

Le réveil peropératoire en anesthésie pédiatrique : revue de la littérature

Awareness in paediatric anaesthesia : review of the literature

E. Noël¹ et P. Van der Linden²

¹Service d'Anesthésie, C.H.U. Tivoli, La Louvière, ²Service d'Anesthésie, C.H.U. Brugmann et H.U.D.E.R.F.

RESUME

Le réveil peropératoire (RPO) ou le souvenir non désiré d'évènements au cours d'une anesthésie générale (AG) est une complication peu fréquente. Chez l'adulte, cette situation peut conduire à des complications psychologiques délétères comme le syndrome de stress post-traumatique (SSPT). L'incidence du RPO apparaît plus élevée chez l'enfant que chez l'adulte quoique dans cette population, les causes et les conséquences du RPO restent difficiles à définir. Comparativement à l'adulte, il n'y a pas d'effets psychologiques délétères après le RPO chez l'enfant et aucun SSPT n'a été déclaré. Le regain d'intérêt concernant le RPO a été stimulé par l'apparition de nouvelles technologies permettant de mesurer la profondeur de l'anesthésie. Ces moniteurs semblent assez précis chez les enfants de plus d'un an. De nouvelles études sont nécessaires pour évaluer l'utilité de ces moniteurs à détecter et à prévenir le RPO. Les conséquences du RPO à long terme chez l'enfant devraient également être explorées.

Rev Med Brux 2016 ; 37 : 476-82

ABSTRACT

Awareness, or unwanted recall of intraoperative events during general anesthesia, is not a frequent complication. For adults, this complication can lead to adverse psychological consequences like post-traumatic stress disorder (PTSD). The incidence of awareness seems to be higher in children than in adults, although in this population, the causes and consequences of awareness remain difficult to define. Compared to adults, there are less psychological effects and complications after awareness and no PTSD has been declared in children. The revival of interest concerning awareness has been stimulated by the availability of new technologies to assess the depth of anesthesia. These monitoring seem to be more accurate in children older than 1 year. More studies are needed to evaluate these monitoring, their ability to detect awareness and, finally, to explore long term consequences of awareness in children.

Rev Med Brux 2016 ; 37 : 476-82

Key words : Awareness, children, monitoring, PTSD

INTRODUCTION

Le réveil peropératoire (RPO) est une situation au cours de laquelle un souvenir (une mémorisation explicite) d'évènements peropératoires est rapporté au décours d'une anesthésie générale (AG). Les patients peuvent se souvenir de sensations tactiles ou sonores (conversations), de paralysie et parfois même de douleur. Il s'agit d'une complication peu fréquente et non vitale mais qui peut conduire, chez l'adulte, à des angoisses voire à des complications psychologiques à long terme comme le syndrome de stress post-

traumatique. Comparativement à l'adulte, l'état de RPO en anesthésie pédiatrique a été beaucoup moins exploré. Les études cliniques sont plus difficiles à réaliser car la cohorte de patients est plus petite, la pharmacologie et la pharmacodynamique des agents anesthésiques varient fortement avec l'âge, et par ailleurs les questionnaires permettant de détecter le RPO doivent être adaptés aux enfants (questionnaire de Brice, par exemple). Enfin, certains remettent en question la fiabilité des réponses à ces questionnaires. La description récente d'effets neurotoxiques des agents anesthésiques sur le cerveau en développement

ainsi que l'utilisation croissante de l'anesthésie loco-régionale conduisent à alléger la profondeur de l'anesthésie générale et donc exposent à un risque accru de RPO. Le but de cette revue est de faire une mise au point du RPO en anesthésie pédiatrique ainsi que sur les moniteurs de profondeur d'anesthésie basés sur l'électro-encéphalogramme (EEG).

CONSCIENCE ET INCONSCIENCE

Après plus de deux cents ans d'histoire d'anesthésie générale et l'utilisation de nombreux agents d'anesthésie dont les effets sur le cerveau sont multiples et complexes, nous ne connaissons toujours pas les mécanismes d'action exacts de ces produits sur l'état de conscience. Le mécanisme de déconnexion de la conscience serait un mécanisme beaucoup plus complexe qu'un simple système d'interrupteur ON/OFF. La conscience ferait intervenir différentes régions corticales et sous-corticales ainsi que les connexions entre ces différentes régions. Dans une étude portant sur 19 adultes ayant été soumis à une RMN fonctionnelle lors de l'induction d'une anesthésie générale, Boveroux *et al.*¹ suggèrent que la perte de conscience liée à l'utilisation du propofol pourrait être liée à l'altération de l'architecture temporelle laquelle modifierait la connectivité dans et entre les réseaux neuronaux. Cela empêcherait la communication entre le cortex sensoriel de bas niveau (p.e. auditif et visuel) et le cortex fronto-pariétal de haut niveau (*high-order*), qui semble nécessaire à la perception des stimuli externes. Cette observation renforce l'importance de la connectivité thalamo-corticale dans le réseau cérébral cognitif de haut niveau dans la genèse de la perception consciente.

