
ORTHOPEDIE PEDIATRIQUE: LE POINT DE VUE DE L'ANESTHESISTE



THIERRY PIROTTE

 **UCLouvain**

Ce manuel est réalisé par le **Service d'orthopédie des Cliniques universitaires Saint-Luc** (Bruxelles-Woluwe), UCL-Faculté de médecine et de médecine dentaire, 50, Avenue E Mounier - B-1200 Bruxelles.



Cet article est diffusé sous licence Creative Commons :
Attribution - Pas d'utilisation commerciale - Partage dans les mêmes conditions (CC BY-NC-SA)

INFORMATIONS CLEFS

- L'anesthésie d'un enfant tient compte de ses particularités anatomiques, physiologiques et psychologiques.
- Les incidents respiratoires sont plus fréquents chez le jeune enfant mais sont contrôlés par l'expérience de l'anesthésiste.
- La prise en charge de la douleur périopératoire est optimisée par la combinaison d'une anesthésie générale et de techniques d'anesthésies locorégionales.
- Des connaissances pharmacologiques (AL) et techniques (blocs nerveux sous échographie) sont nécessaires.

L'anesthésiste qui endort un enfant pour une chirurgie orthopédique se trouve face à divers défis. Ces patients, dont le poids varie de 3 kg à 100 kg, sont en constante évolution tant au point de vue physiologique que psychologique. Les chirurgies vont de mineures (en ambulatoire) à extrêmement lourdes (cure de scoliose). L'état de santé préalable de l'enfant, les pertes sanguines et la douleur postopératoire doivent être pris en charge méticuleusement. Ce chapitre comprendra 3 parties : l'anesthésie de l'enfant en général, les spécificités de prise en charge en orthopédie pédiatrique et quelques exemples.

ANESTHÉSIE DE L'ENFANT**PARTICULARITES PSYCHOLOGIQUES**

Le niveau d'anxiété des enfants est variable mais souvent élevé : nouvel environnement, faim, séparation parentale, anticipation de la douleur, peur du réveil peropératoire,... Les facteurs favorisants sont le jeune âge (entre 1 et 5 ans), la personnalité réservée, peu ou trop d'expérience dans le milieu médical et le stress parental (1). Une anxiété périopératoire peut avoir des effets néfastes à long termes : majoration de la douleur, angoisse de séparation, cauchemar et agressivité (2).

Il y a lieu de préparer enfant et parents à cette expérience par des livres, vidéos, visites virtuelles ou autres. La présence parentale (à l'induction et au réveil) est un des moyens non médicamenteux les plus efficaces pour prévenir l'anxiété de l'enfant (3). Les techniques de distraction ou d'hypnose conversationnelle offrent des résultats souvent positifs de par l'imaginaire débordant des enfants. Les prémédications médicamenteuses per os sont le midazolam (0,5mg/kg), le prazépam (1 goutte/année d'âge) ou la clonidine (1-2ug/kg).

Chez le jeune enfant, l'induction de l'anesthésie se fait classiquement au masque (gaz halogénés) afin d'éviter le stress et la douleur lié à la perfusion intraveineuse. Lors de cette phase d'endormissement par inhalation, le cerveau de l'enfant passe par une phase d'excitation avant d'atteindre celle de relaxation. Cette phase d'excitation est critique car, tout en étant inconscient,

l'enfant devient tachycarde, présente des mouvements incontrôlés et modifie le tonus de ces muscles pharyngés (ronflement, tirage, tachypnée).

Toute stimulation (mobilisation, déshabillage, examen clinique, retrait de plâtre) risque de provoquer une obstruction des voies respiratoires ou un laryngospasme qui, sans perfusion en place, peut rapidement évoluer vers une hypoxie, une bradycardie ou un arrêt cardiaque.

PARTICULARITES PHYSIOLOGIQUES

Au niveau respiratoire, l'anatomie du jeune enfant (grosse langue, hypertrophie du palais mou, larynx conique, cou court) le rend plus prompt aux obstructions. Les réserves en oxygène en cas d'apnée ou d'obstruction sont fortement réduites, augmentant les incidents de désaturation. Une étude de 1996 a montré que les nourrissons (< 1 an) pré-oxygénés désaturent de 100% à 90% en 2 minutes d'apnée alors qu'il faut plus de 4 minutes aux enfants de 3 à 8 ans (4). Malgré une re-ventilation efficace, 80% des nourrissons continuent à désaturer jusqu'à une SpO₂ < 80% alors que cela ne se produit que chez 15 % des enfants. Le choix de taille et de la technique d'insertion du tube endotrachéal est délicat et majore le risque d'œdème de glotte. Les infections des voies respiratoires (IVR) sont fréquentes. Souvent virales, les IVR même légères (rhinites, pharyngites) entraînent une hypersensibilité des VR inférieures pouvant durer plusieurs semaines (5). Cette hypersensibilité augmente le risque de laryngospasme, de bronchospasme et de désaturation.

Au niveau cardiovasculaire, les paramètres de l'enfant sont fort différents de l'adulte (**Tableau 1**). La tension artérielle (TA), plus basse chez le jeune enfant, est fortement dépendante de la fréquence cardiaque. Toute bradycardie qu'elle soit d'origine vagale, hypoxique ou arythmique doit être traitée afin d'assurer un débit cardiaque adéquat. Alors que 80 battements par minute est une fréquence normale chez le grand enfant, elle représente une bradycardie extrême chez un nourrisson. La TA moyenne chez un nourrisson est, en mmHg, équivalente aux semaines postconceptionnelles (45 sem PC = TAM 45mmHg). La TA systolique normale



AGE	FC	TA	FR
1 mois	135	60/35	40
1 an	110	75/45	30
2 ans	100	85/50	25
6 ans	90	95/55	20
12 ans	80	110/60	15

Nourissons: FC 80/min=bradycardie extrême; FR 15/min=bradypnée anormale
 Enfants: TA systolique minimale=70+ (2xâge)

Tableau 1: évolution des paramètres cardio-respiratoires habituels en fonction de l'âge. FC : fréquence cardiaque par minute, TA : tension artérielle systolique et diastolique, FR : fréquence respiratoire par minute.

chez l'enfant au-delà de 2 ans est de 90mmHg + (2x âge en années) avec un minimum toléré de 70mmHg + (2x âge en années).

Le volume sanguin circulant évolue rapidement d'une canette de 33cl à la naissance à 3-4 litres chez l'adolescent (**Tableau 2**). Ce volume, combiné à l'hémoglobine (Hb) préopératoire permet une estimation la perte de sang maximale acceptable. Si un enfant a 12g/dl d'Hb et que l'on tolère une Hb minimale de 8g/dl, cela représente une réduction ou perte de 1/3 de son volume sanguin.

