus calleux ;
– épilepsie ;
– anomalie/hernie/agénésie du diaphragme ;
– fistule trachéo-œsophagienne ;
– anomalie vertébrale ;
– anomalie des nerfs crâniens.

Évaluation :
– difficulté potentielle pour les voies aériennes ;
– mécanique respiratoire altérée ;
– reflux gastrique ;
– évaluation cardiaque préopératoire ;
– troubles de la déglutition.

■ TRISOMIE 21 OU SYNDROME DE DOWN

La trisomie 21 concerne 1/1 000 naissances.

Description :
– retard mental ;
– hypotonie ;
– brachycéphalie/occiput plat ;
– cou court ;
– hyperlaxité ligamentaire ;
– fente palpébrale mongoloïde ;
– microstomie/petite bouche ;
– taches de Brushfield ;
– macrocéphalie ;
– macroglossie ;
– malformations cardiaques (canal atrioventriculaire) ;
– instabilité atlantoaxiale ;
– sténose sous-glottique congénitale ;
– apnée obstructive du sommeil.

Évaluation :
– difficulté potentielle pour les voies aériennes ;
– mécanique respiratoire altérée ;
– reflux gastrique ;
– évaluation cardiaque préopératoire ;
– problème neuromusculaire potentiel ;
– réponse exagérée aux curares ;
– radiographie de la charnière atlantoaxiale.

■ DYSTROPHIE MUSCULAIRE DE DUCHENNE (BECKER)

Maladie récessive liée à X, elle touche surtout les garçons (voir fiche « Anesthésie et myopathies de l'enfant »).

Description :
– amyotrophie/agénésie musculaire ;
– myopathie ;
– troubles de la marche/démarche anormale ;
– cardiomyopathie ;
– cyphoscoliose thoracolombaire ;
– ostéoporose ;
– maladie pulmonaire restrictive ;
– faiblesse pharyngée, dysphagie.

Évaluation :
– difficulté potentielle pour les voies aériennes ;
– évaluation respiratoire : mécanique respiratoire altérée (ventilation postopératoire parfois nécessaire) ;
– évaluation cardiaque préopératoire ;
– problème neuromusculaire potentiel ;
– éviter succinylcholine et halogénés : rhabdomyolyse possible ;
– réponse exagérée aux curares ;
– perte de sang excessive.

■ SYNDROME DE GOLDENHAR

Dysplasie oculo-auriculo-vertébrale d'origine inconnue, elle concerne de 1/5 600 à 1/20 000 naissances.

Description :
– défaut des premier et second arcs branchiaux ;
– conduit auditif externe atrésique/absent ;
– fente palatine ;
– mandibule absence partielle/hypoplasie ;

– rétrognathisme/micrognathisme ;
– dysplasie oculo-auriculo-vertébrale : anomalies vertébrales de taille/forme ;
– microphtalmie ;
– paralysie faciale ;
– cardiopathie congénitale ;
– aplasie/hypoplasie pulmonaire ;
– hydrocéphalie ;
– anomalie du pharynx/anomalie de la déglutition ;
– agénésie/hypoplasie rénale unilatérale/bilatérale, rein ectopique/en fer à cheval ;
– retard mental/psychomoteur (10 %).

Évaluation :
– difficulté potentielle pour les voies aériennes : obstruction ;
– difficulté pour l'intubation : garder le patient en ventilation spontanée ;
– mécanique respiratoire altérée ;
– évaluation cardiaque préopératoire ;
– problème neuromusculaire potentiel ;
– problème rénal ;
– évaluation radiologique des déformations mandibulaires et craniovertébrales.

■ SYNDROME DE MARFAN

Il s'agit d'un syndrome autosomal dominant concernant 1/5 000 naissances.

Description :
– grande taille/gigantisme ;
– anévrisme/dilatation de l'aorte, insuffisance aortique ;
– prolapsus mitral ;
– ectopie/luxation/subluxation du cristallin ;
– hyperlaxité ligamentaire ;
– instabilité atlantoaxiale ;
– arachnodactylie ;
– *pectus excavatum ;*
– sclérotiques bleues ;
– décollement de la rétine ;
– cyphoscoliose.

Évaluation :
– difficulté potentielle pour les voies aériennes ;
– mécanique respiratoire altérée ;
– évaluation cardiaque préopératoire ;
– radiographie de la charnière atlantoaxiale ;
– attention au positionnement sur la table d'opération ;
– risque augmenté de pneumothorax ;
– réponse hypertensive à l'intubation et à la chirurgie.

■ SÉQUENCE (OU SYNDROME) DE PIERRE ROBIN

Séquence isolée dans environ 50 % des cas (= syndrome), elle concerne 1/10 000 naissances, mais peut se rencontrer (= séquence) dans les collagénopathies, les anomalies du premier arc, diverses anomalies chromosomiques, les fœtophaties toxiques (alcool, valproate de sodium), la microdélétion 22q11, etc.

Description :
– micrognathisme, rétrognathisme ;
– glossoptose ;
– fente palatine vélopalatine postérieure ;
– détresse respiratoire par obstruction chronique des voies aériennes supérieures (apnées) ;
– hypertonie vagale ;
– RGO, trouble de la déglutition.

Évaluation (respiratoire +++)
Trois stades de gravité :
I : anomalies purement anatomiques sans répercussion ventilatoire ni RGO important ;
II : troubles importants de la motricité digestive avec gavage, trouble ventilatoires et hyperréactivité vagale constants ;
III : troubles ventlatoires majeurs.

Prise en charge anesthésique spécifique
Privilégier le ML. Obstruction potentielle des voies aériennes et difficulté possible d'intubation trachéale (diminuant avec l'âge).

■ SYNDROME DE PRADER-WILLI

Ce syndrome concerne de 1/10 000 à 1/30 000 naissances.

Description :
– hypotonie majeure ;
– difficulté d'alimentation suivie d'hyperphagie avec obésité ;
– déficit mental modéré ;
– hypogonadisme avec retard statural et pubertaire ;
– épilepsie ;
– diabète insulinodépendant ;
– petites mains et petits pieds ;
– scoliose ;
– arythmie, anomalies de conduction, hypertension ;
– trouble de la thermorégulation ;
– apnée, anomalie restrictive pulmonaire.

Évaluation :
– difficulté potentielle des voies aériennes ;
– mécanique respiratoire altérée et apnée postopératoire ;
– défaillance cardiaque possible ;
– réponse prolongée aux curares potentielle ;
– contrôle de la glycémie ;
– monitorage de la température ;
– éviter l'atropine.

■ ASSOCIATION DE VATER

Cette association, d'origine inconnue, sporadique, concerne 1,6/10 000 naissances.

Description :
– malformations vertébrales ;
– imperforation anale ;
– fistule trachéo-œsophagienne ;
– anomalies radiales ;
– VACTERL (anomalie cardiaque, rénale et des membres) ;
– anomalie du larynx/laryngomalacie.

Évaluation :
– difficulté potentielle pour le contrôle des voies aériennes ;
– mécanique respiratoire altérée ;
– évaluation cardiaque préopératoire ;
– excrétion rénale éventuellement perturbée ;
– évaluation des anomalies vertébrales et costales.

■ POUR EN SAVOIR PLUS

http://www.orpha.net

Hyperthermie maligne de l'anesthésie

■ DÉFINITION

C'est un *syndrome hypermétabolique* paroxystique du muscle strié, développé pendant ou au décours immédiat d'une anesthésie générale. Il peut aboutir au décès en l'absence de traitement rapide et adapté.
Chez l'enfant, le tableau n'est pas spécifique, mais la probabilité de méconnaissance d'un terrain à risque est supérieure.
On rapproche de ce tableau les syndromes « MH like », qui aboutissent au même tableau clinique, mais dans le cadre d'une maladie qui affecte le muscle lui-même, les rares *myopathies congénitales non progressives* : Central Core disease, syndrome de King-Denborough, etc.
On peut encore en rapprocher les rhabdomyolyses massives, parfois accompagnées d'hyperkaliémie et d'arrêt cardiaque, déclenchées par la succinylcholine, et à un moindre degré, par les halogénés, dans les myopathies progressives (Duchenne).

■ COMMENT LA RECONNAÎTRE ?

– **Contexte :** agents déclenchants : gaz halogénés, succinylcholine.
– **Clinique :**
  • rigidité musculaire (élévation des pressions respiratoires),
  • hypercapnie,
  • hyperthermie.

Chacun des signes peut manquer, le traitement est à instaurer sur une présomption. Il existe des formes mineures, limitée à la rigidité des masséters.
– **Biologique :**
  • **élévation des CPK**,
  • myoglobinémie et myoglobinurie,
  • hyperkaliémie,
  • acidose respiratoire ou mixte.

■ COMMENT LA TRAITER ?

– Demander de l'aide.
– Arrêt des agents déclenchants, hyperventilation en O_2 pur en circuit ouvert, 2-3 fois la ventilation minute. Purger ou changer le circuit après avoir déposé les évaporateurs.
– Suspendre ou arrêter la chirurgie.

– Se référer à la fiche-type de la SFAR qui doit être placardée dans le bloc (à trouver sur : http://www.sfar.org/hyperrthermmal.html).
– **Dantrolène** IV à la posologie de 2,5 mg/kg jusqu'à 10 mg/kg, dilué dans de l'eau stérile. C'est à la fois un myorelaxant et un inhibiteur de la thermogenèse musculaire.

Un traitement d'entretien doit suivre en raison de la grande fréquence de la recrudescence immédiate des crises.
– Traitement symptomatique de l'hyperthermie, de l'acidose, de l'hyperkaliémie et hydratation.

■ NOTIONS ÉTIOLOGIQUES

C'est une *myopathie infraclinique*, familiale, transmise sur le mode autosomique dominant.Une anomalie sur le chromosome 19 coderait une anomalie de la structure du canal calcique (RYR1), d'où élévation du calcium intramyoplasmique, et production de contracture et de chaleur, *induite par l'agent déclenchant*. En France, 200 familles seraient touchées. *Le diagnostic de myopathie impose l'éviction* des agents en cause. La dystrophie myotonique de Steinert n'est pas associée à l'hyperthermie maligne. En cas de doute sur une myopathie paucisymptomatique (retard moteur isolé, hypertrophie musculaire...) chez un jeune enfant, doser les CPK.

■ COMMENT EN FAIRE LA PREUVE ?

À la sortie du patient, il faudra remettre à la famille un document écrit l'informant de l'événement, et l'adresser à l'un des quatre centres de diagnostic, afin d'obtenir la confirmation et d'organiser la prévention familiale :

Pr Renée Krivosic-Horber Service d'anesthésie réanimation chirurgicale I CHRU Hôpital Roger Salengro Boulevard du Professeur Jules Leclercq 59037 Lille cedex	rKrivosic.lille@invivo.edu Direct : 03 20 44 62 70 Secrétariat : 03 20 44 62 69 Télécopie : 03 20 44 49 07
Pr Jean François Payen Service d'anesthésie réanimation chirurgicale I CHRU de Grenoble B.P. 217 X 38043 Grenoble cedex 9	Direct : 04 76 76 55 96 Secrétariat : 04 76 76 56 35 04 76 76 92 88 Télécopie : 04 76 76 51 83
Dr Geneviève Kozak-Ribbens CRMBM Faculté de Médecine 27, bd Jean Moulin 13005 Marseille	Tél. : 04 91 25 50 90 Télécopie : 04 91 25 65 39
Pr Yves Nivoche Service d'anesthésie réanimation chirurgicale Hôpital Robert Debré 75935 Paris cedex 19	yNivoche.debre@invivo.edu Direct : 01 40 03 21 82 Secrétariat : 01 40 03 22 68 Télécopie : 01 40 03 20 20

Le diagnostic va reposer sur :
– la biopsie musculaire. Elle permet le phénotypage musculaire et le test sur muscle vivant, qui se contracte anormalement en présence de caféine ;
– le génotypage, qu'on propose à toute la famille.
Dès qu'il y a doute, on considérera le sujet (et sa famille éventuellement) comme à risque d'hyperthermie maligne.

Anesthésie et myopathies de l'enfant

Les myopathies sont des affections des fibres musculaires, d'origine génétique, qui s'expriment souvent dès l'enfance. Les conséquences anesthésiques englobent le risque d'hyperthermie maligne (HM), et des risques cardiaques et respiratoires.

■ BRÈVE CLASSIFICATION

Myopathies congénitales non progressives

Le début est précoce, le déficit de la force musculaire est diffus, mais prédomine aux racines des membres et au cou. Les CPK sont peu ou pas élevées. La biopsie musculaire montre (le plus fréquemment) l'anomalie : Central Core, multimini Core, King Denborough.
Ces myopathies sont peu invalidantes, car sans aggravation au cours de la vie.

Dystrophies musculaires progressives

Elles se révèlent après un intervalle libre plus ou moins long ; la plus fréquente est la dystrophie musculaire de Duchenne.
– Quasi-exclusivement chez le garçon.
– CPK très élevées.
– Perte de la marche entre 8 et 12 ans, cyphoscoliose.
– Syndrome restrictif respiratoire.
– Cardiomyopathie dilatée.
La maladie de Becker est une forme clinique proche, plus rare, moins symptomatique et de révélation plus tardive.

Myopathies métaboliques : rares

Elles sont dues à des déficits enzymatiques touchant les voies métaboliques musculaires. Parmi elles, les cytopathies mitochondriales constituent un groupe hétérogène, le plus souvent d'origine héréditaire.
Cliniquement, on retrouve le plus souvent : encéphalopathie souvent convulsivante, hypotonie, cardiomyopathie, acidose métabolique.

Dystrophie myotonique de Steinert

Les signes cliniques débutent vers 20-25 ans, parfois dès l'âge de 10 ans. Association d'une myotonie (retard de décontraction du muscle squelettique) avec faciès atone, atteinte respiratoire et cardiaque (troubles du rythme). La forme néonatale est sévère.

Au total, le diagnostic d'une myopathie chez l'enfant repose sur la détection d'un déficit de la force musculaire, découvert sur une anomalie de la fonction motrice ou une déformation orthopédique. Le dosage des CPK et l'EMG peuvent contribuer au diagnostic, mais c'est l'étude histologique après biopsie musculaire qui permettra l'identification précise.
Si la maladie est inconnue, lors de la consultation d'anesthésie, on pourra l'évoquer devant :
– la notion de maladie familiale ;
– une hypotonie, des mollets hypertrophiés, une amyotrophie ;
– un retard de développement moteur.

■ CONSÉQUENCES ANESTHÉSIQUES DES MYOPATHIES

Un grand principe : éviter la succinylcholine, car une réponse de type rhabdomyolyse, voire hyperthermie est possible
Pour les halogénés, une réponse hypermétabolique, voire hyperthermique, est également possible, mais le risque doit être discuté au cas par cas.
Les anesthésies locorégionales sont toujours réalisables.

Myopathies congénitales

Par analogie à la *central core*, on évite formellement tout agent déclenchant de l'HM.

Dystrophies musculaires progressives

– Risque de rhabdomyolyse aiguë avec hyperkaliémie en cas d'exposition à un agent halogéné et/ou à la succinylcholine. Ces événements sont difficiles à différencier des hyperthermies malignes, et les tests de contracture sont ininterprétables. Quoi qu'il en soit, la succinylcholine est contre-indiquée, les halogénés sont à éviter.
– L'atteinte cardiaque doit être recherchée par l'échographie (fraction de raccourcissement du ventricule gauche), la scintigraphie d'éjection au technétium, voire un enregistrement de Holter.
– Le bilan respiratoire comporte une EFR avec gazométrie (ventilation non-invasive éventuellement).
– On appréciera aussi l'existence de déformations, et de troubles de déglutition.
– Au total, l'indication anesthésique dépendra du bilan, de l'indication de la chirurgie (pour le rachis, il s'agit d'une chirurgie fonctionnelle qui permet un allongement de la durée de vie), et de la discussion avec l'enfant et sa famille.
– Les curares non dépolarisants ne sont pas contre-indiqués sous couvert d'un monitorage soigneux.

Myopathies métaboliques

La succinylcholine semble devoir être évitée (un cas décrit d'HM), mais pas les halogénés. En effet, une anesthésie IV par propofol pourrait être plus délétère, avec le risque du « propofol infusion syndrome », décrit essentiellement en réanimation sur

des perfusions de longue durée, qui associe acidose métabolique, rhabdomyolyse et insuffisance cardiaque. En pratique, halogénés et propofol sont employés également par les équipes qui endorment les patients atteints de ce type de pathologies.
La volémie, l'équilibre acidobasique et glycémique doivent être suivis au plus près. La réponse aux curares non dépolarisant et aux morphiniques étant variable, ils doivent être titrés ou monitorés soigneusement.

Dystrophie myotonique de Steinert

– Il n'y a pas de risque d'HM.
– Les crises myotoniques peuvent être déclenchées par le froid, la douleur et la succinylcholine.
– Un bilan cardiaque est indispensable, à la recherche de trouble de la conduction, de prolapsus mitral, voire de cardiomyopathie. On évitera les agents cardiodépresseurs.
– Une grande sensibilité aux effets respiratoires des agents anesthésiques peut entraîner des retards de réveil. Une titration des doses est préconisée. Les curares non dépolarisants doivent être monitorés.
– La diminution de la vidange gastrique augmente le risque d'inhalation, d'où l'intérêt d'une vidange gastrique.

■ RÉSUMÉ

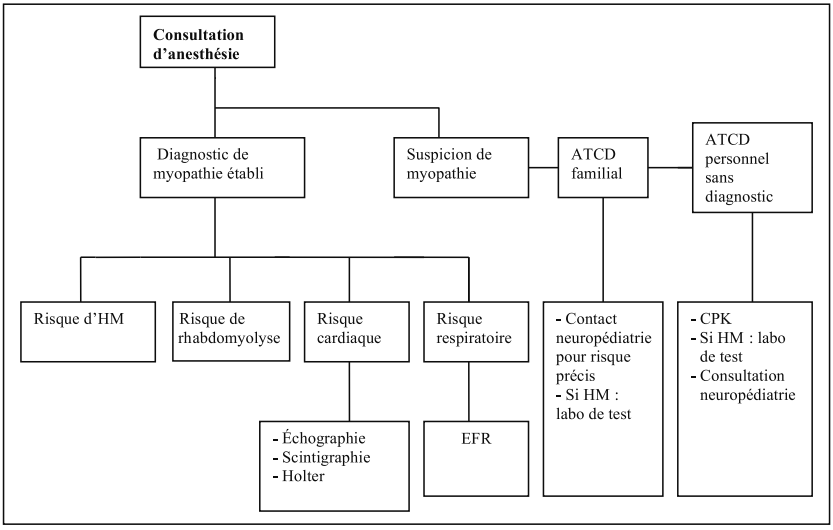


Figure 1 ■ Conduite à tenir devant une myopathie ou une suspicion de myopathie à la consultation d'anesthésie.
D'après : *Anesthésie et myopathies*, R. Krivosic-Horber, T. Dépret, T. Stojkovic, Elsevier, 2006.

Mucopolysaccharidoses

Les mucopolysaccharidoses (MPS) sont des maladies de surcharge lysosomiale dues à un déficit enzymatique et, touchant, selon la maladie, de 1/100 000 à 1/500 000 enfants. Ces pathologies sont récessives autosomiques, exceptée la maladie de Hunter, récessive liée à l'X.

■ DESCRIPTION

Le morphotype typique, décrit ici, est celui de la MPS de type I ou maladie de Hurler, qui associe progressivement (phénotype normal à la naissance) :

– un faciès en « gargouille » avec macrocéphalie, ailes du nez épaisses, macroglossie, hypertélorisme, bosses frontales, hirsutisme, petite taille/nanisme, taches mongoloïdes ;
– une anomalie de l'audition/surdité, des opacités cornéennes, une rétinite pigmentaire, une cyphoscoliose, des raideurs articulaires, une anomalie du larynx/laryngomalacie, un prognathisme, une réduction de l'ouverture buccale, une brièveté et une raideur du cou, des anomalies de la charnière occipitocervicale (MPS I, IV et VI) :
• hypoplasie de l'odontoïde et subluxation atlantoaxiale,
• hydrocéphalie sur canal cervical étroit ;
– une épilepsie, un retard mental/psychomoteur ;
– un syndrome respiratoire restrictif, un syndrome d'apnée du sommeil ;
– un encombrement bronchopulmonaire, des infections ORL chroniques ;
– des cardiomyopathies et valvulopathies ++, une hépatosplénomégalie.

Les morphotypes des autres maladies dérivent de celui-ci : les maladies de Scheie et Hurler-Scheie (de type I) sont caractérisées par une atteinte intellectuelle moins prononcée, la maladie de Hunter (de type II) par une dysmorphie moins marquée et des troubles du comportement importants. La maladie de San Filippo (de type III) comporte des atteintes viscérales, orthopédiques et cardiaques moindres. La maladie de Morquio (de type IV) et celle de Maroteaux-Lamy (de type VI) sont caractérisées par des anomalies de la charnière cervico-occipitale et une cyphoscoliose sévères, une intelligence normale. Enfin, la maladie de Sly (de type VII) est très rare.

Le diagnostic repose sur la présence de mucopolysaccharides urinaires et l'activité enzymatique sérique. Le traitement est la greffe de moelle osseuse ou l'enzymothérapie substitutive (MPS I et VI).

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Évaluation de la fonction cardiaque

Il faut rechercher des signes de coronaropathie, d'insuffisance cardiaque, de valvulopathie ; ECG et échographie cardiaque datant de moins de 6 mois.
Il convient de prévoir une prophylaxie de l'endocardite infectieuse.

Évaluation de la fonction respiratoire

Il faut :
– rechercher un syndrome d'apnée du sommeil, une pathologie restrictive ou obstructive (asthme), un encombrement chronique ;
– faire une exploration fonctionnelle respiratoire si nécessaire et si possible ;
– prescrire éventuellement kinésithérapie, ventilation non invasive et aérosols bronchodilatateurs préopératoires éventuellement ;
– évaluer les difficultés d'intubation qui sont habituelles.

Évaluation neurologique

Il faut rechercher des signes de compression médullaire et effectuer des radiographies de la colonne cervicale (MPS IV ++). L'IRM est à discuter.

Bilan biologique

Il est fonction de l'intervention.
Le bilan hépatique et la coagulation peuvent être anormaux.

Au bloc opératoire

L'installation doit être réalisée avec précaution : préserver l'axe tête-cou-tronc et les raideurs articulaires.
Les difficultés d'accès veineux (infiltration cutanée) sont habituelles.
Les difficultés de contrôle des voies aériennes sont classiques :
– pour l'intubation, prévoir le fibroscope en salle, prévenir l'ORL ;
– le masque laryngé peut ne pas être utilisable en raison de l'intervention et/ou des compliances thoracopulmonaires diminuées.

La ventilation est perturbée par l'hypersécrétion, les malformations thoraciques et le retentissement bronchopulmonaire de la maladie. Un bronchospasme, un laryngospasme et un œdème pulmonaire postobstructif peuvent survenir.

Réanimation postopératoire

L'extubation trachéale doit être prudente et éventuellement différée (suspicion d'œdème des voies aériennes, difficultés d'oxygénation...). Aérosols d'adrénaline et bronchodilatateurs peuvent être utiles comme la kinésithérapie respiratoire postopératoire. Il ne faut pas hésiter à transférer en réanimation en cas de difficultés d'intubation/d'extubation, d'instabilité hémodynamique ou ventilatoire peropératoire et en cas de syndrome d'apnées du sommeil (VNI).

Prise en charge anesthésique des syndromes drépanocytaires majeurs

■ DÉFINITION

Les syndromes drépanocytaires majeurs (SDM) regroupent des maladies génétiques graves, liés à des anomalies structurales de la chaine béta de l'hémoglobine (Hb S) entraînant une hémolyse chronique (anémie « falciforme ») ; en situation d'hypoxie, de déshydratation ou d'acidose, l'Hb S polymérise, les globules rouges se rigidifient en forme de faucille, et obstruent les capillaires, pulmonaires, osseux, ou cérébraux. C'est la crise vaso-occlusive.

On les trouve préférentiellement mais pas seulement chez les sujets de race noire (pourtour méditerranéen, Moyen Orient, Asie).

La drépanocytose SS, la plus fréquente, est responsable d'une mortalité périopératoire de 1 %.

La prise en charge d'un patient drépanocytaire implique une étroite collaboration entre anesthésiste, chirurgien et hématologue, quel que soit le contexte (urgence ou non).

■ INDICATIONS CHIRURGICALES CHEZ LE DRÉPANOCYTAIRE

Elles ne sont pas rares, soit dans le cadre de l'expression directe de la maladie, soit lors de ses complications.

De 3 mois à 5 ans : la séquestration splénique réalise un trapping brutal de sang dans la rate, qui devient volumineuse et douloureuse, elle peut évoluer vers le collapsus hypovolémique. La splénectomie est parfois proposée dans ces formes, pour éviter la récidive.

Quoiqu'il en soit, il y a hyposplénie fonctionnelle à partir de 7 ans, avec risque de complications infectieuses sévères (méningite, ostéomyélite à Salmonnelle).

Par la suite, les complications sont variables selon la gravité de l'atteinte. À l'adolescence, 40 % des sujets ont une lithiase biliaire. La cholécystectomie est fréquemment réalisée sous cœlioscopie.

Enfin, on aura à faire face à toutes les interventions chirurgicales réalisées habituellement chez l'enfant ; la concertation avec l'hématologue s'impose, même si l'urgence prime (hématologue d'astreinte).

À l'inverse, les crises vaso-occlusives peuvent mimer une urgence chirurgicale : douleur abdominale, pseudoarthrite.

Complications periopératoires

En l'absence de prévention, ou lorsque la maladie drépanocytaire n'est pas connue, la procédure chirurgicale influe sur le risque de complications vaso-occlusives par :
– l'environnement du bloc opératoire : stress, froid ;
– le risque hémorragique ;
– la déshydratation ;
– le retentissement respiratoire, le risque d'hypoxie ;
– la douleur postopératoire.

La baisse préopératoire du taux d'hémoglobine S, entre de 30 et 40 %, et la baisse de la viscosité (hématocrite de 30 à 35 %) diminuent l'incidence des complications.
On obtient ces taux soit par la transfusion simple, si le taux d'Hb de départ est bas, soit par l'échange transfusionnel, pratiqué 24 à 48 h avant l'intervention et qui permet un contrôle précis du taux d'HbS et de l'hématocrite. Chez l'enfant, les indications d'échange transfusionnel sont larges : chirurgie d'une durée supérieure à 1 h, chirurgie thoracique ou abdominale, amygdalectomie.
Cette préparation peut cependant être évitée dans la chirurgie mineure[1], telle que la circoncision, la cure de hernie inguinale, l'adénoidectomie, ou la pose d'ATT mais pas l'amygdalectomie.
Dans tous ces cas, il est recommandé que l'enfant soit hospitalisé la veille de l'intervention pour vérifier son état clinique et mettre en route une hyperhydratation intraveineuse, à 2 l/m^2.

■ CONDUITE À TENIR ANESTHÉSIQUE

– Si elle est possible, anesthésie locale, avec prémédication ± et MEOPA.
– À la consultation d'anesthésie :
• Prendre contact avec l'équipe d'hématologie qui suit l'enfant. Programmer selon le cas l'échange transfusionnel ou l'hyperhydratation la veille de l'intervention.
• Selon la gravité de l'intervention, et la tolérance de l'enfant, on peut envisager un bilan cardio (recherche de dilatation du VG, et d'HTAP), un bilan pulmonaire et neurologique.

1. Intervention mineure :
– hernie, ectopie testiculaire, circoncision ;
– ATT, adénoïdectomie, soins dentaires ;
– AMOS, injection de toxines botuliniques ;
– IRM sous AG ;
– gastroscopie simple ou avec biopsies.
Sortie à J0 en l'absence de complication.

– Au bloc opératoire, on s'attachera à prévenir :
• l'hypoxie : préoxygénation soigneuse, $FiO_2 > 0,5$, PEEP, maintien d'une SpO_2 toujours > 98 % y compris au réveil ;
• l'acidose : éviter l'hypercapnie ;
• la vasoconstriction : prévention de l'hypothermie per et postopératoire. Proscrire l'application de glace ou un garrot prolongé ;
• l'hypovolémie : hydratation préopératoire systématique pendant au moins 12 h, compensation soigneuse des pertes peropératoires avec surveillance hémodynamique stricte et monitorage de la diurèse ;
• l'infection : asepsie, antibioprophylaxie ;
• le stress : prémédication, analgésie de qualité. L'anesthésie locorégionale est intéressante : même s'il peut exister des neuropathies périphériques, le rapport bénéfice-risque est en faveur de l'ALR, avec de faibles concentrations d'anesthésiques locaux.
– Les corticoïdes sont formellement contre-indiqués : ils favorisent la survenue de crises vaso-occlusives par le biais de la démargination.
– Le Cell-Saver est contre-indiqué.
– En cas d'urgence chirurgicale non précédée d'un échange transfusionnel :
• faire prélever NFP, groupe et ACI ;
• hydratation préopératoire dès que possible ;
• transfusion globulaire en pré ou peropératoire pour « diluer » les hématies falciformes. Si le taux d'hémoglobine préopératoire est supérieur à 9 g/l, la transfusion peut être dangereuse ; on essaiera de joindre un hématologue, et on pourra procéder à une saignée prétransfusionnelle.
– La chirurgie ambulatoire est possible, si l'enfant a eu une hydratation préopératoire et en cas de chirurgie mineure.

Anesthésie pour exérèse de neuroblastome

Le neuroblastome, tumeur solide deuxième en fréquence chez l'enfant de moins de 6 ans, se développe aux dépens du système nerveux sympathique. Il peut être abdominal (60 %), thoracique (20 %), cervical (10 %) ou métastatique (moelle, os, foie, cerveau...). La clinique varie avec les localisations (signes digestifs, respiratoires, compression médullaire des tumeurs en sablier, hématomes orbitaires évocateurs...). La sécrétion des catécholamines est très fréquente (excrétion urinaire de VMA, HVA, dopamine) et peut entraîner une HTA.

Le traitement dépend de l'extension de la tumeur (TNM), de l'âge, de l'expression du gène N-Myc : chirurgie, chimiothérapie, radiothérapie sont possibles. Une chimiothérapie première permet de réduire le volume et l'extension tumorale et de faciliter la prise en charge chirurgicale. Une anesthésie peut être requise pour chirurgie radicale, biopsie médullaire et myélogramme, pose de chambre à cathéter implantable, IRM...

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Il faut évaluer :

– une HTA : traitement en cours et à poursuivre jusqu'à l'intervention (inhibiteur calcique), ou à interrompre au dernier moment (IEC) ;
– le retentissement cardiaque (échographie cardiaque), syndrome cave ;
– une chimiothérapie préalable : retentissement médullaire (aplasie) qui peut faire différer l'intervention, toxicité cardiaque (anthracyclines), rénale ou générale (infection) ;
– le retentissement fonctionnel respiratoire, neurologique ou général de la tumeur.

Le bilan biologique doit comporter au minimum hémogramme, coagulation, ionogramme sanguin, groupe sanguin et ACI.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

La chirurgie du neuroblastome est longue et potentiellement hémorragique (rare).

L'AG est adaptée au type d'intervention (laparotomie, thoracotomie, cervicotomie...).

En cas de tumeur sécrétante :

– les manipulations peuvent provoquer des accès hypertensifs : suspendre temporairement la manipulation, approfondir l'anesthésie, ± anti-HTA ;

– l'ablation de la tumeur est suivie d'une hypotension qui peut persister plusieurs heures (même en l'absence d'HTA préopératoire ou peropératoire) : anticiper le remplissage, noradrénaline ou dopamine.

Pour le contrôle hémodynamique, il faut au minimum 2 voies veineuses périphériques, la mesure de la PA sanglante et/ou un Doppler aortique œsophagien et une sonde urinaire.

■ RÉANIMATION POSTOPÉRATOIRE

Il faut établir une surveillance des constantes hémodynamiques et de la diurèse, réaliser un sevrage progressif des catécholamines en secteur de surveillance intensive.

L'analgésie se fait à l'aide de morphine en PCA, d'ALR en l'absence de contre-indication (localisation neurologique, coagulation...). La reprise alimentaire s'effectue selon la chirurgie.

Enfant polytraumatisé : prise en charge initiale

Les polytraumatismes représentent 14 % de l'ensemble des traumatismes, 1/3 de la mortalité infantile et sont la première cause de décès après 1 an.
Il y a 80 % de traumatismes fermés, 80 % d'entre eux sont associés à un traumatisme crânien. Par conséquent, tout enfant polytraumatisé doit être considéré comme traumatisé crânien jusqu'à preuve du contraire.
Cinquante pour cent des décès sont dus à un traumatisme crânien (TC).
La mortalité précoce s'élève à 30 %.
Certains décès sont évitables : détresse respiratoire non traitée, lésion hémorragique traitée tardivement, aggravation secondaire d'un TC.

■ ÉVALUATION INITIALE ET GESTES D'URGENCE

Contrôle des voies aériennes

L'anatomie particulière de l'enfant nécessite du matériel pédiatrique spécifique et adapté.

Circulation

La réponse de l'enfant à l'hypovolémie est différente de celle de l'adulte, sa pression artérielle (PA) est mieux préservée, grâce à une hyperactivité sympathique. On observe une chute de la PA à partir d'une perte de 40 % du volume sanguin circulant (volume sanguin = 80 ml/kg), donc, elle peut précéder de peu le collapsus circulatoire *(Tab. 1)*.
La bradycardie paradoxale est un signe de gravité avec risque d'arrêt cardiorespiratoire.

Tableau I ■ Signes cliniques selon l'importance de l'hémorragie

Signes cliniques	Pertes sanguines		
	< 20 %	25 %	40 %
Cardiovasculaires	Pouls filant Tachycardie	Pouls filant	Tachycardie Hypotension Tachycardie/bradycardie
Cutanés	Peau froide TRC 2-3 secondes	Extrémités froides Cyanose	Pâleur Froid
Rénaux	Oligurie modérée	Oligurie nette	Anurie
Neuropsychiques	Irritabilité Agressivité	Confusion Léthargie	Coma

Il faut connaître les valeurs des constantes physiologiques en fonction de l'âge.
L'hypovolémie est définie, chez l'enfant > 12 mois, comme suit :
PAS < 70 mmHg + (2 × âge en années) et/ou signes cliniques.
Elle nécessite un traitement actif.

Signes neurologiques *(Tab. 2 à 4)*

Tableau 2 ■ Score de Glasgow chez l'enfant

Échelle pédiatrique	Cotation
Ouverture des yeux	
– spontanée – à la demande – à la douleur – aucune	4 3 2 1
Meilleure réponse verbale (< 2 ans/< 5 ans)	
– comportement social/mots appropriés – pleurs consolables/confus – cris incessants/mots inappropriés – agitation, gémissements/sons incompréhensibles – aucune	5 4 3 2 1
Meilleure réponse motrice (< 1 an/> 1 an)	
– mouvements normaux spontanés/obéit aux ordres – localise la douleur – évitement à la douleur – flexion anormale (décortication) – extension anormale (décérébration) – aucune	6 5 4 3 2 1

Tableau 3 ■ Valeurs de la PIC

Âge	PIC (mmHg)
Nouveau-né	1-4
Nourrisson	1, 5-6
Enfant	4-8

Tableau 4 ■ Valeurs de la PPC

Âge	PPC (mmHg)
1 semaine-1 an	> 40
> 1 an	65

La survenue de convulsions généralisées brèves et précoces (moins de 20 minutes) n'a pas de valeur défavorable et n'est pas synonyme de lésions cérébrales associées.
Le score de Glasgow doit être adapté à l'enfant, il faut vérifier l'état pupillaire.
La pression intracrânienne (PIC) et la pression de perfusion cérébrale (PPC) augmentent au cours de la petite enfance. À volume égal, la PIC augmente plus rapidement chez le jeune enfant que chez l'enfant plus âgé.

Il faut surveiller les signes d'hypertension intracrânienne (HTIC) : fontanelle antérieure bombée, irritabilité paradoxale, vomissements, bâillements, yeux en coucher de soleil.
Les scores de gravité sont à établir. Un *pediatric trauma score* (PTS, *Tab. 5*) et un *revised trauma score* (RTS, *Tab. 6*) respectivement inférieurs à 8 et 11 signent un traumatisme potentiellement grave.

Tableau 5 ■ *Pediatric trauma score*

Items	+ 2	+ 1	– 1
Poids (kg)	> 20	10-20	< 10
Liberté des VAS	Normale	Maintenue	Non maintenue
PA systolique (mmHg)	> 90	50-90	< 50
État neurologique	Réveillé	Obnubilé	Comateux
Plaie	0	Minime	Majeure
Fracture	0	Fermée	Ouverte

Tableau 6 ■ *Revised trauma score*

Items	+ 2	+ 1	– 1
Poids (kg)	> 20	10-20	< 10
Liberté des VAS	Normale	Avec assistance	Intubation nécessaire
PA systolique (mmHg)	> 90	50-90	< 50
Score de Glasgow	15-12	11-9	8
Plaie	0	Minime	Majeure
Fracture	0	Fermée	Ouverte/multiple

Lésions spécifiques

Les lésions thoraciques pariétales, du fait de la grande élasticité de la cage thoracique, ne reflètent pas la gravité du traumatisme (lésions parenchymateuses sans fractures de côtes).
Les lésions abdominales touchent en fréquence la rate, puis le foie et les organes creux (traumatisme direct par le guidon du vélo).
En ce qui concerne les lésions rachidiennes, 50 à 60 % des polytraumatisés ont des lésions médullaires sans anomalie radiologique. Chez le très jeune enfant, de 60 à 80 % de ces lésions se situent au niveau cervical.
La ceinture de sécurité entraîne fracture du rachis lombaire, ecchymoses abdominales et/ou thoraciques associées, dans 50 % des cas, à des lésions d'organes creux intra-abdominaux.
Les lésions cérébrales entraînent moins d'hématomes intracrâniens et plus d'HTIC. Il y a augmentation du volume cérébral (*brain swelling*) dans 50 % des cas. Attention ! Les plaies du cuir chevelu sont hémorragiques.

Les lésions osseuses engagent le pronostic fonctionnel. La fracture du fémur est rarement responsable d'une hémorragie importante chez le jeune enfant.

■ AU DÉCHOCAGE

Objectif principal

L'objectif principal du déchocage est de détecter et traiter en urgence les lésions mettant en jeu le pronostic vital immédiat. Il faut donc explorer et traiter en un temps. La notion de *golden hour* de l'adulte prévaut également chez l'enfant. Il est nécessaire de disposer d'une équipe multidisciplinaire entraînée et de pouvoir transférer le patient vers un centre spécialisé.
La réanimation passe avant la chirurgie à la phase initiale.
Les indices de gravité sont les suivants :
– Glasgow < 7 ;
– transfusion > 20 ml/kg durant la 1re heure.

Abords vasculaires

– VVP : saphène, jugulaire externe.
– VVC : fémorale en première intention chez l'enfant.
– Perfusion intraosseuse si échec de VVP > 3 min : ponction = 1 cm sous et en dedans de la tubérosité tibiale *(Fig. 1)* ou 1 cm au-dessus malléole interne ; 18 G pour < 10 kg, 16 G pour > 10 kg ; ponction perpendiculaire ou oblique dans le sens opposé au cartilage de conjugaison ; reflux franc (sauf si collapsus majeur) ; débit maximum = 10-25 ml/min, soit 600-1 500 ml/h ; injection possible d'agents anesthésiques et de réanimation (transfusion).
– Cathéter artériel :
• < 6 kg, 24 G (2 Fr) ;
• 6-20 kg, 22 G (3 Fr) ;
• > 20 kg, 20 G (4 Fr).

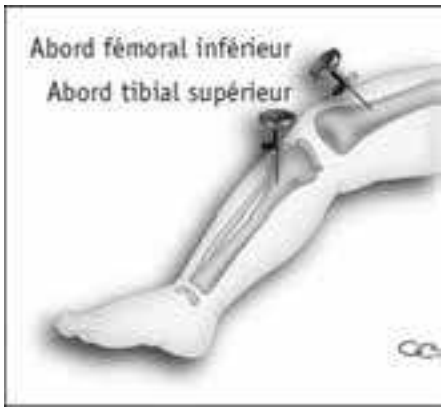


Figure 1 ■ Voies intraosseuses.

Traitement des détresses vitales

Détresse respiratoire

L'obstruction des voies aériennes (principale cause de détresse respiratoire) est favorisée par les particularités anatomiques, la dilatation gastrique accentuée par les cris et la ventilation au masque facial.
L'intubation orotrachéale (IOT) est indiquée en cas de ventilation spontanée inefficace, de PTS < 8, de Glasgow < 8.
L'induction à séquence rapide se fait avec de l'hypnomidate après 2 ans (0,2-0,4 mg/kg) ou de la kétamine avant 2 ans (3-4 mg/kg) associé à de la succinylcholine (1-2 mg/kg).

Détresse hémodynamique

Il faut évaluer systématiquement les pertes sanguines rapportées au volume sanguin estimé, en fonction des différentes lésions.
La première cause de détresse hémodynamique est le choc hémorragique.
Il faut traiter les hémorragies extériorisées, principalement provoquées par les lésions des organes pleins (rate, foie), car la fracture du bassin est rare.

Important !
Il ne faut pas utiliser de solutés glucosés.
La transfusion sanguine utilise CGR, PFC, plaquettes, fibrinogène.
Catécholamines : noradrénaline +++.
Le pantalon antichoc est utilisé à partir de 20 kg.
Le remplissage se fait, à raison de 20 ml/kg en 10 à 20 minutes à répéter 3 ou 4 fois si besoin, par des cristalloïdes (Ringer, NaCl 0,9 %) ou colloïdes (HEA, maximum 33 ml/kg) si l'état de choc persiste.

Détresse neurologique

Après avoir traité les détresses respiratoire et circulatoire :
– maintenir une pression artérielle moyenne (PAM) optimale ;
– lutter contre HTIC :
• osmothérapie : 0,25 à 1 g/kg en bolus, soit de 1,25 à 5 ml/kg de mannitol 20 %,
• sérum salé hypertonique 3 %, de 0,1 à 1 ml/kg/h,
• barbiturique, de 3 à 5 mg/kg/h ;
– prévenir les agressions cérébrales secondaires d'origine systémique (ACSOS) en empêchant l'hypotension, l'hypoxie, l'hypothermie, l'hypercapnie, l'hypocapnie, l'anémie ;
– traiter les lésions abdominales (traitement conservateur non chirurgical si l'enfant est stable, sans déglobulisation) ;
– prévenir l'hypothermie.

Examens complémentaires

Des examens complémentaires sont à pratiquer une fois que l'enfant est équipé, que les détresses vitales sont traitées, qu'il est sous monitorage continu.

Au déchocage, il faut réaliser des radiographies du thorax et du bassin, une échographie abdominale, un Doppler transcrânien, puis un scanner du corps entier et au besoin une artériographie *(Fig. 2)*.

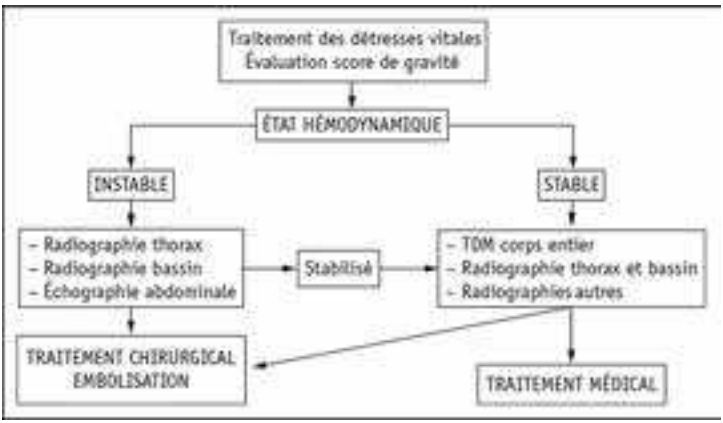


Figure 2 ■ Hiérarchisation des différentes thérapeutiques.

■ ANESTHÉSIE DE L'ENFANT POLYTRAUMATISÉ

La continuité de la réanimation doit être assurée.

Principes

Il s'agit de rétablir et maintenir les grandes fonctions vitales en permettant une perfusion tissulaire efficace afin d'assurer l'oxygénation cellulaire et d'éviter l'ischémie.
Le choix stratégique doit donner la priorité aux interventions d'hémostase.
Avant une intervention longue, il faut s'assurer que le bilan lésionnel soit complet.
Il y a contre-indication à toute intervention dont le but n'est pas l'hémostase si le patient est instable.

Bilan préanesthésique

Le bilan préanesthésique est souvent succinct car l'interrogatoire de l'enfant est parfois impossible et ses parents sont absents.
Il faut procéder à un examen clinique pour rechercher des critères d'IOT difficile.
Le bilan biologique a été fait à l'accueil, au déchocage.

Équipement

L'équipement est fait en fonction de l'état hémodynamique du patient et de la présence de lésions potentiellement hémorragiques : VVP, VVC, cathéter artériel, sonde gastrique, SAD.
Un Cell Saver et un accélérateur de perfusion doivent être à disposition.

Voies aériennes supérieures

La séquence doit être rapide quelle que soit l'heure du dernier repas :
– hypnotiques, administrés en fonction de l'état hémodynamique : midazolam, kétamine (attention à l'hypersécrétion salivaire parasympatholytique), hypnomidate si > 2 ans, thiopental ;
– curare : suxaméthonium.

Il faut prévoir des conditions d'IOT difficile en cas de traumatisme facial, rachidien ou d'hémorragie oropharyngée.

Entretien

L'entretien se fait par le biais :
– d'halogénés si les signes d'HTIC sévère sont absents ;
– mais pas de protoxyde d'azote ;
– de morphiniques ;
– de curares.

Avec :
– optimisation de la PAM ;
– bilans biologiques réguliers ;
– correction de l'hémostase ;
– lutte contre hypothermie (réchauffement à air pulsé et des solutés de remplissage) ;
– une antibiothérapie empirique.

Il convient de discuter de l'opportunité de l'anesthésie locorégionale.