DEVELOPPEMENT DE LA CONSCIENCE ET DE LA MEMOIRE

La mémoire à long terme est divisée en 2 compartiments : la mémoire implicite et la mémoire explicite. La mémoire explicite est la mémoire consciente des choses tandis que la mémoire implicite est une mémoire inconsciente d'actes ou d'apprentissages. Elle influencerait les changements de comportement ou les performances. La mémoire implicite se développerait tôt dans l'enfance atteignant le niveau adulte dès l'âge de 3 ans^{2,3}. A ce jour, aucune étude n'a pu mettre en évidence un processus de mémorisation implicite chez l'enfant anesthésié⁴⁻⁶. Le RPO nécessite une mémorisation explicite, laquelle se développerait un peu plus tard que la mémoire implicite. Il y a peu d'évidence de souvenir explicite chez l'enfant de moins de 3 ans³, il n'y aurait donc pas de RPO au sens propre du terme avant l'âge de 3 ans.

INCIDENCE

Chez l'adulte, des études prospectives⁷⁻¹⁰ utilisant la méthode de Brice modifiée (annexe) ont rapporté une incidence de 0,1-0,2 % de RPO. Les études basées sur déclarations spontanées de RPO montrent une incidence inférieure comparée à celles basées sur un

interrogatoire spécifique^{11,12}. Jusqu'à récemment, les données concernant l'incidence et les conséquences de RPO étaient limitées en anesthésie pédiatrique. Des études récentes, réalisées avec des questionnaires structurés et adaptés pour les enfants montrent une incidence de 0,6 % à 2,7 %¹²⁻¹⁵. Cette différence d'incidence de RPO entre adultes et enfants serait due entre autres à la définition du RPO, aux méthodes d'interview ainsi qu'aux différentes pratiques d'anesthésie. Dans l'étude de Blussé van Oud-Alblas¹² basée sur des interviews post-opératoires, les enfants ne rapportent pas spontanément les RPO mais ceux-ci sont détectés à 83 % au cours de la première interview. Deux autres études récentes^{16,17} ont analysé la mémoire explicite des enfants en jouant des sons d'animaux ou en citant des mots à différents moments au cours d'une anesthésie générale. Utilisant des sons d'animaux en peropérotoire, Davidson *et al.*¹⁶ ont retrouvé une incidence de RPO de 1/500 enfants (0,2 %) soit bien inférieure aux résultats de leur précédente étude (0,8 %)¹⁴. Ils expliquent cette différence par une sensibilisation accrue de leurs anesthésistes au RPO. Deux études ont été réalisées en utilisant la technique modifiée de l'avant-bras isolé (TMAI), permettant une analyse en temps réel de l'état d'éveil en peropérotoire. La TMAI consiste à placer un garrot sur l'avant-bras du malade pour empêcher l'action des curares au niveau de l'avant-bras et permettre une réponse à la commande^{18,19}. Byers et Muir²⁰ ont montré que 8 enfants sur 41, âgés de 5 à 16 ans, répondaient à la commande durant la chirurgie sous AG, en utilisant la TMAI, mais sans souvenir explicite. Récemment, Andrade *et al.*¹⁷ ont observé que 2 enfants sur 184 avaient une réponse vérifiée à la commande, correspondant à une incidence de 1,1 % mais toujours sans souvenir explicite. Ces résultats tendent à prouver qu'il n'y a pas de relation entre la possibilité d'effectuer un ordre en peropérotoire et le RPO avec souvenir explicite. Pour Pandit²¹, la réponse positive à la commande (en utilisant la TMAI) ne signifie pas un retour complet à la conscience mais serait en rapport avec un autre stade de l'anesthésie (dysanesthésie) au cours duquel les patients pourraient répondre à un ordre simple sans être conscients. Cette théorie reste cependant à démontrer.

LE REVE PEROPERATOIRE

Le rêve durant le sommeil peut être défini comme une expérience subjective dont on se souvient au réveil. Même si l'anesthésie et le sommeil correspondent à des situations différentes, une définition semblable semble pouvoir être appliquée. Le rêve au cours d'une anesthésie est, généralement, plaisant et non relié au contexte hospitalier. Il s'agit d'une expérience peropérotoire, à l'exclusion du RPO, que le patient pense avoir vécue entre l'induction et le réveil d'une anesthésie. Samuelsson *et al.*²² ont étudié la capacité de l'index bispectral (BIS), moniteur de profondeur d'anesthésie, à détecter les rêves en anesthésie. Sur une cohorte de 211 patients, 8 % ont rapporté un rêve mais sans corrélation à la valeur du BIS. McKie *et al.*²³ ont rapporté une incidence de 11 % de rêve chez

l'enfant sans relation avec la prémédication, les agents d'anesthésie utilisés et le type de chirurgie. Hobbs *et al.*²⁴ ont rapporté une incidence de 19 % de rêve mais ils utilisaient une technique d'anesthésie consistant en un mélange de protoxyde d'azote en oxygène et de curares (appelée technique de Liverpool) et donc peu d'agents hypnotiques. Dans l'étude prospective de Huang *et al.*²⁵, portant sur une large cohorte de 864 enfants âgés de 5 à 12 ans, les auteurs retrouvent une incidence de 10,4 %. Le rêve est plus fréquent dans le groupe d'enfants âgés de 5 à 7 ans et chez ceux ayant déjà vécu un RPO. Huang *et al.*²⁵ n'ont pas trouvé d'association entre le rêve et les drogues d'anesthésie. Le rêve n'était pas associé à une augmentation du risque de troubles comportementaux post-opératoires. Rêver est un évènement nettement plus fréquent en anesthésie que le RPO et ne semble pas perturber l'enfant.