AGE	VOLUME SANGUIN (ML/KG)	EXEMPLES ET ESTIMATIONS (HB DÉPART À 12 G/DL)		
		POIDS (KG)	VOLUME SANGUIN (ML)	PERTE DE SANG MAXIMALE* (ML)
prématuré	95	2	200	65
1 mois	90	5	450	150
1 an	80	10	800	270
2 ans	75	13	1000	330
6 ans	70	20	1400	470
12 ans	70	35	2500	830

Tableau 2: volume sanguin circulant en fonction de l'âge. Exemple, pour chaque catégorie d'âge, du volume sanguin et de la perte de sang maximale entraînant une chute d'hémoglobine de 12 à 8 g/dl (*).

Les pertes thermiques sont augmentées chez le jeune enfant, conséquence d'un rapport de surface corporelle/poids accru. Étant donné que l'hypothermie peut entraîner bradycardie, retard de réveil, pertes de sang majorées et risque d'infection accru, il y a lieu de tout mettre en œuvre pour la prévenir: réchauffement de la salle d'opération, lampe chauffante, matelas à air chaud, réchauffeur de liquides.

RISQUES ET PRÉVENTION

Les incidents cardiopulmonaires peropératoires sont largement majorés chez les jeunes enfants (6)(**Tableau 3**). L'incidence de l'arrêt cardiaque reste limitée, variant de 3 à 7/10.000 des anesthésies en général mais pouvant être multipliée par un facteur 10 chez le nourrisson.

Une expérience complémentaire en pédiatrie semble être requise pour la prise en charge des enfants de moins d'1 an. Une large étude européenne a montré que chaque année d'expérience supplémentaire pouvait réduire la survenue de complications cardiopulmonaires de 1 à 2% (7). L'âge de 3 ans ressortait comme limite en-dessous de laquelle l'anesthésiste devrait avoir une formation spécifique. L'évaluation préopératoire joue un rôle crucial dans la prévention des risques anesthésiologiques. Idéalement réalisée 2 à 6 semaines avant l'intervention, cette consultation permet d'avoir une vue globale de l'état de santé de l'enfant en relation avec l'intervention planifiée. Une attention toute particulière est donnée aux points suivants:

- **Risque d'obstruction respiratoire** : hypertrophie amygdalienne, trisomie 21, obésité, achondroplasie, cushing,...
- **Risque d'intubation difficile** : syndrome de Pierre-Robin, Goldenhar, Treacher-Collins ou Crouzon, arthrogrypose, mucopolysaccharidose,...
- **Perfusion difficile** : obésité, arthrogrypose, ichtyose, syndrome de Prader-Willi,...
- **Fragilité des tissus et risque de saignement** : ostéogénèse imparfaite, épidermolyse, syndromes d'Ehlers-Danlos, Marfan et troubles de l'hémostase
- **Risque d'hyperthermie maligne ou d'hyperkaliémie (gaz anesthésiant)** : myopathies congénitales et dystrophies musculaires (Duchenne).

INCIDENTS PEROPÉRATOIRES		RISQUE RELATIF <1 AN VS >8 ANS
Respiratoires	Laryngospasme	X4
	Hypoxie	X5
	Bronchospasme	X10
	Intubation bronchique	X15
Cardiaques	Bradycardie	X2
	Arrêt cardiaque	X3

Tableau 3: majoration du risque de complications cardio-respiratoire chez le nourrisson par rapport au grand enfant (6).

TYPE D'ALIMENT	DÉLAI RECOMMANDÉ
Repas gras	8 heures
Repas léger	6 heures
Lait artificiel 2ème âge	6 heures
Lait maternel ou 1er âge	4 heures
Liquides clairs 10-15ml/kg	2 heures
Liquides clairs 3-5ml/kg*	1 heure

*: recommandations récentes permettant une hydratation tardive mais limitée en volume [9]

Tableau 4: règles pour le jeûne préopératoire.

Le jeûne préopératoire permet également de limiter les risques de régurgitation et d'inhalation. Un équilibre entre réduction du risque et confort de l'enfant doit néanmoins être trouvé (8). Les dernières recommandations évoluent vers une hydratation, à volume limité, jusqu'à 1 heure avant l'anesthésie (9)(**Tableau 4**). Les liquides clairs sont des liquides translucides non gazeux et sans pulpe (eau, grenadine, jus de pomme, thé).

A la suite à cette consultation d'anesthésie, la programmation des chirurgies électorives est parfois adaptée afin de répondre à un délai raisonnable réduisant les risques périopératoires (**Tableau 5**). Une infection des voies respiratoires (IVR) avec température > 38°, rhinorrhée purulente, toux grasse ou apathie entraîne un report d'une chirurgie électorive. Ce report est de 2 semaines mais peut monter à 4 à 6 semaines en cas de spasticité bronchique.

EVENEMENTS	DELAI D'ATTENTE	ARGUMENTS
Vaccin « inactivé »	2 à 3 jours	Complication rare des vaccins / hyperthermie
Vaccin « atténué »	2 à 3 semaines	
Infection des VR supérieures	2 semaines	Majoration des complications respiratoires
Phytothérapie	2 semaines	Effet possible sur l'hémostase et la sédation
Varicelles	2 à 3 semaines	Contagion / immunosuppression (infection de cicatrice)
Infection des VR inférieures (bronchiolite, spasticité)	4 à 6 semaines	Majoration des complications respiratoires
Covid +	6 semaines	Complications respiratoires et thrombo-emboliques*

Tableau 5: le délai de planification des interventions électorives afin de réduire les risques périopératoires. « inactivé » = Diphtérie-tétanos-coqueluche, poliomyélite, méningite C, « atténué » = rougeole-rubéole-oreillons, BCG (tuberculose). VR : voies respiratoires, * : données adultes

CHIRURGIE AMBULATOIRE

Près de 70% des chirurgies chez l'enfant se font actuellement en ambulatoire. Pour la chirurgie orthopédique, une attention toute particulière est portée sur la douleur postopératoire. Cette douleur doit pouvoir être gérée par les parents à domicile avec des antidouleurs de palier 1 (paracétamol, AINS) ou 2 (tramadol, Valtran®). Plus globalement, les critères de sélections pour la chirurgie ambulatoire pédiatrique sont :

- Nourrisson de minimum 3 mois (6 mois si prématuré)
- Enfant ASA 1 ou 2
- Chirurgies d'une durée maximale de 90 à 120 minutes
- Perte de sang estimée < 10% du volume sanguin circulant
- Douleur postopératoire faible à modérée
- **Social** : compréhension, hygiène, trajet domicile < 60 minutes

INSTALLATION ET UTILISATION D'UN GARROT

Les chirurgies orthopédiques requièrent l'installation des enfants dans diverses positions. Il en est de la responsabilité des anesthésistes, chirurgiens et infirmières de veiller à éviter toute traction ou compression nerveuses (plexus brachial, nerf ulnaire ou fibulaire, globe oculaire). Une certaine ingéniosité et débrouillardise sont nécessaires pour adapter tables et appuis aux différents gabarits des enfants. Le maintien de la température corporelle de l'enfant est primordial lors de cette période d'installation.