■ MONITORAGE

En plus du monitorage habituel ($PetCO_2$), il peut comporter :
– une pression artérielle invasive ;
– la diurèse horaire ;
– une mesure Doppler aortique œsophagien (si > 15 kg).

Asthme

L'asthme concerne 10 % de la population pédiatrique. À 80 %, il est associé à une allergie. On peut répartir les asthmatiques en :
– groupe 1, patients stables sans traitement ;
– groupe 2, patients stables sous traitement ;
– groupe 3, patients symptomatiques malgré un traitement.

Préparation

Il convient de rechercher une allergie, un terrain atopique.
Aucun bilan préopératoire n'est réellement informatif.
À la prémédication standard s'ajoute :
– β_2-mimétiques pour les enfants du groupe 1 ;
– traitement habituel (corticoïdes etβ_2-mimétiques) pour les enfants du groupe 2 ;
– hydrocortisone à la dose de 1 mg/kg IV (hors urgence, prednisone 1 mg/kg pendant 5 jours) avec kinésithérapie respiratoire si possible pour les enfants du groupe 3.

Au bloc opératoire

Il faut :
– privilégier l'ALR ;
– utiliser de la kétamine ou du propofol en cas d'AG IV ;
– utiliser du sévoflurane en cas d'AG inhalatoire ;
– se servir d'un masque facial ou d'un masque laryngé en première intention lorsque c'est possible.

Vigilance

Il faut être particulièrement vigilant pour :
– le bronchospasme ;
– l'anaphylaxie : curare, antibiotiques, latex (allergie croisée avec bananes, avocats, kiwis) ;
– la rare insuffisance surrénalienne.

En cas de bronchospasme

Salbutamol IVD 5 µg/kg puis 0,5 à 5 µg/kg/mn IVSE.

Diabète

■ INTRODUCTION

Le diabète de l'enfant est essentiellement insulinodépendant et de mécanisme auto-immun. Toute intervention chirurgicale peut décompenser l'équilibre d'un diabétique traité, particulièrement en cas d'intervention urgente, de pathologie digestive et/ou infectieuse.
Dans le contexte de l'urgence, systématiquement rechercher et traiter l'hyperglycémie, la déshydratation et les troubles ioniques ainsi que l'acidocétose (qui peut se manifester par des douleurs abdominales) sans retarder la chirurgie.
L'acidocétose est une urgence médicale dont la mortalité peut atteindre 15 % (œdème cérébral).
L'objectif en périopératoire est la normoglycémie.

■ ÉVALUATION PRÉOPÉRATOIRE

Schémas thérapeutiques les plus fréquents
– Apport basal d'insuline de longue durée d'action (insuline semilente ou ultralente) + insuline rapide pour le contrôle de la glycémie post-prandiale : 2 à 3 injections par jour ;
– Débit continu d'insuline rapide + bolus avant les repas en SC, via une pompe à insuline.

Objectif : évaluation de l'équilibre glycémique et du retentissement du diabète
Toute chirurgie programmée d'un enfant diabétique devra être effectuée en condition d'équilibre métabolique.
Lors de la consultation d'anesthésie, prévoir :
– évaluation de l'équilibre glycémique (carnet de surveillance), ionogramme sanguin, cétonurie, HbA1c récente ;
– avis endocrinologue en cas de diabète mal équilibré : adaptation du traitement pour l'optimisation de l'équilibre ;
– programmer la chirurgie le matin, premier patient sur la liste.

■ GESTION PRÉOPÉRATOIRE

– Si tendance à l'hypoglycémie le matin (carnet de surveillance) : réduire à 80 % la dose d'insuline lente le soir.
– Contrôle systématique de la glycémie avant l'induction et surveillance horaire si l'anesthésie est différée.
– Jeûne préopératoire selon les recommandations de l'ASA :
• pas d'alimentation solide 6 heures avant ;
• pas de liquide clair ni de lait maternel 4 heures avant.
– Pour la pompe à insuline, toujours vérifier et sécuriser le dispositif de perfusion SC, afin de prévenir l'arrêt accidentel d'administration de l'insuline.

■ INTERVENTION CHIRURGICALE BRÈVE (< 1 H), REPRISE PRÉCOCE DE L'ALIMENTATION

	Enfant traité par schéma à multiples injections
J – 1	Doses habituelles d'insuline rapide et lente ou ultralente
J0	**Bloc prévu à 8 h 00** À 7 h 00 : – perfusion de G5 % polyionique. Pas d'insuline rapide sauf si glycémie > 14 mmol/l – 50 % de la dose habituelle du matin d'insuline intermédiaire ou lente ou dose habituelle d'insuline ultralente Contrôle toutes les 30 à 60 minutes de la glycémie jusqu'au réveil de l'enfant
	Bloc prévu à 13 h 00 À 7 h 00 : – petit-déjeuner léger autorisé, liquides clairs jusqu'à 4 heures avant l'anesthésie – 50 % de la dose habituelle du matin d'insuline intermédiaire ou lente + dose habituelle d'insuline rapide – si insuline UL le matin : 50 % dose du matin d'insuline rapide + dose habituelle d'insuline UL – si insuline UL la veille au soir : dose habituelle d'insuline rapide – débuter perfusion de G5 % polyionique 2 heures après le petit-déjeuner Surveillance glycémique toutes les 30 à 60 minutes
	Gestion peropératoire Perfusion d'entretien (G5 % polyionique) Surveillance glycémique toutes les 30 à 60 minutes Si glycémie > 14 mmol/l, dose d'insuline rapide en SC (facteur de correction)
	Gestion postopératoire Reprise des boissons et de l'alimentation dès retour en chambre Contrôle de la glycémie et insuline rapide en bolus SC/4 h jusqu'à reprise de l'insuline habituelle le soir

	Enfant traité par une pompe à insuline en SC
J – 1	Maintenir la pompe à insuline en débit continu SC, débit de base usuel
J0	**Bloc prévu à 8 h 00** À 7 h 00 : – perfusion de G5 % polyionique – insuline via la pompe SC, débit de base usuel. Pas de bolus sauf si glycémie > 14 mmol/l
	Bloc prévu à 13 h 00 À 7 h 00 : – petit-déjeuner léger autorisé, liquides clairs jusqu'à 4 heures avant l'anesthésie – insuline via la pompe SC, débit de base usuel + bolus habituel – débuter perfusion de G5 % polyionique 2 heures après le petit-déjeuner – si glycémie > 14 mmol/l, bolus SC d'insuline rapide par la pompe (facteur de correction) Objectif : glycémie à 8 mmol/l (150 mg/dl)
	Gestion peropératoire Perfusion d'entretien (G5 % polyionique) + insuline via la pompe SC, débit de base usuel Surveillance horaire de la glycémie capillaire : – glycémie capillaire entre 5 et 10 mmol/l : surveillance horaire de la glycémie jusqu'à la fin de l'intervention – glycémie > 10 mmol/l : bolus d'insuline via la pompe SC (facteur de correction) – glycémie < 5 mmol/l : augmenter l'apport de glucose IV
	Gestion postopératoire Reprise des boissons et de l'alimentation dès retour en chambre Contrôle horaire de la glycémie pendant 4 heures

■ INTERVENTION CHIRURGICALE LONGUE (> 1 H), JEÛNE POSTOPÉRATOIRE

	Enfant traité par schéma à multiples injections
J – 1	Doses habituelles d'insuline rapide et lente ou ultralente.
J0	**Bloc prévu à 8 h 00** À 7 h 00 : – perfusion de G5 % polyionique + insuline IVSE Contrôle toutes les 30 à 60 minutes de la glycémie
	Bloc prévu à 13 h 00 À 7 h 00 : – petit-déjeuner léger autorisé, liquides clairs jusqu'à 4 heures avant l'anesthésie – 30 % de la dose habituelle du matin d'insuline rapide – débuter perfusion de G5 % polyionique + insuline IVSE 2 heures après le petit-déjeuner Contrôle horaire de la glycémie
	Gestion peropératoire
	Perfusion d'entretien (G5 % polyionique) + insuline IVSE Surveillance glycémique toutes les 30 à 60 minutes jusqu'au réveil de l'enfant Compensation volémique : soluté isotonique (Ringer, NaCl 0,9 %)
	Gestion postopératoire
	Alimentation si possible, maintien des apports de glucose IV jusqu'à reprise d'une alimentation suffisante Glycémie capillaire horaire pendant 4 heures puis toutes les 4 heures tant que insuline IVSE, BU + corps cétoniques Insuline IVSE. Reprise insuline selon schéma habituel possible dès J1, si glycémie stable, en l'absence de complications

	Enfant traité par une pompe à insuline en SC
J – 1	Maintenir la pompe à insuline en débit continu SC, débit de base usuel
J0	Vérifier glycémie (+ ionogramme sanguin, cétonurie récente)
	Bloc prévu à 8 h 00 À 7 h 00 : – perfusion de G5 % polyionique – arrêt de la pompe insuline SC et relais insuline IVSE. Pas de bolus sauf si glycémie > 14 mmol/l
	Bloc prévu à 13 h 00 À 7 h 00 : – petit-déjeuner léger autorisé, liquides clairs jusqu'à 4 heures avant l'anesthésie – bolus habituel via la pompe SC puis arrêt de la pompe – débuter perfusion de G5 % polyionique + insuline IVSE 2 heures après le petit-déjeuner
	Gestion peropératoire
	Perfusion d'entretien (G5 % polyionique) + insuline IVSE Surveillance glycémique toutes les 30 à 60 minutes jusqu'au réveil de l'enfant Compensation volémique : soluté isotonique (Ringer, NaCl 0,9 %)
	Gestion postopératoire
	Alimentation si possible, maintien des apports de glucose IV jusqu'à reprise d'une alimentation suffisante Glycémie capillaire horaire pendant 4 heures puis toutes les 4 heures tant que insuline IVSE, BU + corps cétoniques Insuline IVSE. Reprise de l'insuline possible via la pompe SC, si glycémie stable, en l'absence de complications

– Pas de reprise alimentaire possible : (surveillance ++) :
• maintenir perfusion de glucose et d'électrolytes ;
• maintenir et adapter la dose d'insuline IVSE selon la glycémie capillaire ;
• objectif de glycémie : 5 à 10 mmol/l ;
• surveillance de la glycémie capillaire toutes les 2 heures ;
• reprise de l'insuline selon schéma habituel possible dès J1 si glycémie stable, en l'absence de complications.
– Reprise alimentaire possible :
• arrêt de la perfusion de G5 % polyionique si pas de NVPO et alimentation suffisante ;
• reprise du traitement insulinique selon schéma et surveillance habituels.

■ CHIRURGIE AMBULATOIRE

Possible si diabète équilibré, si reprise d'une alimentation normale sans NVPO et glycémie normale.

■ ANNEXES

Facteur de correction

Facteur de correction = 1 500 divisé par la dose totale quotidienne d'insuline (DTQI). Si la dose est variable, utiliser la dose totale quotidienne moyenne de la semaine précédente.
1 UI d'insuline rapide diminue la glycémie de « facteur de correction » en mg/dl (1 mmol/l = 180 mg/l ; 1 g/l = 5,5 mmol/l).
Exemple : si DTQI = 50 UI, le facteur de correction est de 30 donc 1 UI d'insuline rapide diminue la glycémie de 30 mg/dl (1,7 mmol/l).

Perfusion d'entretien (G5 % polyionique) et apport d'insuline IVSE

Poids (kg)	3	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Apport hydrique de base (ml/h)	12	20	40	50	60	65	70	75	80	85	90
Apport de glucose (g/h)	0,6	1	2	2,5	3	3,2	3,5	3,8	4	4,2	4,5
Insuline (1 U/ml) (ml/h)	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5

Débit de perfusion : 4 ml/kg/h si # 10 kg + 2 ml/kg/h de 11 à 20 kg + 1 ml/kg/h si > à 20 kg.
Enfant prépubère : 1 U d'insuline IV pour 5 g de glucose administré.
Enfant pubère : 1 U d'insuline IV pour 3 g de glucose administré.

Dose d'insuline IVSE selon la glycémie

Glycémie (mmol/l)	**Poids (kg)**	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	Insuline (U/h)										
< 3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 à 7		0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3
8 à 12		0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5
12 à 15		0,4	0,8	1,1	1,5	1,9	2,3	2,6	3,0	3,4	3,8
> 15		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0

Insuline rapide 50 UI dans 50 ml de sérum physiologique = 1 U/ml.

En cas d'hypoglycémie (glycémie < 3 mmol/l ou 50 mg/dl)

– Arrêt de l'insuline.
– Administration de 5 ml/kg de G10 % IVL (en 5 à 10 minutes).
– Contrôle de la glycémie.
– Reprise de l'insuline lorsque la normoglycémie est atteinte.

Insuffisance surrénalienne

Chez l'enfant, la première cause d'insuffisance surrénalienne est l'hyperplasie congénitale des surrénales (déficit en 21-hydroxylase le plus souvent).
Elle entraîne un déficit en cortisol ± aldostérone (70 %, perte de sel) ± adrénaline, et une sécrétion exagérée d'androgènes.

Préparation

Il faut :
– rechercher des signes de décompensation : déshydratation, fatigue, vomissements ;
– réaliser un ionogramme sanguin, une glycémie.

Protocole

J – 1	Hydrocortisone IM 2,5 mg/kg (maximum : 125 mg)	
J0	Préopératoire	Syncortil® : 2,5 ou 5 ou 10 mg (poids < 5 kg, 5-10 kg, > 10 kg) Hydrocortisone IM : 2,5 mg/kg
	Peropératoire	SG 10 % + NaCl 20 % (0,5 g/kg par 24 h) Hydrocortisone IV : 2,5 mg/kg en dérivation (à renouveler toutes les 4 heures si besoin)
	Postopératoire	Ionogramme sang et glycémie Hydrocortisone IM : 2,5 mg/kg
J1		0,5 g/kg NaCl à répartir dans la journée Syncortil® : 2,5 ou 5 ou 10 mg (poids < 5 kg, 5-10 kg, > 10 kg) Hydrocortisone IM : 2,5-5 mg/kg
J2-J4		Ramener à la posologie habituelle

Surveillance

Un examen clinique et la surveillance du poids doivent être quotidiens.
La PA doit être vérifiée toutes les 4 heures.
L'ionogramme sanguin et la glycémie le sont 2 fois par jour.

Protocole per os

Un protocole *per os* est possible pour des examens sous AG, des chirurgies mineures avec reprise immédiate des boissons et de l'alimentation.

J – 1 au soir	Doubler le traitement habituel *per os*	
J0	Préopératoire	Doubler le traitement habituel *per os*
	Postopératoire	
J1	Posologie habituelle *per os*	

L'ionogramme sanguin et la glycémie sont vérifiés en préopératoire et en postopératoire, puis à J1 et/ou en fonction des résultats et de la clinique.
Les autres paramètres de la surveillance sont identiques à ceux énumérés ci-dessus.

Mucoviscidose

Préparation

Il faut :
– effectuer une kinésithérapie préopératoire ;
– réaliser une prémédication par hydroxyzine et bronchodilatateurs, la dornase et l'atropine étant interdites ;
– rechercher un diabète, une atteinte hépatobiliaire, un RGO, une dénutrition, une polypose nasale, une infection pulmonaire ;
– évaluer le capital veineux, la fonction respiratoire (dernière EFR).

Au bloc opératoire

L'ALR doit être privilégiée lorsque cela est possible.
L'AG avec masque laryngé est parfois possible. L'induction inhalatoire est prolongée ; en cas de RGO, l'induction doit être intraveineuse.
Le remplissage vasculaire doit être rigoureux.
Il faut éviter les sondes nasales.

Réanimation postopératoire

Surveiller l'hypoxémie et l'hypercapnie.
Pour l'analgésie, l'ALR est préférable. Les opioïdes peuvent être utilisés mais il faut faire attention à l'effet antitussif.

Insuffisance rénale

Une anesthésie chez un insuffisant rénal (IR) peut être nécessaire pour une chirurgie urologique (malformation, néphrectomie...), pour le traitement de l'insuffisance rénale (cathéter d'hémodialyse ou de dialyse péritonéale, fistule artérioveineuse...) ou pour un motif non urologique (traumatologie, appendicite...).

Consultation d'anesthésie

Il faut d'abord évaluer l'IR et son retentissement :
- rétention hydrosodée : HTA et son retentissement cardiaque (HVG) et traitement (IEC, etc.), œdèmes (poids), épanchement péricardique, retentissement pulmonaire (augmentation de l'eau pulmonaire), œdème pulmonaire (PEEP), diminution de la compliance pulmonaire (augmentation des pressions d'insufflation) ;
- anémie chronique : degré, tolérance cardiaque, traitement (érythropoïétine) ;
- perturbations ioniques : hyperkaliémie, hyperphosphorémie et hypermagnésémie, hypocalcémie, hyponatrémie de dilution, acidose métabolique (hyperventilation, apport de bicarbonate) ;
- coagulopathie : thrombopathie de l'IR terminale avec risque de saignement (prévention par EER), traitement par desmopressine (0,3 µg/kg), risque thrombotique (syndrome néphrotique) ;
- traitement : EER (modalités, fréquence, tolérance), antihypertenseurs, immunosuppresseurs, corticoïdes, anticoagulants.

Trois situations différentes peuvent se rencontrer :
- IR chronique modérée : clairance de la créatinine, protidémie (syndrome néphrotique), hémoglobinémie. Adapter le traitement antihypertenseur : arrêt des IEC selon leur demi-vie, remplacer par de la nicardipine (0,5-3 µg/kg/min), anticoagulants (attention à l'accumulation de certaines héparines), immunosuppresseurs... ;
- IR chronique terminale dialysée : prévoir une EER dans les 24 heures précédant l'intervention sans déshydratation (hypovolémie) avec un délai de 2 heures (équilibration post-EER) ; diurèse conservée ou non ;
- IR aiguë : anesthésie générale possible si kaliémie < 5,5 mEq/l (6 mEq/l si ALR seule), ECG ; traitement (kayexalate, calcium, bicarbonate, bêtamimétiques), EER préopératoire en l'absence d'urgence. Tenir compte des perturbations liées à la pathologie responsable de l'IR (syndrome urémohémolytique, polytraumatisme...).

Au bloc opératoire

La pharmacologie des agents anesthésiques est modifiée par l'augmentation du volume de distribution, la diminution de la fixation protéique, le défaut d'élimination urinaire de l'agent ou de ses métabolites. Midazolam, propofol, kétamine, étomidate, sufentanil et alfentanil sont peu concernés. La succinylcholine augmente la kaliémie (le

rocuronium est une alternative possible). Il faut monitorer la curarisation (atracurium) et éviter l'utilisation prolongée du sévoflurane en circuit fermé chez l'IR chronique modéré.
Il convient de préserver le capital veineux : pas de tensiomètre ni de ponction du côté d'une fistule artérioveineuse.
Le remplissage vasculaire doit être adapté à la diurèse et aux pertes chirurgicales :
– selon besoin, PA sanglante ou Doppler aortique œsophagien, PVC ;
– les solutions de Ringer apportent du K^+ ; attention aux apports sodés en excès mais aussi à l'hyponatrémie (œdème cérébral).

Il faut :
– prévenir l'hypotension artérielle qui aggrave la fonction rénale ;
– éviter autant que possible la transfusion sanguine (immunisation).

L'antibioprophylaxie ou l'antibiothérapie se fera selon les circonstances : le risque infectieux de l'insuffisant rénal serait accru.
Le syndrome néphrotique pose des problèmes particulièrement difficiles d'abord veineux : les œdèmes rendent l'accès périphérique très difficile, et les riques infectieux et thrombotiques majeurs contre-indiquent l'abord veineux central prolongé.

Réanimation postopératoire

Le patient doit être transféré en unité de soins intensifs si une EER est prévue en postopératoire. L'extubation se discute en fonction du retentissement respiratoire de la chirurgie et d'une dialyse péritonéale.
En matière d'analgésie, il faut éviter les AINS ; la sensibilité à la morphine est accrue, ses métabolites actifs s'accumulent. La décision d'ALR doit prendre en compte l'hémostase (thrombopathie), l'existence possible d'une neuropathie et le métabolisme des anesthésiques locaux. Les ALR médullaires sont potentiellement dangereuses (hémostase).

IMC et polyhandicap

■ Circonstances de prise en charge

Il existe de nombreux motifs de prise en charge anesthésique de ces enfants souvent très fragiles : endoscopie digestive, cure de RGO, corrections orthopédiques tendineuses et squelettiques... Dans tous les cas, il faut évaluer consciencieusement l'état clinique.

■ TYPES ET ÉTIOLOGIES

IMC ou infirme moteur cérébral

L'atteinte est essentiellement motrice (spasticité plus ou moins étendue, dyskinésie, ataxie).

Polyhandicapé

Des perturbations motrices sévères s'associent à un retard mental souvent profond.

Étiologies

Il est possible de distinguer des causes prénatales (embryofœtopathies), périnatales (circonstances de la naissance : prématurité, anoxie...) et des atteintes acquises ou postnatales (méningoencéphalite, traumatisme crânien, anoxie cérébrale par noyade ou autre cause...).

■ PRINCIPALES MANIFESTATIONS CLINIQUES À CONSIDÉRER

IMC	Polyhandicap
Atteinte motrice Marche ± difficile Atteinte cognitive ± Craintif, peu coopérant, fragilité affective	Atteinte motrice +++ Grabataire Retard mental, absence de communication verbale
	Dénutrition RGO Troubles de déglutition Problèmes respiratoires
ASA 1	ASA 3

Neurologie

Rechercher une comitialité (fréquence et type de crises), évaluer avec les parents l'état de conscience et la capacité à communiquer. Noter le tonus et les déficits neurologiques sensitivomoteurs préopératoires.

Orthopédie

Évaluer l'importance des contractures et des rétractions tendineuses, les déformations squelettiques (scoliose) et leur retentissement respiratoire. Évaluer le degré d'autonomie (port d'un corset, marche ou déambulation possible).

Digestif et urinaire

Préciser le mode d'alimentation (orale et/ou entérale, gastrostomie), rechercher un reflux gastro-œsophagien et ses éventuelles complications (œsophagite, hématémèse), une incontinence sphinctérienne, une constipation.

Respiratoire

Rechercher des troubles de déglutition, un encombrement pharyngolaryngé, des pneumopathies itératives.
Évaluer le retentissement respiratoire des déformations squelettiques (scoliose > 70°).
Préciser les antécédents respiratoires : séjour en réanimation, oxygénation à domicile, VNI, trachéotomie.

Veines et téguments

Évaluer les possibilités d'accès veineux périphérique ou central ? Existe-t-il des escarres, une dénutrition sévère.

Divers

Rechercher aussi une douleur chronique, une dysrégulation thermique, un portage de bactérie multirésistante (BMR) surtout si l'enfant vit en institution.

■ AUTRES ANTÉCÉDENTS

Chirurgicaux et complications

Hospitalisation postopératoire en unité de réanimation.

Anesthésiques

Difficultés d'intubation trachéale.

Allergie

Latex.

■ TRAITEMENTS HABITUELS

– Anticomitial.
– Antiacide.
– Antalgique chronique.
– Myorelaxant.

■ EXAMENS PARACLINIQUES

À discuter :
– radiographie pulmonaire préopératoire surtout en cas de gêne à la déglutition et en cas d'antécédents de pneumopathie, SpO_2 en air ou gaz du sang ;
– NFP (anémie ?) ;
– bilan de coagulation (le valproate de sodium peut provoquer thrombopénie, thrombopathie et diminution des facteurs VIII et Willebrand) ;
– recherche de BMR éventuellement.

■ À PRÉVOIR

Au terme de ce bilan, on adaptera la prise en charge anesthésique notamment aux difficultés prévisibles de positionnement (contractures et rétractions), aux difficultés d'abord veineux et à une intubation difficile. Un lit adapté (prévention des escarres), une kinésithérapie périopératoire et, éventuellement, le transfert en unité de soins continus (VNI...) seront prévus sans oublier les contraintes et risques spécifiques à chaque type d'intervention chirurgicale.
En postopératoire, en plus des traitements habituels, il faudra reprendre rapidement le traitement anticomitial et souvent prescrire des antiacides ; l'incontinence des selles majore le risque infectieux.

Anesthésie-analgésie de l'enfant brûlé

Les brûlures thermiques d'origine domestique sont majoritaires chez l'enfant : 70 % des enfants brûlés sont ébouillantés (90 % des nourrissons). Environ 3 000 enfants brûlés sont hospitalisés chaque année dans les centres spécialisés (première cause de mortalité chez l'enfant). La brûlure, traumatisme initialement local, génère des complications majeures et multiples, à la fois locales (cutanées, musculaires...) et systémiques (du SIRS au choc septique). Les conséquences esthétiques et fonctionnelles sont aggravées chez l'enfant car les rétractions augmentent avec la croissance. L'appréciation initiale de la surface et de la profondeur des brûlures est souvent fausse (beaucoup de « coups de soleil » comptabilisés par les non-spécialistes).
Le pourcentage de surface corporelle brûlée (% SCB) est un critère majeur de gravité ; s'il y a plus de 10 % de SCB profonde (ou plus de 20 % SCB totale) ou une brûlure cervicofaciale, la réanimation spécialisée s'impose. Le premier degré ne doit pas être pris en compte dans l'estimation de la surface brûlée.

■ EN PRÉHOSPITALIER

En urgence, il faut faire une estimation du pourcentage de SCB selon la table de Lund adaptées à l'âge (la « règle des 9 » de Wallace ne s'applique pas chez l'enfant car sa surface céphalique est élevée) *(Tab. 1)*. La paume de la main de l'enfant représente 1 % de surface corporelle (tête et cou 20 %). La sous-estimation entraîne un retard de remplissage vasculaire avec une instabilité hémodynamique, la surestimation peut être délétère en cas d'apports trop importants. En cas de SCB < 10 %, il faut se poser la question de l'utilité de la voie d'abord, notamment si l'enfant est stable et peut boire. Le brûlé étendu (% SCB > 20 % ou 10 % de profond) peut perdre des quantités colossales de fluides et de calories, a mal, froid et est anxieux : en priorité, il faut réchauffer (température ambiante : 25 °C) et oxygéner le patient, poser 1 VVP en zone saine (intraosseuse si l'enfant ne peut pas être piqué après 3 échecs, que la SCB > 20 % et que le transfert vers une structure hospitalière ne peut être assuré dans des délais courts), assurer l'analgésie/anxiolyse IV ou *per os* (morphine titration ± midazolam, adaptés si VS, penser à la voie intrarectale si la pose de VVP n'a pas été possible). Commencer le remplissage vasculaire sans délai : selon l'étendue, 20 ml/kg de NaCl 9 ‰ ou de Ringer lactate dans l'heure qui suit la brûlure, puis 10 ml/kg/h jusqu'à une évaluation plus précise à l'hôpital.
Le refroidissement précoce de la brûlure s'impose (règle des « 15-15-15 » : 15 minutes à 15 cm du robinet avec de l'eau à 15 °C ; l'eau glacée ne sert à rien !) si l'étendue des brûlures n'expose pas l'enfant à l'hypothermie.

Tableau I ■ Table de Lund pour évaluer la SCB selon l'âge (%)

Localisation	0-1 an	1-4 ans	5-9 ans	10-15 ans
Tête	19,0	17,0	13,0	10,0
Cou	2,0	2,0	2,0	2,0
Tronc antérieur	13,0	13,0	13,0	13,0
Tronc postérieur	13,0	13,0	13,0	13,0
Fesse	2,5	2,5	2,5	2,5
OGE	1,0	1,0	1,0	1,0
Bras	4,0	4,0	4,0	4,0
Avant-bras	3,0	3,0	3,0	3,0
Main	2,5	2,5	2,5	2,5
Cuisse	5,5	6,5	6,5	8,5
Jambe	5,0	5,0	5,5	6,0
Pied	3,5	3,5	3,5	3,5

Il faut établir une surveillance clinique de l'efficacité du remplissage – diurèse (+++), PAM, SpO_2 et température centrale – et couvrir les lésions (drap stérile) et l'enfant.

Il convient d'évaluer les critères de gravité immédiate et leurs conséquences, imposant l'USI spécialisée et posant la question de l'intubation en urgence :

– brûlure cervicofaciale importante : en l'absence de signe de détresse respiratoire, prendre un avis spécialisé par téléphone avec éventuellement envoi de photos et évaluer le délai de transfert dans une structure spécialisée avant de prendre une décision d'intubation. Le risque d'œdème cervical asphyxique rapidement évolutif est souvent surévalué en particulier dans les brûlures par liquides chauds ;
– inhalation de fumée : risque d'intoxication CO ou cyanure, de syndrome de détresse respiratoire ;
– brûlures du 2e degré > 20 % ou du 3e degré > 10 % : soins lourds attendus avec interventions chirurgicales multiples ;
– traumatismes associés.

■ PRISE EN CHARGE INITIALE HOSPITALIÈRE

– Inspection d'ensemble : hémodynamique, conscience, réévaluation du pourcentage de SCB, état des VVP. Si l'enfant n'est pas intubé : état de la région cervicale ; s'il est intubé : vérifier le repère de la sonde + fixation par une lacette.
– Circonstances de la brûlure : bilan lésionnel le cas échéant ; la prise en charge du polytraumatisme et un scanner ne doivent pas être retardés par celle de la brûlure

qui n'est en soit pas une urgence une fois le problème hémodynamique géré. Il faut rechercher l'intoxication par le CO ou le cyanure.
– Recherche de brûlures circulaires : incisions de décharge cutanée (aponévrotomie) dans les 6 heures.
– État du remplissage initial (souvent en retard +++) : formule de Carvajal = perfuser, le 1er jour, 5 000 ml/m^2 de surface brûlée + besoins de base (2 000 ml/m^2 de surface corporelle) de Ringer lactate, dont la moitié dans les 6 premières heures. Si l'hémodynamique est instable malgré un remplissage bien conduit, noradrénaline, qsp PAM = 50-70 mmHg (selon l'âge), diurèse (> 0,5 ml/kg/h), ΔPP, ETT, Doppler aortique.
– Gestion de la douleur :
• en ventilation contrôlée : sufentanil + midazolam + anti-NMDA (kétamine, N_2O, sévoflurane), permettant la prévention d'une hyperalgésie secondaire ;
• en ventilation spontanée : morphine titrée puis intraveineuse continue + midazolam ; bolus en cas de soins douloureux : PCA possible dès l'âge de 5 ans. Morphine *per os,* d'emblée ou en relais si voie orale possible.
– Mélange O_2/N_2O pour bilan si le patient n'est pas intubé.
– Pas d'antibiotique.

■ EN RÉANIMATION

Si le problème hémodynamique passe généralement au second plan au bout de 48 heures, l'enfant nécessite souvent des soins douloureux répétitifs. En raison d'une forte augmentation du métabolisme et des anesthésies fréquentes, les doses d'induction sont souvent énormes et peu prévisibles.

Soins douloureux

S'il y a un fond douloureux, l'analgésie sera adaptée selon la VC ou la VS (*cf. supra*). Lors des soins, la douleur iatrogène souvent supérieure à celle de la brûlure doit être parfaitement prise en charge car il y a risque de mémorisation et de douleurs chroniques :
– si l'enfant est intubé, on peut proposer la kétamine à doses anesthésiques avec augmentation des doses de sufentanil ;
– si l'enfant n'est pas intubé :
• pour un pansement important, AG en ventilation spontanée selon les protocoles dépendant des pratiques des services (kétamine, alfentanil, rémifentanil...), N_2O,
• pour des soins moins douloureux, prémédication morphine *per os* et anxiolytique du type hydroxyzine ou midazolam intrarectal, sans oublier le N_2O.

Les analgésies doivent être réévaluées quotidiennement et prendre en compte les progrès de l'enfant (ventilation, motricité, heures de jeûne et alimentation entérale, diurèse...) ; les morphiniques de durée courte (rémifentanil) peuvent avoir leur utilité.

Anesthésies générales pour excisions-greffes cutanées

Ces interventions sont très hémorragiques.
Il y a risque d'hypothermie car le champ opératoire est étendu.
Il faut prévoir une intubation difficile en cas de brûlure cervicale (rétractions s'accentuant avec la croissance).

Choc allergique peranesthésique

■ INTRODUCTION

L'anaphylaxie est une réaction d'hypersensibilité systémique sévère dont le mécanisme sous-jacent peut être immunologique ou non.
Ces réactions restent rares chez l'enfant.
La 9e enquête du GERAP (Groupement d'études et de recherche des accidents anaphylactiques périopératoires en France) rapporte 64 % de réactions IgE médiées peranesthésiques parmi les accidents déclarés et explorés, dans la population générale. Les curares en sont responsables dans la moitié des cas, le latex dans 20 % des cas et les antibiotiques dans 20 % des cas. Les narcotiques sont impliqués dans moins de 5 % des cas.
Chez l'enfant, parmi les cas suspectés et explorés, on dénombre environ 5 % de réactions IgE médiées pour les moins de 10 ans et moins de 10 % pour les 10 à 19 ans. Le principal agent responsable reste le latex.
Toute suspicion de réaction anaphylactique périopératoire doit être explorée afin d'en confirmer ou non la nature IgE médiées.

■ PENSER À UN ACCIDENT ANAPHYLACTIQUE

Toute manifestation anaphylactique peropératoire doit être diagnostiquée, traitée et déclarée. Les signes ne sont parfois pas évocateurs. Il faut savoir y penser.
Les signes cliniques sont répertoriés selon la classification de Ring et Mesmer *(Tab. 1)*.

Tableau I ■ Signes cliniques

Stades	Symptomatologie
1	Signes cutanéomuqueux généralisés : érythème, urticaire, avec ou sans œdème
2	Atteinte multiviscérale modérée : hypotension artérielle, tachycardie, hyperréactivité bronchique avec signes cutanéomuqueux
3	Atteinte multiviscérale sévère : collapsus, tachycardie ou bradycardie, troubles du rythme cardiaque, bronchospasme. Les signes cutanés peuvent être absents ou retardés
4	Arrêt circulatoire et/ou respiratoire

Conduite à tenir en cas d'accident anaphylactique

1. La **réanimation et le traitement** sont actuellement bien définis selon un protocole édité par les sociétés savantes (SFAR : Société française d'anesthésie et de réanimation).
2. **Un bilan biologique initial** est nécessaire pour confirmer le diagnostic.
Il permet de distinguer une hypersensibilité IgE médiée d'une hypersensibilité non IgE médiée (histaminolibération non spécifique) et éventuellement d'identifier l'agent causal (curare, latex, ATB, etc.).
Il comprend :

– **Dosage de tryptase et histamine**

- Deux prélèvements sont nécessaires pour l'histamine : 15 à 30 minutes après le début de l'accident et 1 à 2 heures après.
- Trois prélèvements sont souhaitables pour la tryptase : 15 à 30 minutes, 1 à 2 heures et un prélèvement tardif 6 à 24 heures après l'accident. Ce dernier prélèvement correspond à une tryptasémie de base.

– **Recherche IgE spécifiques**

La recherche des IgE spécifiques est indispensable et orientée selon les produits utilisés ou suspectés avant la réaction :
– IgE spécifiques latex ;
– IgE spécifiques pour les ammoniums quaternaires des curares ;
– IgE penicillines et β-lactamines ;
– IgE formol (si biopsies peropératoires ou endoscopie) ;
– IgE chlorhexidine.
Les IgE spécifiques les plus souvent recherchés sont les IgE latex, ammonium quaternaires et antibiotiques.
Le bilan initial fait partie des RPPC éditées par la SFAR.

D'un point de vue pratique

Pour une meilleure efficacité, et un gain de temps lors de cette situation, il est conseillé d'avoir dans chaque bloc opératoire un kit de trois sacs (Kit choc anaphylactique) pour chaque prélèvement (T1, T2, T3), contenant :
– les tubes prêts ;
– le matériel de ponction ;
– les bons d'examens préremplis.
Le kit sera remplacé au fur et à mesure de son utilisation. Une traçabilité du kit par un responsable de la procédure est nécessaire.
Pour que le bilan allergoanesthésique (qui sera réalisé environ 6 semaines après l'évènement) soit aussi précis que possible, il est important d'adresser un dossier complet à l'unité d'allergoanesthésie qui pratiquera ce bilan avec :
– la photocopie du dossier d'anesthésie, (pré-, per- et postopératoire) ;
– une fiche d'allergoanesthésie décrivant l'accident et les produits utilisés et suspectés : il est important de « lister » les molécules utilisées avant la réaction sans

oublier : les antiseptiques, les colorants, les colles biologiques, les produits de stérilisation du matériel chirurgical ou endoscopique, etc. ;
– L'indication de la réalisation ou la non-réalisation du bilan biologique initial et le nom du laboratoire où ce bilan a été adressé.

Un entretien avec les parents le jour de l'accident est nécessaire. Celui-ci permet de leur expliquer la nécessité d'un bilan allergoanesthésique à distance.

Exploration allergoanesthésique

Le bilan allergologique est réalisé environ 6 semaines après l'accident.
Il n'est pas réalisé pour les grades 1, car dans la plupart des cas, il s'agit de réactions non IgE médiées (sauf si le bilan biologique initial est positif)
Ce bilan consiste en la réalisation de tests cutanés : Pricks Tests (au niveau de l'épiderme) et Intra Dermo Réactions à concentrations croissantes pour les différents produits testés.
Un bilan biologique complémentaire est effectué si nécessaire.
Une carte d'allergoanesthésie est délivrée à la suite de ce bilan et précise, s'il y a lieu, les molécules à proscrire.
Un courrier est remis aux parents.
Un autre courrier est adressé au médecin anesthésiste ayant déclaré la réaction et au médecin traitant.
Il faut avoir conscience de la nécessité de réaliser systématiquement cette exploration lorsqu'il y a eu suspicion afin de ne pas être pris de cours lors d'une anesthésie ultérieure.
Enfin il n'est pas recommandé de pratiquer d'exploration prédictive.

Partie 7

Anesthésie locorégionale en pédiatrie

Anesthésie locorégionale en pédiatrie

■ PARTICULARITÉS PÉDIATRIQUES

Particularités pédiatriques	Implications pratiques
Physiologie	
Clairance des AL abaissée Augmentation forme libre (toxique) des AL	Posologie adaptée au poids Risque d'accumulation en cas de réinjection → réinjecter moitié dose du bolus initial
Faible adhérence gaines et aponévroses Myélinisation incomplète des fibres nerveuses	Meilleure diffusion → **utilisation AL faiblement concentré**
Immaturité sympathique, RVS de base abaissée, volémie des membres inférieurs abaissée	Maintien d'une grande stabilité hémodynamique lors des blocs centraux → remplissage et vasoconstricteurs inutiles
Technique	
Distance peau/espace périnerveux ou péridural fonction poids	Taille aiguille adaptée, aiguille graduée Connaissance distance avant geste
Ossification incomplète vertèbre	Risque pénétration osseuse et d'injection intraosseuse (= intravasculaire)
Terminaison plus basse de la moelle/méninges jusqu'à 1 an	Attention risque de lésion nerveuse, piquer bas en lombaire
Formation secondaire des courbures du rachis : lordose lombaire vers 8-9 mois	Modifications adaptées de l'orientation de l'aiguille
Acquisition tardive du schéma corporel et conception difficile des paresthésies, coopération difficile	ALR sous AG, faible concentration AL pour absence de bloc moteur
Excellente diffusion AL, ALR sous AG (absence de signe subjectif)	Techniques de repérage : – franchissement ressaut avec aiguille à biseau court ou tuohy ; – neurostimulation : IMS à 0,8 ms ; échographie +++

Résumé (selon les RFE ADAPRPEF/SFAR 2009)

– Utilisation des formes lévogyres faiblement concentrées (malgré les limites de l'AMM) ;
– Chez l'enfant > 2 mois, utilisation d'un volume d'AL d'autant plus important par rapport au poids que l'enfant est jeune ;
– Chez l'enfant < 2 ans, réduire les posologies d'AL en raison d'une fréquence cardiaque de base élevée qui augmente la vulnérabilité à la toxicité cardiaque des AL ;

– Chez l'enfant < 1 an, le risque de toxicité systémique est renforcé. Ce risque est encore plus grand avant l'âge de 6 mois en raison de l'immaturité hépatique, surtout en cas de réinjections ou d'administration continue.

■ APPORT DE L'ÉCHOGRAPHIE

Depuis quelques années l'échographie est devenue une technique de repérage pour la pratique de l'ALR. C'est une technique non invasive permettant la visualisation directe des différentes structures (nerfs, vaisseaux, plèvre...), du bon positionnement du biseau de l'aiguille par rapport à ces différentes structures, et de la diffusion de l'anesthésique local autour de la structure cible.
Les sondes utilisées sont des linéaires 8-15 Hz.
Spécificités pédiatriques : plus l'enfant est petit :
– plus les structures sont superficielles, petites ;
– plus grande sensibilité des vaisseaux (veines+++ et même les artères) à la compression ;
– plus les aponévroses sont échogènes ;
– plus grande est la disproportion entre sa taille et celle des sondes d'échographie → utilisation sonde de faible encombrement type pédiatrique.
L'ossification du squelette est incomplète à la naissance : chez le nouveau-né (jusqu'à 3-6 mois) les ultrasons passent la barrière osseuse (→ visualisation des structures intrarachidiennes).
Il faut néanmoins souligner deux inconvénients liés à cette technique : la nécessité d'avoir un matériel approprié (sondes) et l'apprentissage de celle-ci.

■ FICHES TECHNIQUES

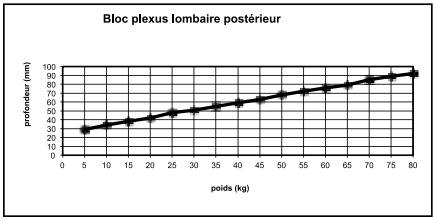
Posologie des anesthésiques locaux

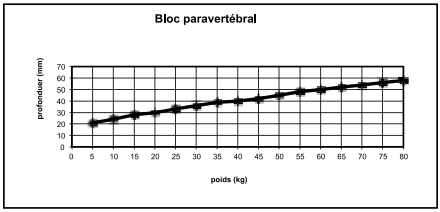
La bupivacaine ne doit probablement plus être utilisée en dehors des rachianesthésies (RFE ADARPEF).

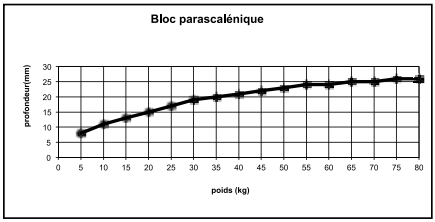
AL	Doses courantes (mg/kg)	Doses max sans ADN (mg/kg)	Doses max avec ADN (mg/kg)	Latence après administration périphérique (min)	Durée d'action (heure)
LIDO	5	7,5	10	5-15	0,75-2
MEPI	5-7	8	10	5-15	1-1,25
ROPI	2-3	3,5		10-20	2-4,5
LEVO	2,5	2,5	3	15-30	2,5-6

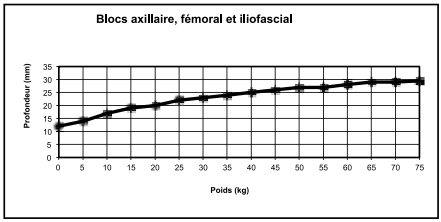
Blocs périphériques et du tronc : max = 0,5 ml/kg.
Caudale : max = 2 mg/kg.
Péridurale : injection unique max = 1,7 mg/kg.
Continue : < 1 mois = 0,2 mg/kg/h ; 1-6 mois = 0,3 mg/kg/h ; > 6 mois = 0,4 mg/kg/h.

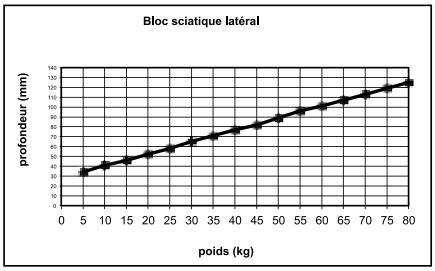
Profondeur en fonction du poids

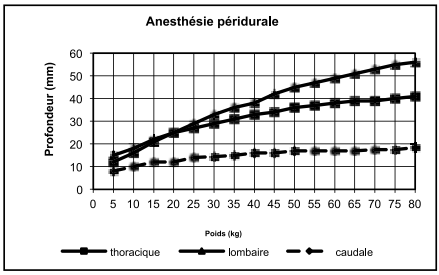












■ BLOCS DU TRONC

Bloc ilio-inguinal iliohypogastrique *(Fig. 1-5)*

Indications	Chirurgie du canal inguinal : hernie, hydrocèle, kyste du cordon, ectopie testiculaire (en association avec bloc pudendal)
Anatomie	Nerfs ilio-inguinal iliohypogastrique branches terminales du plexus lombaire L1
Matériel	Aiguille à biseau court, aiguille tuohy, 24 ou 25G, 25 mm de long
Position	Décubitus dorsal
Repères	Ombilic, épine iliaque antérosupérieure (EIAS). 1/4 externe sur ligne joignant les 2 repères
Ponction	Aiguille à 45° en direction du milieu du pli inguinal

Réponses	Franchissement du fascia de l'oblique externe = ressaut
Astuces	Franchissement contrôlé de la peau (pincer, mettre en tension...)
Posologie	0,3 à 0,5 mL/kg (1/4 du volume injecté en sous-cutané en se retirant)
Complication	Injection intrapéritonéale, ponction d'un organe, hématome colon Risque de diffusion au nerf fémoral → attention bloc fémoral
Échographie	Sonde en position trasnverse au contact de l'EIAS Abord « dans le champ » Visualisation des 3 muscles : oblique externe(OE), oblique interne (OI) et transverse (chez les plus petits il n'existe pas de fascia entre l'OI et l'OE → 2 plans musculaires Visualisation des 2 nerfs accompagnés par leur faisceau dans le fascia entre les muscles oblique interne et transverse Structure hypoéchogène Aiguille en direction mediolatérale Injection de l'AL entre les muscles OI et transverse Franchir le fascia puis léger retrait pour que l'injection se fasse dans le fascia et non pas en intramusculaire Permet de réduire la dose d'AL injectés (proximité structures vasculaires)



Figure 1 ■ Repères extérieurs.



Figure 2 ■ Repères échographiques.



Figure 3 ■ Aspect échographique BIIH chez le grand enfant.