FACTEURS FAVORISANTS DU RPO

Chez l'adulte, les cas de RPO sont causés par un allègement de l'anesthésie d'origine soit involontaire due à un problème technique ou un mauvais jugement clinique, soit intentionnelle dans des circonstances particulières (ex : traumatisme ou césarienne). Ils peuvent également être secondaires à une anesthésie légère au cours de laquelle les signes de réveil sont masqués (ex : utilisation de curare ou chirurgie cardiaque). Chez l'adulte, les patients à haut risque de RPO sont ceux qui doivent subir une anesthésie dans ces circonstances particulières. Chez l'enfant, le faible nombre de cas rapportés de RPO rend plus difficile la mise en évidence des facteurs de risque. Il apparaît cependant que les facteurs qui contribuent au RPO chez l'enfant sont différents de ceux retrouvés chez l'adulte^{3,26}. Sur base d'une analyse rétrospective de 5 études de cohorte, Davidson *et al.*²⁶, n'ont retrouvé que 2 facteurs favorisants indépendants de RPO : l'intubation endotrachéale et l'utilisation de protoxyde d'azote lors de la maintenance de l'anesthésie. La stimulation engendrée par l'intubation en cas d'anesthésie trop légère pourrait favoriser un RPO. Quant au protoxyde d'azote, l'effet antalgique de cet agent pourrait conduire à un allègement de la composante hypnotique de l'anesthésie et favoriser ainsi un RPO. Lopez *et al.*¹⁵, dans leur étude prospective sur le RPO en chirurgie pédiatrique portant sur 410 enfants âgés de 6 à 16 ans ont trouvé une corrélation entre le RPO et les manipulations multiples des voies aériennes. Aucune autre association ne fut retrouvée, en particulier en relation avec l'utilisation des curares, et ce, contrairement à ce qui avait été observé chez les adultes¹⁴. Malviya *et al.*¹³ dans leur étude prospective portant sur 1.784 enfants n'ont retrouvé que les procédures endoscopiques comme facteur associé au RPO. L'utilisation d'une salle d'induction comme élément favorisant n'a pas été confirmée^{14,15}. Aucune technique d'anesthésie pédiatrique n'est apparue comme favorisant le RPO en dehors de la technique de Liverpool (anesthésie sans hypnotique associant protoxyde d'azote, curares et oxygène) qui n'est plus pratiquée actuellement.

Enfin, comme chez l'adulte, aucune association n'a pu être établie entre le RPO et l'absence de prémédication.

MONITORAGE DE LA PROFONDEUR D'ANESTHÉSIE BASE SUR L'EEG

L'anesthésie peut se définir au travers d'un modèle à 6 composants liés entre eux : la conscience, la mémoire, le mouvement, les réflexes autonomes, l'éveil et la douleur. La mesure de la profondeur d'anesthésie est donc complexe : un système binaire est trop simple alors qu'un système linéaire ne prend pas directement en compte les différents composants du modèle d'anesthésie ainsi que les différentes drogues et leurs modes d'action sur les composants. L'idée originale de " profondeur d'anesthésie " date de l'époque où l'on utilisait une seule drogue (éther ou chloroforme), l'augmentation de la dose étant associée à des changements physiologiques analysables. Le monitoring de la profondeur d'anesthésie basé sur l'EEG ne mesure qu'un des composants de l'anesthésie : l'éveil. Les variations du signal EEG au cours d'une AG ont été peu étudiées chez les enfants. La mise en évidence des différences avec les adultes est nécessaire à l'interprétation des mesures relevées par les moniteurs. Davidson *et al.*²⁷ ont montré dans une étude d'exploration que la puissance et le front de fréquence spectrale (*spectral edge frequency* (SEF) ainsi que le SEF90, fréquence en dessous de laquelle se trouve concentrée 90 % de la puissance totale du tracé EEG étaient influencés par l'âge. Chez l'enfant âgé (> 2 ans), la puissance et le SEF 90 augmentent à l'émergence, ce qui n'est pas retrouvé chez le nourrisson surtout en dessous de 6 mois. De plus, chez le nourrisson, la présence de *Burst-like pattern* (bouffée d'ondes lentes) à l'émergence de l'anesthésie a également été décrite. Le comportement de l'EEG chez l'enfant de plus de 2 ans au cours d'une anesthésie générale est donc assez comparable à celui de l'adulte. Dans une autre étude, Hayashi *et al.*²⁸ ont montré que l'EEG du nouveau-né est peu sensible à l'anesthésie. Enfin, des tracés épileptiformes sont observés à des niveaux profonds d'anesthésie au Sévoflurane^{29,30}, ce qui peut paradoxalement entraîner des valeurs mesurées par les moniteurs anormalement hautes. En effet, ces décharges épileptiformes sont interprétées par les moniteurs comme une activité électro-encéphalographique d'éveil.