L'utilisation d'un garrot pneumatique est associée chez l'enfant à un taux de complication plus élevé que chez l'adulte (10). La faible masse musculaire, la fragilité des tissus mous et l'utilisation de pressions trop importantes semblent en être la cause. Afin de déterminer la pression de gonflage, certains opérateurs se basent sur la TA de l'enfant et la multiplient par un facteur 2. Cette attitude déjà prudente peut être améliorée en déterminant la « pression d'occlusion du flux artériel ». Le garrot est gonflé progressivement jusqu'à disparition du pouls (saturomètre placé au niveau du doigt ou de l'orteil). A cette valeur, on rajoute 50 ou 75mmHg en fonction que la TA systolique de l'enfant soit en-dessous ou au-dessus de 120mmHg (11). Pendant l'intervention, l'anesthésiste communique toutes les réactions hémodynamiques (tachycardie, hypertension) au chirurgien.



GESTION DE LA DOULEUR

Une prise en charge multimodale de la douleur est conseillée en per- et postopératoire. Divers antidouleurs sont utilisés simultanément afin d'obtenir synergie ou effet potentialisateur tout en minimisant les effets secondaires de chacun. Les morphiniques induisent, de manière souvent dose-dépendante, des effets secondaires néfastes pour l'enfant et l'organisation des soins : nausées, vomissements, sédation, somnolence, apnée, retard de réalimentation et sortie retardée. Toute technique permettant une réduction des morphiniques est donc conseillée. L'utilisation d'anesthésiques locaux pour l'infiltration chirurgicale ou pour la réalisation de blocs nerveux par l'anesthésiste est encouragée.

ANESTHÉSIIQUES LOCAUX : CARACTÉRISTIQUES ET TOXICITÉ

Les anesthésiques locaux (AL) sont métabolisés par le foie (cytochrome P450) et peuvent être classés par leur durée d'action plutôt courte (lidocaïne) ou longue (ropivacaïne, L-bupivacaïne). Les AL de longue durée ont une fixation protéique élevée (alpha-1-glycoprotéine) et seule leur fraction libre non fixée participe à leur toxicité. Jusqu'à l'âge de 6 mois à 1 an, le taux de cette protéine est largement réduit par rapport à l'adulte. Le risque de toxicité est donc fortement majoré dans cette tranche d'âge (12,13).

A faible concentration plasmatique, les signes de toxicité sont modérés et principalement neurologiques : paresthésie, vertiges, goût métallique, dysarthrie. A plus haute concentration, les signes neurologiques sévères apparaissent (coma, convulsion) ainsi que les signes cardiovasculaires (arythmies, collapsus cardiovasculaire).

La lidocaïne a tendance à provoquer bradycardie, hypotension artérielle et dépression myocardique ; alors que la ropivacaïne et L-bupivacaïne plutôt des arythmies ventriculaires avec fibrillation. Chez l'enfant, la plupart des infiltrations et blocs sont réalisés sous anesthésie. Les premiers signes seront donc directement cardiovasculaires ou neurologiques sévères. Les attitudes suivantes participent à la prévention de cette toxicité :

- s'assurer de la bonne oxygénation et ventilation de l'enfant
- identifier les patients à risque (< 1 an, insuffisance hépatique)
- calculer la dose maximale d'AL pour le poids (Tableau 6)

- utiliser la concentration minimale efficace pour l'âge
- utiliser le volume minimal (bloc sous échographie)
- utiliser une solution d'AL adrénalinée (sauf contre-indication)
- injecter lentement et de manière fractionnée
- aspirer régulièrement (reflux de sang?)
- détecter l'injection intravasculaire (dose test et/ou échographie)

AL	DOSE MAXIMALE (MG/KG)	CONCENTRATION CHEZ L'ENFANT	VOLUME MAXIMAL
lidocaïne	5	2%	0.25 ml/kg
		1%	0.5 ml/kg
scandicaïne	5	1%	0.5 ml/kg
bupivacaïne	2.5	0.25%*	1 ml/kg
L-bupivacaïne	2.5	0.25%*	
ropivacaïne	2.5	0.2%	

Tableau 6: les anesthésiques locaux : doses maximales et calcul de volume chez l'enfant. AL : anesthésique local, * : dilution d'une solution à 0,5%.

Les solutions d'AL adrénalinées (1/2-400.000) provoquent des signes cardiovasculaires mineurs précocement (onde T pointue, tachycardie) et vasoconstrictent légèrement les tissus environnants ce qui réduit la résorption et prolonge la durée d'action. Elles sont néanmoins contre-indiquées au niveau des extrémités : doigts, orteils, verge et visage. La réalisation de blocs sous échographie permet de réduire la toxicité des AL par visualisation de leur diffusion, réduction de leur volume et détection précoce des injections intravasculaires accidentelles. En cas de toxicité suspectée ou avérée, il y a lieu de suivre un protocole de prise en charge spécifique (Figure 1). L'Intralipid 20% est une émulsion lipidique qui forme en intravasculaire un appel lipophile pour les AL liposolubles circulants. Cette fixation permet de rapidement faire chute la concentration d'AL libre (fraction toxique)(14).

LES ANESTHÉSIES LOCORÉGIONALES

Les techniques d'anesthésie locorégionale (ALR) ou « blocs nerveux » sont divisées en ALR périphériques ou ALR centrales (périmédullaires)(15). Tandis que les ALR centrales se situent toutes au niveau du rachis, les ALR périphériques vont des membres supérieurs aux membres inférieurs en passant par la face et la paroi abdominale. Le choix du type de bloc dépendra de la chirurgie mais également de l'état de santé de l'enfant. L'idéal est une technique simple et peu risquée qui offre une analgésie de la totalité de la zone opérée. Depuis une quinzaine d'année, les techniques de localisation des plexus nerveux et des nerfs périphériques ont évolué de la neurostimulation électrique au repérage échographique. Les avantages principaux en sont une réduction du volume d'AL injecté, un taux de succès augmenté et une moindre toxicité. Contrairement à l'adulte, les blocs sont habituellement réalisés sous anesthésie chez l'enfant. Cette manière de travailler est plus confortable et réduit le risque de lésions nerveuses grâce à l'immobilité de l'enfant (16). Dans une très large cohorte de 100.000 ALR pédiatriques, aucun déficit neurologique permanent n'a été décrit (12). Les déficits transitoires avaient une incidence de 2,4/10.000 avec une prédominance sensitive et une résolution spontanée en quelques semaines à quelques mois. L'incidence de toxicité aux AL était de 0,76/10.000.