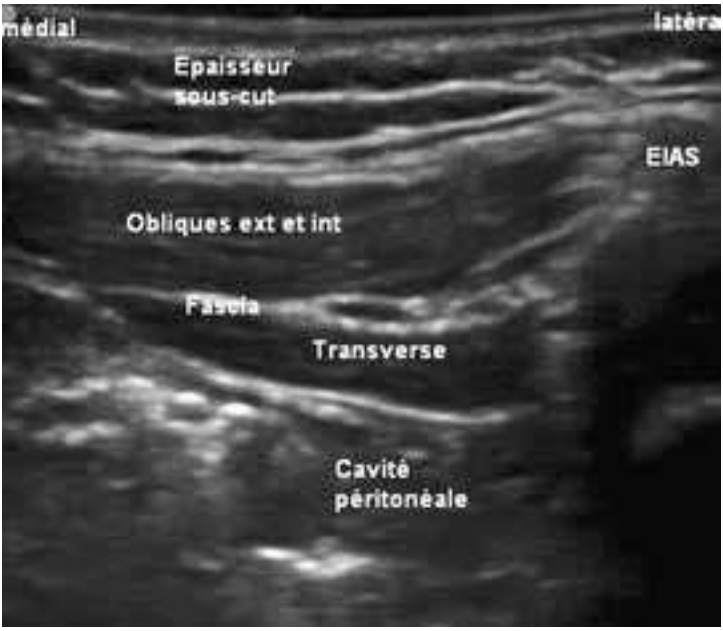


Figure 4 ■ Aspect échographique BIIH chez le petit enfant.

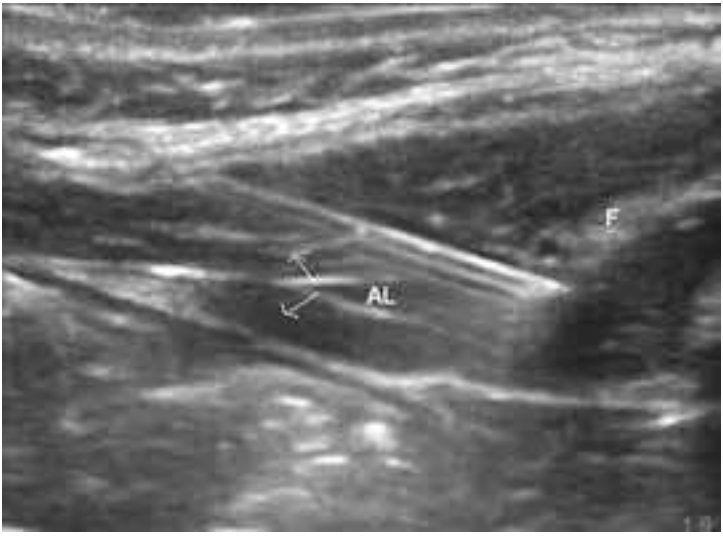


Figure 5 ■ Diffusion AL.

Bloc paraombilical *(Fig. 6-8)*

Indications	Hernie ombilicale, sténose du pylore par voie ombilicale
Anatomie	Branches ventrales des dixièmes nerfs intercostaux cheminant dans les gaines des muscles grands droits
Matériel	Aiguille à biseau court, 25 mm de long
Position	Décubitus dorsal
Repères	Intersection ligne passant par ombilic et bord externe des grands droits
Ponction	Aiguille à 45°. Injection bilatérale
Réponses	Franchissement fascia des grands droits = ressaut
Astuces	Préférer un abord latéral pour éviter passage intramusculaire et ponction des vaisseaux épigastriques qui cheminent dans le muscle grand droit.
Posologie	0,3 mL/kg/côté
Complication	Injection intrapéritonéale, ponction des vaisseaux épigastriques
Échographie	Abord « dans le champ » Visualisation du muscle grand droit de l'abdomen et de la ligne semilunaire avec le début des 3 plans musculaires (OE, OI et transverse) Injection sous l'aponévrose postérieure du grand droit de l'abdomen, entre la gaine postérieure et le corps du muscle



Figure 6 ■ Repères échographiques.



Figure 7 ■ Échographie du muscle grand droit.

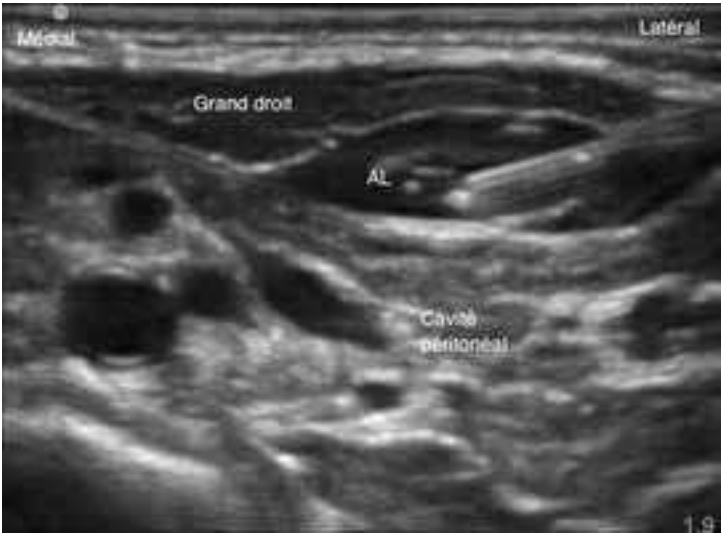


Figure 8 ■ Diffusion de l'anesthésique local.

Bloc pénien *(Fig. 9-11)*

Indications	Chirurgie du pénis : phimosis, circoncision, hypospade distal
Contre-indications	Solution adrénalinée
Anatomie	Nerf dorsal du pénis (branche terminale du nerf pudendal)
Matériel	Aiguille à biseau court, aiguille tuohy, 24 ou 25G, 25 mm de long
Position	Décubitus dorsal
Repères	Au ras des branches iliopubiennes, 2 points de ponction 0,5 à 1 cm de part et d'autre de la ligne médiane
Ponction	Aiguille presque perpendiculaire au plan cutané, légère inclinaison médiale et caudale. Injection bilatérale
Réponses recherchées	Franchissement fascia = ressaut
Astuces	Tirer le pénis vers le bas pour tendre le fascia
Posologie	0,1 mL/kg/côté (max 5 mL/côté)
Complication	Lésion vasculaire (lésion artère dorsale si ponction médiane), injection intracaverneuse (équivalent injection IV)
Échographie	Abord « hors du champ »



Figure 9 ■ Repères extérieurs du bloc pénien.

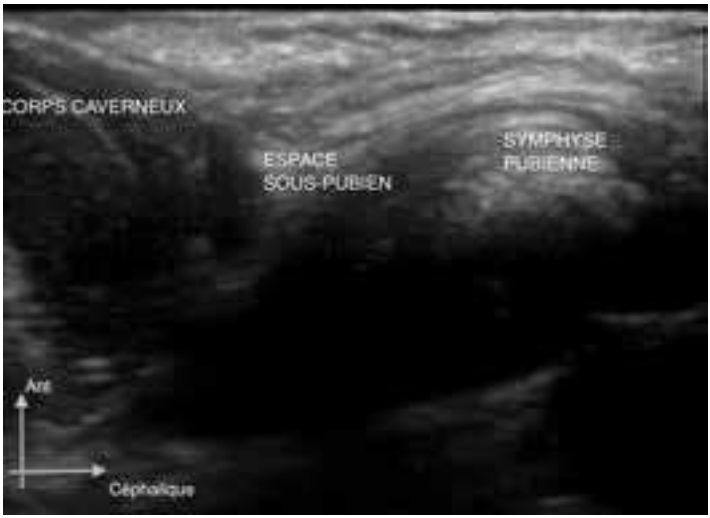


Figure 10 ■ Échographie coupe longitudinale du pénis.

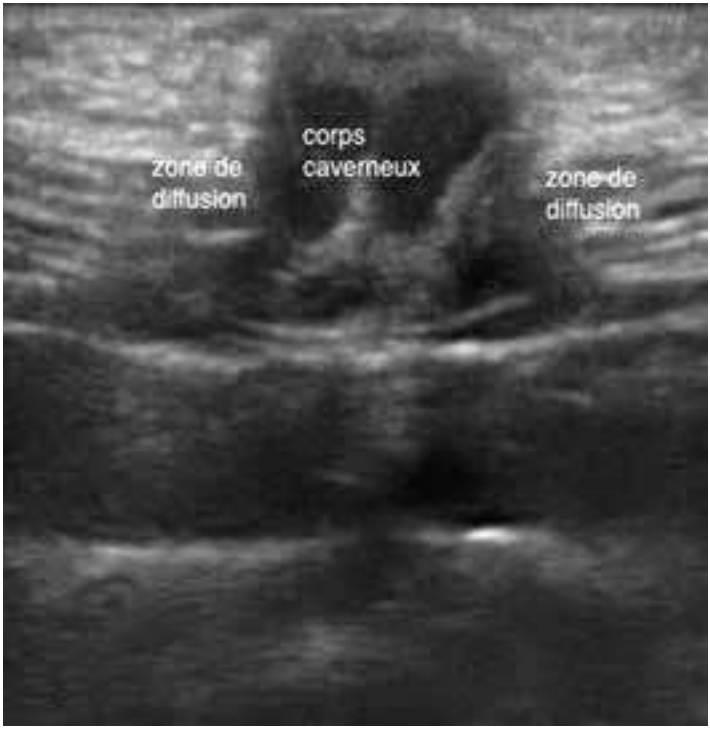


Figure 11 ■ Échographie coupe transverse du pénis.

Bloc pudendal *(Fig. 12)*

Indications	Hypospade distal. Abord scrotal. Chirurgie périnéale et périanale de surface
Contre-indications	Solution adrénalinée (proximité artère terminale)
Anatomie	Nerf pudendal au niveau de la tubérosité ischiatique
Matériel	Aiguille biseau court, 25G, 25 mm ou aiguille de neurostimulation
Position	Position de la « grenouille »
Repères	Tubérosité ischiatique
Ponction	Ponction en dedans de la tubérosité ischiatique en direction de la face médiale de l'ischion (contact osseux inutile) Uni- ou bilatéral selon indication
Réponses recherchées	Franchissement de fascia = ressaut Neurostimulation : réponse motrice = contraction sphincter anal et/ou ascension du scrotum/ grandes lèvres
Posologie	0,1-0,2 ml/kg par côté



Figure 12 ■ Repères extérieurs.

Bloc transversus abdominis plane *(Fig. 13-16)*

Il paraît raisonnable de ne plus faire ce bloc à l'aveugle. Bloc à réaliser sous échographie+++.

Indications	Analgésie paroi abdominale sous ou sus-ombilicale (pas d'analgésie viscérale) Bloc moteur et sensitif
Anatomie	Nerfs intercostaux
Matériel	Aiguille à biseau court
Position	Décubitus dorsal
Repères échographiques	Sonde entre crête iliaque et gril costal, en transverse 3 plans musculaires : oblique externe (OE), oblique interne (OI) et transverse. Cavité péritonéale en profondeur Ponction médiolatérale Injection AL dans fascia entre OI et transverse → zone anéchogène, lentille biconvexe
Astuces	Pour une analgésie sus-ombilicale, réaliser un TAP « sub-costal » avec la sonde située juste sous le gril costal
Posologie	0,3 ml/kg/côté
Complication	Ponction d'organes pleins (foie, rate), injection intrapéritonéale



Figure 13 ■ Réalisation d'un TAP sous échographie.



Figure 14 ■ TAP : repères échographiques.

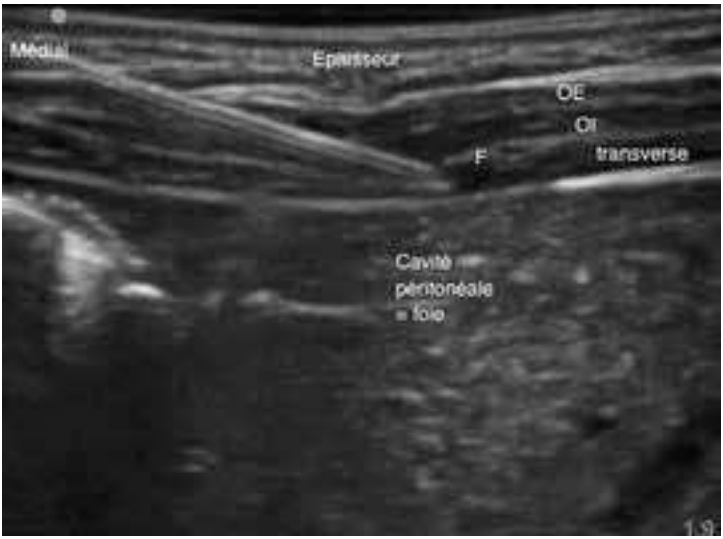


Figure 15 ■ Visualisation de l'aiguille.

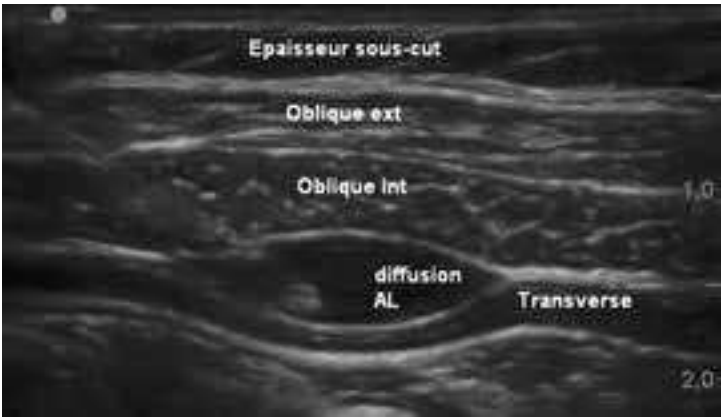


Figure 16 ■ Diffusion de l'AL en « lentille biconvexe ».

Bloc paravertebral *(Fig. 17)*

Bloc réservé à des anesthésistes entraînés, d'apprentissage difficile.

Indications	Analgésie postopératoire d'une chirurgie thoracique unilatérale, d'une lombotomie (néphrectomie).
Contre-indications	
Anatomie	Injection d'AL dans l'espace situé latéralement au rachis, juste à l'émergence des nerfs spinaux par le foramen intervertébral. Diffusion aux espaces sus- et sous-jacents multimétamériques
Matériel	Aiguille Tuohy
Position	Décubitus latéral
Repères	Apophyse épineuse
Ponction	Site de ponction situé sur ligne horizontale passant par l'extrémité supérieure de l'apophyse, de 0,5 à 2 cm en dehors de la ligne médiane Aiguille introduite perpendiculairement au plan cutané, recherche de contact osseux = apophyse transverse, rediriger l'aiguille en direction caudale ou céphalique et rechercher avec une seringue de sérum physiologique une perte de résistance. Rester strictement parallèle à la ligne médiane Profondeur en fonction du poids
Réponses recherchées	Perte de résistance
Posologie	0,5 ml/kg
Complications	Échec (montée cathéter difficile), pneumothorax, diffusion péridurale

Échographie	Visualisation des apophyses transverses, du ligament costotransverse et de la plèvre Technique parasagittale : hors du champ ou dans le champ Technique transversale : ponction dans le champ latéromédiale ou hors du champ céphalocaudale Critère prédictif de succès : visualisation du déplacement antérieur de la plèvre (abaissement de la plèvre)

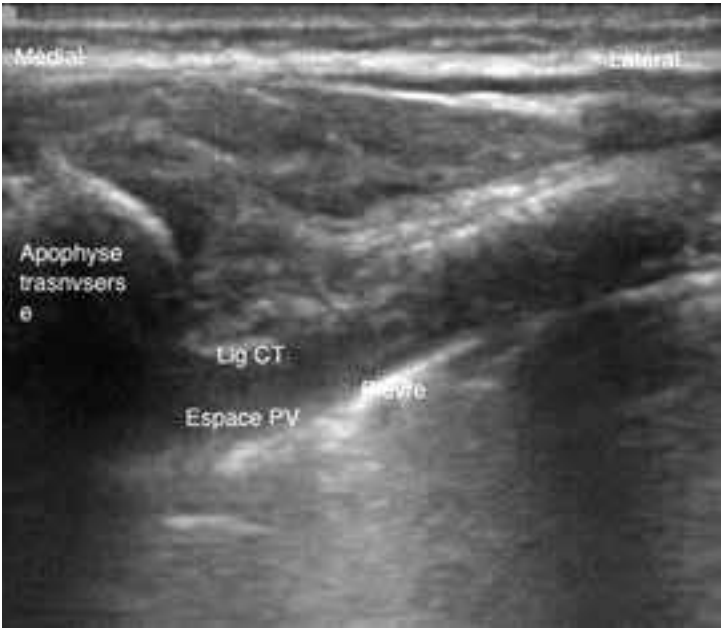


Figure 17 ■ Aspect échographique de l'espace paravertébral.

■ BLOCS DU MASSIF FACIAL

Bloc infraorbitaire

Indications	Chirurgie cutanée de la partie moyenne de la face (chirurgie lèvres, fentes labiales → bloc bilatéral
Anatomie	Branche du nerf maxillaire (V2) Innerve les téguments de la paupière inférieure, du nez, de la joue et de la lèvre supérieure Vascularisation terminale 
Matériel	Aiguille à biseau court
Position	Décubitus dorsal
Repères	Foramen infraorbitaire : dépression située au-dessous du milieu du rebord inférieur de l'orbite, à l'aplomb de la pupille centrée à partir de l'âge de 4 ans
Ponction	**Au bord inférieur du foramen infraorbitaire**, **sans le cathétériser**, en suivant les règles de sécurité et sans hyperpression • **Repérer** à l'aide d'un doigt le foramen infraorbitaire, dépression située au-dessous du milieu du rebord inférieur de l'orbite, à l'aplomb de la pupille centrée à partir de l'âge de 4 ans. Le foramen infraorbitaire est plus interne chez le nouveau-né et le nourrisson • **Voie orale : introduire l'aiguille** dans le sillon buccal supérieur et la diriger en haut et en dehors, jusqu'au contact du doigt, site de l'injection • **Voie transcutanée : ponction** à la sortie du foramen, sans le cautériser
Posologie	0,5 à 1 ml chez le nourrisson 1 à 2 ml chez l'enfant Pas d'adrénaline
Complication	Dysesthésie séquellaire par injection sous pression dans le canal Hématome sous orbitaire Extension orbitaire (œdème palpébral, diplopie)

Bloc du nerf maxillaire (V2, supérieur) par voie suprazygomatique

Territoire	 Sensitif pur, le n. maxillaire intéresse la partie antérieure et postérieure de la voûte palatine, paupière inférieure, aile du nez, lèvre supérieure, sinus, gencives, dents, voile, septum cornets et la peau des régions temporale et zygomatique
Indications	Chirurgie maxillaire, de la partie postéro-inférieure des fosses nasales et du palais (chirurgie labiopalatine)
Contre-indications	Classiques de l'ALR
Installation	Décubitus dorsal avec légère rotation de la tête vers le côté controlatéral
Repères anatomiques	Le point de ponction : dépression osseuse à l'union du bord latéral de l'orbite et de l'arcade zygomatique où l'on introduit l'aiguille perpendiculairement jusqu'au contact osseux du bord temporal de l'os sphénoïde (grande aile) 
Technique	L'aiguille est ensuite retirée légèrement pour être réorientée en direction caudale (10°) et antérieure (20°) en visant l'aile du nez homolatérale ; l'aiguille progresse à travers le muscle temporal avec obtention d'une contraction mandibulaire lorsque l'on utilise un neurostimulateur (1,5 mA – 0,3 ms) qui cesse lorsque l'on sort du muscle temporal. On se trouve alors proche de l'émergence du n. maxillaire du trou rond dans la partie postérosupérieure de la fosse ptérygopalatine (ou ptérygomaxillaire) soit à une profondeur de l'ordre de 4 cm environ. Une perte de résistance légère peut être ressentie Approche ultrasonographique possible (diffusion de l'AL dans la fosse)
Matériel	Aiguille de neurostimulation isolée biseau court de 50 mm, 22 ou 25 G
Posologie	**Volume d'injection** : ≤ 0,2 ml/kg de solution anesthésique lévogyre (≤ 0,25 %) sans dépasser 5 ml par côté
Complications	Rares hématomes ou injection intraneurale

■ BLOCS CENTRAUX

Péridurale caudale *(Fig. 18-24)*

Indications	Chirurgies sous ombilicales (viscérale, urologique) ou orthopédique (si bilatérale)
Contre-indications	Troubles de la coagulation, infection locale ou systémique, malformations majeures du sacrum, myéloméningocèle
Anatomie	Injection dans canal sacré (prolongement du canal spinal) par le hiatus sacré. Distance peau/canal sacré courte et varie avec âge
Matériel	Aiguille caudale biseau court avec mandrin 22 à 25 G, aiguille tuohy 22 à 25G
Position	Décubitus latéral droit ou gauche. Colonne vertébrale parallèle à la table. Flexion hanches et genoux à 90°
Repères	Épines iliaques postérosupérieures : hiatus sacré se trouve au sommet d'un triangle équilatéral à partir des EIPS Hiatus sacré = petite dépression triangulaire ayant comme base supérieure les cornes sacrées
Ponction	Aiguille entre les cornes sacrées à 45°. Franchissement de la membrane sacrococcygienne (crissement ou ressaut). Réorientation de l'aiguille en direction céphalique pour cathétérisme du canal de quelques millimètres
Injection	Test d'aspiration Dose test : solution adrénalinée 0,1 ml/kg soit 0,5 µg/kg (scope) Injection lente et fractionnée Pas de résistance lors de l'injection : toute résistance anormale doit faire stopper l'injection
Astuces	Attention au maintien VAS en décubitus latéral Pas de retentissement hémodynamique avant 8 ans (pas de remplissage ou de vasoconstricteur) Laisser doigt palpateur pour repérer une injection SC
Posologie	0,5 ml/kg = niveau S1 0,75 ml/kg = niveau L1 (hernie inguinale) 1 ml/kg = niveau T10 Max = 20 ml
Complications	Injection intravasculaire, brèche duremérienne (rachi étendue), ponction sous-périostée (= injection IV), injection sous-cutanée
Adjuvants	Clonidine = 1 à 2 µg/kg → allongement durée de l'analgésie, à éviter chez le prématuré (risque d'apnées postopératoires)
Échographie	Structures visibles chez les petits enfants (< 6 mois) : canal sacré, cul de sac dural (CSD), cône médullaire, cornes sacrées Coupe transverse ou longitudinale Visualisation du bon positionnement de l'aiguille dans le canal sacré Puis déplacement de la sonde pour visualiser la dure-mère (DM) postérieure. Critère prédictif de succès = déplacement antérieur de la dure-mère postérieure

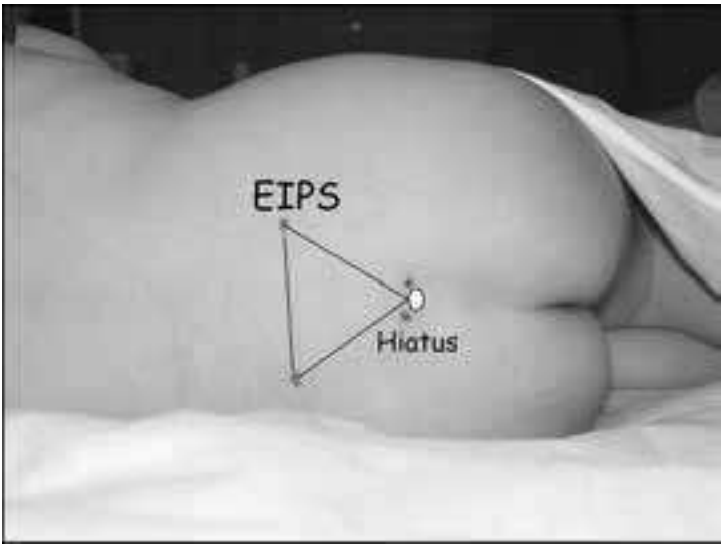


Figure 18 ■ Repères extérieurs de l'hiatus sacré.



Figure 19 ■ Ponction de l'espace caudal sous échographie.

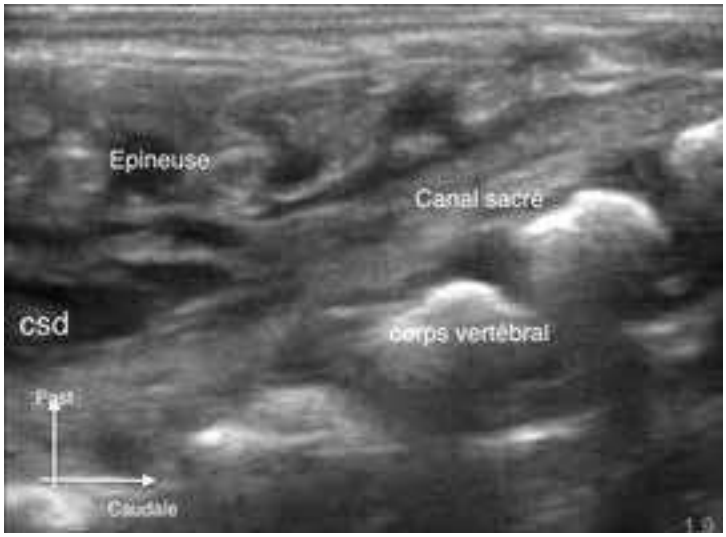


Figure 20 ■ Aspect échographique du canal sacré.



Figure 21 ■ Visualisation de l'aiguille dans le canal sacré.

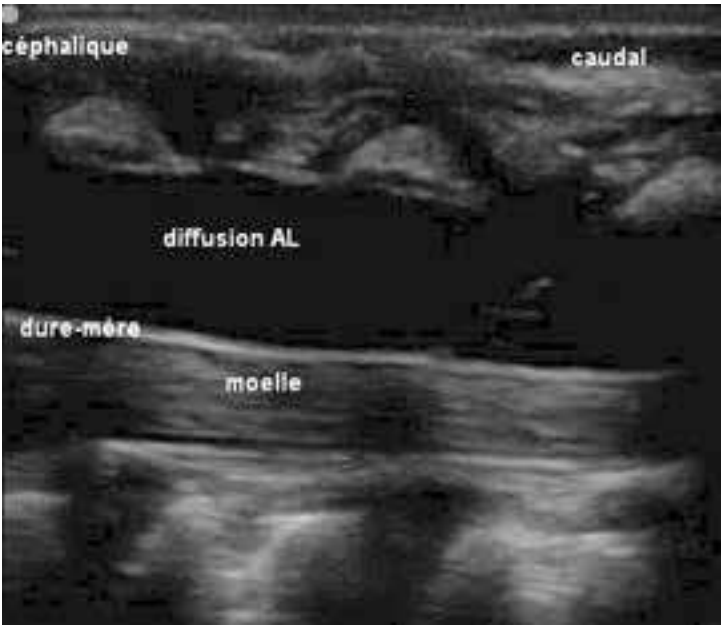


Figure 22 ■ Diffusion de l'AL avec déplacement antérieur de la dure-mère postérieure.

Péridurale lombaire et thoracique *(Fig. 23)*

Indications	Lombaire : chirurgie majeure abdominopelvienne, orthopédique bilatérale ou multisite Thoracique : chirurgie sus ombilicale, thoracotomie
Précautions spécifiques	Anomalie vertébrale (spina bifida, piquer au-dessus, difficulté+++)
Matériel	Aiguille Tuohy graduée de 20 (< 15 kg) à 18G Cathéter 24G pour aiguille de 19-20G, 20G pour aiguille de 18G
Position	Décubitus latéral (attention maintien VAS)
Repères	Idem adulte Espace peau/espace péridurale varie en fonction du poids ~ 0,1 cm/10 kg
Réponses recherchées	Perte de résistance avec mandrin liquide
Astuces	Ligne qui joint crêtes iliaques = L5-S1 jusqu'à 1 an Perte de résistance sérum physiologique
Échographie	Visualisation des différentes structures chez les enfants < 1 an : dure-mère, moelle Possibilité de mesurer la distance peau/espace péridural avant la ponction
Posologie	Anesthésie : 0,5 à 1 ml/kg Analgésie postopératoire (cf. protocole)



Figure 23 ■ Échographie médullaire transverse : évaluation de la profondeur de la dure-mère postérieure.

Rachianesthésie

Indications	Hernie bilatérale chez l'ancien prématuré avant 60 SPC
Contre-indications	Troubles de la coagulation, infection locale ou systémique
Materiel	Aiguille à rachianesthésie
Position	Décubitus latéral droit ou gauche. Colonne vertébrale parallèle à la table. Flexion hanches et genoux à 90°. Position assise possible
Repères	Espace interépineux L5-S1 ou L4-L5
Posologie	Bupivacaïne 0,5 % hyperbare < 2 kg : 0,6 ml 2-5 kg : 0,8 ml < 5 kg : 1 ml
Particularités	Précautions strictes lors de mobilisation de l'enfant afin de ne pas induire une élévation brutale du bloc (risque de rachi totale) Faible durée du bloc = 60 min

■ BLOCS DES MEMBRES

Parascalénique par neurostimulation/interscalénique sous échographie *(Fig. 24-26)*

Indications	Chirurgie de l'épaule et partie proximale du membre supérieur
Contre-indications	Insuffisance respiratoire, paralysie diaphragmatique controlatérale, lésion pré-existante du plexus brachial
Anatomie	Anesthésie du plexus brachial région sus-claviculaire Structures proches : vaisseaux jugulaire et carotide, nerf pneumogastrique, nerf phrénique, chaîne sympathique cervicale
Matériel	Aiguille à biseau court, 25 à 35 mm, stimulante
Position	Décubitus dorsal avec billot sous les épaules. Membre supérieur le long du corps. Rotation tête en direction opposée à la ponction.
Repères	Milieu de la clavicule, apophyse transverse de C6 (se projette sur plan transversal passant par cartilage cricoïde). Ponction à la jonction 2/3 sup et 1/3 inf de la ligne joignant les 2 repères
Ponction	Ponction strictement perpendiculaire au plan horizontal Reponses recherchees Réponse de type musculocutané, axillaire, médian
Astuces	Réponse diaphragmatique = ponction trop antérieure Réponse sous-scapulaire = ponction trop postérieure Repérage par stylo stimulateur percutané
Posologie	Cf tableau
Échographie	Coupe transverse. Visualisation des racines C5 à C7 situées entre le muscle scalène antérieur (SA) et le muscle scalène moyen(SM) Structures hypoéchogènes Ponction dans le champ
Complication	Blocs non souhaités : syndrome Claude Bernard Horner, paralysie diaphragmatique, injection péridurale



Figure 24 ■ Repères extérieurs bloc parascalénique.



Figure 25 ■ Ponction interscalénique sous échographie.



Figure 26 ■ Aspect échographique au niveau interscalénique.

Bloc infraclaviculaire *(Fig. 27, 28)*

Indications	Chirurgie du coude/avant-bras et main Avantage par rapport au bloc axillaire : pas de mobilisation du membre supérieur, notamment en traumatologie ; meilleur fixation d'un cathéter.
Anatomie	Faisceaux médial, latéral et postérieur issus des différents troncs du plexus brachial
Matériel	Aiguille biseau court
Position	Décubitus dorsal
Ponction	Ponction médialement et caudalement par rapport à la coracoïde
Posologie	Voir fiche « tableau récapitulatif concernant volume d'AL »
Complication	Pneumothorax
Échographie	Repère = artère axillaire (A) Visualisation (difficile) des faisceaux (F) latéral, médial et postérieur autour de l'artère Structures hyperéchogènes



Figure 27 ■ Bloc du plexus brachial par voie infracoracoïdienne.

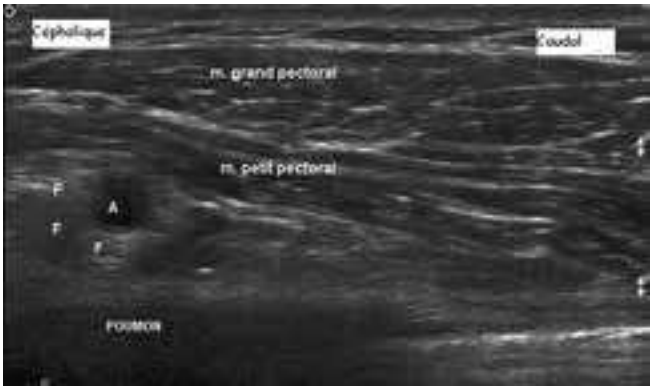


Figure 28 ■ Aspect échographique au niveau infracoracoïdien.

Bloc supraclaviculaire *(Fig. 29, 30)*

Indications	Chirurgie du coude/avant-bras et main Avantage par rapport au bloc axillaire : pas de mobilisation du membre supérieur, notamment en traumatologie ; meilleur fixation d'un cathéter. Bloc à réaliser sous échographie pour visualiser la plèvre
Anatomie	Faisceaux médial, latéral et postérieur issus des différents troncs du plexus brachial
Matériel	Aiguille biseau court
Position	Décubitus dorsal
Ponction	Progression de l'aiguille en direction latéromédiane
Posologie	Voir fiche « tableau récapitulatif concernant volume d'AL »
Complication	Pneumothorax, ponction vasculaire (nombreuses artères)
Échographie	Sonde posée juste au-dessus de la clavicule Repère = artère axillaire (A) Visualisation du paquet nerveux situé latéralement à l'artère sous-clavière au-dessus de la première côte ou de la plèvre Structures hypoéchogènes

Bloc axillaire *(Fig. 31-33)*

Indications	Chirurgie main, coude et avant-bras
Anatomie	Branches terminales du plexus brachial dans gaine, rapport étroit avec artère axillaire
Matériel	Aiguille 25 mm, stimulante
Position	Décubitus dorsal, bras en abduction à 90°
Repères	Voie coracobrachiale : intersection bord inférieur du tendon muscle grand pectoral et bord latéral du muscle coracobrachial Voie classique (tangentielle à l'artère axillaire) possible
Ponction	Ponction strictement perpendiculaire au plan horizontal
Réponses recherchees	Réponse type médian, ulnaire, radial Ne pas considérer comme bonne réponse type musculocutané Monostimulation
Posologie	Cf. tableau
Échographie	Coupe transverse des nerfs, structures hyperéchogènes. Rechercher le plan au niveau de l'insertion du muscle grand dorsal



Figure 29 ■ Bloc du plexus brachial par voie susclaviculaire.



Figure 30 ■ Aspect échographique du plexus brachial au niveau supraclaviculaire.

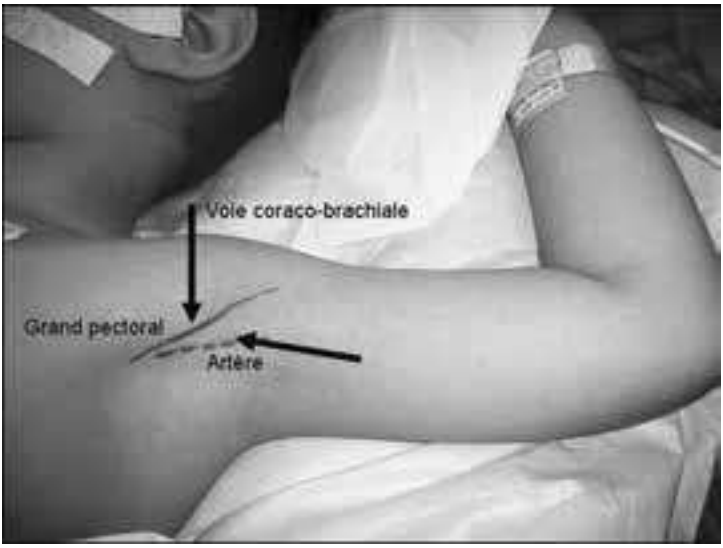


Figure 31 ■ Repères externes pour abord axillaire du plexus brachial.



Figure 32 ■ Position des sonde et aiguille pour bloc axillaire.

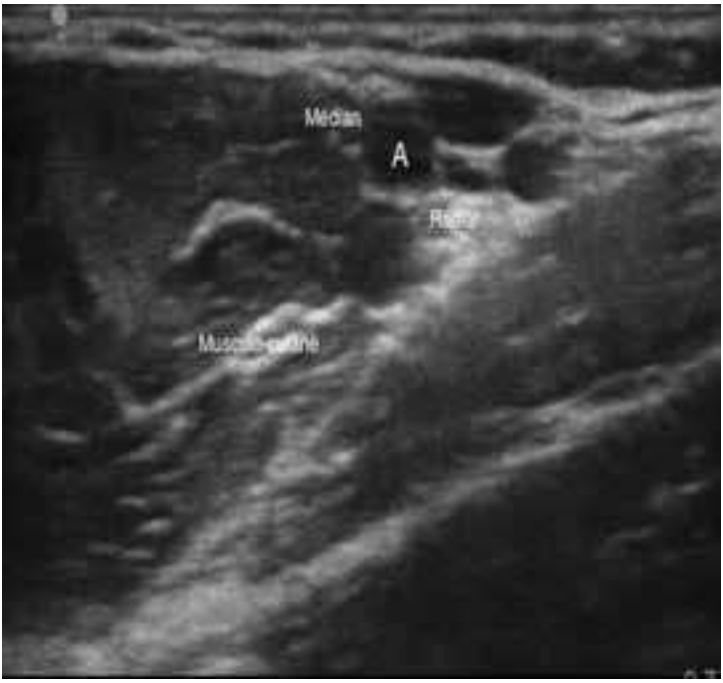


Figure 33 ■ Aspect échographique du plexus brachial au niveau axillaire.

Blocs distaux du membre supérieur

Blocs des nerfs ulnaire, radial et médian au 1/3 inférieur de l'avant-bras. Les repères sont identiques à ceux de l'adulte. Posologie : 0,1 ml/kg, max : 5 ml chez le grand enfant (volume important = risque théorique de pression locale dangereuse).
Échographie : coupe transverse des nerfs médian et ulnaire, structures hyperéchogènes. Nerf radial non visible au niveau de l'avant-bras.

Bloc du plexus lombaire par voie postérieure

Indication	Chirurgie de la hanche
Repères	Identiques à ceux de l'adulte
Profondeur	Voir fiche « tableau profondeur en fonction du poids »
Posologie	Voir fiche « tableau récapitulatif volume d'AL »

Bloc du nerf fémoral *(Fig. 34, 35)*

Indication	Chirurgie du fémur et du genou, analgésie fracture du fémur
Repères	Identiques à ceux de l'adulte
Posologie	Voir fiche « tableau récapitulatif volume d'AL »
Échographie	Repère : artère fémorale Nerf situé latéralement et à proximité immédiate de l'artère Structure hyperéchogène en coupe transverse Abord dans le champ Injection sur face postérieure du nerf



Figure 34 ■ Bloc du nerf fémoral sous échographie.

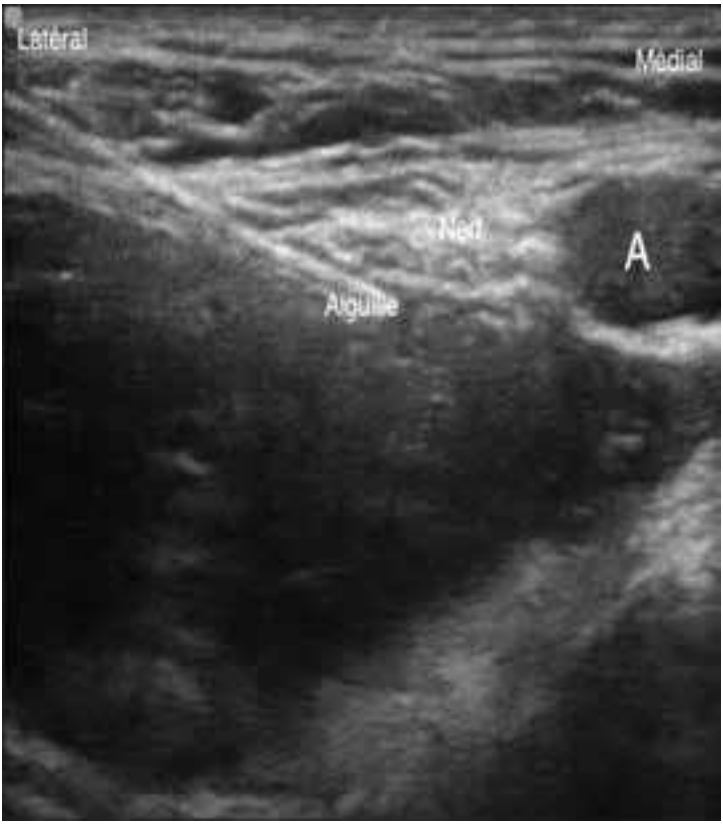


Figure 35 ■ Visualisation de l'aiguille sous le nerf fémoral.

Bloc du nerf sciatique *(Fig. 36-39)*

Indication	Chirurgie de la jambe et du pied
Voies d'abord	Subglutéale, sous-trochantérienne, poplitée postérieure et latérale
Posologie	Voir fiche « tableau récapitulatif volume d'AL »
Position enfant	Décubitus dorsal, un coussin sous la fesse, genoux légèrement fléchis
Échographie	Structure hyperéchogène, sensible à l'anisotropie Abord « dans le champ »



Figure 36 ■ Installation pour bloc sciatique sous échographie.

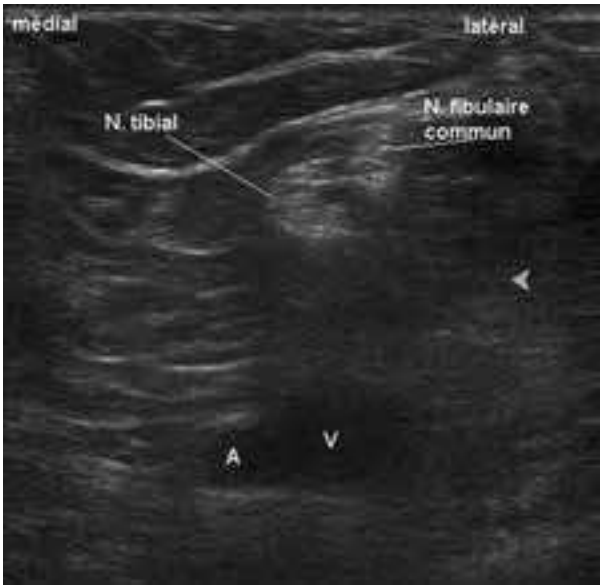


Figure 37 ■ Aspect échographique du nerf sciatique au niveau poplité.



Figure 38 ■ Aspect échographique du nerf sciatique au niveau subglutéal.



Figure 39 ■ Cathéter périnerveux au niveau sciatique.

Volume des anesthésiques locaux (concentration ≤ 0,25 %)

Membre supérieur : 0,3 ml/kg max 20 ml
Membre inférieur : 0,5 ml/kg max 20 ml

Analgésie postopératoire par cathétérisme neuraxial ou périnerveux

Indications	Contre-indications
Douleur importante prévisible : genou, épaule, chirurgie d'allongement, de la triple flexion, oncologie Mobilisations précoces Kinésithérapie active	Idem adulte Refus parental et/ou refus de l'enfant Contre-indication relative : risque de syndrome des loges

Anesthésie péridurale

– Intérêt +++ du mode PCEA qui diminue la consommation d'anesthésiques locaux de 50 % par rapport au débit continu seul.
– Efficacité analgésique supérieure à la PCA morphine et absence d'effets secondaires liés à la morphine (sédation, etc.).
– Sonde à demeure souvent nécessaire.

Anesthésie péritronculaire

– Pas de matériel spécifique pédiatrique.
– Position des KT : l'opacification des KT pour vérifier la bonne position est recommandée pour les abords profonds (para vertébraux), en période d'apprentissage et lorsque le geste n'est pas considéré comme satisfaisant.
– Efficacité analgésique optimale.
– Pas ou peu d'indications en traumatologie sauf bloc fémoral sur la fracture du fémur.
– Intérêt de l'administration sous forme de bolus qui diminue de moitié la consommation d'anesthésiques locaux par rapport au débit continu seul.

ANNEXE 1
Exemples de protocoles ALR en service

■ PÉRIDURALE ENFANT

APD débit continu seul

Ropivacaïne 2 mg/ml
Débit continu : 0,15 ml/kg/h pouvant être monté à 0,2 ml/kg/h
Protocole avec sufentanil (48 h) : sufentanil 0,25 µg/ml. Rajouter 0,1 µg/kg sufentanil (max 5 µg) dans dose de charge

APD thoracique/lombaire autocontrolée

Ropivacaïne 2 mg/ml
Débit continu : 0,1 ml/kg/h (limité à 5 ml/h)
Bolus : 0,1 ml/kg (limité à 5 ml)
Dose max 4 h : 1 ml/kg
Période réfractaire : 30 mn
Protocole avec sufentanil (48 h) : sufentanil 0,25 µg/ml. Rajouter 0,1 µg/kg sufentanil (max 5 µg) dans dose de charge

■ APD pour chirurgie rachis avec 2 KT

Ropivacaïne 1 mg/ml + sufentanil 0,25/ml (48 h puis Ropivacaïne seule)
Période réfractaire : 45 mn

	KT SUP (T4)				
Poids	Dose charge ropivacaïne 1 mg/ml	Dose charge sufentanil	Débit continu	Bolus	Dose max 4 h
< 45 kg	10 ml	0	3 ml/h	3 ml	25 ml
45-65 kg	12 ml	ml/h	4 ml	30 ml	
> 65 kg	15 ml	0	5 ml/h	5 ml	40 ml

	KT INF (LI)				
Poids	Dose charge ropivacaïne 1 mg/ml	Dose charge sufentanil	Débit continu	Bolus	Dose max 4 h
< 45 kg	ml	0,1 y/kg	5 ml/h	5 ml	35 ml
45-65 kg	18 ml	0,1 y/kg	6 ml/h	6 ml	40 ml
> 65 kg	20 ml	0,1 y/kg	7 ml/h	7 ml	50 ml

■ Péridurale bébé

APD BB débit continu seul ropi 1 ou Levobupivacaïne 0,625

Débit continu : 0,3 ml/kg/h pouvant être monté à 0,4 ml/kg/h
Protocole avec sufentanil : sufentanil 0,1/ml. Rajouter 0,1 µ/kg sufentanil dans dose de charge

APD BB débit continu + bolus ropi 1 ou Levobupivacaïne 0,625

Ropivacaïne 1 mg/ml
Débit continu : 0,3 ml/kg/h soit 0,3 mg/kg/h
Bolus : 0,3 ml/kg
Période réfractaire : 60 mn
Dose max 4 h : 3,2 ml/kg
Protocole avec sufentanil : sufentanil 0,1/ml. Rajouter 0,1 µg/kg sufentanil dans dose de charge

■ Bloc périnerveux

Bloc périnerveux débit continu

Ropivacaïne 2 mg/ml
Débit continu : 0,1 ml/kg/h sauf bloc paravertébral 0,2 ml/kg/h

PCRA

Ropivacaïne 2 mg/ml
Débit continu : 0,02 ml/kg/h
Bolus : 0,1 ml/kg
Dose max 4 h : 1 ml/kg
Période réfractaire : 30 mn

ANNEXE 2
Protocole intralipide en cas de toxicité systémique des anesthésiques locaux

INDICATIONS : toxicité cardiaque et/ou neurologique due à une injection accidentelle ou de surdosage d'anesthésique local.
SIGNES CARDIO-VASCULAIRES : troubles de conduction (élargissement du QRS, sus-decalage de ST, bradycardie), troubles du rythme (fibrillation ventriculaire), hypotension, asystolie, torsade de pointe).
SIGNES NEUROLOGIQUES : convulsions.