Les différents types de moniteurs actuels sont :

1. l'index bispectral ;
 2. l'entropie spectrale ;
 3. l'index narcotrend ;
 4. l'index A-line ARX ;
 5. le *cerebral state monitor* ;
 6. l'EEG.
- 1) L'index bispectral (BIS) est le *gold standard* pour l'analyse de la profondeur d'anesthésie chez le patient adulte. Le BIS est dérivé d'une grande base de données de tracés d'EEG obtenus sous différentes conditions d'anesthésie. Le calcul du BIS

est gardé secret mais les éléments inclus dans l'algorithme sont la fréquence du signal, la synchronisation des ondes et le pourcentage de *Burst Suppression* (bouffée ondes lentes). Le BIS donne un chiffre entre 0 (anesthésie profonde) et 100 (éveil), une valeur entre 40-60 étant considérée comme celle à maintenir sous anesthésie³¹. Le BIS a des limites : premièrement, le BIS est peu sensible aux dérivés morphiniques, deuxièmement l'algorithme du BIS a été validé seulement avec le propofol, le sévoflurane, le desflurane et l'isoflurane. Le moniteur de BIS n'est d'aucune utilité lors de l'administration de kétamine, celle-ci entraînant une augmentation de l'activité cérébrale. Malgré le faible nombre d'études chez les enfants, il y a de plus en plus d'évidence d'une bonne corrélation entre les valeurs du BIS et la profondeur d'anesthésie chez l'enfant de plus d'un an³²⁻³⁶, alors que ceci semble moins clair chez le nourrisson. Contrairement aux adultes³⁷, aucune étude n'a montré que l'utilisation du BIS diminuait le risque de RPO.

2) L'entropie spectrale mesure le désordre d'un système. Plus le tracé EEG est désordonné (comme dans le cadre de l'éveil) plus la valeur d'entropie est élevée, plus il est ordonné et plus la valeur est basse. Le monitoring d'entropie mesure d'une part la *response entropy*, plus réactive, qui utilise une gamme de haute fréquence comprenant le signal EMG et d'autre part la *state entropy* qui utilise une gamme de fréquence plus basse donnant des valeurs plus stables. Comme pour tous les monitorings de profondeur d'anesthésie, il donne un index gradué de 0 (anesthésie profonde) à 100 (éveil). Un des avantages de l'entropie est qu'elle n'est pas influencée par la puissance et la fréquence des ondes et serait donc moins sensible aux changements physiologiques de l'EEG liés à l'âge³⁸. Comme pour le BIS, les études utilisant l'entropie ont montré une bonne performance de ce moniteur pour mesurer la profondeur d'anesthésie chez l'enfant à l'exception de ceux âgés de moins d'un an^{3,39,40}.

3) L'index Narcotrend (IN) analyse aussi l'EEG ainsi que l'EMG. L'algorithme est basé sur une grande base de données d'EEG. Il affiche un niveau classé de A (éveil) à E/F (anesthésie profonde), ces niveaux sont eux-mêmes subdivisés, offrant une classification en 14 échelons. Le niveau E étant suggéré pour une anesthésie. Ce moniteur affiche aussi un index de 0 (anesthésie profonde) à 100 (éveil). Weber *et al.*^{41,42,43} ont mené 3 études qui ont montré une corrélation inversée entre l'index Narcotrend et la concentration des agents anesthésiques. Wallenborn *et al.*⁴⁴ dans une étude portant sur 45 enfants classés en 3 groupes d'âge (0-6 mois, 7-18 mois, 19-60 mois) ont comparé le BIS et l'IN. Dans leur étude, le BIS semble légèrement plus performant pour distinguer l'éveil en fin d'intervention. Dans la tranche d'âge de 0-6 mois, l'éveil apparaissait à des valeurs plus basses de BIS et d'IN que chez l'enfant plus âgé.

4) L'index A-line ARX (AAI) est dérivé du AEP monitor/2, il extrait les potentiels évoqués de moyenne latence. Cette version de moniteur n'était pas capable de différencier les niveaux profonds d'anesthésie. Elle a été remplacée par le AAI-1,6 lequel incorpore des mesures du tracé EEG à des niveaux plus profonds d'anesthésie. Cet appareil mesure l'EEG pendant que des sons courts sont émis par des casques auditifs. Après traitement de filtration, il combine en un seul index la mesure des potentiels évoqués auditifs et les mesures d'EEG. Cet index existe en deux échelles de 0 à 100 ou de 0 à 60 (AAI-1,6⁶⁰), cette dernière échelle étant recommandée pour l'anesthésie. La valeur d'index recherchée au cours d'une anesthésie se situe entre 15 et 25. Ironfield *et al.*⁴⁵, dans leur étude, ont comparé le BIS et l'AAI-1,6 chez le nourrisson et l'enfant plus âgé à différentes concentrations d'équilibre de sévoflurane et ils ont observé que le AAI-1,6 était un faible prédicteur de la concentration d'anesthésique, mais l'interprétation de cette étude est limitée par le petit nombre de cas étudiés.