1. Les blocs nerveux périphériques

Les AL sont injectés à l'aide d'aiguilles non traumatiques autour des plexus nerveux ou nerfs périphériques. L'apport de l'échographie a été majeur en terme de localisation, de précision et de contrôle de la diffusion de l'AL (Figure 2). Au niveau du bras, l'anesthésie est habituellement réalisable par une infiltration unique (plexus brachial) alors que la jambe nécessite plusieurs infiltrations (plexus lombaire et sacré). La durée du bloc nerveux dépend du type d'AL, de sa concentration et des adjuvants utilisés. Chez l'enfant, une injection unique offre globalement une analgésie de 8 à 18 heures.

Si une analgésie de plus de 24 heures est souhaitable, un cathéter périnerveux est placé permettant une infusion continue d'AL pendant 48 à 72 heures (Figure 3). Le débit d'AL infusé est de l'ordre de 0,5ml/année d'âge/h. Ce volume est adapté en fonction des scores de douleur soit par l'infirmière avant 8 à 10 ans (NCA : nurse controlled analgesia - modification de débit), soit par l'enfant après 8 à 10 ans (PCA : patient controlled analgesia - auto-administration de bolus).

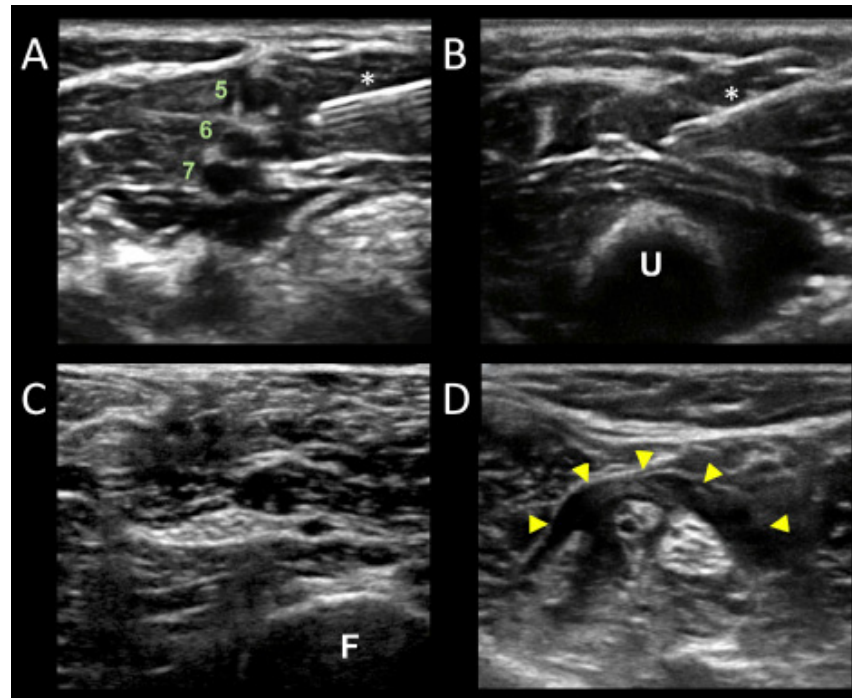


Figure 2: visualisation et infiltration des plexus et nerfs périphériques par échographie. A : Bloc interscalénique, B : Bloc du nerf ulnaire, C : Nerf sciatique sous la fesse, D : Bloc sciatique poplité (composantes fibulaire et tibiale infiltrées). 5-6-7 : racines C5, C6 et C7 (ronds noirs), * : aiguille, U : ulna, F : fémur, triangles jaunes : anesthésique local



Figure 3: cathéter infraclaviculaire (plexus brachial) dans le cadre d'une chirurgie majeure de l'avant-bras.