PRISE EN CHARGE

Conduite initiale à tenir
– Arrêt de l'injection d'anesthésique local (AL).
– Demander de l'aide.
– Préserver la liberté des voies aériennes et si besoin intuber le patient.
– Administrer de l'oxygène à FiO_2 100 % et s'assurer d'une bonne ventilation (l'hyperventilation favorise la correction d'une acidose métabolique).
– Traiter les convulsions par benzodiazépines ou thiopental à dose titrée.
– Évaluer l'état hémodynamique tout au long de la réanimation.

TOUJOURS DÉBUTER PAR RÉANIMATION DE BASE = MASSAGE CARDIAQUE EXTERNE, VENTILATION FiO_2 = 1, ADRÉNALINE, CHOC ÉLECTRIQUE EXTERNE SI TV, FV...

De façon contemporaine de la réanimation de l'arrêt cardiaque, débuter l'administration d'intralipide
1) Bolus intraveineux d'intralipide 20 % 1,5 ml/kg en 1 min.
2) En cas d'échec de l'injection IV du bolus, débuter une perfusion intraveineuse d'intralipide 20 % 0,25 ml/kg/min.
3) Répéter le bolus initial 2 fois à 5 min d'intervalle tant que l'arrêt circulatoire persiste.
4) Augmenter le débit de perfusion à 0,5 ml/kg/min.
5) Continuer l'administration jusqu'au retour de l'activité cardiaque et la stabilité hémodynamique ; une dose maximale totale de 8 mL/kg a été proposée.

Partie 8

Douleur de l'enfant

Particularités de la douleur chez l'enfant

■ ÉTAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES

Maturation des voies de la douleur

Même né prématurément, le nouveau-né dispose d'une maturité anatomique et neurochimique suffisante pour permettre la transmission et la perception des influx nociceptifs. La perception de la douleur est acquise entre la 24e et 30e semaine de vie fœtale.

L'immaturité du système nerveux touche les fibres inhibitrices. Il y a inefficacité du système inhibiteur jusqu'à l'âge de 14 semaines : les voies inhibitrices descendantes ne sont pas fonctionnelles, les opioïdes endogènes restent à des taux plasmatiques peu élevés, la corne médullaire postérieure est inefficace dans son rôle de filtre.

Hypersensibilité à la douleur

À court terme, les stimulations nociceptives induisent des phénomènes de sensibilisation chez le nouveau-né avec une diminution des seuils et une augmentation des réponses.

À long terme, la survenue précoce d'une douleur intense sur un système nerveux immature serait responsable de modifications structurelles et fonctionnelles des neurones de la corne dorsale pouvant déclencher une hyperalgésie lors de douleurs futures (mémoire, neuroplasticité).

Mémoire de la douleur

Il existe une mémoire de la douleur explicite et implicite. La mémoire explicite, consciente, n'est pas présente avant 3 ans. Cette inaptitude à l'anticipation et à la suggestion rend compte d'une grande vulnérabilité dans cette tranche d'âge.

La mémoire implicite inconsciente est présente dès la naissance.

Intégration corticale de la douleur

Les apports de l'imagerie fonctionnelle (IRMf et PET-scan) ont pu montrer les zones cérébrales activées pendant une douleur et la modulation de celle-ci par les facteurs cognitifs. C'est ainsi qu'on a pu prouver l'impact des facteurs émotionnels et des techniques de distraction, de l'hypnose et du placebo.

■ CARACTÉRISTIQUES DE LA DOULEUR

La douleur comporte deux composantes :
– la première, sensorielle et discriminative, concerne l'intensité, la qualité et la localisation ;
– la seconde, cognitive, affectivoémotionnelle, fait référence à la capacité de comprendre le phénomène de la douleur ; elle se façonne parallèlement au développement intellectuel de l'enfant. Chez le nouveau-né, la douleur ressentie n'est pas localisée puisque la sensibilité épicritique, l'image du corps n'est pas constituée ; il s'agit donc d'une souffrance indistincte et diffuse qui ne prend pas sens pour le nouveau-né et est destructurante.

Plusieurs durées de douleur peuvent se succéder en quelques heures. La douleur aiguë peut, au-delà de quelques heures, être responsable d'une atonie psychomotrice « enfants trop calmes ». De même, certaines pathologies médicales peuvent être à l'origine d'une douleur récurrente et chronique quel que soit l'âge.

Traitement de la douleur chez l'enfant

■ DIAGNOSTIC ET ÉVALUATION DE LA DOULEUR

Reconnaître la douleur impose un comportement d'observation, d'écoute et d'évaluation.

Observation des signes directs de la douleur (SDD)

Lors de la douleur aiguë, les manifestations vives sont représentées par une expression vocale (ou verbale), une mimique, des mouvements désordonnés, des positions antalgiques, une relation avec l'environnement perturbée (inconsolabilité).
L'atonie psychomotrice est représentée par une indifférence à l'entourage, une économie motrice, une prostration. Elle peut s'installer en quelques heures chez le nourrisson.

Écoute

L'écoute des parents et de l'entourage informe d'un changement de comportement : modification du sommeil, du caractère, inaptitude à la consolation.

Évaluation

L'évaluation par des échelles permet d'établir ou de confirmer la douleur, d'apprécier son intensité et d'évaluer l'efficacité du traitement.
Les outils d'évaluation doivent être validés.
Il faut privilégier l'autoévaluation dès que possible : l'enfant est capable d'autoévaluer sa douleur à partir de 6 ans ; certains enfants plus jeunes (4 à 6 ans) sont parfois capables de s'autoévaluer (test avec scores de douleur concordants par deux échelles différentes d'autoévaluation, par ex : EVA et échelle des visages) ; Pour les moins de 4 ans et les 4-6 ans ayant une réponse discordante au test, il sera nécessaire de choisir une échelle d'hétéroévaluation.
Il existe de nombreuses échelles qui seront choisies en fonction de l'âge, du contexte et du caractère aigu ou prolongé de la douleur *(annexe 1)*.

Tableau I ■ Scores d'intervention thérapeutique selon la nature de la douleur

Âge, contexte	Score d'intervention thérapeutique	
	Douleur aiguë	Douleur prolongée
Prématuré, nouveau-né	**DAN** = 3/10 NFCS = 1/4	**EDIN** = 5/15
0-2 ans	**FLACC** = 3/10 Amiel-Tison = 5/20	**EDIN** = 5/15
2-7 ans	**FLACC** = 3/10 **EVENDOL**	DEGR = 10/40 **HEDEN** = 3/10
4-6 ans	FLACC= 3/10 EVA = 3/10 Visages = 4/10	Visages = 4/10 EVA= 3/10 DEGR = 10/40
Après 6 ans	EVA = 3/10 Visages = 4/10	EVA = 3/10 Visages = 4/10 DEGR = 10/40
Polyhandicapé	FLACC modifiée = 3/10	DESS = 6/40
Réanimation	*Comfort scale* = 24/40	
Urgences : avant 7 ans	EVENDOL = 4/15	
Douleur neuropathique	DN4	DN4
Douleur postopératoire	FLACC : 2 mois à 7 ans= 3/10 EVA après 6 ans	

DAN : douleur aiguë du NN ; NFCS : *neonatal facial coding system* ; EDIN : évaluation douleur inconfort nouveau-né ; *Ontario pain scale* ; FLACC : face, Legs, Activity, Cry, Consolability. DEGR : douleur enfant Gustave-Roussy ; HEDEN : échelle simplifiée d'hétéro-évaluation de la douleur chez l'enfant ; EVA : échelle visuelle analogique ; DESS : douleur enfant San Salvador.

■ MOYENS ANTALGIQUES MÉDICAMENTEUX

Principes de traitement chez l'enfant

Recommandations

Il faut :

– ne pas associer un palier II et III (exception faite de Néfopam® qui peut être associé à la Morphine chez les plus de 15 ans) ;
– privilégier les associations d'antalgiques de sites d'action différents (effet d'épargne et/ou synergique) ;
– procéder à une évaluation régulière par une échelle standardisée permettant l'adaptation du traitement ;
– toujours arrêter un traitement long par paliers progressifs quel que soit l'âge (sevrage).

Antalgiques : particularités chez l'enfant

Il n'existe pas d'AMM pour les antalgiques :
– de palier II chez l'enfant de moins de 1 an ;
– de palier III *per os* chez l'enfant de moins de 6 mois.

Objectif du traitement antalgique

L'objectif immédiat est de ramener l'intensité de la douleur en dessous de 3/10 sur l'EVA et/ou de permettre un retour aux activités de base de l'enfant (bouger, jouer, dormir, parler, manger) :
– douleur légère = palier I ;
– douleur modérée = paliers I et II ;
– douleur intense = palier I ET palier II ou III ;
– douleur très intense = palier I ET palier III d'emblée.
Le deuxième objectif est d'adapter le traitement en fonction du niveau de douleur résiduelle. Une réévaluation doit être effectuée après une ou deux prises d'antalgiques.

Paliers de l'OMS : douleur de nociception

Les posologies et AMM figurent dans la fiche « Récapitulatif des antalgiques usuels ».

Palier I = antalgiques périphériques = douleur faible

Sont utilisés :
– le paracétamol en sirop (efferalgan® [sucré]) ou doliprane® [sans sucre], suppos, sachets, cps, etc. ;
– les AINS :
• ibuprofène (sirop, gélules),
• kétoprofène (gélules),
• naproxène (sachets, cps),
• acide niflumique (suppos++).

Palier II = antalgiques centraux faibles = douleur moyenne

En ce qui concerne **la nalbuphine**, le Nubain® a une AMM pour les plus de 18 mois (absence de données avant cet âge) mais il est utilisé chez l'enfant plus jeune par des équipes pédiatriques entraînées. C'est un agoniste-antagoniste. Il existe un effet « plafond » atteint pour une dose de 0,3 mg/kg (injection unique voie IV) au-delà de laquelle l'analgésie n'est pas augmentée et il y a peu de risque de dépression respiratoire. Il est facilement antagonisable par la naloxone.
Par voie IV, son délai d'action est de 3 minutes avec des réinjections à la demande/4 H par voie IV lente ; il peut aussi être utilisé en perfusion continue.
Par voie intrarectale, son délai d'action est de 10 à 15 minutes.
S'il est inefficace, il faut passer immédiatement à la morphine avec une dose de charge de 0,1 mg/kg IV en titration (0,3 à 0,5 mg/kg *per os*), puis poursuivre à 1 mg/kg/j.
La codéine (codenfan®) ne doit plus être utilisée chez l'enfant de moins de 12 ans, en raison de sa trop grande variabilité de métabolisation et des risques soit d'absence d'effet, soit d'effet amplifié avec somnolence et dépression respiratoire. Elle est notamment actuellement contre-indiquée dans la chirurgie ORL de l'enfant comme

l'amygdalectomie et sur des terrains à risque. Chez le grand enfant, on peut l'utiliser sous forme de :
– Codoliprane® ;
– Dafalgan codéiné®
Le chlorhydrate de tramadol se retrouve :
– dans le Topalgic®, qui associe un effet opioïde (récepteurs) et un effet monoaminergique (inhibition de la recapture de la noradrénaline et de la sérotonine) renforçant les contrôles inhibiteurs descendants ;
– dans l'Ixprim®, où il est associé au paracétamol.

Palier III = opioïdes centraux forts = douleur intense, morphine

Morphine orale

Morphine à libération immédiate

Il s'agit :
– de l'Oramorph® en unidose et en gouttes (solution à 20 mg/ml ; soit 1,25 mg/goutte) ;
– de l'Actiskenan®, morphine (sulfate) en gélules ;
– du Sevrédol®, morphine (sulfate) en comprimés.

La durée d'action est de 4 heures avec un délai d'action de 30 à 45 minutes.
La posologie dose unique est de 0,5 mg/kg et avec des doses itératives de 0,2 mg à 0,3 mg/kg/4 h *à la demande*+++.
La posologie moyenne journalière s'élève à 1 ou 2 mg/kg/j.
La morphine à libération immédiate est indiquée pour le traitement de la douleur aiguë intense de courte durée ou en interdoses de morphine à libération prolongée.
Le schéma proposé est le suivant :
– dose de charge orale, 0,5 mg/kg ;
– doses complémentaires répétées selon l'évaluation et toutes les 30 minutes, 0,2 mg/kg jusqu'à douleur minime. Si le traitement doit se poursuivre au-delà de 24 h, prévoir un régime alimentaire et éventuellement un traitement contre la constipation.

En cas d'échec, passer à la morphine IV et/ou revoir la cause de l'échec.

Morphine à libération prolongée

Il s'agit du :
– Skenan® (sulfate), gélule dont le fractionnement est possible. Il est indiqué en relais d'un traitement morphinique IV à la dose de 0,5 mg/kg/12 h.

La durée d'action de la morphine à libération prolongée est de 12 heures.
Il convient de réajuster l'analgésie par la prescription d'interdoses de morphine à libération immédiate.

Morphine IV

Le chlorhydrate de morphine se présente sous la forme d'ampoules 1 ml = 10 mg ; 1 ml = 50 mg *(Tab. 2 et 3)*. Il faut :
– éviter les injections discontinues réalisant un risque de surdosage au moment de l'injection et une insuffisance d'analgésie avant l'injection suivante ;

– proscrire les injections sous-cutanées douloureuses et potentiellement responsables de l'installation lente et insidieuse d'effets secondaires graves.

Tableau 2 ■ Schéma d'administration de morphine IV

En fonction de l'âge	Pousse-seringue simple	PCA/NCA
< 3 mois : monitorage	Posologie initiale = 10 µg/kg/h par palier de 50 %/24 h	Dosage de charge = 50 à 100 µg/kg Débit continu = 10 µg/kg/h Bolus = 20 µg/kg Dose maxi/4 h = 300 µg/kg Période réfractaire = 30 min
3 mois-5 ans : monitorage	Posologie initiale = 10 µg/kg/h par palier de 50 %/24 h	Débit continu = 10 µg/kg/h Bolus = 20 µg/kg Dose maxi/4 h = 400 µg/kg Période réfractaire = 10 à 30 min
> 5 ans	Posologie initiale = 1 mg/kg/j par palier de 50 %/24 h	Débit continu = 4 à 10 µg/kg/h Bolus = 20 µg/kg Dose maxi/4 h = 400 µg/kg Période réfractaire = 7 min

Tableau 3 ■ Surveillance d'un enfant traité par morphine

Somnolence	0 = éveillé	
	1 = somnolent, éveillable verbalement	
	2 = somnolent éveillable par stimulation physique	
	3 = difficilement éveillable	
Fréquence respiratoire	**Âge**	**Seuil d'alerte**
	< 1 an	< 20/min
	1-5 ans	< 15/min
	> 5 ans	< 10/min

La première prescription de morphine IV s'effectue en 2 paliers :
– dose de charge, de 50 à 100 µg/kg ;
– titration, de 20 à 50 µg/kg/5 minutes pour atteindre une analgésie efficace (EVA < 3/10).

Elle est poursuivie par la perfusion : toujours préférer, à l'injection continue par pousse-seringue électrique, la PCA (analgésie contrôlée par le patient), de grande sécurité, ou la NCA (analgésie contrôlée par l'infirmière) pour les enfants incapables d'autoévaluer leur douleur.

Chez l'enfant la PCA (ou la NCA) présente 2 modalités d'utilisation : infusion continue et bolus ou bolus seuls.
Il faut utiliser un document spécifique de prescription pour pompe PCA et une valve antireflux.
Il convient de prévenir les effets indésirables sans antagoniser l'analgésie (possibilité d'adjoindre une infusion continue de naloxone (1 µg/kg/h)) ou de traiter :
– la constipation, par du Macrogol + régime adapté ;
– les nausées et vomissements, par de l'Ondansétron ;
– la rétention urinaire, par sondage évacuateur ;
– le prurit par de petites doses d'Hydroxyzine (0,2 mg/kg/H).
Une surveillance clinique est suffisante pour les enfants ayant une PCA : surveillance de la fréquence respiratoire en fonction de l'âge, échelle de sédation, EVA *(Tab. 3)*.
Les complications graves sont :
– la somnolence niveau 3 sur l'échelle de sédation (précéde la dépression respiratoire) ;
– la dépression respiratoire.

Autre

Le néfopam (Acupan®) a l'AMM pour les plus de 15 ans. C'est un analgésique central non morphinique.

Coanalgésiques

Sans effet antalgique propre, les coanalgésiques potentialisent les antalgiques. Il s'agit :
– du Phloroglucinol (Spasfon®) (peu efficace sur les fortes douleurs, apport dans les douleurs à composante spastique) :
• en comprimés à 80 mg, suppositoires à 150 mg (6 mg/kg/j en 4 prises),
• par voie IV (ampoule 4 ml/40 mg), à la dose de 0,5 mg/kg/6 h ;
– du Diazepam (0,5 mg/kg/j) pour les douleurs avec importantes contractures musculaires (ex : fracture de fémur mise en traction au zénith ;
– des corticoïdes (1 à 3 mg/kg/j) dans les douleurs à composante inflammatoire (maxillofacial, ORL...).

Traitement de la douleur iatrogène

EMLA®

La crème EMLA® (*eutectic mixture of local anaesthetics*) est un anesthésique par voie locale de la peau saine *(Tab. 4)*.

Xylocaïne

La xylocaïne peut être utilisée sous forme de spray (sphère oropharyngée), de gel (urétral), visqueuse (sphère buccale), liquide (tampon imbibé sur les muqueuses buccales avant la pose de sonde).

Tableau 4 ■ Posologie et effets de l'EMLA®

	Âge				
	0-3 mois	**3 mois-1 an**	**1- 6 ans**	**6- 12 ans**	**> 12 ans**
Dose recommandée	0,5 g	0,5 g	1-2 g	1-2 g	2-3 g
Maximum	1 g	2 g	10 g	20 g	50 g
Temps d'application	1 h 2e dose au bout de 12 h	1-4 h	1-4 h	1-4 h	1-4 h
Anesthésie après retrait	1-2 h	1-2 h	1-2 h	1-2 h	1-2 h
Profondeur	1 h d'application = 3 mm 2 h d'application = 5 mm				

MEOPA

Le MEOPA, ou mélange équimolaire d'oxygène et protoxyde d'azote, est un agent gazeux pour inhalation présenté en bouteilles contenant 1,5 et 6 m^3 :

– il permet une analgésie de surface et une sédation consciente sans perte des réflexes laryngés ;
– il est efficace surtout au-delà de 3 ans ;
– il a un effet après 3 minutes d'inhalation sans interruption :
• il ne faut pas dépasser 60 minutes en continu et 15 jours en répétition,
• à l'arrêt de l'inhalation, le retour à l'état initial est quasi immédiat sans effet rémanent ;
– son effet analgésique est renforcé par l'association à d'autres antalgiques. Il est alors indispensable de surveiller la sédation et la SpO_2 ;
– il peut être administré en dehors d'un bloc opératoire, dans des locaux aérés et équipés d'une source d'oxygène et d'un matériel d'aspiration. Les contraintes de l'anesthésie générale ne sont pas applicables (monitorage, salle de réveil). Son administration peut être effectuée par un personnel médical ou paramédical entraîné et dont les connaissances sont périodiquement réévaluées. Une prescription médicale est indispensable ;
– il peut être utilisé en l'absence de jeûne et en ambulatoire ;
– il est contre-indiqué dans l'embolie gazeuse, le pneumothorax non drainé, les bulles d'emphysème, l'accident de plongée, l'occlusion intestinale, l'hypertension intracrânienne, l'altération de l'état de conscience, la fracture des os du nez, les lésions des sinus et de l'oreille moyenne ;
– il peut déclencher des vomissements, des rêves, des cauchemars, une euphorie, des sensations de vertige.

Solutions sucrées

L'administration orale d'une faible quantité de glucose 30 % (0,1 ml/kg) associée à la succion a un effet antalgique. La seule indication est la ponction veineuse, geste douloureux mineur mais répétitif chez le nouveau-né. L'administration s'effectue 2 minutes avant le geste et peut être répétée. Elle est inefficace au-delà de 2 mois.

Traitement de la douleur neuropathique

La douleur neuropathique (parfois présente en postopératoire : 1 % des enfants) peut être facilement dépistée par l'échelle DN4 (score > 4/10). Elle doit être prise en charge précocement en fonction de l'âge par :

– du Clonazépam (0,05 à 0,1 mg/kg/j fractionné en 3 à 4 prises). Seuls les pédiatres ou les neurologues ont accès à cette prescription qui est limitée à 1 mois, en raison des risques d'accoutumance (ordonnances sécurisées) ;
– du Gabapentine (AMM pour l'épilepsie : 12 ans), la posologie journalière doit être progressive (10, 20 puis 30 mg/kg/j) ;
– du Prégabaline (pas d'AMM chez l'enfant) ; utilisable à partir de 15 ans, dose de départ 75 mg × 2/j puis adaptation.

L'Amitriptyline (AMM chez l'enfant dans l'énurésie) peut être ajouté en complément si malgré le traitement la prise en charge reste insuffisante à la dose de 0,1 à 0,5 mg/kg/j en une prise unique le soir (solution buvable, 1 goutte = 1 mg), particulièrement s'il y a des troubles du sommeil associés.

La douleur neuropathique est le plus souvent très mal soulagée par les morphiniques (10 à 20 % des cas seulement).

Pour les douleurs neuropathiques localisées sur peau saine et cicatrisée, l'application d'emplâtres de lidocaïne (Versatis®) (pas d'AMM chez l'enfant mais utilisé par les équipes pédiatriques) est efficace et bien tolérée : chez l'adulte 3 compresses/j au maximum sur la zone douloureuse 12 h/24 h.

Kétamine

La kétamine :

– a un effet analgésique propre à dose infra-anesthésique < 0,5 mg/kg (IVL) ;
– prévient l'hyperalgésie induite par les morphiniques utilisés à fortes doses en anesthésie pour chirurgie invasive (0,15 mg/kg, puis 0,2 mg/kg/H) ou en traitement prolongé ;
– baisse la consommation de morphine en association avec celle-ci.

■ TECHNIQUES D'ALR

Les techniques d'ALR sont détaillées dans le chapitre « Anesthésie locorégionale en pédiatrie ».

■ TECHNIQUES D'ACCOMPAGNEMENT PSYCHOLOGIQUE

Les techniques d'accompagnement psychologique sont destinées à atténuer les répercussions psychiques de l'intervention, de l'hospitalisation et de la douleur.
On peut citer :
– une information précoce et adaptée au niveau cognitif. Il ne faut jamais introduire de consignes directives ou négatives (« Sois courageux ! ça ne va pas faire mal ») à l'origine de réactions de peur et de retrait ;
– privilégier la présence des parents ;
– le nursing, les massages, qui sont un moyen très efficace pour communiquer avec empathie ;
– la relaxation et la distraction, qui diminuent la détresse associée à la douleur : les techniques de distraction sont choisies en fonction du développement cognitif de l'enfant :
• de 0 à 2 ans, bercement, succion, chansons, massages ;
• de 2 à 4 ans, jouet, bulles de savon, histoires, plume imaginaire ;
• de 4 à 6 ans, raconter ou lire une histoire, visionner une vidéo ;
• de 6 à 10 ans, livre en relief, histoire imaginaire, jeux ;
• > 12 ans, musique, vidéo, exercices de respiration.
– La sophrologie, par un travail de détente musculaire à partir d'exercices de respiration, agit sur l'appréhension d'un soin, la douleur, la préparation à un examen médical.
– L'hypnose permet, pour l'enfant de plus de 3 ans, de recentrer son attention sur une histoire magique, un rêve, une métaphore. La suggestion hypnotique d'analgésie réduit le caractère désagréable de la douleur. En voici quelques exemples :
• suggestions directes d'analgésie : gant magique enfilé, crème imaginaire appliquée par un mouvement circulaire sur la peau ;
• suggestions qui éloignent la douleur : « Imagine que ta main parte en voyage » ;
• suggestions de situations de plaisir : confort, lieu douillet, confection d'un gâteau d'anniversaire ;
• suggestion de distraction : faire participer l'enfant au soin en créant un scénario où tout devient magique et irréel en l'autorisant à s'imaginer surpuissant ;
• attirer l'attention sur la douleur en faisant faire un voyage dans le corps : visiter chaque endroit et éteindre la douleur avec l'interrupteur.

■ ANNEXE 1

Échelles d'évaluation de la douleur chez l'enfant

Évaluation de la douleur et de l'inconfort du nouveau-né

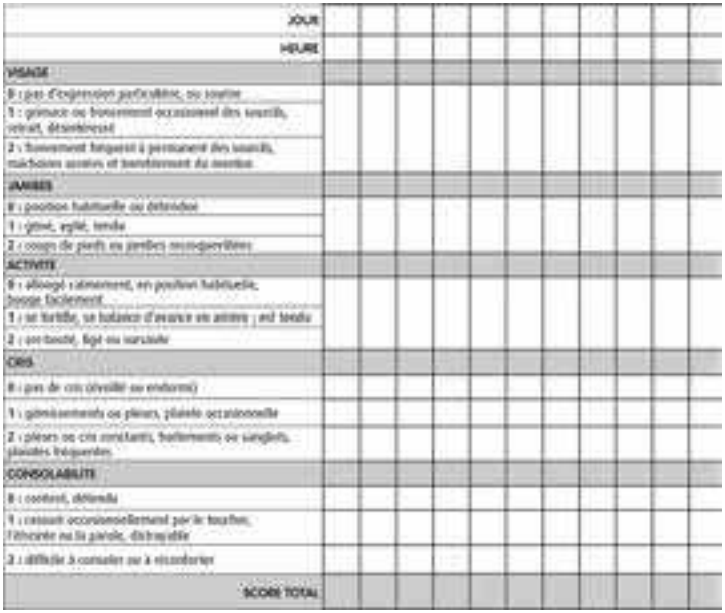
Item	Cotation	Comportement
Visage	0 I 2 3	Visage détendu Grimaces passagères : froncement des sourcils, lèvres pincées, tremblement ou plissement du menton Grimaces fréquentes, marquées ou prolongées Crispation permanente ou visage prostré, figé ou violacé
Corps	0 I 2 3	Détendu Agitation transitoire, enfant assez souvent calme Agitation fréquente mais retour au calme possible Agitation permanente : crispation des extrémités et raideur des membres ou motricité très pauvre et limitée, avec corps figé
Sommeil	0 I 2 3	S'endort facilement, sommeil prolongé, calme S'endort difficilement Se réveille spontanément en dehors des soins et fréquemment, sommeil agité Pas de sommeil
Relation	0 I 2 3	Sourire aux anges, sourire réponse, attentif à l'écoute Appréhension passagère au moment du contact Contact difficile, crie à la moindre stimulation Refuse le contact, aucune relation possible, hurlement ou gémissement sans la moindre stimulation
Réconfort	0 I 2 3	N'a pas besoin de réconfort Se calme rapidement lors des caresses, au son de la voix ou à la succion Se calme difficilement Inconsolable, succion désespérée

Échelle CHEOPS

CHEOPS (Children's Hospital of Eastern Ontario pain scale)			
Pleurs	Pas de pleurs	Ne pleure pas	1
	Gémissements	Gémit ou vocalise doucement, pleurs silencieux	2
	Pleurs	Pleure modérément, pleurnichements	2
	Cris perçants	Rit à plein poumons, sanglots (peut être coté avec ou sans plainte)	3
Visage	Calme	Expression faciale neutre	1
	Grimace	À coter seulement si c'est une expression faciale négative	2
	Sourire	À coter seulement si c'est une expression positive	0
Verbalisation	Aucune	L'enfant ne parle pas	1
	Plaintes diverses	L'enfant se plaint, mais pas de douleur, par exemple : « Je veux maman »	1
	Plaintes de douleur	L'enfant se plaint de douleur	2
	Plaintes mixtes	L'enfant se plaint de douleur et d'autre chose	2
	Positive	L'enfant fait une remarque positive ou parle d'autre chose sans se plaindre	0
Torse	Neutre	Le corps, sauf les membres, est au repos, le torse est inactif	1
	Changement de position	Le corps est en mouvement, sinueusement ou en changement de position	2
	Tendu	Le corps est arqué ou rigide	2
	Frissonnement	Le corps frissonne ou tremble involontairement	2
	Vertical	L'enfant est vertical ou dans une position redressée	2
	Contention	Le corps est attaché	2

Touche la plaie	N'avance pas la main	L'enfant ne touche ni n'agrippe la plaie	1
	Avance la main	L'enfant avance la main mais ne touche pas la plaie	2
	Attouchement	L'enfant touche doucement la plaie ou sa région	2
	Agrippement	L'enfant agrippe vigoureusement la plaie	2
	Contention	Les bras de l'enfant sont attachés	2
Jambes	Neutres	Les jambes peuvent être dans n'importe quelle position mais sont détendues	1
	Torsion/ gigotement	Inclut les mouvements doux de reptation et de brasse	2
	Jambes levées/tendues	Mouvements des jambes dus à une agitation ou à un mal être, coups de pied	2
	Debout	Jambes tendues/ou ramenées fortement sur le corps et gardées ainsi	2
	Contention	En l'air, accroupissement ; à genoux	2
		Les jambes de l'enfant sont maintenues	2

Échelle FLACC



Échelle de douleur aux urgences								
	Absent	Faible ou passager	Moyen ou moitié du temps	Fort ou quasi permanent	T1 à l'arrivée		T2 si antalgique[3] : réévaluer après délai action	
					T1 au « repos[1] » au calme	T1bis à l'examen[2] ou à la mobilisation	T2 au « repos[1] » au calme	T2bis à l'examen[2] ou à la mobilisation
Expression vocale ou verbale : pleure et/ou crie et/ou gémit et/ou dit qu'il a mal	0	1	2	3				
Mimiques : a le front plissé et/ou les sourcils froncés et/ou la bouche crispée	0	1	2	3				
Mouvements : s'agite et/ou se raidit et/ou se crispe	0	1	2	3				
Positions : attitude inhabituelle et/ou antalgique, et/ou se protège et/ou reste immobile	0	1	2	3				
Relation avec l'environnement[4] : consolable et/ou s'intéresse aux jeux et/ou communique avec l'entourage	Normale = 0	Basse = 1	Très basse = 2	Absente = 3				

1. Observer l'enfant avant tout soin ou examen, dans les meilleures conditions possibles de confort et de confiance, par exemple avec ses parents, quand il joue en salle d'attente. 2. Il s'agit de l'examen clinique ou de la mobilisation ou palpation de la zone douloureuse par l'infirmière ou le médecin des urgences. 3. Au temps T2, on cote la douleur après antalgique, si possible au moment du pic d'action de l'antalgique : 30-45 minutes si oral ou rectal, 5-10 minutes si IV. 4. Pour coter cet item, l'avis des parents est utile.

■ ANNEXE 2

Récapitulatif des antalgiques usuels (AMM et posologie)

DCI	Nom commercial	AMM	Posologie quotidienne	Entretien
Palier I				
Paracétamol IV	Perfalgan®	Nouveau-né < 1 an < 10 kg	7,5 mg/kg/6 h	
Paracétamol oral	Nouveau-né	15 mg/kg/6 h	Maxi 60 mg/kg/j	
Ibuprofène	Nureflex®, Advil®	3 mois	10 mg/kg/8 ou 12 h	
Acide niflumique	Nifluril®	6 mois	20 mg/kg/12 h	
Kétoprofène sirop	Toprec®	6 mois	0,5 mg/kg/6 h	
Kétoprofène IV	Profénid®	15 ans	1 mg/kg/8 h	Maxi 300 mg
Naproxène	Apranax®	25 kg	10 mg/kg/j en 1 ou 2 fois	
Palier II				
Nalbuphine	Nubain®	18 mois	IV : 0,2 mg/kg/4 à 6 h IR : 0,3-0,5 mg/kg	Continu : 1,2-1,5 mg/kg/j
Codéine + paracétamol	Efferalgan codéiné® (500 mg/30 mg) Codoliprane® (400 mg/20 mg)	12 ans	1 à 3 cps/jour	
Tramadol	Topalgic Contramal® 50-100 mg	15 ans	1 à 2 mg/kg/6 h	Maxi 8 mg/kg/j
+ paracétamol	Solution buvable Ixprim® (T 37,5 + P 325 mg)	3 ans 12 ans	4 à 8 gouttes/10 kg/6 h 1 à 3 cps/jour	
Néfopam	Acupan®	15 ans	20 mg/4 à 6 h	Maxi 120 mg/24 h

Palier III			
Morphine IV		Nouveau-né	Cf. fiche « Traitement de la douleur chez l'enfant »
Morphine orale libération immédiate	Oramorph® 20 mg/ml	6 mois	
	Actiskénan® 5-10-20-30 mg	6 mois	
	Sévrédol® 10-20 mg	6 ans	
Morphine orale LP	Skénan® 10-30-60-100-200 mg	6 mois	
	Moscontin®	6 ans	

Pour en savoir plus http://www.pediadol.org

Partie 9

Anesthésie selon la chirurgie

Chirurgie néonatale

Anesthésie du nouveau-né

Le terme nouveau-né fait référence à la période de vie d'un enfant entre sa naissance et le 28e jour de vie. Cette notion englobe donc des individus variés en fonction de l'âge gestationnel de naissance (AGN) calculé en semaines d'aménorrhée (SA), de la très grande prématurité (AGN < 27 SA) à la naissance post-terme (AGN > 41 SA). L'anesthésie néonatale est ainsi une surspécialité de l'anesthésie pédiatrique, qui doit prendre en considération les particularités physiopathologiques du nouveau-né, liées à son âge gestationnel corrigé (AGC correspondant à l'AGN auquel est ajoutée la durée de vie) et à la pathologie motivant la correction chirurgicale dont ils doivent bénéficier. L'anesthésie du nouveau-né prématuré, pour la correction des malformations congénitales sévères et pour la prise en charge chirurgicale des situations urgentes est réservée à des centres universitaires spécialisés qui disposent d'un service de réanimation néonatale ou pédiatrique. Nous nous focaliserons donc sur l'anesthésie du nouveau-né à terme ou de l'ancien prématuré dont l'AGC est supérieur à 36 SA. Dans tous les cas, l'anesthésie néonatale nécessite une préparation rigoureuse, un matériel adapté, une expérience importante et la possibilité de faire appel à un pédiatre spécialisé en néonatologie en cas de situation aiguë périopératoire.

■ PARTICULARITÉS PHYSIOLOGIQUES DU NOUVEAU-NÉ

Le nouveau-né n'est pas un enfant en miniature. La composition corporelle, les capacités de liaison aux protéines ainsi que la maturité des organes vont modifier la réponse pharmacologique aux anesthésiques utilisés pour induire et maintenir une anesthésie générale chez le nouveau-né. La durée des phases d'assimilation et d'élimination des traitements administrés va ainsi varier en fonction de ces paramètres physiologiques.

Composition corporelle

L'eau représente 85 % de la masse corporelle du prématuré, contre 75 % chez le nouveau-né à terme et 60 % chez le nourrisson de 6 mois. Les composés très solubles dans l'eau vont nécessiter une majoration de la posologie (antibiotiques en particulier). À l'opposé, la masse maigre est plutôt réduite, imposant une réduction des traitements visant la relaxation musculaire. La masse grasse est également relativement plus faible, ce qui implique des capacités de stockage réduites des composés solubles dans les graisses.

Liaison aux protéines

Les concentrations totales en protéine et albumine sont réduites chez le nouveau-né, d'où une fraction libre plus importante des traitements administrés. Cet effet est renforcé en cas d'ictère néonatal car la bilirubine agit en compétiteur sur les sites de fixation aux protéines.

Maturité des organes

Bien que fonctionnels, les organes du nouveau-né témoignent souvent d'un métabolisme ralenti. Ainsi l'immaturité hépatique peut conduire à l'allongement de la demi-vie de certains composés. Il en va de même avec la fonction rénale, motivant un allongement de la fréquence des administrations. L'immaturité du système nerveux central (SNC) et de la barrière hématoencéphalique (BHE) joue également un rôle dans le cas des médicaments hydrosolubles, avec un passage accru (notamment de la morphine et de certaines benzodiazépines) comparé à un enfant plus âgé. Cette immaturité du SNC et de la BHE conduit de nombreux chercheurs et agences nationales à s'interroger sur les risques de l'anesthésie générale sur le cerveau en développement et à préconiser un ajournement des chirurgies non urgentes après l'âge de 1 an, voire 3 ans. Enfin, l'assimilation des agents anesthésiques inhalés est également différente, d'où des concentrations alvéolaires minimales plus élevées chez le nouveau-né.

■ PRINCIPALES INDICATIONS CHIRURGICALES CHEZ LE NOUVEAU-NÉ

Les indications chirurgicales chez le nouveau-né relèvent de deux grands domaines.

Les malformations congénitales représentent la part principale des indications :

– cardiaques (tétralogie de Fallot, transposition des gros vaisseaux, canal atrioventriculaire) relevant d'un centre spécialisé en chirurgie cardiaque néonatale ayant la capacité de mettre en place une circulation extracorporelle et une surveillance postopératoire cardiologique ;
– neurologiques (myéloméningocèle, spina bifida) ;
– thoraciques (atrésie de l'œsophage, hernie diaphragmatique) ;
– abdominale (omphalocèle ou laparoschisis) ;
– pelvienne (tératome, imperforation anale, cloaque).

Les complications néonatales représentent la deuxième part des indications chirurgicales :

– ligature du canal artériel persistant ;
– iléocolectomie sélective pour cure d'entérocolite ulcéronécrosante, iléostomie de décharge ;
– cure de hernie inguinale de l'ancien prématuré.

Nous détaillerons certains aspects de ces chirurgies dans la gestion périopératoire de l'anesthésie néonatale. Certaines indications, réalisables en dehors d'un centre

universitaire disposant d'une réanimation néonatale, font l'objet d'un chapitre à part entière (sténose hypertrophique du pylore et cure de hernie inguinale).

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE DU NOUVEAU-NÉ

La consultation d'anesthésie va permettre d'évaluer le risque opératoire et de préparer au mieux le protocole anesthésique. L'évaluation doit prendre en compte le type d'intervention proposé ainsi que l'habitude du chirurgien à pratiquer ce type d'intervention sur un nouveau-né. Les antécédents reprendront principalement :

- les antécédents familiaux (maladies neuromusculaire, hématologique, allergie), les antécédents de la mère (traitements, pathologie, usage de stupéfiants), une histoire détaillée de la grossesse et de l'accouchement (terme, adaptation néonatale, biométries à la naissance) ;
- le type d'alimentation (maternel, artificiel ou mixte) ;
- l'évaluation clinique minutieuse sera réalisée, en particulier des voies aériennes supérieures, une auscultation cardiaque à la recherche d'une éventuelle malformation congénitale ou d'une persistance du canal artériel et une palpation des pouls fémoraux à la recherche d'une coarctation de l'aorte et une auscultation pulmonaire. L'examen devra s'efforcer de rechercher d'éventuelles malformations associées ;
- les accès veineux disponibles (cathéters ombilicaux, voie veineuse périphérique ou centrale, cathéter central épicutanéo-cave) ;
- les mensurations actuelles ;
- le bilan biologique systématique (numération globulaire, bilan de coagulation avec cofacteurs, double détermination du groupe sanguin avec recherche d'anticorps irréguliers chez le nouveau-né ou la mère en fonction des procédures transfusionnelles en vigueur dans l'établissement).
- les traitements en cours, en s'intéressant particulièrement à l'administration de vitamine K (2 mg PO à la naissance puis une fois par semaine en cas d'allaitement maternel exclusif ou 1 mg IV selon le même schéma) afin de prévenir la maladie hémorragique du nouveau-né.

Une information claire, loyale et appropriée devra être remise aux parents quant aux modalités de la procédure et aux risques encourus.

■ PRISE EN CHARGE PRÉANESTHÉSIQUE

Une prise en charge rigoureuse est nécessaire afin d'éviter différentes complications.

Mise à jeun

Elle doit être effective 3 h avant l'induction pour le lait maternel et 4 h auparavant en cas d'allaitement artificiel. Une perfusion de compensation devra être mise en place afin de prévenir les risques de déshydratation et hypoglycémie. L'utilisation de solution type Nutrine préparée en externe est une solution simple avec des apports entre 15 et 20 ml/kg pour un jeûne de 4 h. L'administration se fera sur VVP ou VVC avec une pompe régulant le débit. La mise en place d'une VVP est effectuée par un personnel expérimenté, portant

masque, calot et gants stériles, et pourra être posée à différents endroits en fonction du capital veineux (mains, coudes, tête, pieds). On s'efforcera de respecter une propreté maximale, sans être dans des conditions de stérilité chirurgicale.
Une fois au bloc opératoire, plusieurs règles doivent être observées.

Lutte contre l'hypothermie

Le nouveau-né devra être transporté dans des langes chauds. Il sera placé sur une couverture chauffante à air pulsé et un bonnet couvrira sa tête. Une rampe chauffante sera mise en place au-dessus de lui, jusqu'à l'incision, en respectant scrupuleusement les recommandations de hauteur afin de ne pas le brûler.

Asepsie

Le système immunitaire du nouveau-né étant relativement immature, il est nécessaire de l'exposer au minimum de sources infectieuses. L'utilisation d'une salle opératoire dédiée à l'intérieur d'un service de néonatalogie permet de limiter les transports dans les couloirs de l'hôpital et offre l'avantage de bénéficier du soutien des équipes néonatales immédiatement en cas de complication. Un lavage des mains de tous les personnels en contact avec le nouveau-né est nécessaire. L'utilisation des VVC nécessite une parfaite stérilité (gants stériles, calot, masque et casaque stérile). Les staphylocoques saprophytes cutanés sont en effet particulièrement pathogènes pour cette population.

Préparation du matériel

Le matériel doit être adapté à l'AGN et au poids du nouveau-né.

- Accès veineux : VVP avec catheter court de 24G (couleur jaune), robinets placés au plus proche du nouveau-né.
- Contrôle des voies aériennes supérieures : ballon de 0,35 ou 0,5 l. Masque facial de taille 0. Une lame plate de Miller est traditionnellement utilisée, mais les lames de Macintosh peuvent être préférées par l'anesthésiste. Masque laryngé de taille 1 (poids > 1 500 g) ou sonde sans ballonnet de préférence de taille adaptée au poids *(voir tableau)*. Une pince de Magyll de taille adaptée peut être utile afin de guider la sonde dans la trachée.
- Dilution adaptée des traitements afin d'éviter les apports inutiles et seringues de rinçage au SSI, en fonction des protocoles du service. Préparation obligatoire d'atropine (10 µg/kg) qui pourra être administrée en prophylactique avant induction et d'adrénaline (10 µg/kg) en cas d'arrêt circulatoire.
- Surveillance peropératoire : elle est adaptée à l'indication chirurgicale. Les difficultés d'abord ne doivent pas conduire à débuter la chirurgie sans avoir placé les cathéters jugés nécessaires lors de la préparation du dossier. Le monitorage comporte un scope avec FC [entre 120 et 160/min], PANI [PAM donné par l'AGC], SpO_2 [entre 90 et 96 %] et FR [30 à 40/min]. On pourra utiliser deux saturomètres en cas de risque de réouverture du canal artériel (une saturation dans le territoire susductal à la main droite et une dans le territoire sous-ductal main gauche ou membres inférieurs). Un capnomètre sera utilisé en cas de ventilation conventionnelle, une mesure transcutanée de la pression en CO_2 sera mise en place en cas de recours à

une oscillation à haute fréquence. Le monitorage de l'oxymétrie cérébrale et/ou splanchnique par la NIRS apporte des indications interessantes.

Adaptation du matériel au poids du nouveau-né

Poids	< 2 kg	2-3 kg	> 3 kg
Guedel	000	000 ou 00	00
Lame laryngoscope	00	0	I
Sonde d'intubation	2,5	3,0	3,5

■ INDUCTION ANESTHÉSIQUE ET ENTRETIEN

L'induction anesthésique sera effectuée par voie IV sur VVP placée pour la perfusion de compensation du jeûne, ou sur une VVC ou un cathéter veineux ombilical. On utilisera préférentiellement la kétamine (2 mg/kg) ou le midazolam (0,3 mg/kg) du fait des effets dépresseurs des autres hypnotiques pouvant conduire à des bradycardies ou arrêts circulatoires (FC < 80/min). L'analgésie sera assurée par sufentanil (0,5 µg/kg) ou rémifentanil (0,03 à 1 µg/kg/min) en l'absence d'anesthésie locorégionale. Une épargne morphinique peut être obtenue par des différentes techniques d'anesthésie locorégionale décrites dans un chapitre spécifique de cet ouvrage et transférable chez le nouveau-né, en utilisant le matériel et les posologies adaptées. En cas de besoin un relâchement musculaire pourra être obtenu par des curares non dépolarisant à longue durée d'action comme le cisatracurium (0,2 mg/kg).