5) Le moniteur d'état cérébral ou *cerebral state monitor* (CSM) est un moniteur basé sur le même algorithme que le AEP Monitor/2. Il calcule et affiche un index le *cerebral state index* (CSI) ainsi que le burst suppression ratio et l'EMG. Ce dernier moniteur a été peu étudié chez l'enfant, Disma *et al.*⁴⁶ ont comparé le CSI et l'AAI chez 20 enfants âgés de 8 mois à 7 ans. La valeur de l'index diminuait avec l'induction de l'anesthésie et augmentait à l'émergence de celle-ci. Une bonne corrélation entre CSI, l'AAI et les scores de sédation a été retrouvée. Fuentes *et al.*⁴⁷ ont quant à eux trouvé que le taux de réactivité du CSI face aux changements de concentration du sévoflurane à l'équilibre était plus lent que le BIS. Ces différents moniteurs montrent donc une bonne corrélation entre la profondeur de l'anesthésie et les valeurs mesurées sur ces appareils chez les enfants de plus d'un an. Chez le nourrisson, leur utilisation semble beaucoup moins fiable, le BIS affichant des valeurs avant le réveil significativement plus basses chez les nourrissons avant le réveil comparativement aux autres enfants ainsi qu'une faible corrélation entre les concentrations d'anesthésique et l'index mesuré^{38,43,48}. L'intérêt de ces moniteurs dans la prévention du risque de RPO chez l'enfant reste totalement à démontrer.

REVEIL PEROPERATOIRE ET CONSEQUENCES POST-TRAUMATIQUES

Chez l'adulte, les conséquences psychologiques du RPO varient de l'indifférence au syndrome de stress post-traumatique (SSPT). Environ 1/3 des patients ayant présenté un RPO développent des symptômes psychologiques qui peuvent parfois être différés⁴⁹⁻⁵¹. Lopez *et al.*⁵² ont auditionné 7 enfants victimes de RPO à 1 mois et à 1 an après l'évènement. Si les enfants pouvaient se souvenir des évènements, aucun n'a développé de symptômes psychologiques. Dans l'étude de Phelan *et al.*⁵³ 4 enfants ayant vécu un RPO ont été

interrogés 5 ans après l'opération : un seul se souvenait de son RPO, un autre a développé des changements de comportement qui ont nécessité un bref traitement psychologique, deux ont mentionné une peur des docteurs ou de futures anesthésies mais aucun n'a développé de SSPT. Dans l'article de Blussé van Oud-Alblas *et al.*⁵⁴, sur 2 enfants ayant présenté un RPO, aucune conséquence psychologique à 1 an n'a été rapportée. Osterman *et al.*⁵⁵ concluent que le RPO est généralement moins angoissant chez l'enfant bien que certains puissent développer des troubles du comportement. D'après ces résultats limités par les faibles cohortes, il semble que les enfants souffrent beaucoup moins du RPO que l'adulte et aucun n'a présenté un SSPT à long terme. On ne peut cependant pas exclure que les enfants développent des symptômes psychologiques liés au RPO. Il est également possible que les parents minimisent les conséquences du RPO sur le comportement de leurs enfants en les attribuant à des problèmes familiaux⁵⁶.

PREVENTION DU REVEIL PEROPERATOIRE

Ainsi que le recommande la société américaine des anesthésistes⁵⁷, la prévention doit être multifactorielle. En premier lieu, il faut identifier lors de la consultation pré-opératoire les patients à haut risque, ce qui s'avère particulièrement difficile en pédiatrie étant donné l'absence de critères permettant de définir cette population d'enfants. En second lieu, un contrôle de l'équipement et des drogues d'anesthésie doit être systématiquement effectué avant toute prise en charge anesthésique d'un patient (réalisation d'une *check-list* ou d'un *master-plan*). Ce contrôle permet d'exclure tout dysfonctionnement lié à un problème technique du respirateur, du vaporisateur ou de l'analyseur de gaz mais également ceux liés à des erreurs de manipulation humaine comme l'absence de remplissage du vaporisateur ou une utilisation inadaptée du circuit de gaz frais externe souvent utilisé en anesthésie pédiatrique⁵⁸. La préparation des agents d'anesthésie et autres médicaments doit également faire l'objet d'une attention particulière, les erreurs d'injection des drogues étant beaucoup plus fréquentes en pédiatrie⁵⁹. En troisième lieu, l'anesthésiste doit délivrer une dose suffisante d'hypnotique et ce en rapport avec l'âge en évitant tout surdosage. En effet, une anesthésie trop profonde semble s'accompagner chez l'adulte d'une morbidité et d'une mortalité accrue à long terme^{60,61} tandis qu'en pédiatrie des études récentes font état d'une neurotoxicité potentielle des agents d'anesthésie avec potentiellement un impact sur le développement psychomoteur des enfants⁶². Dans ce contexte, le monitoring de la profondeur d'anesthésie semble s'imposer d'autant plus. La validité des moniteurs actuels apparaît de plus en plus établie chez les enfants à partir de l'âge de 1 an. Cependant, aucune étude n'a démontré encore leur utilité dans la prévention du RPO en anesthésie pédiatrique.