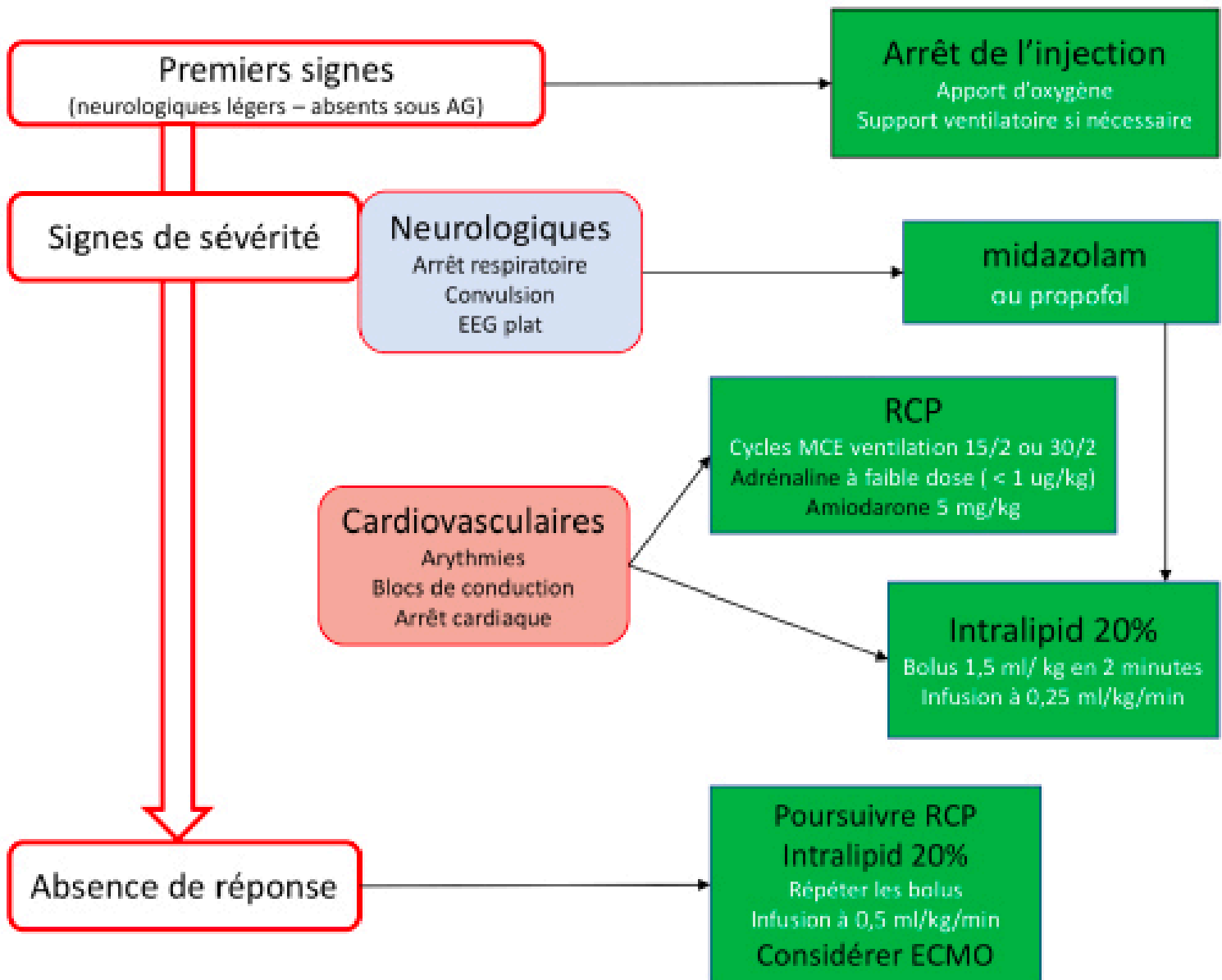


Figure 1: algorithme de traitement des intoxications aux anesthésiques locaux chez l'enfant.

AG : anesthésie générale, EEG : électroencéphalogramme, RCP : réanimation cardiopulmonaire, MCE : massage cardiaque externe . ECMO : extracorporel membrane oxygénation

• Le membre supérieur

Il est possible d'endormir l'épaule, le bras ou la main (Figure 4). Le bloc interscalénique endort l'épaule et est réalisé de manière très prudente afin d'éviter toute lésion des racines C5-7 ; une paralysie phrénique est fréquente. Le bloc supraclaviculaire, infraclaviculaire et axillaire endort le coude, l'avant-bras et la main. Le bloc axillaire est le plus simple à réaliser (Figure 5). Le bloc de poignet endort la main mais nécessite plusieurs ponctions distinctes (nerfs médian, ulnaire et rameaux radiaux). Les cathéters peuvent être placés au niveau interscalénique, infraclaviculaire et parfois axillaire.



Figure 5: bloc échoguidé du plexus brachial au niveau axillaire.

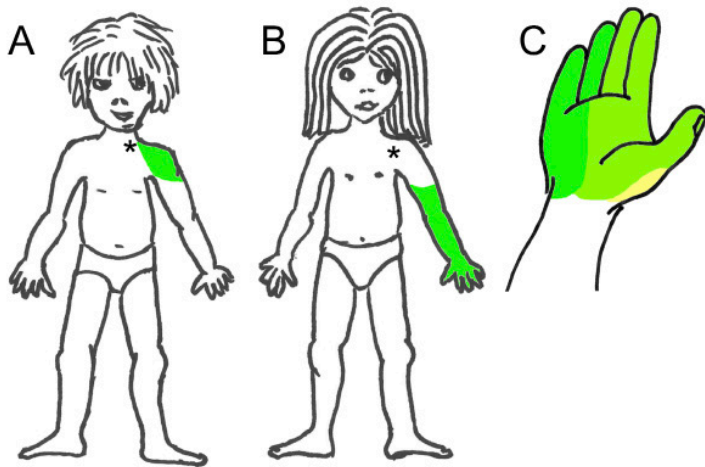


Figure 4: Les blocs du membre supérieur. Les zones analgésiées apparaissent en vert. A : bloc interscalénique, B : bloc axillaire, supra- ou infraclaviculaire, C : bloc du poignet. * : zone de placement des cathéters à infusion continue.

• Le membre inférieur

Il est possible d'endormir la jambe, la cuisse ou le pied (Figure 6). Le bloc sciatique poplité (ou sous-glutéal) endort la quasi-totalité de la jambe et la partie postérieure du genou. Il est simple à réaliser et fait partie des blocs les plus fréquents chez l'enfant. Le bloc fémoral endort la partie antérieure de la cuisse et du genou. Il provoque une relaxation du quadriceps qui réduit douleur et spasme mais empêche parfois la déambulation précoce. Le bloc de cheville endort le pied mais nécessite plusieurs ponctions distinctes (nerfs tibial, saphène, fibulaire profond et superficiel). L'anesthésie de la hanche reste complexe et nécessite le bloc de différents nerfs : fémoral, fémoro-cutané latéral, obturateur et parfois sciatique. Pour cette raison, le choix se porte encore régulièrement vers une anesthésie péridurale pour les chirurgies de hanche chez l'enfant. Les cathéters peuvent être placés au niveau sciatique et fémoral.

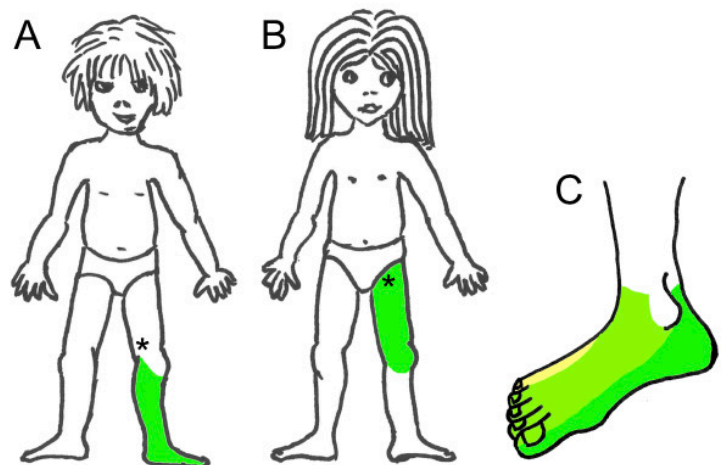


Figure 6: les blocs du membre inférieur. Les zones analgésiées apparaissent en vert. A : bloc sciatique, B : bloc fémoral, C : bloc de la cheville. * : zone de placement des cathéters à infusion continue.



Les blocs nerveux centraux

Les AL sont injectés à l'aide d'aiguilles spécifiques en périmédullaire dans l'espace péridural ou sous-arachnoïdien (Figure 7). Vu la proximité de la moelle épinière, une attention toute particulière est apportée à la stérilité et aux troubles de coagulation. Le passage inter-épineux vertébral se fait par palpation, l'échographie de repérage pouvant aider en cas de difficultés (obésité, scoliose). L'hypotension artérielle est moins fréquente que chez l'adulte. Les abcès ou hématomes périduraux sont rarissimes.