En l'absence d'abord veineux, une induction inhalatoire par sévoflurane peut être réalisée. L'entretien hypnotique sera effectué par sévoflurane ou IV, notamment en cas d'oscillation à haute fréquence.

L'insertion d'une VVC dans le confluent jugulo-sous-clavier pourra être effectuée si besoin selon les techniques échoguidées détaillées dans le chapitre spécifique de cet ouvrage, avec un matériel de taille adapté.

Si une antibiothérapie est en cours, elle sera poursuivie selon le schéma mis en place par les néonatologues. L'antibioprophylaxie de base repose sur la pénicilline G ou amoxicilline et l'amikacine. En cas d'atteinte digestive, on préfère l'association céfotaxime, métronidazole et amikacine. En cas d'infection avérée, les antibiotiques doivent couvrir les bactéries identifiées, en accord avec les bactériologistes (vancomycine pour le staphylocoque, ceftazidime pour le pyocyanique). L'antibioprophylaxie de la ligature de canal artériel est assurée par céfazoline.

Les apports hydriques pourront être poursuivis par solution de Nutrine avec un objectif à 160 ml/kg/j dès la première semaine de vie. Auparavant, l'augmentation est progressive à partir de 80 ml/kg/j à la naissance par palier de 10 ml/kg/j. Une perfusion de complément par NaCl 0,9 % sera utilisée pour contrôler les pertes supplémentaires dues à la chirurgie (2 à 10 ml/kg/h).

En cas de besoin, des remplissages vasculaires par 15 ml/kg de NaCl à 0,9 % ou albumine 4 % pourront être effectués. Si ces derniers sont efficaces, un support vasopresseur pourra être instauré selon les posologies détaillées dans le tableau.

Dilutions et posologies des amines en néonatologie µg/kg/min

Amines	Dilution dans NaCl 0,9 %	Posologie
Dopamine 50 mg dans 10 ml	2 ml dans 8 ml Soit 1 000 µg/ml	5-20 µg/kg/min
Dobutamine 250 mg dans 20 ml	1 ml dans 9 ml Soit 1 250 µg/ml	5-20 µg/kg/min
Noradrénaline 8 mg dans 4 ml	1 ml dans 19 ml Soit 100 µg/ml	0,05-2 µg/kg/min
Adrénaline 1 mg dans 1 ml	1 ml dans 9 ml Soit 100 µg/ml	0,5-5 µg/kg/min

Le contrôle des voies aériennes supérieures est réalisé par une intubation nasotrachéale de préférence par sonde sans ballonnet pour permettre une meilleure fixation et prévenir les risques de sténose trachéale. La tête doit être en position neutre, le matériel d'intubation stérile et l'opérateur habillé comme pour une pose de VVP. Malgré l'absence de dent, des bourgeons dentaires sont présents et il ne faut pas prendre appui sur les gencives. Il faut éviter de charger l'épiglotte. Une manœuvre BURP (*backward-upward-rightward pressure*) peut être effectuée à l'aide de l'auriculaire gauche. La fixation doit être à 7 cm + poids du nouveau-né et vérifiée par auscultation pulmonaire. Une intubation orotrachéale (fixation à 6 cm + poids) peut être réalisée en cas de difficultés ou de sténose ou agénésie des choanes (une sonde gastrique de petit calibre peut servir de guide en cas de difficulté au passage de la choane).
L'intubation chez le nouveau-né est délicate du fait de plusieurs facteurs anatomiques (macroglossie relative, position antérieure de la glotte, épiglotte volumineuse, calibre réduit de la région sous-glottique, angulation au niveau des cordes vocales) avec des désaturations rapides dues à une haute compliance des voies aériennes, une consommation en oxygène accrue et une faible capacité résiduelle fonctionnelle. Le laryngospasme est par contre bien moins fréquent que chez l'enfant plus âgé.
En cas de difficultés prévisibles d'intubation, une approche en sédation vigile peut être proposée, basée sur une inhalation de lidocaïne, puis la mise en place d'un masque laryngé enduit de lidocaïne gel. L'intubation peut alors être réalisée au travers du masque laryngé à l'aide d'un fibroscope. La sédation peut être obtenue par de faible posologie de midazolam (25 à 50 µg/kg).
La préoxygénation en oxygène pur est délétère chez le prématuré et le nouveau-né du fait de la toxicité notamment rétinienne de l'oxygène. On préférera ventiler en air puis augmenter progressivement la FiO_2 en cas de besoin.
L'induction en séquence rapide reste un sujet de débat. Dans les situations aiguës, les nouveau-nés bénéficient de pose de sonde orogastrique permettant une vidange complète de l'estomac avant induction, bien que cela ne puisse prévenir complètement le risque d'inhalation. L'instabilité hémodynamique induite par le thiopental, le propofol et la succinylcholine doit être évaluée avant d'utiliser un tel protocole sur un nouveau-né. Encore une fois, l'expérience de l'anesthésiste prime.

■ VENTILATION

La ventilation s'effectue principalement en ventilation conventionnelle avec des modes en volume ou pression, en veillant à limiter les barotraumatismes et le risque d'hyperoxie (Vt = 7 ml/kg ou pression inspiratoire = 18 cmH_2O, FR = 30 à 40/min, pression expiratoire positive = 4 cmH_2O, le rapport I/E est typiquement à 1/2 mais doit être adapté en fonction des courbes de spirométrie pour prendre en compte la compliance et les résistances pulmonaires du nouveau-né). On vérifie que le thorax du nouveau-né se soulève de manière symétrique et que l'auscultation est symétrique. En cas de besoin, un recours à l'oscillation à haute fréquence peut être proposé (hypoxie réfractaire ou hypercapnie). Les paramètres habituellement utilisés sont une fréquence à 15 Hz (on commence à 12 Hz sur un nouveau-né corpulent, et on peut diminuer cette fréquence à 9 Hz si besoin), un pic-à-pic à 60 (vérifier visuellement que l'enfant vibre) que l'on ajuste par palier de 3 points pour modifier la capnie. L'oxygénation est contrôlée par la FiO_2 appliquée ainsi que par la pression aérienne moyenne (PAM ou MAP sur les respirateurs) qui est initiée à la valeur de la pression moyenne en mode conventionnelle (typiquement 12 cm H_2O) que l'on peut augmenter ou réduire en fonction de l'oxymétrie.

■ ANALGÉSIE ET SURVEILLANCE POSTOPÉRATOIRES

La situation est très variable en fonction de la chirurgie et de la procédure anesthésique choisie. En cas de chirurgie lourde, le maintien de l'anesthésie générale et de la ventilation artificielle avec transfert en réanimation néonatale ou pédiatrique peut être décidé. Une épargne morphinique est assurée par paracétamol (7,5 mg/kg/6 h) et éventuellement poursuite de l'administration d'anesthésiques locaux dans les cathéters mis en place. La sédation est alors progressivement levée avec une extubation sous 48 h. Pour les chirurgies mineures, le paracétamol (7,5 mg/kg/6 h) peut être suffisant, ou associé à la nalbuphine (0,1 mg/kg/6 h) chez un nouveau-né scopé.
La principale complication redoutée en postopératoire est les apnées (pauses respiratoires > 15 s), surtout chez le prématuré et le nouveau-né jusqu'à 44 SA d'AGC. Ceci expose à un risque de désaturation et bradycardie. Les apnées sont favorisées par l'anesthésie générale avec un mécanisme central et obstructif.

■ SITUATIONS SPÉCIFIQUES

Atrésie de l'œsophage

C'est une malformation locorégionale avec des anomalies vertébrales, cardiaques et une trachéomalacie souvent associées. Dans 90 % des cas, il s'agit d'une atrésie de type III avec fistule trachéo-œsophagienne du cul-de-sac inférieur *(Fig. 1)* avec risque d'inondation pulmonaire par le liquide gastrique (donc maintien d'une position proclive) et d'insufflation intragastrique en pression positive (donc en théorie et jusqu'à la ligature ou occlusion de la fistule, maintien de la ventilation spontanée). En pratique,

ce risque est heureusement exceptionnel car le maintien d'une ventilation spontanée est incompatible avec l'analgésie chirurgicale. En préopératoire, la position proclive est indispensable avec aspiration continue douce du cul-de-sac œsophagien supérieur. L'installation chirurgicale se fait en décubitus latéral gauche pour une thoracotomie droite. Le refoulement du poumon gauche peut s'accompagner d'épisodes de désaturation (faire des réinsufflations régulières).

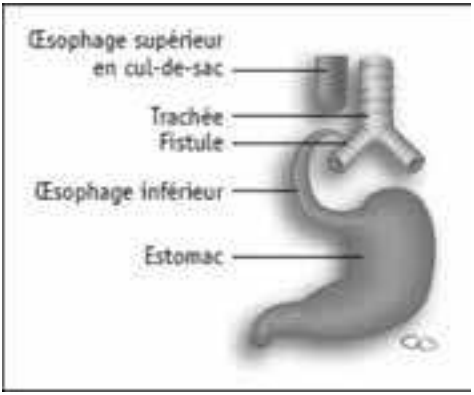


Figure 1 ■ Atrésie de l'œsophage de type III.

Hernie diaphragmatique

Il s'agit d'un défect diaphragmatique généralement postérolatéral gauche, avec, la plupart du temps, ascension intrathoracique des viscères abdominaux, hypoplasie pulmonaire et HTAP associées. La chirurgie est contre-indiquée avant la stabilisation ventilatoire et hémodynamique. La ventilation par OHF, le NO et les amines préopératoires, peropératoires et postopératoires sont souvent nécessaires.

Omphalocèle et laparoschisis

Il s'agit d'un défect de la paroi abdominale, couvert (omphalocèle) ou non (laparoschisis). Il convient d'éviter toute traction sur les mésos intestinaux, de considérer l'ileus associé (sonde nasogastrique), de tenir compte des pertes de liquide extracellulaire par les anses intestinales éviscérées et de lutter contre l'hypothermie. Il faut effectuer une surveillance peropératoire de la tolérance à la réintégration viscérale au niveau ventilatoire (surveillance des pressions de ventilation) et au niveau de la perfusion périphérique des membres inférieurs (capteur SpO_2 supplémentaire au pied). Si la réintégration n'est pas possible en un temps, il est mis en place un dispositif de réintégration progressive comportant une suspension et une humidification des anses éviscérées.

Ligature du canal artériel (CA)

La persistance du CA concerne des enfants de très petit poids, souvent < 1 000 g et entraîne une surcharge vasculaire pulmonaire, une cardiomégalie, une tolérance

médiocre au remplissage. L'utilisation de dobutamine est parfois nécessaire. Elle se traite par thoracotomie postérolatérale gauche, en décubitus latéral droit avec un billot sous-costal. La mise en place de capteurs de SpO_2 en préductal (main droite) et post-ductal (main G ou pieds) permet de vérifier l'éfficacité de l'occlusion du CA.

Hernie inguinale de l'ancien prématuré

La cure de la hernie inguinale de l'ancien prématuré est en règle générale bilatérale et parfois difficile (garçons). Un risque d'apnées postopératoires existe jusqu'à 60 SPC : la caféine IV est possible (20 mg/kg de citrate de caféine). Il faut éviter si possible l'anesthésie générale, surtout s'il existe une bronchodysplasie ou un syndrome apnéique et préférer une ALR sous EMLA® + sévoflurane *a minima*. Classiquement, on pratique une rachianesthésie (mais la durée du bloc sensitif est limitée et peut être complétée par un bloc ilio-inguinal et iliohypogastrique par le chirurgien). On peut préférer une anesthésie caudale (ropivacaïne 0,2 % ou levobupicaïne 1,25 % 1 ml/kg délai de 12 à 15 minutes ; durée 45 minutes niveau T10 ; éviter les adjuvants), en ventilation spontanée, d'autant plus que la réalisation de l'anesthésie caudale peut être faite sous échographie avec parfaite visualisation des structures et de la diffusion de l'anesthésique local.

Spina bifida, myéloméningocèle

Il correspond à une anomalie de fermeture du tube neural. La lésion est en général recouverte d'une pellicule représentant la plaque neurale. Elle s'accompagne de signes déficitaires (paralysie flasque des membres inférieurs, atteinte sphinctérienne anale et vésicale, hydrocéphalie). La prise en charge est lourde et prolongée, avec une fermeture en urgence du défect cutané et dérivation de l'hydrocéphalie, suivie par des traitements orthopédique et urologique. L'intubation de l'enfant peut être délicate du fait du positionnement du nouveau-né pour protéger la moëlle.

Conclusion

L'anesthésie néonatale est un challenge du fait des caractéristiques physiologiques, de la petite taille et des malformations congénitales potentielles du patient. Ce défi peut être relevé par une connaissance fine de la néonatalogie, une préparation et une anticipation des situations à risque, un matériel adapté, l'acquisition d'une agilité technique, une formation progressive à la gestion peropératoire du nouveau-né et le recours simple à un confrère anesthésiste ou néonatologue expérimenté en cas de difficulté.

Chirurgie urologique

Chirurgie du pénis

Fréquentes chez l'enfant, les anomalies de la verge sont souvent isolées et mineures (phimosis ou hypospadias), parfois sévères et complexes (épispade et exstrophie vésicale). La verge hypospade est le plus souvent isolée et la correction chirurgicale se fait vers l'âge de 18 mois. Cependant, elle peut être associée à des anomalies du massif facial, à une cardiopathie, à des anomalies vertébrales.
La chirurgie des organes génitaux externes (OGE) peut s'inscrire dans un contexte d'anomalies du développement sexuel (anomalies des récepteurs, mosaïque chromosomique...) associées ou non à une endocrinopathie.
Dans les deux cas, l'association AG/ALR est la règle.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Hypospade sévère (formes proximales).
Recherche d'antécédents de prématurité, de malformations associées.
Risque hémorragique dans certaines formes majeures : groupage sanguin, informations transfusionnelles, prescription érythropoïétine préopératoire éventuelle.
Greffe de muqueuse buccale possible.
Épispade : risque hémorragique (*cf.* hypospade sévère).
Ambulatoire possible : circoncision, hypospade mineur.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Durée : 30 minutes à 2 heures 30.
Position : décubitus dorsal.
Anesthésie générale avec masque laryngé ou intubation orotrachéale/intubation nasotrachéale en cas de greffe muqueuse buccale. VVP, monitorage température, apports hydroélectrolytiques standard, antibioprophylaxie.
ALR systématique en l'absence de contre-indications.
Pour cette chirurgie périphérique, la technique d'analgésie ayant la morbidité la plus faible est préconisée : bloc du nerf pudendal ou de sa branche distale, le nerf dorsal de la verge, l'analgésie centrale périmédullaire par voie caudale ou épidurale doit être réservée aux formes proximales sévères.
Bloc pénien : circoncision, méatostomie, hypospade mineur.
Bloc pudendal bilatéral : hypospade mineur ou moyen, posthectomie, plastie du prépuce.
Anesthésie caudale (± clonidine) ou anesthésie péridurale à discuter en cas d'épispade ou d'hypospade majeur avec cathéter pour analgésie postopératoire.

Attention ! Exceptionnellement, les pertes sanguines peuvent être importantes dans les formes proximales (pas de garrot chirurgical) et d'évaluation difficile (suffusion continue dans les champs opératoires et compresses).

■ PRISE EN CHARGE POSTOPÉRATOIRE

Reprise alimentaire précoce.
Antalgiques :
– paracétamol ;
– nalbuphine.
Pour les hypospades sévères, reconstruction de verge, épispade :
– contrôle postopératoire hémoglobine ;
– analgésie péridurale contrôlée par le patient (PCEA) ou par l'infirmière (NCEA) selon l'âge.

OGE féminins

Le geste chirurgical est rapide (30 minutes environ) lors de la correction d'anomalies mineures (coalescence des petites lèvres) ou de parage de plaies périnéales (chute à califourchon), mais de plus longue durée pour les malformations complexes des ambiguïtés sexuelles (de 2 à 3 heures). La génitoplastie (réduction clitoridienne, réfection des petites et grandes lèvres) pourra être associée à une plastie vaginale, sigmoïdienne le plus souvent.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Décubitus dorsal en position « gynécologique » ou de la « taille vésicale ».
– Parage de plaies périnéales, bartholinite, chirurgie des petites lèvres :
• bloc pudendal unilatéral ou bilatéral associé à une AG avec masque laryngé ;
• analgésie postopératoire : paracétamol, ± AINS ;
• ambulatoire possible.
– Génitoplastie :
• réalisée vers l'âge de 6 mois ;
• protocole spécifique en cas d'hyperplasie surrénale congénitale ;
• risque hémorragique (réduction clitoridienne) ;
• anesthésie générale avec intubation ;
• anesthésie péridurale associée avec pose de cathéter pour l'analgésie postopératoire ;
• antibioprophylaxie ;
• reprise alimentaire précoce.

Chirurgie du testicule

Le testicule non descendu (TND) unilatéral ou bilatéral est une anomalie fréquente chez le garçon nécessitant un geste chirurgical d'abaissement qui est réalisé entre 12 et 24 mois. Le testis peut ne pas être perçu dans le canal inguinal et sa localisation intra-abdominale fait alors appel aux techniques cœlioscopiques ; l'abaissement peut être possible dans le même temps mais se fait en deux temps si la mise en tension du pédicule vasculaire est trop importante et compromet la vitalité de la gonade.
Les TND bilatéraux, associés ou non à d'autres anomalies génitales (micropénis), imposent la réalisation d'un bilan endocrinien en amont ; cette anomalie peut également s'intégrer dans le cadre d'un syndrome polymalformatif, chromosomique, qu'il faut savoir identifier à la recherche de malformations associées ayant un retentissement sur la conduite de l'anesthésie.
La torsion testiculaire représente une urgence chirurgicale avec, le plus souvent, indication d'induction en séquence rapide.
La pathologie tumorale est une cause d'exploration scrotale, beaucoup plus rare chez l'enfant, de même que la mise en place de prothèse testiculaire.
La cure de varicocèle fait appel à des techniques différentes selon les équipes chirurgicales (ligature par voie inguinale, par voie cœlioscopique, embolisation).
L'association ALR/AG est la règle.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

La prise en charge ambulatoire est presque toujours possible.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Durée : de 30 à 60 minutes.
Position : décubitus dorsal.
Abord inguinal et/ou scrotal unilatéral ou bilatéral (vérification du côté dans le dossier chirurgical avant l'ALR) et/ou cœlioscopie.
AG standard avec masque laryngé ou intubation orotrachéale si cœlioscopie.
Crush induction avec intubation en cas d'urgence + ALR.
ALR : bloc ilio-inguinal iliohypogastrique associé à un bloc du nerf pudendal pour l'analgésie du scrotum, anesthésie caudale en cas de TND bilatéraux.
Il faut penser à compléter une anesthésie générale pour cœlioscopie par une anesthésie locorégionale pour la douleur postopératoire si le geste d'abaissement est réalisé. L'innervation du cordon spermatique dépend de T10, une traction importante sur le cordon lors d'une dissection difficile peut nécessiter un complément d'analgésie par

voie générale (alfentanil). Pas d'antibioprophylaxie (antibiothérapie en cas d'orchi-épididymite diagnostiquée lors d'une exploration scrotale pour torsion).

■ PRISE EN CHARGE POSTOPÉRATOIRE

Reprise alimentaire précoce.
Analgésie : paracétamol, AINS et opioïdes.
La prise en charge ambulatoire est presque toujours possible.

Chirurgie de la vessie et de la jonction urétérovésicale

L'intervention la plus souvent réalisée chez l'enfant est la cure de reflux vésico-urétéral unilatéral ou bilatéral (intervention de Cohen), mais aussi le traitement du méga-uretère ; la réimplantation urétérale peut être associée à un modelage de l'uretère réimplanté.
L'abord vésical est également utilisé pour l'ablation de lithiase ou de tumeur vésicale.
La chirurgie de la continence vésicale (allongement urétral, cervicocystoplastie, suspension du col...) sera réalisée par la même voie d'abord.
En l'absence de contre-indication, l'AG/ALR est habituellement la règle.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Ionogramme et créatininémie ne sont pas systématiques mais à discuter en fonction de l'atteinte rénale préexistante (la fonction rénale étant le plus souvent conservée).
Il faut s'assurer de l'absence d'infection urinaire.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Abord sus-pubien de type Pfannenstiel.
Position : décubitus dorsal.
Durée : de 90 à 180 minutes.
Anesthésie générale avec intubation, VVP, monitorage température.
Anesthésie caudale ou TAP : ropivacaïne ou lévobupivacaïne.
Antibioprophylaxie, apports hydroélectrolytiques (10 à 15 ml/kg/h), ± diurétiques selon indications chirurgicales (attention à la déshydratation).

■ RÉANIMATION POSTOPÉRATOIRE

Reprise précoce des boissons et de l'alimentation selon les consignes chirurgicales.
Apports hydroélectrolytiques de complément pendant 24 heures afin de maintenir une diurèse (risque de caillotage si hématurie).
Analgésie : paracétamol, AINS et opioïdes.
Traitement des contractions vésicales éventuelles (diazepam, oxybutynine).

Reconstruction et dérivation vésicale

La chirurgie de reconstruction et/ou de dérivation vésicale permet la prise en charge des dysfonctionnements vésicosphinctériens et de leur retentissement sur le haut appareil et la continence. Les principales étiologies en sont les vessies malformatives ou neurologiques – exstrophie vésicale, spina bifida, agénésie sacrée – et, plus rarement, les séquelles de tumeurs ou traumatismes médullaires. L'ALR périmédullaire sera donc souvent difficile, voire impossible, à réaliser.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Évaluation du terrain (spina bifida) :
– niveau de la paraplégie ;
– déformation cyphoscoliotique et retentissement sur la ventilation ;
– dérivation ventriculopéritonéale ;
– anomalie de la charnière occipitale (Arnold-Chiari) ;
– degré de compréhension ;
– trophicité cutanée et escarres ;
– abords veineux possibles ;
– épilepsie et traitement.

Prévention de l'allergie au latex (patients multiopérés et sondages vésicaux quotidiens).
L'utilisation d'un segment intestinal est parfois précédée d'une préparation digestive.
Le risque hémorragique est faible.
Bilan biologique complet avec évaluation de la fonction rénale.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Durée : de 3 à 5 heures.
Position : décubitus dorsal.
La prise en charge anesthésique sera différente selon les patients :
– exstrophie vésicale : anesthésie péridurale possible avec cathéter pour l'analgésie postopératoire, pas de troubles neurovégétatifs ;
– spina bifida.

Protection des points d'appui.
Mobilisations prudentes du rachis cervical (dérivation ventriculopéritonéale, charnière).

Patients dysautonomiques avec troubles neurovégétatifs et trouble de la sensibilité (adaptation des doses d'analgésiques et du remplissage).
Anesthésie générale avec intubation, VVP (VVC à discuter en fonction du capital veineux), apports hydroélectrolytiques (de 10 à 15 ml/kg/h) et compensation des pertes digestives si prélèvement intestinal.
L'évaluation des pertes hydroélectrolytiques est difficile en peropératoire (diurèse impossible à quantifier), on peut alors utiliser le Doppler aortique œsophagien.
Monitorage de la température.
Antibioprophylaxie.

■ PRISE EN CHARGE POSTOPÉRATOIRE

Apports hydroélectrolytiques adaptés à un bilan entrée/sortie rigoureux.
Analgésie : paracétamol et morphine (PCA) ou péridurale (PCEA) si possible.
Antibiothérapie selon protocole.
Prophylaxie ulcère de stress.
Prophylaxie thromboembolique : selon l'âge et le degré de mobilité préopératoire.
Prise en charge kinésithérapique.
Pour le patient atteint de spina bifida :
– réalimentation prudente (reprise du transit difficile en raison d'un intestin neurologique) ;
– analgésie par voie générale ;
– la paraplégie peut masquer une complication chirurgicale (douleur absente ou modérée) ;
– prévention des escarres.

Chirurgie du rein

La chirurgie du haut appareil urinaire chez l'enfant est représentée par le traitement de l'hydronéphrose et la chirurgie d'exérèse rénale partielle ou totale. La voie d'abord en sera le plus souvent une lombotomie, cependant le geste peut être réalisé parfois complètement ou partiellement en cœlioscopie (rétropéritonéoscopie).
La douleur postopératoire de la lombotomie peut être importante et justifier de techniques complémentaires d'ALR.
Elle comporte :
– la résection de la jonction pyélo-urétérale ;
– la néphrectomie :
• totale,
• partielle,
• avec urétérectomie,
• élargie en chirurgie carcinologique : le néphroblastome, ou tumeur de Wilms, est le plus fréquent chez l'enfant. Avant l'âge de 3 mois, il existe une forme très spécifique à malignité locale, la tumeur de Bolande.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Bilan standard ainsi que groupage, ionogramme sanguin et créatininémie en fonction des antécédents néphrologiques.
Chirurgie vidéoscopique possible : s'assurer de l'absence de contre-indications.
En cas de tumeur rénale : vérifier la perméabilité du pédicule rénal et de l'axe cave (risque hémorragique important en cas d'envahissement vasculaire), la pression artérielle et la prise d'antihypertenseurs, évaluer le retentissement de la chimiothérapie préopératoire éventuelle (numération formule sanguine, fonction VG...).

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Durée : de 60 à 120 minutes.
Voie d'abord : lombotomie, cœlioscopie, laparotomie, double abord.
Position :
– décubitus latéral avec billot : hydronéphrose, néphrectomie ; risque de gêne au retour veineux, d'augmentation significative des pressions de ventilation ;
– décubitus ventral : hydronéphrose (selon l'âge et l'opérateur) ;
– décubitus dorsal : laparotomie pour néphrectomie élargie.
Changement de position : lombotomie et Pfannenstiel pour les néphro-urétérectomies avec double abord.

AG avec intubation : fixation rigoureuse de la sonde en cas de mobilisation, de décubitus ventral (sonde armée éventuelle), SNG.
Selon le risque hémorragique, 1 ou 2 VVP.
ALR associée peropératoire et/ou postopératoire : anesthésie péridurale avec pose de cathéter pour l'analgésie postopératoire ou bloc paravertébral.
VVC et cathéter artériel sont à discuter si le risque hémodynamique est important (risque hémorragique important, envahissement vasculaire).

■ PRISE EN CHARGE POSTOPÉRATOIRE

Reprise précoce des boissons et de l'alimentation selon consignes ; la reprise du transit peut être plus longue en cas de néphrectomie élargie.
Apports hydroélectrolytiques de complément pendant 24 heures.
Analgésie :
– paracétamol, AINS et opioïdes ;
– cathéter péridural ou paravertébral.
Une douleur postopératoire importante ou s'aggravant impose une vérification de la perméabilité des sondes de drainage.
Antibiothérapie et traitement des contractions vésicales selon protocole.

Endoscopie urinaire

Urétroscopie ou cystoscopie, l'examen endoscopique permet la réalisation d'un geste à visée diagnostique ou thérapeutique :
– injection à la jonction urétérovésicale indiquée pour le reflux endoscopique ;
– injection au col vésical (continence) ;
– mise en place ou ablation de sonde du type JJ ;
– lithiase vésicale.
Deux gestes réalisés par voie endoscopique sont plus spécifiques de la période néonatale :
– la résection de valves de l'urètre postérieur ;
– la perforation d'urétérocèle.
L'AG est de règle chez l'enfant et peut être associée à une ALR (caudale) en cas de geste chirurgical réalisé par voie endoscopique.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

À la consultation standard s'ajoute l'évaluation de la fonction rénale en cas d'atteinte rénale connue et/ou de dilatation importante des cavités urétéropyélocalicielles (ionogramme inutile dans les autres cas).

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Position : décubitus dorsal et position gynécologique.
Durée : de 15 à 45 minutes.
AG avec masque laryngé.
Nouveau-né : intubation orotrachéale préférable (position, durée et augmentation parfois importante de la pression intra-abdominale lors du remplissage vésical).
Attention à l'hypothermie (temps d'installation, température du liquide de lavage vésical).
Morphinique de courte durée d'action ou anesthésie caudale.
VVP et perfusion.

■ PRISE EN CHARGE POSTOPÉRATOIRE

Reprise alimentaire précoce.
Analgésie : paracétamol et AINS, nalbuphine si besoin.
Ambulatoire possible.

Chirurgie viscérale

Sténose hypertrophique du pylore

La sténose hypertrophique du pylore est une affection fréquente qui atteint le plus souvent le garçon de 3 semaines et provoque des vomissements postprandiaux précoces responsables d'une cassure de la courbe pondérale. L'enfant reste affamé et va se déshydrater progressivement. Le diagnostic est confirmé par échographie.
La chirurgie repose sur la pylorotomie extramuqueuse par voie ombilicale.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

La préparation est celle de toute urgence médicale. Il faut :
– évaluer la déshydratation ;
– placer le patient en position proclive (RGO souvent associé) ;
– poser une sonde nasogastrique (CH 10 double courant en siphonnage) ;
– établir un bilan préopératoire standard et un ionogramme sanguin, une chlorurie. Les vomissements entraînent une alcalose hypochlorémique + hypokaliémique par perte d'ions H^+ et Cl –;
– perfuser afin :
• d'apporter les besoins hydrocaloriques de base, soit 150 ml/kg/j en soluté polyionique glucosé à 5 % du type B46,
• de corriger les pertes en cas de déshydratation sévère, de 20 à 40 ml/kg NaCl 0,9 % classiquement la moitié en 6 heures puis l'autre moitié pendant les 18 heures suivantes. Un apport de 10 mmol/kg de chlore (NaCl) réduit la bicarbonatémie de 3 mmol/l ;
– n'intervenir que lorsque :
• chlorurie > 20 mmol/l,
• chlorémie > 90 mEq/l, natrémie > 132 mmol/l, kaliémie > 3,2 mmol/l, bicarbonates < 30 mEq/l.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

L'enfant est en décubitus dorsal, avec un billot dorsolombaire, la table étant en proclive jusqu'à l'intubation.
L'anesthésie est générale avec induction pour estomac plein. L'échographie gastrique semble apporter une évaluation intéressante du degré de réplétion gastrique dans cette tranche d'âge.
L'analgésie peropératoire et/ou postopératoire se fait par bloc paraombilical ou TAP.
L'antibioprophylaxie n'est pas nécessaire.

■ PRISE EN CHARGE POSTOPÉRATOIRE

La surveillance au scope (respiration) dure 24 heures, dont plusieurs heures en SSPI. L'ablation de la sonde nasogastrique se fait en fin d'intervention sauf en cas de plaie muqueuse.
L'analgésie consiste en l'administration de paracétamol et en une réalimentation précoce. Les opioïdes peuvent provoquer des apnées dans ce contexte et ne doivent être administrée qu'en SSPI ou unité de surveillance continue (USC).
La reprise alimentaire est progressive, elle s'étale sur 24 à 48 heures avec des perfusions dégressives en fonction de la tolérance à l'alimentation orale.

Chirurgie du canal péritonéovaginal

La persistance du canal péritonéovaginal est à l'origine de la hernie inguinale ou inguinoscrotale dans laquelle s'introduisent des anses intestinales et souvent l'ovaire chez la petite fille de moins de 6 mois. Sa fermeture incomplète est à l'origine du kyste du cordon ou de l'hydrocèle. Le traitement est la résection du canal péritonéovaginal par voie inguinale. En l'absence de traitement, le risque de la hernie inguinale est l'étranglement herniaire.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Ambulatoire si les conditions sont remplies. Bilan sanguin selon l'âge et/ou les antécédents.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Cure de hernie inguinale, d'hydrocèle, kyste du cordon unilatéral

Sévoflurane, VVP pour perfusion des besoins de base, masque laryngé.
Bloc ilio-inguinal iliohypogastrique ou TAP.
Pas d'antibioprophylaxie.
Durée de la chirurgie : de 20 à 40 minutes.

Cure bilatérale de hernie inguinale, d'hydrocèle, de kyste du cordon

Sévoflurane, VVP pour perfusion des besoins de base, masque laryngé.
Anesthésie caudale (± clonidine 2 µg/kg : pas chez le prématuré) ou bloc ilio-inguinal iliohypogastrique bilatéral.
Monitorage de la température en cas de chirurgie prolongée ou chez le nouveau-né.
Dans tous les cas, il n'y a pas de drainage.

■ PRISE EN CHARGE POSTOPÉRATOIRE

Analgésie : paracétamol et/ou AINS pendant 2 à 3 jours ± nalbuphine IV en SSPI selon les scores de douleur.
La reprise de boissons et d'aliments solides en postopératoire est précoce.

Anesthésie pour laparotomie

La laparotomie concerne l'enfant de tout âge en urgence ou en chirurgie élective.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

La consultation d'anesthésie est classique, précisant les antécédents du patient, les conséquences de l'affection chirurgicale (hydratation, état nutritionnel, anémie...) et de l'éventuelle maladie causale (syndrome polymalformatif, anémie hémolytique, maladie intestinale chronique, etc.).
Le bilan préopératoire comprend le plus souvent, selon le type de chirurgie et les antécédents, un hémogramme, un bilan de coagulation, un ionogramme sanguin, un groupage sanguin et la recherche d'anticorps irréguliers. Il peut être nécessaire de prévoir un séjour postopératoire en soins intensifs.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Anesthésie générale avec intubation trachéale. Induction en séquence rapide en cas de reflux gastro-œsophagien (fréquent en cas de « grêle court ») ou de syndrome occlusif. Relaxation musculaire adaptée aux besoins chirurgicaux (curares). Sonde gastrique et sondage urinaire selon nécessité et, classiquement, deux voies d'abord veineux périphérique. Un cathéter central est souhaitable si la reprise alimentaire postopératoire est prévue au-delà de 4 à 5 jours et/ou si l'abord veineux périphérique est difficile.
En peropératoire, une perfusion de 10 à 20 ml/kg/h est habituelle (sérum salé, solution de Ringer) et le remplissage adapté aux pertes digestives (« troisième secteur »). Un saignement minime mais prolongé chez un nourrisson (entérolyse) peut passer inaperçu et rapidement justifier une transfusion.
Une antibioprophylaxie ou une antibiothérapie est appliquée selon les circonstances cliniques et chirurgicales. Les manipulations d'un intestin pathologique peuvent provoquer des perturbations hémodynamiques aiguës (risque de choc septique).

■ PÉRIODE POSTOPÉRATOIRE

Un séjour en soins intensifs peut se justifier par le jeune âge (analgésie), les antécédents notamment respiratoires ou une instabilité hémodynamique...
La laparotomie est douloureuse. L'analgésie postopératoire impose des analgésiques de pallier II ou III (morphine en PCA) ou une anesthésie locorégionale en l'absence de contre-indication.

La reprise alimentaire est progressive en qualité et quantité en fonction de la reprise du transit intestinal, de l'ouverture du tube digestif, du siège colique ou iléal d'une anastomose intestinale. Les apports hydriques et caloriques sont prescrits en compensation.

■ QUELQUES PARTICULARITÉS CHIRURGICALES

Invagination intestinale aiguë

Elle touche l'enfant de 2 mois à 2 ans (pic 6-9 mois, en été, garçon > fille, 90 % idiopathiques). Après confirmation à l'échographie, une tentative de désinvagination par réduction pneumatique ou lavement baryté sous contrôle radioscopique est réalisée. En cas d'échec ou de contre-indication à la réduction pneumatique (rectorragies, tableau évoquant une nécrose intestinale, récidives d'invagination), une laparotomie est effectuée en urgence : induction anesthésique en séquence rapide. La désinvagination, parfois spontanée, est chirurgicale ; une résection intestinale peut être nécessaire.

Diverticule de Meckel

Le diverticule de Meckel touche de 1 à 3 % de la population. Présent sur le dernier tiers de l'iléon, il est la conséquence d'une oblitération incomplète du canal omphalomésentérique. Souvent asymptomatique, il peut se révéler par une invagination intestinale aiguë, une occlusion, une anémie parfois grave par hémorragie digestive (complication la plus fréquente) ou une diverticulite (risque de péritonite).

Maladie de Hirschprung

La maladie de Hirschprung concerne 1/5 000 naissances et surtout les garçons.
L'absence de cellules ganglionnaires dans la musculeuse provoque une anomalie du péristaltisme intestinal (occlusion fonctionnelle). Le traitement chirurgical radical dépend de l'extension de la maladie.
Les formes coliques terminales bénéficient, dans les premières semaines de vie, d'une résection chirurgicale par voie basse (*pull-through*), en position gynécologique : douleur modérée en postopératoire (anesthésie caudale), réalimentation précoce. Les formes étendues, dont le diagnostic peut être peropératoire (analyses extemporanées), imposent une laparotomie parfois itérative avec éventuellement une stomie temporaire (anastomose colorectale par voie basse). La douleur postopératoire peut alors être gérée par une analgésie péridurale. Il existe un risque d'entérocolite périopératoire qui persiste plusieurs années après la résection (diarrhée nauséabonde, ballonnement abdominal douloureux, syndrome septique sévère qui impose un traitement symptomatique avec mise au repos de l'intestin et antibiothérapie parentérale).

Atrésie des voies biliaires extrahépatiques

L'atrésie des voies biliaires extrahépatiques touche 1/20 000 naissances. Elle provoque une cholestase dès les premières semaines de vie. L'intervention de Kasaï réalise la

résection de la plaque hilaire et des voies biliaires atrésiques ; la bile est dérivée dans une anse intestinale en Y. L'intervention est longue (de 3 à 4 heures) chez un nourrisson fragilisé, âgé de quelques semaines et dont la fonction hépatique est altérée plus ou moins sévèrement (coagulation). Les mobilisations hépatiques peropératoires peuvent perturber l'hémodynamique (compression cave, gêne au retour veineux). En postopératoire, des signes de nécrose hépatique, d'ascite et une fistule biliaire sont possibles. Une voie veineuse centrale s'impose car la reprise alimentaire est souvent lente. L'analgésie péridurale thoracique est possible, principalement en dehors d'une coagulopathie, dans des mains entraînées.

Malformations anorectales

Les malformations anorectales varient avec la période de constitution de l'anomalie du développement embryonnaire : non-séparation des voies urogénitales et digestives, malformation limitée à l'anus (antéposition...), malformations hautes où le cul-de-sac rectal est très fréquemment fistulisé. Alors que les formes basses sont traitées complètement dès la naissance (abaissement du cul-de-sac et anoplastie en position gynécologique), les formes hautes relèvent d'une colostomie première puis, 2 à 3 mois plus tard, d'une voie abdominopérinéale. Avant de réaliser une anesthésie caudale, il faut éliminer une anomalie sacrée ou médullaire associée (analgésie postopératoire possible par cathéter péridural lombaire).

Anesthésie pour laparoscopie

La laparoscopie permet l'exploration diagnostique (diverticule de Meckel, tumeur ovarienne, testicule ectopique, etc.) et la chirurgie mini-invasive : cholécystectomie, cure de reflux gastro-œsophagien, appendicectomie et « lavage péritonéal », occlusion intestinale (bride)... Elle permet une restauration postopératoire de meilleure qualité (douleur, transit...).

■ RETENTISSEMENT PHYSIOPATHOLOGIQUE

L'insufflation de CO_2 dans le péritoine provoque une augmentation de la pression intra-abdominale qui ne doit pas excéder 15 mmHg (habituellement de 5 à 10 mmHg). Celle-ci a des répercussions sur :

– la fonction respiratoire. La gêne à l'expansion pulmonaire (élévation des pressions d'insufflation), la réduction des volumes pulmonaires (Vt, CRF) et la modification du rapport ventilation/perfusion entraînent un risque d'intubation sélective, d'atélectasie, d'hypoventilation et d'hypoxie-hypercapnie. Ces conséquences sont importantes si la pression intra-abdominale dépasse 15 mmHg. La position de Trendelenburg accentue ces effets et retentit sur la perfusion cérébrale par diminution du retour veineux. L'absorption du CO_2 se traduit par une hypercapnie et une augmentation de la $FeTCO_2$;

– la fonction circulatoire. Une faible élévation de pression intrapéritonéale augmente le retour veineux cave inférieur. Celui-ci diminue lorsque les pressions s'élèvent et s'accompagne d'une diminution du débit cardiaque tandis que les résistances systémiques et splanchniques augmentent. Pour des pressions < 10 mmHg, le retentissement clinique est minime en l'absence d'hypovolémie. Si les pressions d'insufflation augmentent en période néonatale, il existe un risque de shunt intracardiaque droit-gauche au niveau du *foramen ovale* ou d'un canal artériel encore perméables (diminution réfractaire de la SpO_2).

■ COMPLICATIONS, CONTRE-INDICATIONS

Plaie vasculaire

Il y a risque d'hémorragie et d'embolie gazeuse, de pneumothorax (diffusion du CO_2 insufflé dans le péritoine). Le risque de passage de bulles dans la circulation à partir d'effractions vasculaires est accentué par une pression intrapéritonéale élevée et une pression veineuse nulle ou négative (hypovolémie). Le N_2O augmente la taille des bulles.

Intubation sélective

C'est une complication d'autant plus importante que le nourrisson est petit car sa trachée est courte.

Contre-indications

L'anesthésie pour laparoscopie est contre-indiquée en cas d'insuffisance respiratoire avec faible compliance pulmonaire, d'insuffisance cardiaque, de cardiopathie congénitale (surtout en cas de shunt droit-gauche qui supprime le filtre pulmonaire à un éventuel passage de bulles) et d'altération de la compliance cérébrale. Les risques peropératoires sont à mettre en balance avec les avantages attendus dans la période postopératoire (douleur, retentissement respiratoire).

■ CONDUITE DE L'ANESTHÉSIE

L'intubation trachéale est la règle. Un relâchement musculaire optimal (curare) permet de diminuer les pressions d'insufflation intra-abdominales et ventilatoires. Les pressions d'insufflation intrapéritonéales doivent être le plus faibles possible et toujours inférieures à 15 mmHg.
Le stéthoscope œsophagien ou précordial (embolie gazeuse, intubation sélective) est utile pour certains.
Il faut adapter la ventilation au retentissement de l'insufflation : maintien d'une $FeTCO_2$ normale et d'un débit ventilatoire adapté, contrôle de la volémie (fréquence cardiaque, PAM, aspect de la courbe de SpO_2 et CO_2 expiré). Il faut surveiller les points d'appui peropératoires (position de Trendelenburg).
L'exsufflation doit être le plus complète possible, éventuellement en position de Trendelenburg pour diminuer les douleurs scapulaires attribuées à une irritation phrénique. L'infiltration avec des anesthésiques locaux des orifices cutanés pourrait être efficace.
Le nombre d'abords veineux périphériques, les débits de perfusion (qui sont moindres qu'en laparotomie) et l'analgésie postopératoire sont à adapter en fonction de la maladie et de l'intervention réalisée.

Anesthésie pour chirurgie orthopédique

Chirurgie orthopédique des membres

Il s'agit d'une chirurgie fonctionnelle non vitale qui requiert une prise en charge contraignante tant pour le patient que pour l'équipe soignante et expose à des complications parfois graves qu'il faut prévenir au mieux.

■ TYPES DE TRAITEMENTS ORTHOPÉDIQUES

Chirurgie correctrice

La chirurgie correctrice est secondaire à des malformations congénitales (par exemple dysplasie de hanche, pied-bot...) ou acquises (post-traumatique, scoliose secondaire...) qui nécessitent souvent des ostéotomies et des ostéosynthèses au cours d'interventions itératives.

Traumatologie

Le traumatisme peut être isolé ou multiple, protéiforme. Les traitements pédiatriques diffèrent de ceux de l'adulte mais les difficultés anesthésiques sont du même ordre.

Chirurgie tumorale

La chirurgie tumorale concerne :
– les tumeurs bénignes uniques ou multiples (kystes essentiels, ostéome ostéoïde, maladie exostosiante, etc.) ;
– les tumeurs malignes. Les interventions relèvent du diagnostic et de la chirurgie radicale ou reconstructrice (résection et transfert de péroné vascularisé, prothèse articulaire, etc.).

■ TERRAIN

Les patients sont généralement ASA 1 ou 2 ou porteur d'une pathologie banale (asthme, diabète...).
Les patients ASA 3 sont atteints d'une affection chronique qui complique la prise en charge anesthésique : cardiopathie congénitale, myopathie, mucopolysaccharidose.
Les patients atteints d'une affection chronique relativement stabilisée mais invalidante peuvent présenter :
– une fragilité osseuse héréditaire (ostéogenèse imparfaite), une pseudarthrose congénitale (maladie de Recklinghausen)... ;

– une encéphalopathie de tout type, une infirmité motrice cérébrale (souvent postanoxique).

■ CONSÉQUENCES POUR L'ANESTHÉSIE-RÉANIMATION

Consultation d'anesthésie

La consultation évalue les risques propres à chaque maladie et à chaque intervention : la fiche de liaison où le chirurgien précise son intervention (côté, position, matériel, prise de greffe, saignement, plâtre, durée, etc.) est donc importante.

Risque hémorragique

Peropératoire

Le risque hémorragique peropératoire est variable selon les interventions et les opérateurs. L'hémostase de l'os sectionné est « impossible » et les ostéotomies saignent en peropératoire et postopératoire. La levée du garrot révèle le saignement des tissus sous-cutanés. L'évaluation du total des pertes sanguines est à rapporter à la volémie. La mesure de l'hématocrite et de l'hémoglobinémie peropératoires renseigne sur la compensation (dilution).

Saignement prévisible

Le chirurgien doit informer du risque hémorragique encouru.
Il faut programmer, selon les cas :
– un traitement martial ;
– l'administration d'érythropoïétine : 4 injections d'Eprex (600 UI/kg) à 1 semaine d'intervalle (3 injections avant et 1 après l'intervention)
– la récupération de sang peropératoire (*cell-saver*).
L'information sur la transfusion sanguine homologue et ses risques doit être donnée.
En cas de prévision d'hémorragie importante, le monitorage comporte : PA sanglante, Doppler aortique œsophagien, drainage urinaire. Il faut disposer de bons accès veineux périphériques et, en cas d'échec, d'une voie veineuse centrale.
Traiter les anémies postopératoires (fer intraveineux, oral, voire la transfusion différée) (retard de réhabilitation).

Contraintes chirurgicales

Position : décubitus dorsal, latéral, ventral peuvent se succéder au cours d'une même intervention.