CONCLUSION

Le réveil peropératoire est très difficile à étudier

et ce, encore plus en anesthésie pédiatrique. D'après les études, le RPO chez l'enfant aurait une incidence plus élevée que chez l'adulte, tournant aux alentours de 0,8 à 1 %. La nature du RPO chez l'enfant semble souvent être différente de celle de l'adulte, laquelle survient plus souvent chez les patients paralysés au cours d'anesthésies dites à haut risque de RPO tandis que ceci n'est pas retrouvé chez l'enfant. De plus, le vécu du RPO semble moins stressant chez l'enfant. Aucune étude n'a rapporté le développement d'un syndrome de stress post-opératoire chez un enfant ayant subi un RPO. Cependant, l'ignorance de l'effet de ces RPO sur la mémoire implicite des enfants et les faibles cohortes étudiées jusqu'à ce jour nécessitent de poursuivre les études dans ce domaine. Les moniteurs de profondeur d'anesthésie semblent corrélés à la profondeur d'anesthésie chez l'enfant de plus d'un an mais leur intérêt dans la prévention du RPO chez ceux-ci reste à démontrer. Ils pourraient être utiles pour détecter une anesthésie trop légère et donc un risque de RPO mais aussi une anesthésie trop profonde avec un risque potentiel de neurotoxicité.

Conflits d'intérêt : néant.

Remerciements

Je remercie profondément le Pr Philippe Van der Linden (C.H.U. Brugmann-H.U.D.E.R.F.), les Drs Nicolas Van Rompaey, Mickaël Leclercq et Valérie Roial pour leurs soutiens et leurs bons conseils.

BIBLIOGRAPHIE

1. Boveroux P, Vanhauzenhuyse A, Bruno MA *et al.* : Breakdown of within-and between-network resting state functional magnetic resonance imaging connectivity during propofol-induced loss of consciousness. *Anesthesiology* 2010 ; 113 : 1038-53
2. Church BA, Fischer C : Long-term auditory word priming in preschoolers : Implicit memory support for language acquisition. *J Mem Lang* 1998 ; 39 : 523-42
3. Davidson AJ : Awareness, dreaming and unconscious memory formation during anaesthesia in children. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2007 ; 21 : 415-29
4. Bonett E, Pham X, Smith KR, Howard K, Sheppard S, Davidson A : Implicit memory formation using the word stem completion task during anesthesia in children. *Paediatr Anaesth* 2014 ; 24 : 290-6
5. Rich JB, Yaster M, Brandt J : Anterograde and retrograde memory in children anesthetized with propofol. *J Clin Exp Neuropsychol* 1999 ; 13 : 525-31
6. Deeprose C, Andrade J, Barker I : Priming and awareness during paediatric surgery. Poster presented at the 6th international symposium on memory and awareness in anesthesia and intensive care. Hull, 2-4th June 2004 : 0021
7. Myles PS, Leslie K, McNeil J, Forbes A, Chan MT : Bispectral index monitoring to prevent awareness during anesthesia : the B-Aware randomised controlled trial. *Lancet* 2004 ; 363 : 1757-63
8. Sebel PS, Bowdle TA, Ghoneim MM *et al.* : The incidence of awareness during anesthesia : a multicenter United States study. *Anest Analg* 2004 ; 99 : 833-9