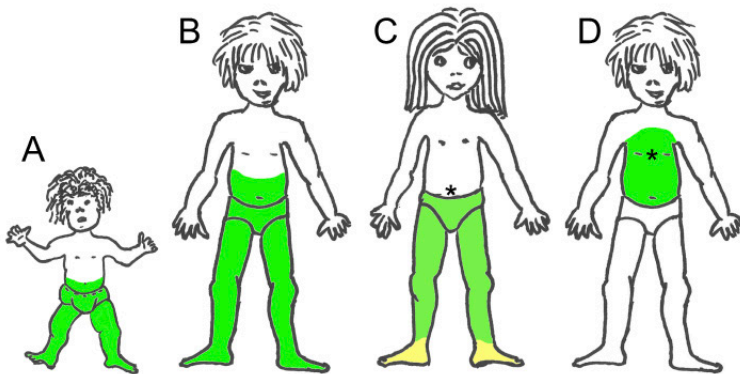


Figure 7: les blocs centraux. Les zones endormies sont coloriées en vert. A : anesthésie caudale, B : rachianesthésie, C : péridurale lombaire, D : péridurale thoracique. * : possibilité de placement d'un cathéter à infusion continue.

• La rachianesthésie

Un volume de 0,5 à 2,5ml d'AL est injecté dans l'espace intrathécal (LCR) offrant une anesthésie chirurgicale de 45 à 90 minutes. L'analgésie postopératoire reste limitée et inférieure à 3-4 heures. Certaines équipes utilisent cette technique chez les nouveau-nés (cure d'hernie inguinale) et chez l'adolescent (arthroscopie du genou, fracture de cheville, chirurgie du pied). Globalement cette technique est peu utilisée chez l'enfant. Lors de mission en pays en voie de développement, la rachianesthésie est néanmoins une belle alternative à l'AG vu le manque de matériel et de surveillance (Figure 8).

• L'anesthésie caudale

Il s'agit d'une anesthésie péridurale par l'hiatus sacré entre le sacrum et le coccyx. Cette technique est réservée aux enfants de moins de 6 ans (20kg). Elle offre une anesthésie chirurgicale de l'ombilic aux orteils d'une durée de 2 heures. En orthopédie, elle est envisagée pour les chirurgies mineures à modérées des hanches ou du fémur surtout si c'est un geste bilatéral. L'analgésie postopératoire reste limitée à 4 à 6 heures.



Figure 8: jeune enfant opéré sous rachianesthésie à Tanguiéta au nord du Bénin.

• L'anesthésie péridurale

Un cathéter péridural est placé au niveau des dermatomes concernés par la chirurgie. Il est placé au niveau lombaire pour les chirurgies de bassin, de hanches et des jambes. Les racines sacrées (pieds) sont souvent plus difficiles à atteindre avec une péridurale (Figure 7 - C). Le cathéter péridural peut également être placé, par le chirurgien, au niveau thoracique pour les cures de scoliose (1 ou 2 cathéter selon le nombre de niveaux opérés). L'analgésie par péridurale sera utilisée en per- et en postopératoire pour 2 à 3 jours. Une infusion continue d'AL à 0,2ml/kg/h est utilisée avec une possibilité d'adaptation du débit par l'infirmière (NCA) en-dessous de 8 ans et des bolus auto-administrés (PCA) à partir de 8 à 10 ans. Un sondage urinaire est conseillé pour les péridurales lombaires chez les enfants immobilisés ou ayant des difficultés de communication. En l'absence de sondage urinaire, un protocole d'arrêt de la péridurale pendant 2 heures permet habituellement de lever le globe urinaire. Les cathéters périduraux de petit calibre (< 2-3 ans) présentent plus de complications mécaniques (fuites, plicatures, déconnexion). En cas de déconnexion récente (<2 heures), le cathéter peut être désinfecté et reconnecté. En cas de température postopératoire modérée sans signes de sepsis (frissons,...), l'analgésie péridurale peut être poursuivie 24 heures à condition que le point de ponction ne présente ni rougeur ni signes d'infection.

Précautions après les blocs nerveux

Vu l'efficacité marquée des blocs nerveux, il est impératif de prévoir le « réveil du bloc » au risque de voir l'enfant devenir très douloureux quelques heures après et parfois à domicile. L'heure de fin d'analgésie est calculée en fonction du type bloc et des produits utilisés. Les antidouleurs sont prescrits et administrés avant la levée du bloc. Une alternance de paracétamol et d'AINS est prescrite à heures fixes et un antalgique de palier 2 (tramadol) est prescrite au besoin.

En cas d'utilisation d'un cathéter à infusion continu, il est impératif de disposer d'une équipe de soins disponible 24h/24 et 7 jours/7. Les problèmes mécaniques, tels que plicature, fuite ou retrait accidentel doivent être pris en charge rapidement afin d'assurer une analgésie de qualité sur toute la période postopératoire.

GESTION DES SAIGNEMENTS

Pour les chirurgies majeures, le volume de perte de sang maximal est calculé lors de la consultation préopératoire en tenant compte de l'Hb de départ, l'Hb minimale tolérée et le volume sanguin circulant de l'enfant (**Tableau 2**). Les pertes de sang sont difficiles à quantifier chez le jeune enfant. Le sang perdu est épongé par les compresses plutôt que d'arriver dans le pot d'aspiration. Peu d'équipes pèsent les compresses pour estimer ces pertes. L'enfant hypovolémique ne va que tardivement devenir tachycarde ou chuter sa TA, il y a donc lieu d'être fort attentif.

Les compensations volémiques se font par des cristaalloïdes (Plasmalyte®) ou des colloïdes (Volulyte®). La limite de transfusion est de 7,5 à 8 g/dl comme chez l'adulte sain. En cas de saignement prévisible, comme lors des cures de scoliose, un antifibrinolytique (acide tranexamique 15mg/kg) est utilisé en prévention. Un récupérateur de sang (cell saver) permet de réduire les besoins transfusionnels de banque de sang bien qu'il ne soit réellement efficace qu'à partir d'un poids de 10 à 15 kg.

EMBOLIE GRAISSEUSE

La moelle osseuse hématopoïétique des jeunes enfants fait que l'embolie graisseuse est très rare avant l'âge de 10 ans (17). Elle peut survenir lors des fractures, des enclouages centromédullaires et des techniques d'allongement de membres. Sa survenue est néanmoins précoce, parfois dès le lâché du garrot (18). La symptomatologie est plus floue que chez l'adulte avec agitation, détresse respiratoire et déclin neurologique (19).