Durée de la chirurgie : de quelques minutes à plusieurs heures (microchirurgie) : attention aux points de compression, réinjections d'antibioprophylaxie, sonde urinaire et monitorage thermique.

Garrot :
– pression : PAS + 100 mmHg au membre inférieur, 50 mmHg au membre supérieur ;

– de 75 à 90 minutes au maximum (annoncer régulièrement le temps écoulé et le noter) ;
– taille théorique : largeur au moins égale au tiers de la circonférence du membre ;
– douleur liée au garrot selon le type d'anesthésie ;
– levée de garrot, révélation du saignement ; augmentation du $PetCO_2$; hypothermie ;
– à discuter en cas de drépanocytose (habituellement contre-indiqué) ;
– immobilisation plâtrée.

Immobilisation plâtrée
– Conséquences peropératoires :
• allongement du temps d'anesthésie ;
• déplacement de l'enfant sur un support spécial (plâtre pelvipédieux) ;
• refroidissement ;
• conflit possible avec un cathéter d'ALR.
– Surveillance postopératoire : chaleur, sensibilité, motricité... Attention à la douleur anormale d'un plâtre trop serré !

Syndrome des loges
C'est une complication potentielle, notamment en traumatologie mais aussi en chirurgie réglée surtout au niveau de la jambe et de l'avant-bras en cas d'ostéotomie ou de fracture. Il est possible de le prévenir par aponévrotomie des loges et possibilité de monitorer les pressions à l'intérieur des loges. Il faut y penser devant une douleur d'apparition secondaire et d'intensité croissante malgré l'analgésie appropriée.

■ DOULEUR ET ANALGÉSIE

L'anesthésie générale est habituelle en pédiatrie (ALR seule rare).

Analgésie peropératoire

L'analgésie peropératoire se fait :
– par morphinique ;
– par ALR en privilégiant les blocs périphériques aux blocs centraux lorsque la chirurgie est unilatérale.
Il faut discuter avec le chirurgien de l'opportunité d'un bloc prolongé (diagnostic d'une atteinte nerveuse en postopératoire immédiat) et de l'utilité d'un bloc moteur peropératoire (facilitation des manœuvres de réduction).
Un cathéter permet des réinjections et/ou une injection continue postopératoire pour l'analgésie et/ou la mobilisation-rééducation précoce (arthrolyse).

Analgésie postopératoire

Elle doit être adaptée à l'intensité prévisible de la douleur :
– chirurgie des parties molles peu douloureuse ;
– ostéotomies, chirurgie du rachis, en règle générale douloureuses.
L'immobilisation réduit considérablement la douleur provoquée par les changements de position.

Alternatives :
– analgésiques de palier 1 et 2 pour une chirurgie peu douloureuse ou de palier 1 et 3 (morphine à libération prolongée) possible car reprise alimentaire habituelle à J0 ;
– analgésie morphinique contrôlée par le patient (PCA), l'infirmière (NCA) ou les parents ;
– ALR en injection unique puis relais avec paliers 1 + 2 ou 3 selon les cas ;
– ALR (dis)continue tronculaire ou plexique ou rachidienne (PCEA, PCRA).

Il faut savoir reconnaître une douleur anormale (syndrome des loges) et un déficit neurologique postopératoire non lié à l'ALR.

■ PRÉVENTION THROMBOEMBOLIQUE

Elle se fait à partir de l'âge de la puberté mais plus tôt en cas d'antécédents personnels ou familiaux.

■ TRAUMATOLOGIE

Il faut distinguer le traumatisme isolé du polytraumatisme, vérifier le bilan lésionnel, s'assurer de l'état de conscience, de la stabilité hémodynamique et de l'absence d'hémorragie interne dont le contrôle est prioritaire.
L'intervention peut aller, comme chez l'adulte, d'une réduction-immobilisation simple sous AG/ALR à différentes techniques d'ostéosynthèse. Une microchirurgie peut être nécessaire.

Intervention en urgence

Une prise en charge urgente est justifiée en cas de fracture ouverte, de luxation articulaire, de fracture supracondylienne du petit enfant ou de lésion vasculonerveuse.
Il s'agit de l'anesthésie d'un patient non à jeun. Le traumatisme, la douleur et le stress ralentissent ou bloquent la vidange gastrique de manière imprévisible : respecter un délai de 6 à 8 heures, alors que l'accident est survenu pendant la période de digestion, ne doit pas rassurer et il faut considérer que l'enfant n'est pas à jeun. Une anesthésie en séquence rapide s'impose. En l'absence de contre-indication (atteinte nerveuse), une ALR peut être utile en peropératoire ou postopératoire pour l'analgésie (par exemple bloc iliofascial pour une fracture de fémur).

Urgence différée

Il convient de veiller à assurer une analgésie de qualité en attendant l'intervention chirurgicale. L'immobilisation est primordiale.

■ CHIRURGIE DE LA HANCHE

Arthrographie (10 minutes)

Le nourrisson doit avoir les cuisses en abduction et être placé à l'extrémité de la table (scopie).
L'AG se fait en ventilation spontanée au masque : sévoflurane + alfentanil (de 2 à 3 µg/kg).

Ostéotomie

Position : surélévation unilatérale, décubitus latéral.
AG seule ou plus souvent AG + ALR, péridurale ou caudale ou bloc plexique unilatéral.
Plâtre pelvipédieux fréquent en fin d'intervention.
Analgésie : paliers 1 et 3 ou ALR continue + paliers 1 ± 2.

Autres

Il s'agit par exemple de la capsulorraphie après arthrotomie, de l'ostéotomie pelvienne, de l'ostéotomie fémorale de varisation, de la butée de hanche, de l'association ostéotomie de bassin et de fémur...
Une hémorragie habituellement modérée (anémie postopératoire) nécessite parfois une transfusion sanguine.
Position : décubitus dorsal.
Analgésie postopératoire : paliers 1 + 2, ALR ou palier 3.

Épiphysiolyse

Il s'agit du glissement de l'épiphyse sur le col fémoral au niveau du cartilage de conjugaison qui touche classiquement les garçons en période pubertaire et en surcharge pondérale :
– table orthopédique, vissage (30 minutes) ;
– anesthésie générale ± bloc iliofascial/fémoral.

■ CHIRURGIE DU PIED

Pied-bot varus équin

Ténotomie d'Achille

L'intervention se pratique à l'âge de 1,5 mois, le patient est placé en décubitus dorsal en bout de table d'opération puis il est plâtré.
L'AG se fait en ventilation spontanée au masque : sévoflurane + alfentanil ou infiltration, voire anesthésie caudale si ténotomie bilatérale.

Traitement chirurgical

Il a souvent lieu vers 18 mois, ou avant l'âge de la marche, il est unilatéral ou bilatéral, dure de 75 à 90 minutes par côté.
C'est une intervention non hémorragique avec garrot et antibioprophylaxie.
Le patient est en décubitus dorsal ou ventral selon l'opérateur (intubation trachéale armée). L'incision est horizontale, de la malléole externe au 1er métatarsien, il y a embrochage du scaphoïde et pose d'une attelle avant le plâtre.
L'intervention se fait sous AG + ALR (bloc sciatique + saphène ; anesthésie caudale ou péridurale si le traitement est bilatéral).
C'est un traitement douloureux en postopératoire qui peut entraîner une réaction fébrile inflammatoire à la 48e heure.
Il faut administrer des analgésiques de palier 1 avec AINS et morphine (*per os* ou NCA). Il est possible d'instaurer une ALR sciatique continue.

Hallux valgus

L'anesthésie-analgésie est la même que pour l'adulte (l'ALR est préférée).

■ CHIRURGIE DU GENOU ET DE LA JAMBE

Genou

Certaines interventions sont de courte durée et peu douloureuses telles que le traitement de la maladie d'Osgood-Schlatter (séquestre osseux intratendineux) ou du kyste du creux poplité (décubitus ventral).
D'autres sont plus longues et éventuellement plus douloureuses (intérêt d'une ALR) telles que la luxation de rotule (baguette molle, Emslie...) avec incision antéro-interne, l'arthroscopie.
Les interventions se font avec un garrot.

Inégalités de longueur

L'épiphysiodèse percutanée fémorale inférieure et/ou tibiale supérieure (destruction du cartilage de croissance) utilise un garrot, une scopie, dure 15 minutes par cartilage, nécessite une attelle, permet le lever le lendemain de l'intervention. La douleur est modérée. L'allongement de tibia se réalise par corticotomie + fixateur externe (Orthofix) ou ostéotomies tibiale et fibulaire avec fixateur externe. Ces interventions nécessitent un garrot, une scopie et sont rarement hémorragiques. Il existe un risque de syndrome compartimental.

■ CAS PARTICULIERS

Ostéome ostéoïde

Il s'agit d'une tumeur bénigne ubiquitaire prédominant sur les os longs, caractérisée par un *nidus* actif entouré d'une zone d'ostéocondensation. Un des traitements consiste

à repérer la lésion au scanner et à la détruire avec une tréphine sous contrôle scannographique (forage-résection osseux percutané, ou FROP).
On réalise habituellement une AG et classiquement la douleur spontanée nocturne disparaît avec l'exérèse de l'ostéome.

Chirurgie multisites

Cette chirurgie est pratiquée chez des adolescents infirmes moteurs cérébraux (voir antécédents, traitements, etc.) qui présentent des rétractions en flexion de la hanche, du genou et du pied.
Il s'agit d'allongements et/ou de transferts tendinomusculaires éventuellement associés à des ostéotomies, souvent bilatéraux.
La chirurgie est longue (> 4 heures) avec changements de position et garrot. Elle est parfois hémorragique.
Elle nécessite :
– une AG avec intubation trachéale, une analgésie intraveineuse ou ALR (en l'absence de neuropathie évolutive) ;
– un drainage de la diurèse, un contrôle thermique, une antibioprophylaxie, un contrôle itératif des appuis ;
– parfois un plâtre pelvipédieux (risque de syndrome des loges) ;
– une analgésie postopératoire par ALR continue (préférable car kinésithérapie précoce et présence de traction dans le syndrome de Little) ou palier 3 *per os*.

Protocole pour intervention sur le rachis

La chirurgie vertébrale reste une chirurgie lourde, hémorragique, avec un risque neurologique. Certaines scolioses sont idiopathiques, d'autres secondaires à des maladies neuromusculaires, à des insuffisances motrices cérébrales, à des encéphalopathies, à une malformation vertébrale ou à une thoracotomie réalisée dans les premières années de vie.
La chirurgie consiste en une arthrodèse vertébrale postérieure soit seule, soit associée à un abord antérieur par thoracotomie, thoracophrénolaparotomie ou lombotomie, droite ou gauche en fonction du siège de la courbure.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Il faut :
– évaluer l'éventuelle pathologie associée : myopathie (atteinte cardiaque), encéphalopathie (épilepsie, RGO, incontinence, déficit sensitivomoteur préopératoire), maladie métabolique (difficultés d'intubation, cardiopathie associée), cardiopathie congénitale opérée ou non... ;
– évaluer la fonction respiratoire, la scoliose ne retentissant sur elle que lors d'une angulation majeure. L'interrogatoire, la mesure de la SpO_2 en air ou après un exercice lors de la consultation apportent des renseignements utiles pour évaluer la tolérance prévisible à l'intervention. Il faut éventuellement réaliser une EFR, une gazométrie artérielle (PO_2, PCO_2), une scintigraphie (ventilation, perfusion) et, surtout, un scanner en cas de séquelles pleuroparenchymateuses. La thoracotomie, la phrénotomie, la douleur et son traitement retentissent sur la ventilation. Une préparation ventilatoire par kinésithérapie et/ou VNI peut être proposée en périopératoire ;
– prévoir l'hémorragie, qui est constante notamment pour l'arthrodèse postérieure et surtout pour les scolioses d'origine neuromusculaire et pour les angles de Cobb importants. Prescrire un traitement martial ainsi que, éventuellement, de l'érythropoïétine (600 UI/kg à J –21, J –14, J –7 et J+1 AMM > 15 ans) ;
– étudier la faisabilité de l'intervention proposée et la nécessité ou non d'un transfert en secteur de soins intensifs (systématique en cas de thoraco-phréno-laparotomie pour certains) ;
– prescrire un bilan biologique selon le terrain, vérifier la disponiblité de groupages et de ACI valides pour l'intervention.

■ VOIE ANTÉRIEURE

La voie antérieure n'est utilisée que pour les patients dont la courbure est très raide. L'intervention consistera en une résection discale. La voie d'abord est conditionnée par le siège de la courbure : thoracique (thoracoscopie), thoraco-phréno-laparotomie, lombotomie. Elle précède habituellement l'abord postérieur de 1 semaine.

Au bloc opératoire

Ce premier temps n'est pas le plus hémorragique ; la surveillance des potentiels évoqués n'est pas habituelle. La durée prévisible est variable (environ 2 h 30).
Position selon la voie d'abord : décubitus latéral pour thoracoscopie, décubitus dorsal avec billot pour thoraco-phréno-laparotomie (attention à la gêne au retour veineux).
Intubation trachéale orale. Intubation sélective si l'on souhaite un affaissement pulmonaire (thoracoscopie) ou ventilation des deux poumons avec petit Vt.
Équipement :
– 2 ou 3 VVP ;
– discuter une voie veineuse centrale en fonction du terrain ;
– pression artérielle invasive (mesure du delta-PP) et/ou Doppler aortique œsophagien, sondage urinaire et diurèse horaire ;
– réchauffeur cutané, sonde gastrique ;

AG intraveineuse ou halogénée (attention si myopathie) avec ou sans curare ; perfusion adaptée (Ringer lactate, de 10 à 15 ml/kg ; HEA, de 20 à 30 ml/kg).
Antibioprophylaxie selon le protocole.

Période postopératoire

Au réveil, l'extubation est immédiate ou différée en fonction de la tolérance ventilatoire prévisible (antécédents, voie d'abord...) et adaptée aux capacités de surveillance de l'unité de soins.
Il faut :
– rechercher un déficit neurologique, exercer une surveillance hémodynamique (diurèse, drains) et respiratoire ;
– contrôler l'aspiration pleurale (de – 15 à – 20 cmH_2O), clichés thoraciques itératifs avant et après clampage du ou des drains pleuraux ;
– administrer une analgésie morphinique (PCA) ou anesthésie péridurale posée en peropératoire + palier 1 ;
– entamer une thromboprophylaxie si la puberté a débuté ;
– faire reprendre boissons et alimentation en fonction de la voie d'abord (laparotomie ou non) ;
– prévenir et traiter la constipation ;
– mobiliser le patient selon les consignes chirurgicales ;
– commencer une kinésithérapie respiratoire ;
– prévenir et dépister une infection nosocomiale (urines, cathéters périphériques, plaies opératoires...).

■ VOIE POSTÉRIEURE

La voie postérieure est souvent la seule réalisée pour l'arthrodèse vertébrale. L'indication est posée après plusieurs années d'évolution et devant une accentuation des angles, le plus souvent à l'adolescence sauf pour les formes malformatives (hémivertèbres ou scoliose congénitale) ou les scolioses juvéniles qui peuvent nécessiter d'être opérées plus tôt.

Au bloc opératoire

Position : décubitus ventral sur cadre spécial. Vérification et surveillance des points d'appui, des pouls périphériques et des globes oculaires.
Durée prévisible : de 2 h 30 à 6 heures.
Anesthésie générale sans halogénés, benzodiazépine, curare qui perturbent les potentiels évoqués : propofol + rémifentanil ; kétamine (0,15 mg/kg en bolus puis 0,15 mg/kg/h).
L'intubation armée orale est recommandée.
Équipements et surveillance :
– 2 ou 3 VVP ; 1 VVC se discute au cas par cas ;
– pression artérielle invasive (mesure du delta-PP), en position radiale et/ou Doppler aortique œsophagien ;
– sonde nasogastrique, sonde urinaire et diurèse horaire, surveillance thermique ;
– indice bispectral (pour distinguer un surdosage en cas d'hypotension artérielle, ou d'altération des potentiels évoqués) ;
– *cell-saver* (au minimum le dispositif d'aspiration et le réservoir au début) ;
– enregistrement des potentiels évoqués somesthésiques et moteurs ;
– monitorage de l'hémoglobinémie capillaire ;
– diurèse horaire.

Administration d'acide tranexamique à visée d'épargne transfusionnelle à la posologie de 10 mg/kg à l'induction puis 5 mg/kg/h IVSE jusqu'à la fin de l'intervention.
Antibioprophylaxie selon le protocole.
Analgésie postopératoire commencée en fin d'intervention (palier 1 + morphine ou ALR péridurale mise en place en fin d'intervention par les chirurgiens, 1 ou 2 cathéters selon le nombre de vertèbres concernées). Si la première nuit est passée en unité de soins intensifs, alternative possible avec morphine intrathécale (de 2 à 10 µg/kg).
Il existe des risques peropératoires : hypovolémie soit par insuffisance de remplissage, soit aiguë lors de la correction de la scoliose avec souvent altération des potentiels évoqués (réduire la traction médullaire, augmenter le remplissage vasculaire, recourir aux amines éventuellement) ; embolie gazeuse.

Période postopératoire

En SSPI :
– l'extubation se fera selon les critères habituels, sinon le patient sera transféré intubé en secteur spécialisé ;
– rechercher un déficit neurologique ;

– effectuer la titration de la morphine ou l'injection péridurale.

Dans le service :

– analgésie par PCA ou PCEA + palier 1, surveillance hémodynamique pendant 24 heures, surveillance neurologique ;
– prévention antithrombose selon les critères du service et la persistance du saignement ;
– poursuite de l'antibioprophylaxie pendant 24-48 heures ;
– reprise des boissons puis de l'alimentation possible le soir-même ;
– prévention-traitement de la constipation ;
– arrêt de la PCA (ou de l'ALR) au 3^{e} ou 4^{e} jour. Relais analgésique oral précoce ;
– suppression des drains et abords veineux dès que possible ;
– lever selon consignes chirurgicales ;
– contrôle de l'hémogramme en postopératoire, dépistage d'une éventuelle sécrétion inappropriée d'ADH.

Chirurgie ORL

Principes d'anesthésie en ORL

L'ORL pédiatrique représente une part importante de l'anesthésie pédiatrique (30 % des anesthésies des moins de 4 ans) du nourrisson au plus grand, pour des interventions de durée et de gravité variables. Elle est caractérisée par l'absence habituelle d'accès peropératoire aux voies aériennes.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Il faut rechercher des facteurs de risque d'obstruction et/ou de difficultés de contrôle des VAS :
– intervention envisagée, syndrome polymalformatif ou pathologie générale associés (intubation difficile) ;
– enfant enrhumé, voire infecté chronique ;
– hyperréactivité et/ou encombrement bronchiques.

Le bilan de coagulation n'est recommandé qu'en cas d'âge inférieur à la marche et chirurgie hémorragique. Les recommandations de la SFAR le préconisent pour l'amygdalectomie seulement jusqu'à l'âge de 3 ans.

L'évaluation des suites immédiates est à faire en fonction du risque respiratoire et hémorragique : chirurgie ambulatoire ou, à l'inverse, soins intensifs (chirurgie laryngotrachéale, endoscopie chez un nourrisson, apnées du sommeil...).

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Dans tous les cas :
– accorder la préférence aux agents halogénés (bronchodilatateurs) ;
– prévoir une anesthésie profonde et tenir l'atropine prête ;
– exercer le contrôle des VAS par une sonde d'intubation trachéale à ballonnet ;
– utiliser des corticoïdes diminuant le risque d'œdème (larynx, pharynx) ;
– faire une aspiration soigneuse (pharynx, larynx, rhinosinus) et attendre le réveil complet (déglutition et VS) avant l'extubation.

■ PARTICULARITÉS

Ne pas utiliser de curares s'il y a monitorage du nerf facial (oreille, parotide...).

Pratiquer une intubation nasotrachéale en cas de distraction maxillaire, de vélopharyngoplastie, de cricoïde *split*...

■ PRISE EN CHARGE POSTOPÉRATOIRE

En SSPI :
– position demi-assise ;
– surveillance respiratoire très attentive ;
– analgésie postopératoire : pas d'AINS mais corticoïdes sur pharynx, rhinosinus ;
– prévention des nausées et vomissements postopératoires (oreille, pharynx) ;
– complications immédiates : dyspnée laryngée, hémorragies (pharynx, rhinosinus), hématome cervical compressif ;
– reprise alimentaire dans les délais classiques sauf chirurgie du voile : alimentation parentérale pendant 24 à 48 heures.

Protocole pour endoscopie ORL

L'endoscopie ORL regroupe plusieurs gestes souvent associés dans le même temps : fibroscopie au tube souple, laryngoscopie en suspension *(Fig. 1)* ou non, trachéobronchoscopie (Fig. 2), œsophagoscopie, à visée diagnostique (stridor, fistule, papillomatose, détresse respiratoire...) et/ou thérapeutique (microchirurgie, laser, dilatation, extraction de corps étranger).
Les spécificités anesthésiques sont dominées par le risque constant d'une décompensation respiratoire aiguë par hypoventilation (ventilation spontanée), spasme laryngé et/ou bronchique, œdème des voies aériennes supérieures, barotraumatisme, notamment chez le nourrisson.
Une coordination parfaite entre chirurgien et anesthésiste est indispensable.



Figure 1 ■ Installation d'une laryngoscopie en suspension.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

La consultation d'anesthésie doit évaluer l'état respiratoire, rechercher une hyperréactivité bronchique, un RGO, des troubles de la déglutition.
Le bilan biologique n'est pas nécessaire sauf s'il y a un risque hémorragique (dilatation trachéale ou œsophagienne) ou un terrain particulier (grande dénutrition...).
L'hospitalisation ambulatoire est à discuter. Il faut prévoir une mutation en soins intensifs si le patient est un petit nourrisson, s'il y a des signes patents d'insuffisance respiratoire et si une microchirurgie au laser est prévue.
La prémédication se fait sans dépression respiratoire, une préparation respiratoire doit être prévue en cas de besoin (bronchodilatateurs, corticoïdes).



Figure 2 ■ Trachéobronchoscopie au tube rigide.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Impératifs chirurgicaux :
– cordes vocales immobiles en abduction, pas de toux ni de déglutition (risque de plaies muqueuses), relâchement des masséters ;
– tête en hyperextension.

Impératifs anesthésiques :
– anesthésie modulable en durée (de 15 minutes à 1 heure) avec adaptation immédiate aux temps douloureux (suspension, laser...) ;
– $SpO_2 > 90$ %, $FeTCO_2$ (fuites +++ en laryngoscopie et bronchoscopie) ;
– VS ± AI, en O_2 pur ± air, sans N_2O ni pression positive (ce qui limite les risques de barotraumatisme et de pneumothorax surtout en cas d'obstacle) ;
– réveil rapide et complet en salle, ORL présent, garder le matériel d'endoscopie.

Voici un exemple de protocole anesthésique pour endoscopie des VAS en ventilation spontanée :
– induction en présence de l'ORL, matériel d'endoscopie prêt :
• SpO_2 en air, TA, mouvements respiratoires,
• induction inhalatoire standard puis VVP et alfentanil (2-3 µg/kg) ;
– avant tout geste endoscopique, vérifier la profondeur de l'anesthésie (par exemple, manœuvre de Pierre-Marie Foix). Si aucune réaction, AL laryngotrachéale par lidocaïne spray à 5 % (1 pulvérisation = 9 mg), 1 pulvérisation/3 kg et reprise de l'enfant au masque facial pendant 3 minutes (dose maximale : 4 mg/kg) ;
– dès la fin de l'induction : corticoïdes (diminution de l'œdème), méthylprednisolone (de 2 à 4 mg/kg) et paracétamol (15 mg/kg) ;
– entretien par sévoflurane (FeT à 3 à 4 %) ou propofol (de 8 à 12 mg/kg/h, sans bolus) ± sévoflurane (1 à 2 %, bronchodilatateur) et alfentanil (de 1 à 2 µg/kg) toutes les 5 à 10 minutes suivant FR et FC, ou rémifentanil ;
– surveillance FC, FR, amplitude respiratoire et SpO_2 +++ ;
– apport d'O_2 :

- pendant la laryngoscopie, par tube nasopharyngé,
- pendant la bronchoscopie, en raccordant le va-et-vient à l'œillet latéral du bronchoscope ;

– en cas de $SpO_2 < 90$ % :

- apnée : assistance inspiratoire manuelle, machine ou masque facial,
- laryngospasme : arrêter toutes stimulations, approfondir l'anesthésie, reprise au masque facial en O_2 pur,
- bronchospasme : *idem* + salbutamol (spray ou IV 5 µg/kg). Si échec : adrénaline intratrachéale (30 µg/kg) dans le bronchoscope ou après intubation,
- pneumothorax : y penser (surtout si toux +++, bronchodysplasie, obstruction des VAS). Stopper le geste, oxygéner, confirmer et drainer,
- sur bronchoscope sélectif, le faire remonter en trachée ;

– réveil à risque :

- détresse respiratoire aiguë par toux, spasme, pneumothorax
- œdème des voies aériennes :
- aérosol adrénaliné 0,5 mg/kg dans 10 ml NaCl 9 ‰ + analgésie,
- si échec, intubation (épuisement respiratoire).

■ PARTICULARITÉS

Utilisation du laser

Il existe un risque d'incendie et d'explosion avec l'oxygène, donc travailler en $FiO_2 < 30$ %, diminuer le débit de gaz frais (intérêt ++ d'un entretien au propofol), avoir une seringue de NaCl 9 ‰ prête. En cas d'incendie : couper l'O_2 et le laser, « inonder » de NaCl 9 ‰ le larynx et la trachée, ventiler ensuite en O_2 pur et intuber.
La douleur peropératoire et postopératoire est très élevée.
L'œdème local est très important.

Dilatation trachéale

Une obstruction locale par le matériel de dilatation peut se produire, donc en cas d'hypoxie trop rapide, intuber avec une sonde de petit diamètre + AI en O_2 pur entre deux dilatations.
Le risque de plaies muqueuses et de pneumothorax est élevé.

Bronchoscopie pour corps étranger

L'œdème et l'hyperréactivité bronchiques sont constants, la détresse respiratoire varie suivant le siège et la taille du corps étranger, il y a un risque permanent de mobilisation d'un corps étranger non enclavé et de plaies selon sa nature.
Si le statut respiratoire est correct : endoscopie programmée (même protocole que ci-dessus), réinjection d'alfentanil ± lidocaïne locale avant extraction du corps étranger en bloc avec le bronchoscope. Après l'extraction : bronchoscopie bilatérale de contrôle et retrait définitif du bronchoscope si VS et $SpO_2 > 95$ %.

En cas d'intolérance respiratoire marquée ou de menace d'aggravation à court terme (corps étranger mobile, bronchique bilatéral) : induction en séquence rapide (compression cricoïdienne déconseillée car mobilisation du corps étranger), intubation, aspiration gastrique, extubation et bronchoscopie dans la foulée.
En urgence vitale (corps étranger laryngé enclavé ou trachéal obstructif), il faut rétablir l'hématose en libérant les voies aériennes :
– par les manœuvres de Heimlich/Mofenson, faites avec une extrême prudence ;
– par laryngoscopie. Si le corps étranger est visible, tenter l'extraction avec une pince de Magill. En cas d'échec, procéder à une intubation pour le repousser dans une bronche ;
– en dernier recours, par une trachéotomie.

Œsophagoscopie

La trachée doit être intubée car elle est comprimée par l'œsophagoscope.
Il existe un risque de plaie sur toux en cas d'ingestion de caustiques, de dilatation de sténose.
Certains corps étrangers sont à extraire en urgence : pile, objet coupant, corps étranger aphagiant bloqué en bouche œsophagienne (induction en séquence rapide).
En cas de plaie œsophagienne : alimentation parentérale, sonde nasogastrique, risque très élevé de médiastinite, antibiothérapie (amoxicilline + acide clavulanique).

Anesthésie pour amygdalectomie et adénoïdectomie

En France, sur environ 670 000 anesthésies annuelles en ORL, 17 % le sont pour amygdalectomie associée (43 %) ou non (57 %) à une adénoïdectomie, interventions fréquentes pour lesquelles il persiste une morbimortalité non négligeable.
L'adénoïdectomie est indiquée en cas d'hypertrophie des végétations adénoïdes (gêne respiratoire nocturne) et/ou d'otites séromuqueuses à répétition.
L'amygdalectomie l'est en cas d'amygdales obstructives entraînant un syndrome d'apnées obstructives du sommeil (SAOS) et/ou des angines à répétition.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Il faut évaluer les risques respiratoires et hémorragiques. En cas de syndrome d'apnées obstructives sévère (polysomnographie ou à défaut une oxymétrie de pouls nocturne), évaluer le retentissement cardiopulmonaire et prévoir une surveillance postopératoire en soins continus.
Le bilan préopératoire n'est pas indispensable : en cas d'amygdalectomie, la SFAR recommande un TCA et une numération plaquettaire chez les enfants de moins de 3 ans.
La prémédication est standard (pas de PM pour les syndromes d'apnées du sommeil sévere).
L'intervention est reportée de 2 semaines au moins si l'enfant présente une température supérieure à 38 °C, des signes spastiques bronchiques ou une laryngite.
L'hospitalisation ambulatoire est contre-indiquée en cas de syndrome d'apnées du sommeil sévère avéré.

■ ANESTHÉSIE POUR ADÉNOÏDECTOMIE

Au bloc opératoire

L'induction inhalatoire est faite avec du sévoflurane et l'analgésie par de l'alfentanil ; la pose de VVP est indispensable.
Pour la technique standard avec intubation trachéale, l'extubation se fait après le réveil complet de l'enfant et la récupération des réflexes de toux et de déglutition. Des aspirations pharyngées sont pratiquées avant et pendant l'extubation, puis l'enfant est placé en décubitus latéral, en SSPI.
La technique sans intubation est de moins en moins réalisée du fait des risques d'inhalation et d'hypoxie nécessitant une bonne coopération entre anesthésiste et chirurgien.

L'ablation des végétations est faite dès que l'enfant a dégluti avec aspiration pharyngée par la bouche/nez. L'enfant est rapidement mis en décubitus latéral jusqu'au réveil complet.

Prise en charge postopératoire

La reprise des boissons et de l'alimentation a lieu 2 à 3 heures après le réveil.
L'analgésie se fait par paracétamol IV, à la dose de 15 mg/kg/6 h (les AINS ne sont pas recommandés) ± opioïdes (0,2 mg/kg/6 h) avec relais *per os* dès que possible.
L'ambulatoire est possible.

■ ANESTHÉSIE POUR AMYGDALECTOMIE

Au bloc opératoire

L'induction se fait par voie inhalatoire ou IV (en cas d'amygdales très obstructives), l'intubation est orotrachéale avec une sonde à ballonnet.
Entretien standard :
– position de Rose (décubitus dorsal, billot sous les épaules avec la tête en hyperextension) *(Fig. 1)* ;
– auscultation pulmonaire de l'enfant après la mise en place de l'écarteur de Dott car risque fréquent de déplacement de la sonde ;
– prévention des NVPO par dexaméthasone.
L'antibioprophylaxie est inutile sauf en cas de prévention d'endocardite infectieuse.
L'extubation est réalisée après aspiration soigneuse buccale (éviter l'aspiration des loges amygdaliennes), récupération des réflexes de toux et de déglutition et au réveil complet de l'enfant.

Prise en charge postopératoire

Analgésie : paliers 1 et titration morphine en SSPI. Relais *per os* à J1 et pendant 4 ou 5 jours (paracétamol).
En cas de NVPO, si la prévention n'a pas été efficace, administrer de l'ondansétron (de 0,05 à 0,1 mg/kg) et/ou du dropéridol (15 µg/kg).
La reprise alimentaire se fait après le contrôle chirurgical de l'absence de saignement :
– liquides clairs dès que possible ;
– solides au-delà de 6 heures du fait du risque hémorragique (80 % des hémorragies primaires surviennent avant la 6e heure).
En cas de traitement ambulatoire (possible chez l'enfant de plus de 3 ans, ASA 1 et sous réserve d'un consensus entre chirurgien, anesthésiste et parents), le départ est possible entre 6 et 8 heures après le réveil si la reprise alimentaire a eu lieu et le début du relais antalgique oral a été institué.



Figure 1 ■ Installation de Rose avec écarteur Kilner/Dott.

Neurochirurgie

Anesthésie pour tumeur endocrânienne

Les tumeurs cérébrales représentent, chez l'enfant, la deuxième cause de tumeur maligne après les leucémies. Volontiers de mauvais pronostic, à grand pouvoir de dissémination, elles sont situées dans 80 % des cas sur la ligne médiane et 50 % sont infratentorielles, dans la fosse cérébrale postérieure. Les signes cliniques d'hypertension intracrânienne sont généralement au premier plan, surtout en cas d'hydrocéphalie associée, mais des signes d'atteinte des faisceaux ou des paires crâniennes et des signes endocriniens sont également classiques. En cas d'hydrocéphalie, une dérivation du liquide céphalorachidien sera généralement réalisée quelques jours avant la chirurgie d'exérèse tumorale (ventriculocysternostomie ou dérivation ventriculopéritonéale).

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Il faut rechercher les signes d'HTIC (céphalées, vomissements, troubles de conscience...) ou de diabète insipide (polyurie...).
Le bilan biologique comporte un hémogramme, un bilan d'hémostase, un groupage, des anticorps irréguliers. Un ionogramme sanguin et un bilan endocrinien compèteront le bilan si nécessaire. Les tumeurs situées au niveau de l'axe hypothalamo-hypophysaire doivent faire réaliser un bilan endocrinien à la recherche d'une insuffisance antéhypophysaire justifiant la mise en place, le cas échéant, d'une opothérapie substitutive.
Une échographie à la recherche d'un *foramen ovale* perméable est indispensable en cas de position assise prévue. La présence d'un *foramen ovale* perméable est une contre-indication formelle à la position assise.
L'administration de corticoïdes et d'antiépileptiques est maintenue, voire débutée.
Une prémédication peut être proposée, en l'absence de signe d'HTIC.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

La stratégie d'induction anesthésique dépend majoritairement de l'absence ou de la présence de signes d'HTIC. En présence de signes d'HTIC une induction à séquence rapide sera réalisée à l'aide d'un hypnotique intraveineux de type thiopental et de succinylcholine. En l'absence de signe d'HTIC, il est possible de proposer une induction intraveineuse ou une induction inhalatoire au sévoflurane. Pour l'entretien de l'anesthésie, le sévoflurane peut être utilisé jusqu'à 1 MAC sans effet majeur sur la pression intracrânienne, au moins jusqu'à l'ouverture de la dure-mère. En cas de signes

d'HTIC en préopératoire et/ou de détente cérébrale insuffisante en peropératoire, nous privilégions l'entretien intraveineux à l'aide de propofol en IV continu. Il n'y a pas de précaution particulière quant à l'utilisation du N_2O, en dehors des situations d'HTIC aigue et de la position assise. En peropératoire, nous privilégions comme morphinique le rémifentanil du fait de sa courte demi-vie permettant un réveil et une évaluation neurologique rapide en postopératoire.

L'intubation peut être orotrachéale ou nasotrachéale. La mise en place d'au moins deux VVP de bon calibre, d'une SNG, d'une sonde thermique et d'une SAD est indispensable. La mise en place d'un packing est proposée par certains. L'indication de cathéter artériel et de voie veineuse centrale multilumières n'est pas formelle, en dehors des positions assises, des patients présentant des signes d'HTIC en préopératoire ou des situations à risque hémorragique majeur. Lorsqu'un cathéter artériel est mis en place, on s'efforcera d'effectuer le zéro au niveau du trou de Monro (tragus) afin d'estimer la pression de perfusion cérébrale. L'intérêt de la voie veineuse centrale est double en cas de position assise. Premièrement, permettre l'administration continue de noradrénaline afin d'optimiser la pression de perfusion cérébrale. Deuxièmement, aspirer l'air intracardiaque en cas d'embolie gazeuse peropératoire.

L'antibioprophylaxie est instituée selon le protocole. Les seuls solutés utilisables pour l'hydratation peropératoire (besoins de bases) sont les solutés isotoniques.

Il faut prêter une attention particulière à l'installation peropératoire et à la prévention des complications posturales : lésions aux points d'appui, tétraplégie par ischémie médullaire d'hyperflexion, œdème lingual (risque du packing), protection oculaire.

À l'ouverture dure-mérienne, il est possible d'optimiser la détente cérébrale par l'administration lente de mannitol 20 % (jusqu'à 1 g/kg au besoin) ou de sérum salé hypertonique associée à une discrète hypocapnie brève ($PeTCO_2 > 30$ mmHg). Il faut faire attention aux variations de la fréquence cardiaque (bradycardie essentiellement) et de pression artérielle (hypertension artérielle et labilité tensionnelle) lors d'une dissection proche du tronc cérébral.

Une attention toute particulière devra être portée à l'évaluation des pertes sanguines peropératoires, car l'exérèse de tumeurs intracrâniennes est une chirurgie potentiellement à haut risque hémorragique.

■ RÉANIMATION POSTOPÉRATOIRE

Les enfants doivent être surveillés pendant au moins 24 heures en réanimation et l'extubation être tentée précocement si les conditions cliniques le permettent.

L'analgésie à base de morphine est contrôlée par l'enfant ou par l'infirmière. Les corticoïdes (méthylprednisolone pour son activité anti-inflammatoire marquée, 1-2 mg/kg/j) sont poursuivis pendant plusieurs jours en postopératoire avant arrêt progressif. Des anticonvulsivants sont administrés en cas de chirurgie supratentorielle et d'antécédent de crises comitiales.

La surveillance particulière et selon la localisation de la tumeur comprend :

– l'état neurologique : signes d'HTIC ou d'engagement susceptible de témoigner de la présence d'un hématome postopératoire ou d'un œdème important, signes

d'atteinte des nerfs mixtes (troubles de déglutition, dyspnée laryngée...), céphalées ou comitialité en rapport avec une pneumocéphalie ;
– l'état endocrinien : diabète insipide (polyurie > 4 ml/kg/h, urines hypotoniques, hypernatrémie), insuffisance thyroïdienne et surrénalienne. Desmopressine, L-thyroxine et hémisuccinate d'hydrocortisone seront au besoin prescrits ;
– l'état ionique : dysnatrémie, rhabdomyolyse notamment en cas de chirurgie longue.

Anesthésie pour dérivations du LCR chez l'enfant

Les dérivations du liquide céphalorachidien (LCR) sont fréquentes chez les enfants de tout âge qui devront subir des interventions itératives (dysfonctionnements de matériel, complications infectieuses, croissance).

La compliance cérébrale de ces enfants est basse et l'hypertension intracrânienne (HTIC) peut rapidement être décompensée, avec hypertension intracrânienne aiguë et engagement cérébral.

Les dérivations du LCR peuvent se faire vers un réservoir externe ou sur le mode ventriculopéritonéal, ventriculoatrial ou lombopéritonéal. La ventriculocisternostomie est utilisable en première intention en cas de sténose de l'aqueduc de Sylvius. Elle est réalisée sous endoscopie et met en communication le plancher du troisième ventricule avec la citerne interpédonculaire.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

On recherche des signes d'HTIC (bombement de la fontanelle, regard en « coucher de soleil », céphalées, vomissements, troubles de la conscience, paralysie oculomotrice sans valeur localisatrice).

Chez les enfants porteurs d'un spina bifida, multiopérés (fermeture du spina, moelle attachée, malformation de Chiari), il faut prévenir l'allergie au latex.

Le traitement anticomitial est poursuivi ou introduit (absence de recommandation).

La prémédication est à éviter car elle peut accentuer l'HTIC.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Durée : 60 minutes.

Induction : si HTIC, séquence estomac plein, sinon induction, équipement et perfusion standard.
Position : décubitus dorsal avec latérodéviation de la tête.
Antibioprophylaxie antistaphylococcique.
Entretien standard.

■ PRISE EN CHARGE POSTOPÉRATOIRE

Surveillance standard et spécifique neurologique : signes d'HTIC.
Traitements spécifiques : antiépileptiques.
Analgésie : paracétamol.
Reprise alimentaire rapide.

■ PARTICULARITÉS

Une hyperthermie postopératoire d'origine centrale est fréquente après une ventriculocisternostomie, régressive en moins de 48 heures.

Anesthésie pour craniosténose

La craniosténose (CS) (1/2 000 naissances par an en France) se définit par une fermeture prématurée d'une ou de plusieurs sutures crâniennes chez le petit enfant. Elle peut être en rapport avec des anomalies génétiques. On distingue les CS simples, caractérisées par une soudure monosuturaire et sans hypertension intracrânienne, des CS complexes, souvent syndromiques, s'accompagnant d'anomalies multiples craniofaciales ou non et d'une HTIC fréquente *(Fig. 1)*. En l'absence d'une correction chirurgicale avant l'âge de 1 an, il existe un risque fonctionnel sur la vision et le développement psychomoteur. La réparation des CS est une chirurgie majeure hémorragique avec des pertes sanguines qui peuvent, dans certains cas, représenter jusqu'à plus de 2,5 fois le volume sanguin de patients aux très faibles réserves globulaires.

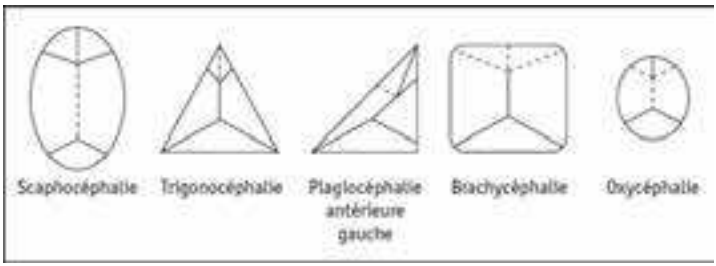


Figure 1 ■ Les différents types de craniosténoses.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Gestion des voies aériennes supérieures

Une prise en charge pluridisciplinaire (ORL, maxillofaciale) peut dans certains cas être envisagée. On doit rechercher certaines malformations craniofaciales prédisposant à l'intubation difficile (ID), par exemple la micrognathie, la glossoptose, l'hypoplasie médiofaciale, la protrusion maxillaire ou encore l'asymétrie faciale (syndromes de Crouzon, d'Apert, de Pfeiffer et de Saethre-Chotzen).

Calcul des pertes sanguines maximales autorisées

L'estimation de la spoliation hémorragique peut être calculée à partir de la formule des pertes sanguines maximales acceptables (PMA) à partir du volume sanguin estimé (VSE) selon l'âge et le delta interhématocrite avec :

$PMA = VSE\ [(Ht_{base} - Ht_{perop})/Ht_{moy}]$

Épargne sanguine préopératoire

Plusieurs équipes rapportent l'administration préopératoire hors AMM d'érythropoïétine humaine recombinante (r-HuEPO), l'époétine alfa, à la dose de 600 UI en SC par semaine pendant 3 à 4 semaines associée à une supplémentation en fer *per os* (10 mg/kg/j).

Autres

Il convient de :
– faire une appréciation clinique du capital vasculaire ;
– rechercher des signes cliniques d'hypertension intracrânienne ;
– dépister biologiquement des anomalies de l'hémostase ;
– rechercher des malformations associées (cardiaques, respiratoire...).

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Monitorage peropératoire

Il est standard + PA invasive (échographie transœsophagienne ou Doppler œsophagien possibles).
Équipement peropératoire : VVC.
La surveillance biologique périodique en salle d'opération (hémoglobine et glycémie capillaires) et/ou au laboratoire (hémoglobine plasmatique, gazométrie artérielle, acide lactique, ionogramme sanguin, hémogramme, tests de coagulation) apporte une aide précieuse au calcul des pertes sanguines.

Technique anesthésique

L'induction et l'entretien anesthésique inhalatoire sont standards avec fixation soigneuse de la sonde d'intubation. Les perfusions sont également standard et l'antibioprophylaxie se fait selon le protocole.
L'osmothérapie n'est pas systématique mais peut, avec ou sans hypocapnie associée, aider le chirurgien lors des décollements osseux.
Le maintien d'une normovolémie peropératoire (surtout chez le nourrisson anémique) reste la principale préoccupation de l'anesthésiste. L'expansion volémique peut être massive et représenter jusqu'à plus de 300 % du volume sanguin. L'évaluation de la déperdition sanguine est souvent difficile durant la correction chirurgicale et doit être mesurée et calculée ; en pratique, la transfusion globulaire de 3 ml/kg élève l'hématocrite et l'hémoglobine de respectivement 3 % et 1 g/100 ml.
Les seuils transfusionnels peropératoires proposés sont : hémoglobine < 70 g/l et/ou hématocrite < 20 % et si la tolérance clinique le permet.
Des moyens multiples d'épargne sanguine peropératoires existent, à savoir : infiltration adrénalinée du cuir chevelu (anesthésique local adrenaliné), qualité de l'hémostase chirurgicale, facilitation du retour veineux (posture), adaptation de l'analgésie, prévention de l'hypothermie mais aussi récupération perinterventionnelle continue de

sang avec retransfusion, administration peropératoire d'acide tranexamique : 10 mg/kg IV à l'induction puis 5 mg/kg/h IVSE.

■ COMPLICATIONS PEROPÉRATOIRES

Hémorragie

Les temps réputés hémorragiques sont les décollements cutané et épicrânien, ainsi que la craniotomie sans ou avec ouverture de sinus veineux. L'hypotension, bien plus que la tachycardie, témoigne souvent de pertes supérieures à 25 % du VSE ou d'une hémorragie brutale. La transfusion globulaire massive (> 1 masse sanguine/24 h) impose l'administration de plasma frais à 15 à 20 ml/kg sans ou avec concentrés plaquettaires ($0{,}1 \times 10^{11}$ plaquettes/kg afin d'obtenir une thrombocytémie > 50×10^7/l) et la correction d'une hypocalcémie (100 mg de gluconate de calcium pour 50 ml de volume globulaire transfusé). Si besoin, optimisation de la PAM par norépinéphrine IVSE.