9. Sandin RH, Enlund G, Samuelsson P, Lennmarken C : Awareness during anesthesia : a prospective case study. *Lancet* 2000 ; 355 : 707-11
10. Ranta SO, Laurila R, Saario J, Ali-Melkkila T, Hynynen M : Awareness with recall during general anesthesia : incidence and risk factors. *Anesth Analg* 1998 ; 86 : 1084-9
11. Pandit JJ, Andrade J, Bogod DG *et al.* : 5th National Audit Project (NAP5) on accidental awareness during general anaesthesia : summary of main findings and risk factors. *Br J Anaesth* 2014 ; 113 : 549-59
12. Blusse van Oud-alblas HJ, van Dijck M, Liu C, Tibboel D, Klein J, Weber F : Intraoperative awareness during paediatric anaesthesia. *Br J Anaesth* 2009 ; 102 : 104-10
13. Malviya S, Galinkin JL, Bannister CF *et al.* : The incidence of intraoperative awareness in children : Childhood awareness and recall evaluation. *Anesth Analg* 2009 ; 109 : 1421-7
14. Davidson AJ, Huang GH, Czarnecki C *et al.* : Awareness during anesthesia in children : a prospective cohort study. *Anesth Analg* 2005 ; 100 : 653-61
15. Lopez U, Habre W, Laurencon M *et al.* : Intra-operative awareness in children : the value of an interview adapted to their cognitive abilities. *Anesthesia* 2007 ; 62 : 778-89
16. Davidson AJ, Sheppard SJ, Englwerda AL *et al.* : Detecting awareness in children by using an auditory intervention. *Anesthesiology* 2008 ; 109 : 619-24
17. Andrade J, Deeprose C, Barker I : Awareness and memory function during paediatric anesthesia. *Br J Anaesth* 2008 ; 100 : 389-96
18. Tunstall ME : Detecting wakefulness during general anaesthesia for caesarean section. *Br Med J* 1977 ; 1 : 1321
19. Russell IF : The ability of bispectral index to detect intra-operative wakefulness during isoflurane/air anaesthesia, compared with the isolated forearm technique. *Anaesthesia* 2013 ; 68 : 1010-20
20. Byers GF, Muir JG : Detecting wakefulness in anaesthetised children. *Can J Anaesth* 1997 ; 44 : 486-8
21. Pandit JJ : Isoletad forearm or isolated brain ? Interpreting responses during anaesthesia or dysanaesthesia. *Anaesthesia* 2013 ; 68 : 995-1000
22. Samuelsson P, Brudin L, Sandin RH : Bis does not predict dreams reported after Anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008 ; 52 : 810-4
23. McKie D, Thorp EA : Awareness and dreaming during anesthesia in a paediatric hospital. *Anaesth Intensive Care* 1973 ; 1 : 407-14
24. Hobbs AJ, Bush GH, Downham DY : Peri-operative dreaming and awareness in children. *Anaesthesia* 1988 ; 43 : 560-2
25. Huang GH, Davidson AJ, Stargatt R : Dreaming during anaesthesia in children : incidence, nature and associations. *Anaesthesia* 2005 ; 60 : 854-61
26. Davidson AJ, Smith KR, Blussé van Oud-Alblas HJ *et al.* : Awareness in children : a secondary analysis of five cohort studies. *Anesthesia* 2011; 66 : 446-54
27. Davidson AJ, Sale S M, Wong C *et al.* : The electroencephalograph during anesthesia and emergence in infants and children. *Paediatr Anaesth* 2008 ; 18 : 60-70
28. Hayashi K, Shigemi K, Sawa T : Neonatal electroencephalography shows low sensitivity to anesthesia. *Neurosci Lett* 2012 ; 517 : 87-91
29. Chinzei M, Sawamura S, Hayashida M, Kitamura T, Tamai H, Hanaoka K : Change in bispectral index during epileptiform electrical activity under sevoflurane anesthesia in a patient with epilepsy. *Anesth Analg* 2004 ; 98 : 1734-6
30. Iijima T, Nakamura Z, Iwao Y, Sankawa H : The epileptogenic properties of the volatile anesthetics sevoflurane and isoflurane in patients with epilepsy. *Anesth Analg* 2000 ; 91 : 989-95
31. Gan TJ, Glass PS, Windsor A, Payne F, Rosow C, Sebel P, Manberg P : Bispectral index monitoring allows faster emergence and improved recovery from propofol, alfentanil, and nitrous oxide anesthesia. *BIS Utility Study Group. Anesthesiology* 1997 ; 87 : 808-15
32. Constant I, Lepout Y, Richard P, Moutard ML, Murat I : Agitation and changes of Bispectral Index and electroencephalographic-derived variables during sevoflurane induction in children: clonidine premedication reduces agitation compared with midazolam. *Br J Anaesth* 2004 ; 92 : 504-11
33. Rodriguez RA, Hall LE, Duggan S, Splinter WM : The bispectral index does not correlate with clinical signs of inhalational anesthesia during sevoflurane induction and arousal in children. *Can J Anaesth* 2004 ; 51 : 472-80
34. McCann ME, Bacsik J, Davidson A, Auble S, Sullivan L, Laussen P : The correlation of bispectral index with endtidal sevoflurane concentration and haemodynamic parameters in preschoolers. *Paediatr Anaesth* 2002 ; 12 : 519-25
35. Murat I, Constant I : Bispectral index in pediatrics: fashion or a new tool ? *Paediatr Anaesth* 2005 ; 15 : 177-8035
36. Davidson AJ : Measuring anesthesia in children using the EEG. *Paediatr Anaesth* 2006 ; 16 : 374-87
37. Myles PS, Leslie, K, McNeil, J, Forbes, A, & Chan, MTV : Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: the B-Aware randomised controlled trial. *Lancet* 2004 ; 363 : 1757-63
38. Viertiö-Oja H, Maja V, Särkelä M *et al.* : Description of the Entropy algorithm as applied in the Datex-Ohmeda S/5 Entropy Module. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004 ; 48 : 154-61
39. Davidson AJ, Huang GH, Rebmann CS, & Ellery C : Performance of entropy and Bispectral Index as measures of anaesthesia effect in children of different ages. *Br J Anaesth* 2005 ; 95 : 674-9
40. Klockars JGM, Hiller A, Münte S, van Gils MJ, & Taivainen T : Spectral entropy as a measure of hypnosis and hypnotic drug effect of total intravenous anesthesia in children during slow induction and maintenance. *Anesthesiology* 2012 ; 116 : 340-51
41. Weber F, Hollnberger H, Gruber M, Frank B, & Taeger K : Narcotrend depth of anesthesia monitoring in infants and children. *Can J Anaesth* 2004 ; 51 : 855-6
42. Weber F, Hollnberger H, Gruber M, Frank B, & Taeger K : The correlation of the Narcotrend Index with end-tidal sevoflurane concentrations and hemodynamic parameters in children. *Paediatr Anaesth Sep* ; 15 : 727-32
43. Weber F, Gruber M, & Taeger K : The correlation of the Narcotrend Index and classical electroencephalographic parameters with end-tidal desflurane concentrations and hemodynamic parameters in different age groups. *Paediatr Anaesth* 2005 ; 15 : 378-84
44. Wallenborn J, Kluba K, & Olthoff D : Comparative evaluation of Bispectral Index and Narcotrend Index in children below 5 years of age. *Paediatr Anaesth* 2007 ; 17 : 140-7
45. Ironfield CM, & Davidson AJ : AEP-monitor/2 derived, composite auditory evoked potential index (AAI-1.6) and bispectral index as predictors of sevoflurane concentration in children. *Paediatr Anaesth* 2007 ; 17 : 452-9