SYNDROME DES LOGES

La symptomatologie du syndrome des loges chez l'enfant est l'agitation, l'anxiété, la majoration des besoins en antalgique ou l'inefficacité brusque d'un bloc nerveux (20). La prévention est un examen clinique méticuleux du membre dès les premiers symptômes. Il n'y a actuellement pas de preuve qu'une technique d'ALR même avec une infusion continue sur cathéter puisse masquer un syndrome des loges (21). Plusieurs diagnostics rapides de syndrome des loges ont été réalisés chez des enfants qui avait un cathéter périnerveux fonctionnel tant au niveau du membre inférieur que supérieur (22,23). Chez les enfants à risque, il est néanmoins conseillé d'utiliser des AL à faible concentration et sans additifs. En cas de douleur, aucune ré-injection dans le cathéter péri-nerveux ne sera effectuée sans examen clinique préalable du membre.

PATHOLOGIES ET PRISES EN CHARGE ANESTHÉSIIQUES

PIED BOT

La ténotomie est réalisée sous AG en respiration spontanée au masque facial avec une utilisation prudente de morphiniques afin d'éviter les apnées. Une surveillance hospitalière avec monitoring d'apnée est nécessaire si le nourrisson a moins de 3 mois à terme (ou 6 mois en cas de prématurité). En cas de cure chirurgicale, l'anesthésie combine une AG avec la pose d'un cathéter sciatique poplité qui sera maintenu 48 heures. Les alternatives sont l'anesthésie caudale (durée d'action trop courte) ou le cathéter péri-dural (risque de globe urinaire et efficacité limitée au niveau des pieds).

LUXATION CONGÉNITALE DE HANCHE

L'arthrographie et la pose de plâtre pelvipédieux se fait sous AG. L'intubation est recommandée chez le jeune enfant au vu de la mobilisation en décubitus ventral. Une attention particulière est portée au maintien de la température du patient. En cas de cure chirurgicale, l'association d'une AG et d'un cathéter péri-dural lombaire est fréquente. Les pertes sanguines sont contrôlées par des prélèvements sanguins peropératoires sur une seconde perfusion ou une jugulaire externe. La pose d'une ligne artérielle ou d'une voie centrale n'est habituellement pas nécessaire.



FRACTURES ET TRAUMATISMES

Les enfants douloureux ont tous une gastroparésie relative suite à la douleur, au stress ou aux morphiniques reçus. Les règles de jeûne classiques ne sont plus valables et attendre ne garantit pas une vacuité gastrique. L'échographie gastrique peut guider l'anesthésie qui restera prudent et adaptera sa technique d'induction et d'intubation. Les blocs nerveux périphériques peuvent être réalisés en accord avec le chirurgien selon le besoin d'évaluation fonctionnel postopératoire.

EPIPHYSIOLYSE

L'épiphysiodèse de hanche concerne souvent les adolescents obèses. La gastroparésie, le syndrome d'apnée du sommeil, les difficultés de perfusion et d'intubation seront anticipés par l'anesthésiste. L'analgésie de la hanche n'est pas facile à obtenir et nécessite l'infiltration de différents nerfs (fémoral, obturateur,...). Une alternative plus simple est l'infiltration cutanée par le chirurgien.

PECTUS EXCAVATUM

Si une cure chirurgicale par placement d'une barre de Nuss est envisagée, une analgésie de bonne qualité est indispensable. La péridurale thoracique reste un des moyens les plus efficace chez ces adolescents. Lors du retrait de la barre, il est préférable de contrôler le geste par thoracoscopie afin d'éviter toutes lacérations pulmonaires (24).

SPASTICITÉ DES MEMBRES INFÉRIEURS

Certains enfants présentant une infirmité motrice cérébrale nécessitent un traitement de leur spasticité par ostéotomies et transferts tendineux multiples. L'association d'une péridurale lombaire à l'AG leur est bénéfique afin d'offrir analgésie et relaxation musculaire. La pose du cathéter péridural est délicate en cas de scoliose. Le sondage urinaire est nécessaire si la communication avec l'enfant est limitée (plainte en cas de globe urinaire ?). Les spasmes musculaires persistants sont traités par de petites doses de benzodiazépines (diazepam).

SCOLIOSE

Une correction ou stabilisation par corset plâtré peut nécessiter des anesthésies répétées chez de jeunes enfants. Pendant cette procédure, la stimulation est parfois marquée (traction) et la ventilation affectée (plâtre compressif avant création de la fenêtre abdominale). L'enfant doit être bien réveillé avant d'être extubé car le corset plâtré empêchera un accès au thorax, une mobilisation en décubitus latéral et parfois une réintubation (corset avec appui occipital).

Lors du traitement chirurgical de scoliose, un monitoring peropératoire par potentiel évoqué affecte de manière importante l'anesthésie : il contre-indique l'utilisation des curares, des gaz halogénés, des benzodiazépines et des alpha-2-agonistes (clonidine). Ceci donne peu de marge de manœuvre aux anesthésistes qui doivent recourir à de hautes doses de morphiniques (sufentanyl, remifentanyl).

Les saignements sont souvent importants avec comme facteurs de risque les scolioses non-idiopathiques, les déformations majeures (Cobb > 50°), la dénutrition, la durée et l'étendue de la chirurgie (> 8 niveaux) (25,26). L'utilisation d'antifibrinolytiques (acide tranexamique) diminue ces pertes de sang et la récupération sanguine (cell saver) réduit le volume de transfusion de banque de sang (27,28). Exiger une hypoTA contrôlée est peu efficace et peut entraîner une hypoperfusion des organes et donc de la moelle épinière. Les gestes chirurgicaux entraînant de fortes compressions sur la colonne entraînent chez les plus jeunes enfants une gêne majeure à la ventilation et parfois à l'éjection du cœur. L'hypothermie postopératoire touche plus de 1/3 des enfants avec globalement les mêmes facteurs de risque que le saignement (29). Un dernier point d'attention est l'installation précise de ces enfants évitant toute compression (nerfs ulnaires et fibulaires, yeux) ou zone de traction (plexus brachial). La perte d'acuité visuelle après cure de scoliose a été décrite dans 0,16% des cas sur > 42.000 scolioses (30). Les causes sont la compression oculaire ou des lésions du cortex visuel avec comme facteurs de risque le jeune âge, les chirurgies extensives (>8 niveaux), l'anémie ou l'hypotension. Plus récemment, des corrections chirurgicales mini-invasives par thoracoscopie ont vu le jour. Ces techniques réduisent largement les pertes de sang et les douleurs postopératoires mais nécessite une exclusion pulmonaire peropératoire. Les techniques de ventilation unipulmonaire chez l'enfant sont limitées par le matériel disponibles. Les tubes endotrachéaux à double lumière ne sont adaptés qu'à l'enfant de plus 10 ans (30kg).