Embolie gazeuse

Le risque d'embolie gazeuse (EG) veineuse est réel, compte tenu des conditions opératoires (position proclive avec un niveau opératoire au-dessus du niveau cardiaque, ouverture des sinus veineux intraosseux). La fréquence des épisodes d'EG détectés dépend directement du monitorage utilisé. En pratique, le diagnostic est posé sur une chute brutale et supérieure à 0,8 kPa (6 mmHg) de la $FeTCO_2$ (assez sensible et spécifique). L'utilisation discontinue du Doppler précordial reste une alternative. Les autres signes évocateurs sont trop tardifs. Dans ce cas, on effectuera une compression des veines jugulaires, une ventilation en oxygène pur, une « aspiration » d'air par le cathéter veineux central en plus de la suppression de la brèche veineuse causale par le chirurgien une fois le champ opératoire inondé.
L'hypertension intracrânienne nécessite l'administration d'agents hyperosmolaires (mannitol, de 0,5 à 1 g/kg par exemple) et/ou une brève hyperventilation (afin d'obtenir une hypocapnie vasoconstrictrice) induisant une diminution du volume cérébral et limitant ainsi le risque de brèches de la dure-mère. On se méfiera également d'une compression cave lors du procubitus.

■ RÉANIMATION POSTOPÉRATOIRE

En salle de surveillance postinterventionnelle :
– extubation dès que possible pour CS non syndromique ;
– critères transfusionnels clinicobiologiques avec Hb < 70 g/l.
En unité de soins intensifs :
– monitorage hémodynamique et respiratoire ;
– pertes sanguines quantifiées ;
– bilan biologique.

Pour des anémies bien tolérées, un traitement martial *per os* ou intraveineux suffit. Une corticothérapie courte, du type méthylprednisolone (de 1 à 2 mg/kg), peut réduire la réaction œdémateuse postopératoire.
Le traitement de la douleur postopératoire (DPO) se fait par paliers 1 et 2 ou 3.
Les complications postopératoires qui peuvent survenir sont constituées par les hémorragies (hématomes sous-cutanés principalement) et les infections (infection cicatricielle avec ou sans ostéite, infection méningée en cas d'effraction de la dure-mère

Anesthésie pour dysraphisme spinal

Le spina bifida est estimé à 1/2 000 en France. La malformation d'Arnold Chiari (de type II) et l'hydrocéphalie en sont les conséquences immédiates classiquement attendues *(Fig. 1)*.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

L'allergie au latex doit être prévenue chez tous les patients multiopérés ou susceptibles de l'être (notification sur le dossier d'anesthésie, pancarte spécifique aux différents temps périopératoires). Excepté le cas particulier de l'encéphalocèle, aucune difficulté n'est attendue quant à l'abord des voies aériennes supérieures.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

L'induction anesthésique est standard, une sonde armée trachéale est utilisée.
Il faut une têtière ronde en cas de méningocèle cervicale ou d'encéphalocèle.
Le patient est en décubitus ventral.
L'antibioprophylaxie s'applique selon le protocole.

■ PARTICULARITÉS

Un enregistrement électrophysiologique peranesthésique par exemple des potentiels évoqués moteurs (PEM) et somesthésiques (PES) peut être discuté en cas de spina bifida avec moelle attachée afin de préserver une ou plusieurs fonctions neurologiques. L'anesthésiste-réanimateur doit être informé lors des tests de stimulations (PES, PEM). Les agents halogénés interfèrent avec les PES.

■ RÉANIMATION POSTOPÉRATOIRE

Il faut exercer une surveillance neurologique et administrer une analgésie de palier 1-2.
Des complications postopératoires peuvent surgir :
– troubles de la cicatrisation avec ou sans surinfection ;
– méningite.

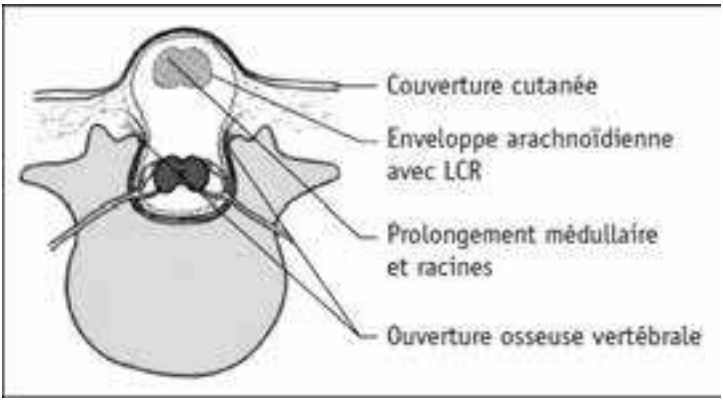


Figure 1 ■ Troubles du développement vertébromédullaire.

Anesthésie pour urgence neurochirurgicale intracrânienne

■ INTRODUCTION

La boite crânienne délimite un espace non extensible dans lequel toute augmentation de pression entraînera un retentissement sur la vascularisation cérébrale. La pression intracrânienne (PIC) évolue physiologiquement avec l'âge de l'enfant. Ainsi, elle est plutôt basse à la naissance (entre 1 et 4 mmHg), puis elle augmente progressivement pour atteindre les valeurs adultes vers l'âge de 8 ans (< 10 mmHg). Contrairement aux idées reçues, pour un même volume, l'augmentation de la PIC sera plus importante chez un nourrisson que chez un adulte (bien que les sutures soient encore ouvertes).
Les signes d'hypertension intracrânienne (HTIC) sont à rechercher systématiquement tout au long de la prise en charge :
– trouble de conscience, somnolence ;
– vomissements en jets ;
– torticolis douloureux non réductibles ;
– trouble du rythme cardiaque non spécifique, labilité du rythme cardiaque ;
– chez le nourrisson : irritabilité, bombement de la fontanelle, disjonction des sutures, yeux en coucher de soleil (signe de Parinaud) ;
– chez l'enfant : céphalées, diplopie.

Les signes d'engagement cérébral signent la mise en jeu immédiate du pronostic vital :
– score de Glasgow < 8 ;
– triade de Kocher-Cushing : bradycardie, hypertension, hyperventilation ;
– signe de décérébration ou décortication ;
– anomalies pupillaires : mydriase bilatérale ou anisocorie.

■ ÉVALUATION PRÉOPÉRATOIRE

Rechercher systématiquement les signes d'HTIC. En cas d'HTIC, prévoir une induction en séquence rapide.
Rechercher les antécédents de l'enfant notamment si pathologie craniocérébrale, dysfonction de dérivation du liquide céphalorachidien.

Chez l'enfant traumatisé : optimisation préopératoire +++ (cf. chapitre enfant polytraumatisé)

– Abords vasculaires : voie veineuse centrale et cathéter artériel en cas de chirurgie hémorragique en situation d'HTIC aiguë, dont la pose ne devra pas retarder la prise en charge neurochirurgicale en cas de risque vital imminent
– Hémodynamique : monitorage invasif et utilisation d'amines vasopressives pour maintien d'une pression artérielle moyenne adaptée à l'âge de l'enfant.
– Hémostase : rechercher systématiquement une coagulopathie qui sera à corriger systématiquement selon les objectifs *(cf. Tab. 1)*
– Neurologique : si présence d'une HTIC, osmothérapie adaptée à la pression de perfusion cérébrale (PPC) ou systématique en cas de signe d'engagement.
– Sonde à demeure pour surveillance de la diurèse.

Mesures générales sur la prise en charge d'un enfant cérébrolésé

– Rectitude craniorachidienne, pas de rotation intempestive de la tête.
– Proclive 15°.
– Sédation, avec anticipation des gestes douloureux ou réflexogènes.
– Normoventilation (hyperventilation temporaire prudente en cas d'HTIC réfractaire).
– Normoglycémie (ne pas utiliser de soluté glucosé hypotonique).
– Normothermie (maintenir la température < 37 °C).
– Aucun solute hypotonique (Ringer lactate, Glucosé...).

Tableau 1 ■ Objectifs thérapeutiques chez l'enfant cérébrolésé

PPC	Selon âge de l'enfant
PIC	< 20 mmHg
Oxygénation	PaO_2 > 100 mmHg
Capnie	35 – 40 mmHg
Hémoglobine	> 8 g/dL
Plaquettes	> 100 000 G/L
TP	> 50 %
Fibrinogène	> 2 g/L
Température	< 37 °C

■ MONITORAGE PRÉOPÉRATOIRE EN RÉANIMATION

Dans le cadre de l'urgence neurochirurgicale comme chez le traumatisé crânien, le monitorage doit être multimodal.

Monitorage hémodynamique invasif

La mise en place d'un cathéter artériel est indispensable en cas de chirurgie hémorragique en situation d'HTIC aiguë pour l'évaluation en continue de la pression artérielle et l'évaluation de la PPC (= PAM-PIC).

Monitorage neurologique

Mesure de la PIC

Indication : traumatisme crânien grave avec Glasgow < 8 ou nécessité d'une anesthésie pour intervention longue (> 2 h) non neurochirurgicale.
Les objectifs de PPC ne sont pas complètement validés en pédiatrie mais nous pouvons retenir les seuils suivants :

Tableau 2 ■ Valeur PPC

Âge	PPC (mmHg)
0-6 mois	> 40 mmHg
6-24 mois	> 50 mmHg
2-10 ans	> 55 mmHg
> 10 ans	> 60 mmHg

Certaines équipes disposent d'un capteur de pression tissulaire cérébrale partielle en oxygène permettant une approche plus fine de la microcirculation cérébrale.

Doppler transcrânien (DTC)

Le DTC est une technique non invasive simple et reproductible permettant une appréciation de la circulation cérébrale.

Autres

Le NIRS (spectrométrie de proche infrarouge) permettrait de monitorer de manière continue la saturation en oxygène du tissu cérébral. Il pourrait ainsi détecter précocement les déficits d'oxygénation, dus par exemple à une baisse du débit sanguin cérébral (DSC) ou à une hypoxie, sans toutefois en donner la cause.

■ PRISE EN CHARGE ANESTHÉSIQUE

Pharmacologie des agents anesthésiques

Tableau 3 ■ Effets cérébraux des principaux agents anesthésiques

	DSC	MÉTABOLISME	PIC
Thiopental	↘↘	↘↘	↘↘
Propofol	↘↘	↘	↘
Etomidate	↘	↘↘	↘
Kétamine	↗		↗
Benzodiazepine	↘	↘	= ou ↘
Sufentanil	=	↘	↘
Sévoflurane	= ou ↗	= ou ↘	= ou ↗
N20	↗	↗	↗

Induction anesthésique

La présence d'une HTIC peut être responsable de vomissements. Une induction en séquence rapide est donc indispensable.
Les agents de choix pour l'induction anesthésique sont :
– Nesdonal 5 mg/kg (3 mg/Kg si < 6 mois) (Attention au retentissement hémodynamique) ;
– Propofol 3 à 5 mg/kg (attention au retentissement hémodynamique) ;
– Etomidate 0,3 à 0,4 mg/kg enfant de plus de 2 ans avec instabilité hémodynamique ;
– Kétamine 2 à 4 mg/kg (augmentation de la PIC) en séquence rapide chez l'enfant de moins de 24 mois avec instabilité hémodynamique ;
– Sufentanil 0,3-0,5 µg/kg ;
– Succinylcholine 1-2 mg/kg en cas d'induction en séquence rapide.

Entretien anesthésique

Les halogénés sont de principe à éviter en situation d'HTIC aiguë de même que le protoxyde d'azote qui va augmenter la PIC.
Les agents de choix sont alors le midazolam, le propofol ou le thiopental par voie intraveineuse continue.

Prise en charge d'une HTIC

Les mesures générales doivent être appliquées systématiquement.
En cas d'HTIC menaçante : l'hyperventilation pour abaisser la $FetCO_2$ entre 30 mmHg et 35 mmHg peut être utilisée très temporairement (risque d'ischémie cérébrale par baisse du DSC).
Les principales thérapeutiques médicamenteuses utilisables sont :

– Mannitol 20 % : 0,5 à 1 g/kg (= 2,5 à 5 ml/kg) renouvelable toutes les 6 h ;
– sérum salé hypertonique (NaCl 7,5 %) bolus de 3 à 6 ml/kg puis 6 ml/kg/24 h ;
– en cas d'hypovolémie associée, l'HyperHES (association d'un colloïde et de sérum salé hypertonique) peut être utilisé sous forme d'un bolus unique de 4 ml/kg.

La surveillance de la PPC, du ionogramme sanguin (natrémie à maintenir < 155 mmol/L) et des gaz du sang sont indispensables.

Situations cliniques

Deux situations peuvent se présenter.

Patient traumatisé crânien avec chirurgie non neurologique

Au cours de cette intervention, la mesure continue de la PIC est indispensable en cas d'HTIC si la durée prévisible est > 2 h.

Le défit pendant la chirurgie est la lutte contre les agressions cérébrales secondaires d'origine systémique et de prévenir et traiter les poussées d'HTIC.

Neurochirurgie intracrânienne

Craniectomie décompressive

L'indication est à poser avec le neurochirurgien. La craniectomie est l'ultime recours en cas d'HTIC. On parle de craniectomie primaire lorsque la craniectomie est réalisée dans les heures suivant le traumatisme devant des signes d'engagement. On parle de craniectomie secondaire si la craniectomie est réalisée en raison d'une HTIC réfractaire au traitement médical optimal. Dans ce cas, la craniectomie est réalisée le plus souvent après 24 h à 48 h d'évolution.

Consultation d'anesthésie et optimisation préopératoire

L'enfant est systématiquement intubé (en préhospitalier, au déchoquage ou en réanimation).

L'enfant traumatisé grave doit obligatoirement passer dans une structure d'accueil spécialisée et bénéficie d'un bilan lésionnel complet (Body-TDM).

L'optimisation de l'hémostase et de l'hémodynamique est indispensable. Elle doit être agressive et ne pas retarder la prise en charge chirurgicale.

Au bloc opératoire

Durée : 120 minutes environ.

Monitorage hémodynamique complet.

Entretien de l'anesthésie par hypnotique intraveineux et curarisation systématique.

Apports hydriques par NaCl 0,9 %, adaptés à la volémie et aux pertes sanguines. Ne pas prendre de retard de transfusion et maintenir les objectifs comme indiqués dans le *tableau 1*.

Bilan peropératoire : NFS et hémostase déportée si possible de type thromboélastométrie (ROTEM).

L'acide tranexamique peut être utilisé pour diminuer les phénomènes de fibrinolyse très fréquents dans les lésions hémorragiques cérébrales.

Antibioprophylaxie : Cefazoline 30 mg/kg (ou Amoxicilline-acide clavulanique 50 mg/kg en cas de plaie craniocérébrale).

Réanimation postopératoire

Surveillance systématique en réanimation. Mise en place d'un monitorage invasif de la pression intracrânienne (capteur de PIC ou sur dérivation ventriculaire externe) et surveillance des DTC.
Optimisation hémodynamique et de l'hémostase et poursuite de la réanimation neurologique.
Surveillance des événements convulsifs et traitement anticomitial éventuel.

Évacuation d'hématome intracrânien

Un hématome intracrânien, le plus souvent extradural ou sous-dural, dans un contexte traumatique, est à évacuer afin de libérer de l'espace en cas d'HTIC. L'indication est à prendre en concertation avec le neurochirurgien. Les hématomes intraparenchymateux ne requièrent que très rarement une sanction chirurgicale. À noter que le nourrisson présente la particularité de développer facilement des hématomes sous-duraux.

Consultation d'anesthésie

Elle se déroule le plus souvent dans un contexte d'urgence.
Recherche systématique de signe d'HTIC.
Bilan préopératoire (NFP, hémostase, groupage...) ne devant pas retarder la prise en charge chirurgicale.

Au bloc opératoire

Durée : 60 minutes environ.
Induction en séquence rapide en présence d'une HTIC, avec sonde armée.
Monitorage : standard (attention à l'$EtCO_2$)
Position : décubitus dorsal
Apport liquidien : standard avec du sérum physiologique, sans utilisation de soluté hypotonique.
Évaluation du saignement peropératoire.
Antibioprophylaxie : Céfazoline 30 mg/kg en première intention.

Particularité de l'hématome sous-dural

La présence d'un hématome sous-dural chez un enfant de moins de 6 mois doit faire rechercher systématiquement une pathologie de l'hémostase. On doit également considérer jusqu'à preuve du contraire que les lésions peuvent être la conséquence d'une maltraitance (bébé secoué) avec ses implications légales (déclaration).

– Bilan : NFP (anémie pouvant être importante), groupage, hémostase et recherche systématique d'autres lésions de maltraitance secondairement (radiographies du squelette, fond d'œil, etc.).
– Le pronostic est essentiellement lié à la présence d'un état de mal épileptique. En cas de manifestations convulsives :

Phénytoïne (dose de charge de 15 mg/kg puis 5 mg/kg/8 h) associé à du Phénobarbital (15 mg/kg pour les premières 24 h).

En cas de persistance de l'état de mal : Penthotal 5 à 10 mg/kg puis 2 à 5 mg/kg/h.

Dérivation du liquide céphalorachidien (LCR) pour hydrocéphalie et dysfonction de valve

Les dérivations du LCR sont fréquentes chez les enfants quel que soit l'âge. La compliance cérébrale des enfants est basse et l'HTIC peut rapidement se compliquer d'engagement cérébral.
Il existe différents types de dérivations :
– les dérivations externes ;
– les dérivations internes sur le mode ventriculopéritonéal, ventriculoatrial ou lombopéritonéal ;
– la ventriculocysternostomie, utilisable en première intention en cas de sténose de l'aqueduc de Sylvius. Elle est réalisée sous endoscopie et met en communication le plancher du troisième ventricule avec la citerne interpédonculaire.

Consultation d'anesthésie

– Recherche systématique de signe d'HTIC.
– La prémédication dans ce contexte d'urgence est à éviter d'autant qu'elle peut aggraver l'HTIC.
– Bilan biologique : ionogramme (traitements osmotiques, diurétiques...), NFP, hémostase.
– Éviction du LATEX si chirurgie itérative ou spinabifida.

Au bloc opératoire

Durée : 60 minutes environ.
Induction séquence rapide à envisager en présence d'une HTIC.
Monitorage : standard.
Position : décubitus dorsal avec latérodéviation de la tête.
Apport liquidien : standard.
Antibioprophylaxie antistaphylococcique : oxacilline ou cloxacilline en première intention.

Prise en charge postopératoire

Surveillance standard et neurologique : régression des signes d'HTIC.
Réalimentation rapide.
Une hyperthermie postopératoire d'origine centrale est fréquente après une ventriculocisternostomie, régressive en moins de 48 heures.

https://www.univers-medecine.com

Chirurgie ophtalmologique

Anesthésie pour chirurgie ophtalmologique

L'anesthésie concerne les enfants dès la naissance pour la chirurgie du glaucome congénital, dès le premier mois de vie pour la cataracte congénitale, dès 2 ans pour la chirurgie du strabisme et des enfants de tout âge pour toutes les plaies oculaires. Des décollements de rétine peuvent se voir dès l'enfance chez les gros myopes, après un traumatisme oculaire ou bien par automutilation chez les enfants autistes. Les enfants atteints de rétinoblastome subissent des AG itératives.

Les chirurgies sont en général de courte durée et n'excèdent souvent pas 1 heure.

La chirurgie des canaux lacrymaux (après l'âge de 1 an) est très rapide.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Aucun bilan biologique n'est demandé, sauf antécédents particuliers.

Une prémédication standard est administrée.

Il existe des particularités :

– pour la cataracte congénitale, qui fait partie de nombreux syndromes polymalformatifs avec manifestations cardiaques, métaboliques, rénales... Les enfants trisomiques 21 peuvent présenter une cataracte congénitale et un kératocône ;
– pour les contusions oculaires avec saignement intraoculaire, pour lesquelles il y a un risque d'hypertonie. Une surveillance de l'ionogramme doit être exercée en raison des traitements prescrits pour faire baisser la pression intraoculaire (mannitol 20 %, acétazolamide).

■ EN PEROPÉRATOIRE

L'anesthésie générale se fait par voie intraveineuse ou par inhalation.

Gestion des VAS : masque laryngé ou intubation.

La prévention des nausées et vomissements pour la chirurgie du strabisme se fait essentiellement par dexaméthasone (150 µg/kg) à l'induction, dropéridol (50 µg/kg) en fin d'intervention, renouvelable 8 heures plus tard, ondansétron (50 µg/kg) si nécessaire.

Le traitement du réflexe oculocardiaque se fait par atropine, surtout dans la chirurgie du strabisme et du décollement de rétine : la traction sur les muscles oculaires peut entraîner des bradycardies très importantes.

Aucune antibioprophylaxie n'est recommandée.

■ EN POSTOPÉRATOIRE

L'analgésie standard comprend du paracétamol, ± AINS pendant 48 heures et de la nalbuphine en SSPI si nécessaire.
La reprise des boissons et de l'alimentation a lieu en postopératoire immédiat.
Particularités : il s'agit d'une chirurgie peu douloureuse ; l'apparition d'une douleur ou de nausées et vomissements doit faire évoquer une hypertonie intraoculaire.

Chirurgie cardiaque

Principes anesthésiques pour interventions cardiaques

Les cardiopathies congénitales se rencontrent chez environ 0,8 % des nouveau-nés. Elles représentent un ensemble extrêmement vaste et complexe de pathologies dont l'étude pourrait faire l'objet d'un ouvrage entier. Cependant, on peut les classer en quatre grandes catégories, ce qui permet de mieux appréhender leur physiopathologie et de mieux approcher et comprendre la prise en charge anesthésique. Schématiquement, ces quatre catégories sont :
– les lésions obstructives ;
– les lésions régurgitantes ;
– les shunts ;
– les lésions entraînant un mixing.
La prise en charge de ces patients ne se conçoit qu'en termes d'équipe (cardiopédiatres, chirurgiens, radiologues, anesthésistes-réanimateurs), une collaboration étroite entre les différents acteurs est nécessaire à chaque temps de la prise en charge.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

La consultation d'anesthésie est un moment clé de l'anesthésie. En dehors des éléments généraux qui doivent être relevés à chaque consultation anesthésique en pédiatrie, il convient de prendre connaissance d'informations spécifiques liées à la spécialité, en particulier les résultats du cathétérisme et de l'échographie cardiaque.
À l'issue de cette consultation, l'anesthésiste doit être capable de répondre aux questions suivantes.
– Existe-t-il une cyanose ?
– Existe-t-il un shunt droit-gauche, un shunt gauche-droit, un mixing ?
– La circulation pulmonaire ou systémique dépend-elle de la persistance du canal artériel ?
– Existe-t-il une surcharge barométrique et/ou volumétrique d'une des cavités cardiaques ?
– Quels sont les phénomènes compensatoires ou les traitements en cours qui permettent de stabiliser la situation hémodynamique ?
– Quel est le degré de réserve cardiopulmonaire ? Existe-t-il un risque d'aggravation si la FiO_2 ou la ventilation augmente ?

Ces réponses permettent d'anticiper la stratégie anesthésique (ventilation, gestion hémodynamique peropératoire).
La consultation est aussi le moment d'informer la famille sur les risques per- et postopératoires : décès, insuffisance rénale, AVC et troubles cognitifs, surinfections. L'explication sur les assistances d'organe doit aussi être expliquée pour les pathologies

les plus graves : assistance circulatoire externe (ECLS : *Extra Corporeal Life Support*), dialyse péritonéale. Le reste de la consultation ne diffère pas significativement de celles réalisées pour d'autres chirurgies.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Principes généraux

La prémédication ne diffère pas des autres enfants.

La chirurgie cardiaque sous circulation extracorporelle (CEC) nécessite la mise en place systématique d'une voie veineuse centrale, d'un cathéter artériel et d'au moins une voie veineuse périphérique.

L'induction anesthésique est inhalatoire en préférant les agents les moins inotropes négatifs, en pratique le sévoflurane. Après pose de la voie veineuse périphérique, le sévoflurane est arrêté temporairement en raison de son caractère trop vasodilatateur, l'anesthésie balançée est complétée par l'association hypnotique/morphinique/curare au profil hémodynamique plus stable. Les hypnotiques utilisés sont le midazolam (0,1 mg/kg), la kétamine (2 mg/kg) et l'étomidate (0,3 mg/kg) en cas d'insuffisance cardiaque avec dysfonction systolique. Le pancuronium autrefois utilisé, en raison de son effet vagolytique n'est plus commercialisé. La relaxation musculaire facilite l'intubation, il n'est pas indispensable de la poursuivre pour l'acte chirurgical. Le cathéter artériel est posé après induction anesthésique, puis la voie centrale. Sa position en territoire cave supérieur permet d'obtenir une pression veineuse centrale semblable à la pression dans l'oreillette droite ainsi que la mesure possible de la saturation veineuse cave supérieure en oxygène reflétant l'adéquation du débit cardiaque avec la demande métabolique.

L'entretien anesthésique avant, pendant et après la CEC ne doit pas compromettre l'état hémodynamique. Le sévoflurane peut être poursuivi mais à faible dose en raison de son caractère vasodilatateur et inotrope négatif (Mac 0,5). Il a l'avantage d'avoir un rôle cardioprotecteur (diminution des lésions d'ischémie-reperfusion du myocarde lors du déclampage aortique). Le sévoflurane est donc associé à la poursuite des agents intraveineux hypnotiques (midazolam surtout) et morphiniques.

Chez les patients qui présentent un shunt droit-gauche, l'induction inhalée est ralentie tandis que l'induction intraveineuse est accélérée. Il faut souligner la possibilité d'administrer des agents halogénés directement au niveau de l'oxygénateur et ainsi de maintenir un niveau stable de narcose. La ventilation per- et postopératoire doit être protectrice en raison des interactions cardiopulmonaires : petit volume courant (6 mL/kg) ou ventilation en pression contrôlée, fréquence respiratoire adaptée à l'âge et à l'etCO_2 (pas toujours fiable chez les nouveaux-nés et nourrissons), pression télé-expiratoire positive de 3 cm d'H_20 pour être à la capacité résiduelle fonctionnelle et éviter ainsi d'augmenter les résistances vasculaires pulmonaires par atélectasies.

L'héparine (300 UI/kg) nécessaire à la décoagulation de la CEC est administrée juste avant la canulation aortique. La surveillance du niveau de décoagulation est réalisée par la mesure du temps de coagulation activé (*Activating Clotting Time* : ACT). L'ACT correspond à un temps de coagulation sur sang total et est sensible à l'héparine non

fractionnée. L'objectif est d'obtenir un ACT supérieur à 400 sec. La prévention de la fibrinolyse par la CEC est réalisée par l'administration d'acide tranexamique (Exacyl). Ce médicament est proposé à la dose de 10 mg/kg à l'induction, puis 10 mg/kg dans la CEC et enfin 10 mg/kg en sortie de CEC (proposition ANSM), à adapter éventuellement à la clairance de la créatinine.
Les électrodes de stimulations épicardiques auriculaires et/ou ventriculaires sont mises systématiquement en place à la fin de la chirurgie avec un stimulateur programmé en sentinelle afin de récupérer les arrêts cardiaques par bloc auriculoventriculaire (BAV) qui peuvent survenir en postopératoire. La systole auriculaire permet d'assurer 20 % du débit cardiaque et est donc particulièrement importante en cas de bas débit cardiaque postopératoire (LCOS, Low Cardiac Output Syndrome) Le transport entre le bloc opératoire et la réanimation est un moment délicat : l'enfant doit être monitoré avec notamment la pression artérielle invasive et la SpO_2.

Monitorage complémentaire peropératoire

La fréquence des complications périopératoires peut nécessiter pour certaines chirurgies un complément de monitorage plus ou moins invasif.
Le recours à l'échocardiographie transœsophagienne (ETO) devient de plus en plus large grâce à des sondes d'ETO de petit diamètre, en particulier dans la chirurgie intracavitaire. L'ETO permet d'apprécier la qualité de la réparation chirurgicale et d'évaluer l'état hémodynamique. Les interventions entraînant un risque d'HTAP postopératoire (canal atrioventriculaire complet, retour veineux pulmonaire anormal total, truncus arteriosus) doivent bénéficier d'un monitorage de la pression artérielle pulmonaire à l'aide d'un cathéter mis en place par voie chirurgicale. Les corrections présentant un risque de défaillance du ventricule gauche (transposition des gros vaisseaux) doivent bénéficier d'un monitorage de la pression de l'oreillette gauche évaluée par un cathéter mise en place directement par voie chirurgicale dans cette cavité.
La mise en place de l'oxymétrie cérébrale (mesure à l'aide de la spectroscopie de proche infrarouge ou *Near Infra Red Spectroscopy* [NIRS]) est aujourd'hui recommandée par de nombreux auteurs. Cela correspond à la mesure en continu de la saturation tissulaire de l'hémoglobine pour l'oxygène (StO_2 ou rSO_2 pour regional SO_2) dans un volume d'environ 1 cm^3 à une profondeur dépendant de l'espace entre l'émetteur et le récepteur du capteur placé sur chaque côté du front. La StO_2 représente selon l'appareil commercialisé 25 à 30 % de saturation artérielle (SaO_2) et 70 à 75 % de saturation veineuse (SvO_2). À saturation constante, c'est un bon reflet de la SvO_2 jugulaire. Outre la SaO_2, la StO_2 est le reflet de nombreuses composantes physiologiques qui conditionnent la SvO_2 cérébrale : la pression partielle en CO_2 ($PaCO_2$), le débit (systémique puis de CEC), la pression de perfusion, la pression de retour veineux, l'hémoglobine et le métabolisme cérébral ($CmrO_2$). Une baisse de la StO_2 peut donc correspondre à la perturbation d'un des facteurs sus-cités. Le principe est de placer les deux électrodes avant induction anesthésique pour paramétrer les valeurs de base (entre 50 et 75 %, valeurs très variables selon la pathologie de l'enfant). L'objectif durant toute l'intervention est de maintenir les données à ± 20 % des valeurs de bases. Des algorithmes sont disponibles pour vérifier chaque paramètre. Outre la SaO_2 qui doit être supérieure à 90 %, la $PaCO_2$ et le débit sont les deux paramètres

les plus influents sur la StO_2. La StO_2 peut aussi être plaçée en regard du rein (StO_2 rénale ou somatique) ou du système digestif (StO_2 splanchnique). La baisse de la StO_2 rénale serait plus précoce que la StO_2 cérébrale en cas de défaut de perfusion tissulaire.

Saturation veineuse jugulaire continue

Des cathéters veineux centraux multilumières permettent la mesure en continue de la SvO_2 centrale ($ScvO_2$), témoin de l'adéquation du débit cardiaque avec le métabolisme tissulaire. La mesure de la $ScvO_2$ est un paramètre intéressant en cas de dysfonction systolique du ventricule gauche ou en cas d'HTAP. En effet, comme la StO_2, la $ScvO_2$ est le premier témoin d'une crise d'HTAP.
En fonction de la pathologie et/ou de l'intervention réalisée, les objectifs hémodynamiques peuvent être différents.

■ PRINCIPALES CARDIOPATHIES CONGÉNITALES

Lésions obstructives

Les lésions obstructives entraînent une surcharge barométrique sur la cavité proximale à la lésion et coexistent le plus souvent avec des shunts. On distingue les obstructions droites des obstructions gauches *(Tab. 1)*.
Il s'agit, par exemple, du rétrécissement aortique, de la coarctation de l'aorte, de l'atrésie pulmonaire, de la tétralogie de Fallot.

Tableau I ■ Lésions obstructives

	Lésion obstructive droite	Lésion obstructive gauche
Conséquences hémodynamiques	↓ Débit pulmonaire Hypoxémie Hypertrophie VD Dysfonction VD Insuffisance tricuspide	↓ Débit systémique Bas débit cardiaque Hypotension Dysfonction VG ↓ Perfusion coronaire
Objectifs hémodynamiques	Pas de ↑ RVP Pas de ↓ RVS Hyperoxie Pas d'hypoventilation Maintenir précharge	Pas de ↓ RVS Pas de ↓ RVP Maintenir précharge

Lésions régurgitantes

La fraction régurgitante dépend de la précharge, de la postcharge et de la fréquence cardiaque (par modification des volumes télédiastoliques, des temps de diastole et de systole) *(Tab. 2)*.
Il s'agit, par exemple, de la maladie d'Ebstein, du canal atrioventriculaire, du *cleft* mitral...

Tableau 2 ■ Lésions régurgitantes

	Lésion régurgitante droite	Lésion régurgitante gauche
Conséquences hémodynamiques	Surcharge volumétrique VD Dilatation VD Dysfonction VD ↑ PVC Possible shunt DG à l'étage atrial	Surcharge volumétrique VG Dilatation VG Dysfonction VG ↓ perfusion systémique HTAP ↑ POG, ↑ PAPO
Objectifs hémodynamiques	↓ postcharge VD (hyperoxie, pas d'hypoventilation) ↑ fréquence cardiaque Améliorer fonction VD	↓ postcharge VG (↓ RVS) ↑ fréquence cardiaque Améliorer fonction VD

Shunts

Les shunts peuvent être intracardiaques ou extracardiaques *(Tab. 3)*. Le débit à travers un shunt dépend du gradient de pressions de part et d'autre du shunt.
Il s'agit, par exemple, des communications interventriculaires et interauriculaires, du canal artériel perméable.

Tableau 3 ■ Shunts

	Shunts droit-gauche	Shunts gauche-droit
Conséquences hémodynamiques	↓ débit pulmonaire Hypoxémie Surcharge volumétrique VG Dysfonction VG	↓ perfusion systémique Bas débit cardiaque Hypotension Dysfonction VG Surcharge volumétrique VG
Objectifs hémodynamiques	↓ RVP Pas de ↓ RVS Hyperoxie Hyperventilation	Pas de ↑ RVS Pas de ↓ RVP (↓ FiO_2) Pas d'hyperventilation

Lésions entraînant un mixing

Ce sont les lésions qui entraînent un mélange entre le sang oxygéné et le sang désoxygéné au niveau des cavités cardiaques ou des gros vaisseaux *(Tab. 4)*.

Tableau 4 ■ Mixing

Conséquences hémodynamiques	Hypoxémie Le rapport débit pulmonaire/débit systémique dépend des RVP et RVS ↑ hématocrite et hyperviscosité (risque de thrombose)
Objectifs hémodynamiques	Équilibrer RVP/RVS (↓ FiO2 si le débit pulmonaire est trop haut) Améliorer la saturation du sang veineux mêlé Optimiser l'apport d'O_2 aux tissus

Il s'agit, par exemple, de l'atrésie tricuspide, des cœurs univentriculaires, du retour veineux pulmonaire anormal, du tronc artériel commun.

■ RÉANIMATION POSTOPÉRATOIRE

La plupart des interventions cardiaques simples (communication interauriculaire et interventriculaire, canal artériel, coarctation de l'aorte, etc.) ne nécessitent pas d'amines en postopératoire et les patients peuvent être extubés rapidement en l'absence de saignement et après normalisation de la température.
Outre l'examen clinique, le bilan postopératoire comporte une radiographie thoracique, un ECG et un bilan biologique (NFS, ionogramme, lactate, gazométrie artérielle voire veineuse).
Le myocarde du nouveau-né est immature et présente une très faible réserve inotrope. Les amines de choix sont l'adrénaline (de 0,05 à 0,25 µg/kg/min) et les inhibiteurs des phosphodiestérases III (milrinone) (de 0,5 à 0,75 µg/kg/min). L'échographie cardiaque postopératoire par un cardiopédiatre est systématique pour contrôler le geste chirurgical et l'état hémodynamique. La surveillance du débit urinaire horaire témoigne du débit cardiaque adapté. Une oligurie (< 1 mL/kg/h) doit faire rechercher une anomalie de correction, une précharge insuffisante, un défaut d'inotropisme cardiaque. Outre la pression artérielle systémique, le monitoring spécialisé (pression atriale gauche, pression artérielle pulmonaire, $ScvO_2$, oxymétrie cérébrale et somatique) et la surveillance biologique (lactate, ionogramme, gazométries) guident le moment de l'extubation pour les chirurgies les plus lourdes.

Transplantation

Transplantation hépatique

La première transplantation hépatique pédiatrique (THP) a été réalisée avec succès en 1967 par Starzl. C'est devenu une intervention non exceptionnelle, la majorité chez des enfants de moins de 5 ans. Ses indications sont multiples : les maladies biliaires primitives (les plus fréquentes étant les atrésies des voies biliaires extrahépatiques et les cirrhoses cholestatiques), les maladies métaboliques (déficit en a_1-antitrypsine, maladie de Wilson ou oxalose) et les hépatites fulminantes ou subfulminantes (virales, médicamenteuses ou toxiques). Plus rarement, il s'agit de tumeurs malignes (carcinome hépatocellulaire) ou bénignes (hémangioendothéliome géant). Enfin, une retransplantation hépatique est nécessaire en cas de non-fonction primaire d'un transplant ou de perte secondaire du greffon (rejet chronique, infection récidivante, ischémie, récidive de la maladie...). En cas d'hémochromatose néonatale, le DC étant de 100 % actuellement quel que soit le traitement, il n'y a pas d'indication de transplantation.
La transplantation hépatique est une chirurgie à risque hémorragique élevé et se déroule en trois phases :
– la phase de dissection (de l'incision jusqu'à la fin de la préparation de l'hépatectomie) ;
– la phase d'anhépathie (de l'hépatectomie à la reperfusion du transplant) ;
– la phase des anastomoses, qui prend fin à la fermeture.
Le transplant inséré peut être un foie entier pédiatrique, un foie cadavérique biparté ou un foie partiel provenant d'un donneur vivant apparenté.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

La consultation d'anesthésie doit évaluer les grandes fonctions : cardiovasculaire, pulmonaire, neurologique, hématologique, gastro-intestinale, rénale et métabolique. L'importance de l'hypertension portale est notée : volume de l'ascite, présence de varices œsophagiennes (VO) ayant ou non été traitées par voie endoscopique, existence de shunt porto-cave spontané.
Un bilan biologique complet permet d'apprécier la fonction hépatique résiduelle : synthèse protéique, facteurs de coagulation, altération de la gluconéogenèse et la fonction rénale (clairance de la créatinine). L'état nutritionnel est fréquemment altéré, justifiant une nutrition entérale ou parentérale de complément préopératoire, poursuivie plusieurs semaines après la transplantation. Il existe le plus souvent un hypersplénisme responsable d'une thrombopénie.
L'échocardiographie avec Doppler permet d'apprécier la contractilité des deux ventricules et de rechercher un shunt intracardiaque, une HTAP, une éventuelle valvulopathie ou un épanchement péricardique. En cas d'HTAP, un cathétérisme cardiaque droit est nécessaire, afin de mesurer la pression artérielle pulmonaire et la pression postcapillaire. Lorsqu'une HTAP sur hypertension portopulmonaire est diagnostiquée,

si PAPm > 45 mmHg CI formelle à la transplantation, si la PAPm > 35 mmHg, un traitement vasodilatateur d'épreuve est mis en route et son efficacité est évaluée durant 6 mois avant une inscription sur liste.
Chez le tout petit enfant et dans les pathologies polymalformatives (par exemple le syndrome d'Alagille), il est nécessaire de réaliser une exploration des gros vaisseaux supra-aortiques et caves supérieurs pour détecter les anomalies vasculaires associées, en particulier veineuses, qui rendent l'abord cave supérieur délicat.
La scintigraphie pulmonaire permet de visualiser les shunts intrapulmonaires. Les enregistrements diurnes et nocturnes de SpO_2 précisent l'importance des désaturations avec oxygénothérapie débutée en préopératoire si nécessaire.
Le statut viral doit être vérifié : hépatites, cytomégalovirus (CMV), herpès, VIH.
Un conseil multidisciplinaire se réunit pour une inscription sur la liste de greffe.
En cas d'hépatite fulminante, un bilan simplifié est réalisé pour l'inscription sur une liste de « superurgence » en moins de 12 heures.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Préparation de l'enfant

La prémédication est à base d'hydroxyzine (benzodiazépines à proscrire en cas d'encéphalopathie hépatique) ou de midazolam intrarectal (0,3 mg/Kg).
Il faut obtenir une Hb de 100 g/l, des plaquettes > à 50 000/mm^3, un TP > à 50 % et un fibrinogène > 1 g/l avant l'arrivée au bloc opératoire, sauf en cas d'hépatite fulminante.
En cas d'encéphalopathie grave, il convient d'éliminer un engagement ou une complication hémorragique (tomodensitométrie cérébrale).
Si les anticorps irréguliers sont positifs ou le groupe sanguin est rare, réserver 4 concentrés de globules rouges adultes phénotypés, CMV négatif juste avant la distribution.

Préparation du bloc opératoire

La salle doit être chauffée, il faut disposer d'un Bair Hugger et d'un réchauffeur-accélérateur (rinçage avec de l'albumine à 20 % ; son utilisation est délicate chez les petits poids car le volume de la poche du réchauffeur est de 100 ml et le débit imprécis).
Le *Cell-saver* pédiatrique est utilisé pour les enfants de poids > 10 kg.
En cas d'insuffisance rénale grave ou d'encéphalopathie évoluée, une hémodiafiltration veinoveineuse continue est préparée.

Induction et équipement

L'anesthésie générale est standard avec indications larges d'induction en séquence rapide (hépatopathie évoluée, ascite). Une sonde d'intubation est placée à une distance de 2 cm par rapport à la carène car les tractions peropératoires sont très élevées ou il peut y avoir insertion d'un transplant de volume relativement important par rapport à la cavité abdominale.

La ventilation est parfois difficile en raison d'un SDRA préopératoire ou d'un shunt droit-gauche : dans le premier cas, une PEP progressivement croissante est nécessaire ; dans le second, il faut des pressions d'insufflation les plus basses possibles.
Il faut mettre prudemment en place : une sonde nasogastrique (varices œsophagiennes ++), une sonde à demeure, une surveillance BIS, une mesure de NIRS chez les enfants de moins de 10 kg, un cathéter artériel fémoral en priorité (delta-PP), 2 VVP de bon calibre pour l'âge dans le territoire cave supérieur, 1 VVC (Doppler ++) double ou triple lumière selon l'accès veineux périphérique, un échodoppler aortique œsophagien chez le grand enfant.
Si l'hémodiafiltration veinoveineuse continue est nécessaire, placer un cathéter de dialyse fémoral double. L'hémodiafiltration est déclenchée à ce moment et se fait avec une héparinisation la plus minime possible.
L'antibioprophylaxie utilise la tazocilline (100 mg/kg/4 h).
Des antifibrinolytiques (acide tranexamique, 20 mg/kg en dose de charge à l'incision puis 10 à 20 mg/kg en bolus) seront administrés en cas d'hépatopathie évoluée, de dissection laborieuse prévisible ou de fibrinolyse biologique ou visible sur l'analyse ROTEM initiale.

Phase de dissection de la transplantation

Il existe un risque d'hypovolémie dû à l'évacuation de l'ascite, aux tractions exercées sur le foie et les vaisseaux, en cas de dissection difficile (hypertension portale, chirurgies antérieures). L'objectif de la PAM est de 60, voire 70 mmHg. Le plasma frais congelé est perfusé selon la consommation estimée des facteurs ou selon les résultats biologiques et l'analyse ROTEM initiale. Il en est de même pour l'apport en fibrinogène. On évitera toute perfusion inutile de PFC compte tenu des conséquences négatives possibles (thrombose artère hépatique, augmentation des infections postopératoires et *acute lung injury*). En cas d'hémorragies diffuses persistantes de cause non chirurgicale, un apport en facteur VII recombinant doit être discuté. L'apport en calcium est commencé dès le début de la chirurgie. La glycémie et l'hémoglobinémie sont mesurées toutes les 30 minutes. En cas d'hypertension portale menaçante on administre durant cette phase de la sandostatine en continu.
La phase de dissection se termine par le clampage du pédicule hépatique et de la veine cave inférieure et par l'hépatectomie. Celui-ci peut être complet et intéresse les veines caves sus-hépatique et sous-hépatique. Il peut être latéral mais, même dans ce cas, le flux persistant dans la veine cave est très minime. Ce clampage est le plus souvent bien toléré chez l'enfant à condition de ne pas avoir de retard de remplissage.
À la fin de cette phase, un bilan biologique complet est réalisé.

Phase d'anhépathie

Le transplant est inséré dans la cavité abdominale et les anastomoses porte et cave sont faites. Il faut adapter l'apport volémique aux pertes en évitant toute hypervolémie préjudiciable au transplant (PVC < 5 mmHg). Les doses de sufentanil sont diminuées de 30 à 50 %. La glycémie est surveillée. L'apport en calcium est adapté au résultat du calcium ionisé plasmatique.

Sont administrés par voie IV :
– de la N-acétylcystéine (150 mg/kg en 30 minutes puis 50 mg/kg en 4 heures puis 150 mg/kg/j) ;
– des vitamines C et E ; et du sélénium à visée antiradicalaire.

L'équipe chirurgicale effectue une purge très soigneuse du transplant pour laver le plus complètement possible le liquide de conservation et éviter la présence de bulles gazeuses, cette purge est réalisée avec de l'albumine 4 %. Puis, on peut de plus effectuer une purge rétrograde du transplant avec le sang du receveur. Cette purge est de 10 % de la masse sanguine au maximum, elle est compensée par un volume équivalent de sang hétérologue ou autologue. L'enfant est hyperventilé pour compenser en partie l'acidose mixte qui survient à la revascularisation du transplant.

Le déclampage des veines porte et cave permet la revascularisation du transplant avec un haut risque d'hypotension sévère lié au « syndrome de reperfusion » avec diminution de plus de 30 % de la pression artérielle survenant dans les 3 à 5 minutes suivant la reperfusion par vasoplégie intense transitoire (utilisation de vasoconstricteurs +++). La revascularisation peut également être troublée par des hémorragies sur les vaisseaux cave ou porte. Plus rarement, une hyperkaliémie brutale peut survenir au déclampage. L'examen attentif de l'électrocardioscope permet de la suspecter et de commencer, sans attendre le résultat biologique, le traitement habituel.

Au début de l'immunomodulation est administré un bolus de méthylprednisolone de 10 mg/kg, du mycophénolate mofétil (15 mg/kg ou 250 mg/m^2 de surface corporelle) en intraveineux sur 1 h et une injection en 30 minutes de 10 mg de basiliximab (antagoniste des récepteurs de l'interleukine 2).

Un bilan biologique est systématiquement fait 20 à 30 minutes après la reperfusion.

Phase des anastomoses

L'hypervolémie peut, par transfert, compromettre la viabilité du transplant et entraîner un syndrome compartimental : le remplissage doit être prudent et modéré (furosémide ALD : de 0,5 à 1 mg/kg). À la fin de l'anastomose de l'artère hépatique, on administre de l'acide acétylsalicyclique (de 2,5 mg/kg) si le taux de plaquettes est > 50 G/l.

La continuité biliaire est rétablie par une anastomose biliobiliaire ou hépaticojéjunale. Parfois, en raison du volume du transplant, la fermeture est faite en deux temps : fermeture cutanée puis, plusieurs jours plus tard, fermeture du plan aponévrotique et musculaire.

■ RÉANIMATION POSTOPÉRATOIRE

L'assistance respiratoire persiste de quelques heures à plusieurs semaines en fonction de l'état antérieur des patients.

L'antibioprophylaxie est administrée pendant 48 heures.

L'immunomodulation est à base de méthylprednisolone à doses dégressives, de mycophénolate, de tacrolimus débuté à J1 en l'absence d'atteinte rénale et d'une injection complémentaire de basiliximab à J4.

La N-acétylcystéine est poursuivie pendant 5 jours.

L'acide acétylsalicyclique est donné quotidiennement.
La nutrition parentérale est reprise à J0 avec relais entéral précoce.
Selon le statut CMV, du ganciclovir est administré pendant 10 jours.
Les bilans biologiques sont réalisés toutes les 8 heures. Le transplant est surveillé par des examens échoDoppler quotidiens au minimum ± tomodensitométrie et biopsies.
Diverses complications sont possibles :
– des hémorragies avec reprise chirurgicale pour complément d'hémostase ou décaillotage ;
– des thromboses (artère +++), qui sont rares mais nécessitent une reprise urgente ;
– une fistule biliaire, qui peut s'extérioriser soit sur la tranche de section du transplant s'il s'agit d'un foie partiel, soit sur l'anastomose biliaire. Plus tardivement, une sténose anastomotique peut survenir ;
– des infections, en particulier opportunistes ;
– des rejets fréquents, justifiant une intensification du traitement immunomodulateur.
Plus tardivement, diverses hémopathies ou néoplasies peuvent survenir, favorisées par les immunomodulateurs.
L'évolution postopératoire est, dans la très grande majorité des cas, très rapidement favorable avec une amélioration de l'état général et de l'état nutritionnel souvent spectaculaire, ce qui permet à l'enfant de retrouver son autonomie.

Transplantation rénale

Les causes d'insuffisance rénale chronique sont multiples chez l'enfant : glomérulonéphrites, uropathies obstructives, dysplasie ou hypoplasie rénale, reins polykystiques... La transplantation rénale représente la thérapie de choix, permettant un rattrapage staturopondéral, une amélioration du développement psychomoteur et de la qualité de vie. Les taux de survie du patient et du greffon à 5 ans sont respectivement de 92 et 67 % pour les transplantations à partir de donneurs vivants et de 90 et 65 % pour celles à partir de donneurs cadavériques. L'évaluation préopératoire est essentielle, afin de définir les groupes à haut risque : présence d'un diabète, troubles ioniques, troubles du rythme, insuffisance cardiaque congestive, péricardite, épanchement pleural et œdème pulmonaire.

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Elle est standard avec recherche du poids sec après dialyse, date et heure de la dernière dialyse, présence d'une diurèse conservée.
Le bilan préopératoire comporte :
– les examens standard avec ionogramme plasmatique, urée, créatinine, glycémie, CRP, BU ± CBU, transaminases, bilirubine, g-GT, sérologies CMV, VIH, HCV, EBV, hépatite B ;
– une radiographie thoracique et une échographie cardiaque ;
– un test cross match à faire en urgence.
La prémédication est standard.
Si $K^+ > 5,5$ mmol/l, il faut administrer du bicarbonate de Na^+, du chélateur potassique (2 g/kg), du Salbutamol®, de l'Insuline® et, parfois, procéder à une épuration extrarénale. Si la natrémie est < 135 mmol/l, elle est à compenser par remplissage avec du sérum salé isotonique.
Les traitements immunosuppresseurs sont commencés en préopératoire selon les néphrologues.

■ AU BLOC OPÉRATOIRE

Mise en condition

Le patient est en décubitus dorsal, bras en croix ou position de « haut les mains ». Les points de compression sont protégés. Ne pas prendre la pression artérielle du côté d'une fistule artérioveineuse.
La durée prévisible de l'intervention est de 3 à 4 heures.
Une ultime vérification de compatibilité ABO est faite au bloc opératoire avec un tube de sang du donneur.

L'antibioprophylaxie est instituée avec de la ceftriaxone (50 mg/kg). En cas de prévention d'endocardite infectieuse, on ajoute 1 dose d'aminoside.
L'induction anesthésique est standard et le sévoflurane peut être utilisé malgré la production d'ions fluor F–. Les agents curarisants utilisés sont le cis-atracurium ou l'atracurium, dont le métabolisme et l'élimination ne dépendent pas du rein.
L'équipement et le monitorage comportent :
– deux VVP : si possible sur le dos des mains, voire le pied gauche, éviter les plis du coude, les avant-bras, le pied droit (clampage de l'axe iliaque). Ne pas utiliser le bras avec FAV. Surveiller FAV toutes les 30 minutes (manuellement, thrill) ;
– VVC jugulaire du côté opposé à la fistule artérioveineuse en position haute (la PVC est mesurée en continue, mais seules les variations sont à prendre en compte) ;
– KT Artériel : non systématique.
– réchauffeur bair Hugger ; SpO_2, sonde thermique œsophagienne, sonde urinaire dans le champ opératoire, sonde nasogastrique. Monitorage du BIS.
Monitorage du débit cardiaque et de la volémie par doppler œsophagien, surtout si pathologie cardiaque préexistante.
Si saignement on transfusera des CGR non irradiées et phénotypés, CMV compatible.

Protection rénale

Le remplissage peropératoire doit être optimal pour éviter les hypotensions et l'hypoperfusion du greffon.
Perfusion de cristalloides en apport de base : sérum salé isotonique et/ou Ringer lactate (15 à 50 ml/kg jusqu'à la reperfusion). Avant le déclampage, adjonction de 5-10 ml/kg d'albumine 4 % (la plupart des autres solutés peuvent entraîner des néphroses osmotiques auxquels les greffons sont très sensibles). Si hypotension : remplissage albumine 4 %, amines.
Décoagulation : HBPM (Lovenox) en SC avant déclampage 0,5 mg/kg/24 h.
Avant le déclampage : objectif PAM > 60 mmHg et si possible égale à celle du donneur, au déclampage et ensuite : objectif PAS > ou égale à 120 mmHg chez le receveur.
Du furosémide est administré avant le déclampage : de 5 à 10 mg/kg si le donneur est en état de mort cérébrale et de 1 à 2 mg/kg si le donneur est vivant et apparenté.
La présence d'une polyurie à la reperfusion est un signe de bon fonctionnement du greffon.
Les bêtamimétiques sont administrés à la demande.
Un antiaggrégant plaquettaire (acide acétylsalicyclique 5 mg/kg iv) est administré après la reperfusion artérielle du greffon s'il y a un risque de thrombose artérielle.
Le temps d'ischémie conditionne la réussite de la greffe. On distingue le temps d'ischémie froide (entre le clampage chez le donneur et la sortie de la glace du greffon) qui ne doit pas dépasser 24 h (si possible < 20 h) et le temps d'ischémie chaude (entre la sortie du greffon de la glace et le déclampage).

Analgésie

L'analgésie est standard :
– TAP bloc ;

– infiltration de la paroi ;
– nalbuphine en iv en postopératoire ;
– PCA Morphine plus rarement, mais possible.

■ RÉANIMATION POSTOPÉRATOIRE

L'extubation sur table est décidée selon l'âge de l'enfant. Pour les enfants poids < 15 kg transfert en réanimation intubé et sédaté pendant 24 h. En effet il faut garder la position décubitus dorsal strict pendant 24 h.
L'hospitalisation en réanimation dure 4 jours minimum.
Un bilan postopératoire est effectué dès l'arrivée en réanimation : radiographie thoracique, hémogramme, ionogramme sanguin, coagulation, gaz du sang artériel si le malade est ventilé.
Une surveillance horaire de la pression artérielle, de la diurèse, de la PVC, de la température, de la fréquence cardiaque et de l'oxymétrie de pouls doit être exercée. L'objectif est de maintenir une PA intermédiaire entre celle du donneur et celle attendue chez le receveur.
Le poids est pris tous les jours.
Il faut surveiller l'apparition d'une éventuelle fistule artérioveineuse.
Pour les apports hydriques : perfusion de base 20 à 30 ml/kg/j avec compensation horaire de la diurèse et du recueil des drains.
La diurèse est stimulée par du furosémide : 1 mg/kg/j pendant 24 heures puis 0,5 mg/kg les 24 heures suivantes puis arrêt. Les diurétiques sont inutiles en cas de transplantation avec donneur vivant.
Attention ! Si on observe une diminution brutale de la diurèse, il faut toujours évoquer une thrombose vasculaire (échodoppler en urgence).
Les traitements immunosuppresseurs sont poursuivis.
L'analgésie postopératoire est standard, en évitant les AINS.
La thromboprophylaxie utilise une HBPM (50 UI/kg/j pendant 10 à 15 jours).
La reprise de l'alimentation est possible au bout de 24 heures si la transplantation est extrapéritonéale ; on attendra la reprise du transit si elle est intrapéritonéale.
Toute élévation de 20 % ou plus de la créatinémie doit faire évoquer un rejet aigu.
Les complications les plus fréquentes sont représentées par les désordres ioniques, l'insuffisance rénale aiguë par non-fonctionnement du greffon (12 %), des saignements au niveau des anastomoses (4 %), des thromboses veineuse ou artérielle (1 %), de l'hypertension artérielle et un œdème pulmonaire (1 %).

Radiologie-endoscopie digestive

IRM sous anesthésie générale (ou scanner)

L'IRM est un examen non douloureux, non irradiant, mais qui nécessite une immobilité totale de l'enfant pendant les phases d'acquisition des séquences, soit en moyenne 30 minutes et parfois beaucoup plus. Une anesthésie est proposée pour les jeunes enfants et pour ceux présentant des pathologies comportementales qui excluent leur coopération. Pour les bébés de moins de 1 mois, un biberon est donné juste avant l'examen et l'enfant est emmailloté, ce qui suffit en général à provoquer l'endormissement (penser à faire poser la VVP si nécessaire pour l'examen avant le biberon !).

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

En cas de réticence parentale à l'anesthésie, la pertinence et l'urgence de l'examen doivent être rediscutées entre le prescripteur et les parents.
L'ambulatoire est possible.
La prémédication est standard.
Il faut rechercher des signes de RGO et de myopathie en cas d'indication d'IRM pour « retard moteur » et, en cas de doute, CPK et/ou avis spécialisé.
L'environnement est souvent favorable à la présence parentale lors de l'induction et du réveil (informer les parents).

■ EN SALLE DE RADIOLOGIE

Il faut du matériel spécifique IRM compatible.
L'induction et l'équipement sont standards avec masque laryngé, sauf contre-indications.
L'entretien est standard : sévoflurane ou propofol à faible dose le plus souvent en VS ± AI.

■ PRISE EN CHARGE EN SSPI

La surveillance est standard.
La reprise des boissons et de l'alimentation est précoce.
Le départ est proposé 2 heures après l'IRM en l'absence d'incident.

■ PARTICULARITÉS

Certaines équipes utilisent l'hydrate de chloral *per os* malgré son effet mutagène et cancérigène lors d'administrations répétées. Il reste toutefois autorisé chez les enfants de 2 mois à 5 ans à la dose de 0,1 g/kg (maximum = 2 g) ; son délai d'action est de 1 heure ; il nécessite un jeûne de 3 heures.

Endoscopies digestives

L'endoscopie digestive pédiatrique a des objectifs :
- diagnostiques : diagnostic *de visu* (coloration possible) et/ou par prélèvements biopsiques pour analyses multiples (anatomopathologie, virologie, parasitologie, etc.), cholangiographie rétrograde ;
- interventionnels : ablation d'un corps étranger, ligature ou collage de varices œsophagiennes, dilatation œsophagienne, polypectomie, sphinctérotomie biliaire, pose d'une gastrostomie, mise en place d'une endoprothèse...

■ CONSULTATION D'ANESTHÉSIE

Les pathologies associées sont fréquentes : il faut évaluer leur retentissement sur l'anesthésie et l'acte endoscopique. Le bilan préopératoire dépend de la maladie ; le risque hémorragique des biopsies est faible mais l'hémogramme et le bilan de coagulation sont à discuter avec l'endoscopiste en fonction du risque hémorragique du geste et selon les pathologies associées de l'enfant (insuffisant hépatique...). En règle générale, on autorise plaquettes > 50 000/mm^3 et INR < 1,5.
Le traitement en ambulatoire est possible pour œsogastroscopie simple ± biopsies. En pédiatrie, l'hospitalisation doit avoir lieu la veille d'une colonoscopie pour la préparation intestinale (laxatifs *per os* ou par sonde gastrique, lavements) : perfusion intraveineuse de compensation habituelle.

■ EN SALLE D'ENDOSCOPIE

Particularités

Le ballonnement abdominal a un retentissement sur la ventilation des nourrissons et des insuffisants respiratoires.
Il existe un (rare) risque de perforation digestive et d'hémorragie après endoscopie interventionnelle.
Il existe aussi un risque de « conflit » entre la sonde d'intubation et le gastroscope, notamment chez le nourrisson, avec compression, déplacement secondaire, voire extubation accidentelle.
L'inhalation trachéobronchique est possible pendant l'œsogastroscopie.
Il faut instaurer une antibioprophylaxie en cas d'endoscopie thérapeutique et de gastrostomie (amoxicilline + acide clavulanique), et prévenir l'endocardite infectieuse si nécessaire.

Œsogastroscopie simple

C'est l'endoscopie la plus fréquente.

Elle dure de 3 à 10 minutes, le patient étant en décubitus latéral gauche.
Elle est réalisable sous sédation anesthésique, en ventilation spontanée, avec conservation des réflexes de déglutition et de toux. Elle utilise de faibles doses de propofol, d'alfentanil, de benzodiazépine (par exemple midazolam 30 µg/kg + alfentanil 3 mg/kg répétés 3 minutes plus tard puis propofol 1 mg/kg suivi de réinjections de 0,5 mg/kg à la demande).
En cas de contre-indication, d'échec et chez le nourrisson, il faut procéder à une intubation trachéale (systématique en cas de « coloration » de la muqueuse œsophagienne).

Œsogastroscopie interventionnelle

Elle est souvent précédée et limitée à une œsogastroscopie simple.
Si son indication est confirmée, sa durée est variable – de 10 à 30-45 minutes en décubitus dorsal ou latéral gauche – sous anesthésie générale avec intubation.
L'analgésie postopératoire se fait à la demande (paracétamol, opioïde) : la gastrostomie percutanée endoscopique est souvent douloureuse en postopératoire.
La reprise alimentaire, qui a lieu selon le protocole, est précédée d'apports parentéraux adaptés.

Colonoscopie

Habituellement, la colonoscopie est associée à une œsogastroscopie ; elle comporte des biopsies multiples étagées.
L'examen :
– dure de 60 à 90 minutes, le patient étant en décubitus latéral gauche et/ou dorsal (faire attention aux postures) ;
– se fait sous AG avec intubation trachéale (en fonction de la durée) et assistance ventilatoire.
Elle n'est pas douloureuse en postopératoire.

■ PRISE EN CHARGE POSTOPÉRATOIRE

La reprise alimentaire se fait selon le protocole avec perfusion d'attente.
Il faut se méfier d'une douleur anormale et se demander si elle n'est pas révélatrice d'une complication.

Abords vasculaires chez l'enfant

Cathéter veineux periphérique

En pédiatrie, l'accès veineux peut devenir un véritable défi pour les équipes médicales et paramédicales par son imprévisible difficulté, la frustration qu'elle peut engendrer et son caractère chronophage. La difficulté est principalement retrouvée pour des enfants de 2 mois à 2 ans en raison de l'augmentation de tissu adipeux rendant les veines superficielles moins visibles.

■ MATÉRIEL

La taille du cathéter veineux doit être adapté à la taille de la veine à perfuser et donc à l'âge, et au poids du patient, ainsi qu'au débit nécessaire.

Poids	Couleur	Gauge	Diamètre	Débit maximal
2 à 15 kg	Jaune	24 Gauges 14 ou 19 mm	0,65 mm	24 ml/min
10-30 kg	Bleu	22 Gauges	0,75 mm	33 ml/min
> 30 kg	Rose	20 Gauges	0,95 mm	63 ml/min
> 50 kg	Vert	18 Gauges	1,15 mm	110 ml/min
> 50 kg	Gris	16 Gauges	1,55 mm	215 ml/min
> 50 kg	Orange	14 Gauges	1,85 mm	315 ml/min

■ SITES DE PONCTION

– Réseau superficiel des mains et avant-bras.
– Au niveau des pieds : grande veine saphène et veines du dos des pieds.
– Veines du scalp chez le nourrisson encore chauve.
– Veine jugulaire externe.

■ TECHNIQUES D'AIDE À LA POSE

Il faut obtenir une veinodilatation suffisante et pour cela le garrot doit exercer une pression suffisante mais inférieure à la PAS. La température ambiante ne doit pas entraîner une hypothermie. Le patient doit être correctement hydraté.
Si la pose de VVP ne se fait pas après une induction inhalatoire, des méthodes d'analgésie doivent être utilisées comme l'inhalation d'un mélange équimolaire de N_2O et

d'air, la crème anesthésiante ou la tétée d'eau sucrée chez le nouveau-né. La douleur entraîne une stimulation sympathique et une vasoconstriction.
D'autres techniques ont été développées mais ne se sont pas imposées dans les blocs opératoires : transillumination, Veinviewer, dérivés nitrés en topique.

■ ÉCHOGUIDAGE

Quelques études montrent un intérêt de la pose échoguidée mais cette technique est difficile d'apprentissage et demande un entraînement particulier en échoguidage.

■ COMPLICATIONS

– Syndrome des loges : le risque existe avec les pompes volumétriques. Les sites à risque sont la grande veine saphène et la veine radiale car la diffusion se fait directement dans la loge aponévrotique.
– Extravasation : à l'origine de nécrose cutanée avec un produit vésicant (chimiothérapie).
– Thrombose.
– Infection.

Cathéter veineux central

■ GÉNÉRALITÉS

Indications et contre-indications

Indications :
– expansion volémique massive (solutés hypertoniques) ;
– perfusion de catécholamines ;
– administration prolongée intraveineuse ;
– nutrition parentérale de longue durée ;
– hémodialyse ;
– aspiration d'air intracardiaque (chirurgie à risque d'embolie gazeuse).

Contre-indications :
– thrombose veineuse ;
– coagulopathie non corrigée (en dehors du site fémoral en urgence) : abord territoire cave supérieur éventuellement possible sous échographie.

Matériau

Les cathéters en polyuréthane présentent un bon rapport diamètre interne/diamètre externe permettant une introduction par la méthode de Seldinger via un guide métallique. Alors que les cathéters en silicones sont plus épais et doivent être introduits à l'aide d'un introducteur pelable. Le silicone est plus flexible ce qui rend ce matériau adapté pour les cathéters de longue durée.

■ SITES ET TECHNIQUES DE PONCTION

L'usage de l'échographie lors des abords vasculaires améliore la réussite du geste et réduit les difficultés et complications lors de la pose. Il n'existe pas à l'heure actuelle de recommandations imposant l'utilisation d'un échographe mais en cas de complication grave, son absence devient très difficile à justifier.

Pour le cathétérisme veineux central échoguidé en pédiatrie l'abord sus-claviculaire du confluent jugulo-sous-clavier est un site de choix. Il présente de nombreux avantages par rapport à la veine jugulaire interne :
– il est moins compressible car il repose sur la première côte et est fixé en arrière de la clavicule ;
– la ponction à la base du cou permet une meilleure fixation ;
– son abord dans le plan de la sonde d'échographie permet de suivre de façon permanente le biseau de l'aiguille.

En revanche il nécessite une maîtrise de la ponction échoguidée en raison des difficultés fréquemment rencontrées chez les nourrissons de moins de 10 kg.

Installation du patient

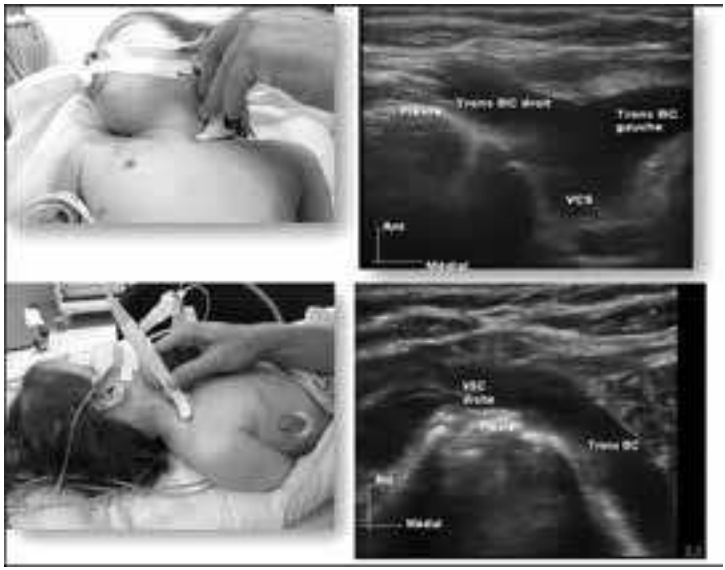
En décubitus dorsal avec un billot sous scapulaire, la tête légèrement tournée du coté opposé à la ponction, le bras légèrement tracté le long du corps, en Trendelenburg pour diminuer le risque d'embolie gazeuse.

Repérage échographique

Le repérage des structures vasculaires commence au niveau du cou, avec un repérage de la veine jugulaire interne et de l'artère carotide, la sonde étant perpendiculaire aux vaisseaux afin d'obtenir une coupe transverse de ceux-ci. La VJI est visualisée avec ses caractéristiques anatomiques propres : dépressible, variant avec la respiration, avec un flux veineux au Doppler. La VJI est suivi par un mouvement de balayage de la sonde en direction caudale jusqu'à la clavicule. Le transducteur est alors basculé sur le plan antérieur afin de visualiser le confluent jugulo-sous-clavier ou confluent de Pirrogoff. En déplacent la sonde par un mouvement de translation latérale, le long de la clavicule, dans la fosse supraclaviculaire, une image longitudinale de la VSC peut être obtenue.

Ponction

La ponction à travers le gel d'échographie doit être évitée. Elle se réalise dans le plan de la sonde d'échographie, le biseau de l'aiguille doit toujours être visualisé de façon certaine afin d'éviter un pneumothorax ou une ponction artérielle accidentelle. L'entrée dans la veine se fait au niveau du confluent jugulo-sous-clavier puis le guide doit être descendu facilement (risque de lésion vasculaire) avec un contrôle scopique avant une dilatation. Celle-ci doit être réalisée avec précaution ; le dilatateur ne doit pas être introduit trop profondément (risque de lésion vasculaire).



Le positionnement de l'extrémité du cathéter doit être vérifié avec une radiographie de thorax ou mieux grâce à un amplificateur de brillance (moins d'irradiation ionisante). L'injection d'un produit de contraste iodé permet de certifier le bon positionnement à la jonction veine cave supérieure-oreillette droite (1,5 cm en dessous de la carène) ; il est nécessaire avant la fixation de la voie en particulier pour les voies de petit calibre difficilement visibles en scopie. Une image doit être laissée dans le dossier du patient pour certifier de la bonne position du cathéter. En dehors de l'imagerie une méthode de repérage ECG existe, elle est basée sur la modification de la taille des ondes P auriculaires lorsque le cathéter pénètre dans l'oreillette droite.
Pour la ponction à l'aveugle les repères cutanés classiquement décrits sont pour :
– le site fémoral : 0,5 à 1 cm en dedans du pouls artériel, à mi-distance entre l'épine iliaque antérosupérieure et la symphyse pubienne, 1 cm sous le ligament inguinal, la direction étant le mamelon controlatéral ;
– la veine jugulaire interne (VJI) (à droite +++), il existe 3 voies d'abord : moyenne (1), postérieure (2) et antérieure (3). Les points de ponction et la direction de l'aiguille sont respectivement :
• le sommet du triangle musculaire du sterno-cléido-mastoïdien (SCM) et le mamelon homolatéral (1),
• le repère situé 0,5 cm au-dessus du croisement veine jugulaire externe/chef latéral du SCM et la fourchette sternale (2),
• l'intersection bord antérieur du SCM/pouls carotidien et le mamelon homolatéral (3) ;
– le site sous-clavier (VSC) (à droite +++) : 0,5-1 cm sous la clavicule et à 0,5-1 cm en externe par rapport au croisement costoclaviculaire en direction de la fourchette sternale ou 0,5-1 cm au-dessus (variations selon la taille de l'enfant).

Technique d'anesthésie

Lors de la CPA, l'information des parents doit porter sur le type d'anesthésie mais également sur le type de cathéter mis en place et les complications potentielles à court terme (pneumothorax, ponction artérielle...) et à moyen et long terme (infection, thrombose, ablation accidentelle).
La sédation peut être suffisante pour un grand enfant si la durée du geste est courte. Mais une anesthésie générale avec maîtrise des voies aériennes est souvent nécessaire. La mise en place d'un masque laryngé est suffisante mais pour des abords plus complexes comme la pose d'un cathéter tunnelisé avec manchon une intubation peut être nécessaire.

■ COMPLICATIONS ET SURVEILLANCE

Complications à court terme

– Pneumothorax, hémo-/hydrothorax, voire hémopéricarde.
– Ponction artérielle (spasme artériel chez le nourrisson), embolie gazeuse, troubles du rythme, perforations trachéale ou œsophagienne, rupture avec migration de cathéter et syndrome de Claude-Bernard-Horner.

Complications à long terme

– Infection locale ou générale (± thrombophlébite) liée au nombre de ponctions (durée de la procédure), aux fautes d'antisepsie (en urgence).
– Thrombose veineuse profonde (sans ou avec embolie pulmonaire), qui est plus fréquente chez le nourrisson en cas de néoplasie, de pathologie constitutionnelle de l'hémostase ou de cardiopathie ; elle peut justifier un dépistage échographique régulier.
– Obstruction facile en cas de petit calibre nécessitant un garde veine continu.
– Déplacement et retrait accidentel nécessitant une fixation solide et rigoureuse.

Surveillance

Elle doit être encadrée par des protocoles de services spécifiques à chaque établissement.

■ VOIE VEINEUSE CENTRALE « SIMPLE »

Tableau avec tailles en fonction du poids

Poids	1 lumière calibre/longueur/d externe	2 lumières	3 lumières
< 5 kg	3 Fr / 6-8 cm / 1 mm	4 Fr	4 Fr
5-10 kg	4 Fr/11-15 cm/1,4 mm	4 Fr	4 Fr
10-20 kg	4 ou 5 Fr	5 Fr	5 Fr
20-30 kg	5 Fr/15-30 cm/1,7 mm	5 Fr	5 Fr
30-50 kg	5 ou 6 Fr	6 Fr	6 Fr
> 50 kg	6 Fr/15-30 cm/2 mm	6 Fr	6 Fr

■ VOIE VEINEUSE CENTRALE DE LONGUE DURÉE

1. VVC tunnelisée : infiltration par des anesthésiques locaux du trajet de tunnelisation

Poids	Calibre	Longueur
< 10 kg	4Fr	40 cm
10-30 kg	5Fr	40 et 60 cm
> 30 kg	6Fr	40 et 60 cm

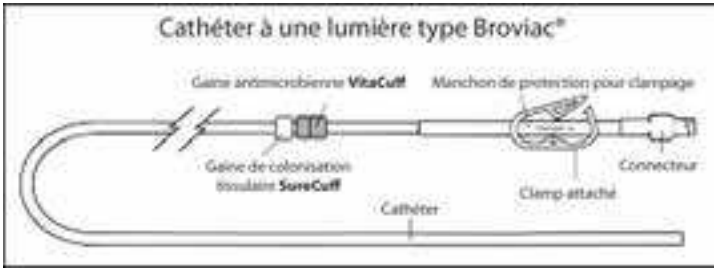
2. PICC ou ***Peripheric Inserted Central Catheter***
Indication : chimiothérapie, période periopératoire, nutrition parentérale, possible malgré des troubles de coagulation, utilisable plusieurs mois.
Site de ponction : veines du bras, ponction proximale permettant la flexion du coude malgré la fixation, ponction echoguidée.

Tableau avec tailles en fonction du poids

Poids	Calibre	Longueur
5-10 kg	3Fr, 1 lumière	40 à 60 cm
10-20 kg	3Fr, 1 lumière	40 à 60 cm
20-30 kg	4Fr, 1 à 2 lumières	60 cm
> 30 kg	5Fr, 1 à 2 lumières	60 cm

3. VVC tunnelisée avec manchon en dacron : le manchon en dacron ou « cuff » s'epidermise ce qui permet une fixation solide et une barrière entre le point de ponction de la veine et la sortie du cathéter à la peau.
Indication : pour la nutrition parentérale au long court.
Technique : la tunnelisation est réalisée avant l'introduction du cathéter via l'introducteur pelable, le cathéter doit donc être coupé à la bonne longueur avant l'introduction.
Complications : lésion de la partie extérieure de la voie en raison de sa durée d'utilisation (existence d'un kit de réparation).

Dénomination	Calibre	Longueur	Poids
Broviac	2,7 Fr	71 cm	< 5 kg
Broviac	4,2 Fr	71 cm	5-20 kg
Broviac	6,6 Fr	90 cm	> 20 kg
Hickman	9 Fr	65 cm	> 40 kg



4. Chambre implantable.
Indication : usage discontinu (chimiothérapies, traitements itératifs pour maladie chronique : mucopolysaccharydose...).
Technique identique à l'adulte.
Matériel : son diamètre en pédiatrie est de 2 cm, utilisable à partir de 5 kg.

■ VOIE VEINEUSE CENTRALE EN NÉONATOLOGIE

Cathéter veineux ombilical

Indication : détresse vitale du nouveau né (hémorragie de Benckiser), réanimation du grand prématuré ; accessible les 2 premiers jours de vie.
Contre-indication : omphalocèle ; péritonite ; entérocolite ulcéronécrosante.
Durée d'utilisation : maximum 10 jours en position centrale et quelques jours en sous hépatique.
Technique : l'ombilic est sectionné à 1 cm de sa base entourée d'une lacette stérile ; la veine est facilement repérée car béante par rapport aux 2 artères qui sont spasmées. Le cathéter est introduit jusqu'à la jonction veine cave inferieure – oreillette droite sous scopie. Il est ensuite fixé avec un fil.
Calibre de cathéter : 3,5 Fr habituellement.
Complications : la complication spécifique est la thrombose de la veine porte si le cathéter est bloqué en sous hépatique s'il ne passe pas le canal d'Arentius. Dans ce cas il doit être conservé le moins longtemps possible.

Microcathéter epicutanéocave

C'est un cathéter central à insertion périphérique équivalent au PICC.
Calibre de cathéter : 1 Fr (0,33 mm) ou 2 Fr.
Site de ponction : veines du membre supérieur (radiale cubitale basilique ou axillaire) ou du membre inférieur (grande veine saphène à la cheville ou au creux poplité, veine temporale).
Technique de ponction : directe avec une aiguille épicrânienne à travers laquelle est introduit le cathéter à l'aide d'une pince sans griffe.

■ CATHÉTER INTRAOSSEUX

Il permet un accès direct à la circulation veineuse centrale via le réseau vasculaire intramédullaire qui n'est pas collabable. Il permet l'injection de médicaments et de solutés dont la pharmacocinétique et la pharmacodynamie est équivalente à une injection dans une veine. Tout est administrable en intraosseux : NaCl 0,9 %, HEA, CGR, amines... sauf le sérum salé hypertonique.
Indications :
– arrêt cardiaque ou état de choc (en 1re intention chez l'enfant) ;
– déshydratation sévère ;
– accès veineux périphérique impossible.

Contre-indications :
– fracture ;
– infection au point de ponction, ostéite ou ostéomyélite ;
– insertion récente d'un cathéter intraosseux < 24 h dans le même os.

Matériel

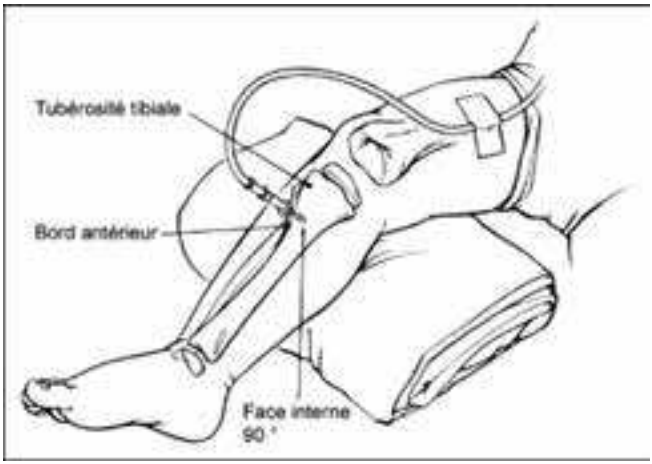
– Système manuel : aiguille montée sur un trocart de type : Dieckmann®, Jamshidi® ou Mallarmé®.



– Système motorisé : l'aiguille est montée sur une perceuse. Le système EZIO® est le plus utilisé en France. Il existe 3 longueurs d'aiguilles : 15 (de 3 à 40 kg), 25 (moins de 40 kilos) et 45 mm (obèse). Leur calibre est de 15G.

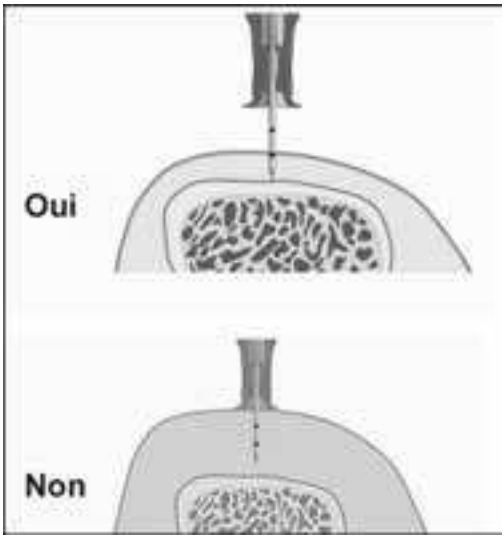


Sites de ponction : le principal chez l'enfant est tibial proximal. 0,5 à 1 cm en dedans et en dessous de la tubérosité tibiale. Si celle-ci n'est pas palpable (chez le petit enfant) : 2 cm sous la rotule et 0,5 à 1 cm en dedans.
D'autres sites sont décrits chez l'enfant : tibial distal, fémoral distal.



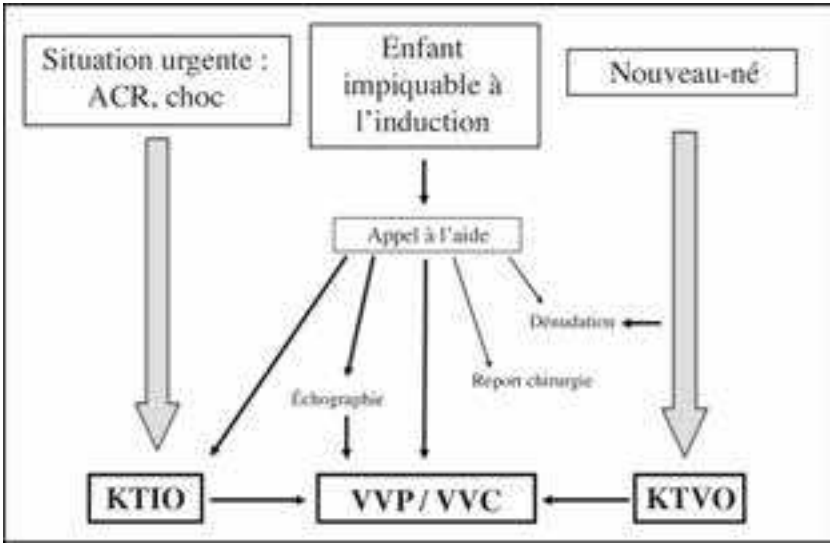
Technique de ponction avec EZIO :
– la taille de l'aiguille est choisie en fonction du poids de l'enfant et du site de ponction ;
– traverser la peau et le tissu sous-cutané avec l'aiguille jusqu'à l'os, sans actionner la perceuse ;
– un repère noir doit être visible avant de percer l'os sinon l'aiguille sera trop courte ;
– percer l'os (actionner le moteur avec une légère pression) jusqu'à la sensation de perte de résistance (franchissement de la corticale) ;
– enlever la perceuse puis le mandrin et connecter le raccord purgé ;
– aspirer (retour de sang ou de moelle) ;
– flusher avec 10 ml de SSI avant de brancher une perfusion.

Critères de bon positionnement :
– immobilité du trocart dans l'os ;
– reflux sanguin (non obligatoire) ;
– absence de diffusion ;
– effet pharmacologique.



Surveillance : elle doit être extrêmement rigoureuse pour éviter les complications.
– Éventuelle diffusion.
– Circonférence du membre.
– Durée de pose maximum 24 h, en réalité quelques heures jusqu'à l'obtention d'une VVC.

Organigramme décisionnel de l'abord veineux chez l'enfant en urgence et au bloc opératoire.



Conditionnement pour un transport médicalisé

Transports médicalisés pédiatriques

Les transferts médicalisés s'adressent à des nouveau-nés ou à des enfants atteints d'une détresse vitale patente ou potentielle *(Tab. 1)*. Le principe général est la mise en condition optimale préalable, avant le transport, ainsi que la continuité de la chaîne des soins et de la surveillance au cours du transfert.

Tableau I Indications de transfert du nouveau-né

Classe 1	Nouveau-né > 32 SA et > 2 000 g RCIU modéré, risque infectieux théorique, ictère Retour dans la région d'origine
Classe 2	Nouveau-né > 34 SA et > 1 500 g RCIU, risque infectieux simple, détresse respiratoire modérée, malformation sans conséquences cliniques, troubles métaboliques traités Retour, examen complémentaire
Classe 3	< 32 SA ou < 1 500 g, détresse respiratoire, défaillance circulatoire, souffrance neurologique, infection

■ PROCÉDURE DE DÉCISION ET D'ORGANISATION

La décision de transfert est prise conjointement par la cellule de transfert et le régulateur du SAMU en adaptant au mieux les moyens aux besoins.

Le moyen de transport peut être aérien ou terrestre, un délai est possible ou non.

■ PROTOCOLES DE RÉGULATION SAMU ET RÉSEAU RÉGIONAL DE PÉRINATALITÉ (RÉSEAU AURORE)

En anténatal, départ systématique de l'équipe

- Accouchement prématuré < 30 SA.
- Hématome rétroplacentaire.
- Placenta prævia hémorragique.
- Hypotension maternelle sévère.
- Éclampsie.
- Procidence du cordon.
- Rupture utérine.
- Pédiatre d'astreinte présent ou non.

En postnatal, départ lors de l'appel

– Nouveau-né hypoxique avec $FiO_2 > 0{,}4$ pour $SpO_2 > 90$ % ; Silverman > 4.
– Troubles hémodynamiques : souffrance fœtale aiguë (SFA), cardiopathie, infection.
– Tout risque d'hypoglycémie : prématuré, hypotrophie, < 32 SA, < 1 500 g, nouveau-né de mère diabétique ou traitée par bêtabloquants.
– Tout nouveau-né avec malformation vitale : laparoschisis, omphalocèle.
– Tout nouveau-né anémique aigu ou chronique : incompatibilité fœtomaternelle, transfuseur-transfusé ou syndrome hémorragique.

Contre-indications au transport

– Situation gravissime non contrôlable : état prémortem, coagulopathie incontrôlable, entérocolite nécrosante majeure.
– Contre-indications temporaires : non-stabilisation d'une fonction vitale.

■ TRANSPORT NÉONATAL

– Dans le service demandeur : pathologies maternelles, dossier obstétrical.
– Évaluation de l'état de l'enfant : APGAR, température, glycémie.
– Port de vêtements stériles après nettoyage des mains et respect des règles d'asepsie.
– Informer les parents de l'enfant et faciliter le contact.

Check-list

– Voies aériennes : intubation sécurisée ventilation adaptée.
– Circulation : perfusion adéquate FC, PA, TRC corrects.
– Prothèses : VVP sécurisées, lignes de perfusion adéquates, SNG.
– Monitorage : scope, ECG, SpO_2 température cutanée glycémie capillaire.
– Équipement : réglage incubateur réserve air/O_2 batterie aspiration disponible.

Conditionnement

Contrôle de la ventilation : indications d'intubation

– Ventilation au ballon inefficace ou prolongée > 15 minutes.
– Nouveau-né suspect de hernie diaphragmatique (BDC à droite, abdomen déshabité).
– Liquide amniotique méconial et nouveau-né non vigoureux.
– Toute détresse respiratoire grave, SpO_2 basse, Silverman > 5.

Il existe depuis peu des OHF de transport particulièrement indiqués en cas d'hypoxémie réfractaire.

– Transport du nouveau-né à risque :
• incompatibilité fœtomaternelle symptomatique ;
• entérocolite ;
• nouveau-né sous prostine à pleine dose (cardiopathie congénitale ductodépendante, risques d'apnées) ;

• syndrome apnéique sévère ;
• devant un risque d'intubation durant le transport.

Matériel d'intubation spécifique au nouveau-né

– Avec une lame droite de Miller sans charger l'épiglotte.
– Sonde d'intubation sans ballonnet :
• n° 2,5 si poids < 1,5 kg ;
• n° 3 si 1,5 < poids < 3 kg ;
• n° 3,5 si poids > 3,5 kg.
– Repère à la racine du nez : 7 + 1 cm par kg de poids.

Sédation du nouveau-né pour l'intubation

– Rien : réanimation du nouveau-né, détresse vitale.
– Trois propositions si la détresse respiratoire est secondaire et la sédation nécessaire pour intuber en douceur et sans traumatisme :
• nalbuphine + midazolam ± atropine ;
• midazolam + kétamine ± atropine ;
• midazolam + fentanyl ± atropine.

Vérification

– Vérifier la bonne position de la sonde :
• repère et fixation soigneuse après auscultation et radiographie thoracique +++ ;
• inspection : expansion bilatérale du thorax.
– Mise en place d'une sonde gastrique en cas de ventilation et aspiration douce et régulière.
– Réglage du respirateur avec :
• une pression haute, P_{max} de 18 à 22 cmH_2O ;
• une pression basse, PEEP de 3 à 5 cmH_2O ;
• un temps inspiratoire (Ti) entre 0,35 et 0,5 ;
• un temps expiratoire en fonction du Ti et de la fréquence désirée.
– Régler la FiO_2 et les alarmes en adaptant à la clinique.
– Pour un nouveau-né à terme : 96 % > SpO_2 > 90 %.
– Pour un prématuré : 92 % > SpO_2 > 87 %.
– En cas de cardiopathie cyanogène : SpO_2 > 80 %.
– En cas de hernie diaphragmatique : SpO_2 > 88 % ; SpO_2[a] 80 % durant les 2 premières heures de vie.

Indications de perfusion

La perfusion est indiquée pour tout nouveau-né :
– instable ou possédant déjà une voie d'abord ;
– nécessitant un transfert > 45 minutes et ne pouvant être alimenté ou sucré par voie entérale ;
– hypoglycémique ne pouvant être resucré par voie orale ou SNG.

Voies d'abord

– Cathéter ombilical veineux :

• voie d'urgence et de réanimation ;
• 5 cm si pas de contrôle radiologique ;
• attention à la purge et à la coloration des membres inférieurs.
– VVP, voies d'exception : intraosseuse, sinus longitudinal, artères ombilicales.

Perfusions

– Glucosé 10 % : 3 ml/kg/h.
– Calcium si > 12 heures de vie.
– Adapter perfusion au contexte :
• restriction si détresse ;
• compensation si pertes par du NaCl 9 ‰.
– Soluté de remplissage :
• NaCl 9 ‰, de 5 à 10 ml/kg à renouveler ;
• albumine : utilisation exceptionnelle.

Surveillance du transport

– SpO_2, température cutanée ou rectale soigneuse avec les normes adéquates et l'incubateur, PA, FC, FR.
– Pressions d'insufflations, $PtcCO_2$ pour les longs trajets, importance de la surveillance lors des mobilisations.

Matériel particulier au transport de niveau 3 ou SAMU

– Une bouteille de NO (KINOX) avec manomètre.
– Le matériel de transillumination.
– Le matériel de drainage thoracique.
– Le détecteur de CO.
– La balise d'urgence.
– La logistique de communication : téléphone, radio.

Drogues particulières

– Prostine (alprostadil) α2 prostaglandine maintien temporaire de la perméabilité du canal artériel :
• IV PSE : débuter à 0,1 mg/kg/min, soit 1,2 ml/kg/h de la dilution selon la pathologie ;
• précautions : risque d'apnée, d'hyperthermie, de flush cutanés, d'hypotension artérielle en cas de bolus.
– Dopamine et dobutrex :
• dilution pour 1 ml = 1 mg,
• dans du G5 %,
• soit 1 ml/h = 16,7 mg/min à rapporter au poids (mg/kg/min).
– Surfactant : 2,5 ml/kg à injecter dans la sonde d'intubation en poussant de l'air avec la seringue.

Bilan

Un bilan doit être établi au départ et à l'arrivée au régulateur SAMU et dans le service.

■ PERSONNEL

L'équipe de transfert médicalisé comprend trois personnes : un médecin et un accompagnateur paramédical (IDE, sage-femme) et au moins un ambulancier spécifiquement formé selon les critères du cahier des charges de la DDASS.

■ CONCLUSION

Le transport périnatal doit être de qualité pour garantir la continuité des soins et réduire la morbidité. Le personnel doit tenir compte du désarroi des parents et savoir les réconforter. Ce transport est exigeant : il faut savoir anticiper, préparer, prévenir, en normothermie, avec une conduite la plus douce possible. L'improvisation avant de prendre l'air ou la route est bannie.