RÉFÉRENCES

- [1] Davidson AJ, Shrivastava PP, Jamsen K et al. Risk factors for anxiety at induction of anesthesia in children: a prospective cohort study. *Paediatr anaesth* 2006;16(9):919-27
- [2] Kain ZN, Mayes LC, Caldwell-Andrews AA et al. Preoperative anxiety, postoperative pain, and behavioral recovery in young children undergoing surgery. *Pediatrics* 2006; 118(2):651-8.
- [3] Gil Mayo D, Sanabria Carretero P, Gajate Martin L et al. Parental presence during induction of anesthesia improves compliance of the child and reduces emergence delirium. *Eur J Pediatr Surg* 2021; Jul 9. Doi:10.1055/s-0041-1732321 Ahead of print
- [4] Xue FS, Luo LK, Tong SY et al. Study of the safe threshold of apneic period in children during anesthesia induction. *J Clin Anesth* 1996;8(7):568-74.
- [5] Regli A, Becke K, von Ungern-Sternberg BS. An update on the perioperative management of children with upper respiratory tract infections. *Curr Opin Anaesthesiol* 2017;30(3):362-7.
- [6] Mamie C, Habre W, Delhumeau C et al. Incidence and risk factors of perioperative respiratory adverse events in children undergoing elective surgery. *Paediatr Anesth* 2004;14(3):218-24
- [7] Habre W, Disma N, Viraq K et al. Incidence of critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicenter observational study in 261 hospital in Europe. *Lancet Respir Med* 2017;5(5):412-25.
- [8] Isserman R, Elliott E, Subramanyam R et al. Quality improvement project to reduce pediatric clear liquid fasting times prior to anesthesia. *Paediatr Anaesth* 2019;29(7):698-704.
- [9] Thomas M, Morrison C, Newton R et al. Consensus statement on clear fluids fasting for elective pediatric general anesthesia. *Paediatr Anaesth* 2018;28(5):411-14.
- [10] Misra A, Panda A, Sharma R. Tourniquet cuff pressures in pediatric patients: urgent need to device guidelines? *Paediatr Anaesth* 2010;20(4):369-70.
- [11] Reilly CW, McEwen JA, Leveille L et al. Minimizing tourniquet pressure in pediatric anterior cruciate ligament reconstructive surgery: a blind, prospective randomized controlled trial. *J Pediatr Orthop* 2009;29(3):275-80
- [12] Walker BJ, Long JB, Sathyamoorthy M et al. Complications in pediatric regional anesthesia: an analysis of more than 100,000 blocks from the Pediatric Regional Anesthesia Network. *Anesthesiology* 2018;129(4):721-32.
- [13] Dontukurthy S, Tobias JD. Update on local anesthetic toxicity, prevention and treatment during regional anesthesia in infants and children. *J Pediatr Pharmacol Ther* 2021;26(5):445-54.
- [14] Fettiplace MR, Weinberg G. The mechanisms underlying lipid resuscitation therapy. *Reg Anesth Pain Med* 2018;43(2):138-49.
- [15] Boretsky KR. A review of regional anesthesia in infants. *Paediatr Drugs* 2019;21(6):439-49
- [16] Taenzer AH, Walker BJ, Bosenberg AT et al. Asleep versus awake: does it matter?: pediatric regional block complications by patient state: a report from the Pediatric Regional Anesthesia Network. *Reg Anesth Pain Med* 2014;39(4):279-83.
- [17] Eriksson EA, Rickey J, Leon SM et al. Fat embolism in pediatric patients: an autopsy evaluation of incidence and etiology. *J Crit Care* 2015;30(1):221.e1-5.
- [18] Ida M, Matsunari Y, Kawaguchi M. Fat embolism syndrome in a child triggered by surgical tourniquet release: a case report. *Paediatr Anaesth* 2018;28(4):371-72
- [19] O'Neill DC, Dekeyser GJ, Mortensen AJ et al. Adolescent fat embolism syndrome after closed tibial shaft fracture: treatment with emergent external fixation. *Case Rep Orthop* 2021. Doi:10.1155/2021/5585085
- [20] Lin JS, Balch Samora J. Pediatric acute compartment syndrome: a systematic review and meta-analysis. *J Pediatr Orthop* 2020;29(1):90-96.
- [21] Lönnqvist PA, Ecoffey C, Bosenberg A et al. The European society of regional anesthesia and pain therapy and the American society of regional anesthesia and pain medicine joint committee practice advisory on controversial topics in pediatric regional anesthesia I and II: what do they tell us? *Curr Opin Anaesthesiol* 2017;5:613-20.
- [22] Munk-Andersen H, Laustrup TK. Compartment syndrome diagnoses in due time by breakthrough pain despite continuous peripheral nerve block. *Acta Anaesthesiol Scand* 2013;57(10):1328-30.
- [23] Sermeus L, Boeckx S, Camerlynck H et al. Postsurgical compartment syndrome of the forearm diagnosed in a child receiving a continuous infraclavicular peripheral nerve block. *Acta Anaesthesiol Belg* 2015;66(1):29-32.
- [24] Henry B, Lacroix V, Pirotte T, Docquier PL. Lung middle lobe laceration needing lobectomy as complication of Nuss bar removal. *Case Rep Orthop* 2018; doi: 10.1155/2018/8965641.
- [25] Shapiro F, Sethna N. Blood loss in pediatric spine surgery. *Eur Spine J* 2004;13 (Suppl 1):S6-17.
- [26] Oetgen ME, Litrenta J. Perioperative blood management in pediatric spine surgery. *J Am Acad Orthop Surg* 2017;25(7):480-88.
- [27] Ialenti MN, Lonner BS, Verma K et al. Predicting operative blood loss during spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2013;33(4):372-76.
- [28] Bowen RE, Gardner S, Scaduto AA et al. Efficacy of perioperative cell salvage systems in pediatric idiopathic scoliosis patients undergoing posterior spinal fusion with segmental spinal instrumentation. *Spine* 2010;35(2):246-51.
- [29] Okamura M, Saito W, Miyagi M et al. Incidence of unintentional intraoperative hypothermia in pediatric scoliosis surgery and associated preoperative risk factors. *Spine Surg Relat Res* 2020; 5(3):154-59.
- [30] De la Garza-Ramos R, Samdani AF, Sponseller PD et al. Visual loss after corrective surgery for pediatric scoliosis: incidence and risk factors from a nationwide database. *Spine J* 2016;16(4):516-22.