46. Disma N, Lauretta D, Palermo F, Sapienza D, Ingelmo PM, Astuto M : Level of sedation evaluation with Cerebral State Index and A-Line Arx in children undergoing diagnostic procedures. *Paediatr Anaesth* 2007 ; 17 : 445-51
47. Fuentes R, Cortínez LI, Struys MMRF, Delfino A, & Muñoz H : The dynamic relationship between end-tidal sevoflurane concentrations, bispectral index, and cerebral state index in children. *Anesth and Analg*. 2008 Nov ; 107 : 1573-8
48. Klockars JGM, Hiller A, Ranta S, Talja P, van Gils MJ, Taivainen T : Spectral entropy as a measure of hypnosis in children. *Anesthesiology* 2006 Apr ; 104 : 708-17
49. Wennervirta J, Ranta SOV, & Hynynen M : Awareness and recall in outpatient anesthesia. *Anesth Analg* 2002 ; 95 : 72-7
50. Lennmarken C, Bildfors K, Enlund G, Samuelsson P, & Sandin R : Victims of awareness. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002 Mar ; 46 : 229-31
51. Salmon K, & Bryant RA : Posttraumatic stress disorder in children: The influence of developmental factors. *Clinical Psychology Review* 2002 ; 22 : 163-88
52. Lopez U, Habre W, Van der Linden M, & Iselin-Chaves IA : Intraoperative awareness in children and post-traumatic stress disorder. *Anaesthesia* 2008 ; 63 : 474-81
53. Phelan L, Stargatt R, Davidson AJ : Long-term posttraumatic effects of intraoperative awareness in children. *Paediatr Anaesth* 2009 Dec ; 19 : 1152-6
54. Blussé van Oud-Alblas HJ, Bösenberg AT, Tibboel D : Awareness in children : another two cases. *Paediatr Anaesth* 2008 ; 18 : 654-7
55. Osterman JE, van der Kolk BA : Awareness during anesthesia and posttraumatic stress disorder. *Gen Hosp Psychiatry* 1998 ; 20 : 274-81
56. Kain ZN, Mayes LC, O'Connor TZ, Cicchetti DV : Preoperative anxiety in children. Predictors and outcomes. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1996 ; 150 : 1238-45
57. Practice advisory for intraoperative awareness and brain function monitoring : a report by the american society of anesthesiologists task force on intraoperative awareness. *Anesthesiology* 2006 ; 104 : 847-64
58. Shanmuganathan YB, Siow YN, Raghavan KC : Awareness in children and the auxiliary fresh gas flow outlet switch-another significant problem. *Paediatr Anaesth* 2013 ; 23 : 966-8
59. Merry AF, Anderson BJ : Medications errors-new approaches to prevention. *Paediatr Anaesth* 2011 ; 21 : 743-53
60. Monk TG, Saini V, Weldon BC, Sigl JC : Anesthetic management and one-year mortality after noncardiac surgery. *Anesth Analg* 2005 ; 100 : 4-10
61. Lindholm ML, Träff S, Granath F *et al.* : Mortality within 2 years after surgery in relation to low intraoperative bispectral index values and preexisting malignant disease. *Anesth Analg* 2009 ; 108 : 508-12
62. Nemergut ME, Aganga D, Flick RP : Anesthetic neurotoxicity : what to tell the parents ? *Paediatr Anaesth* 2014 ; 24 : 120-6

Correspondance et tirés à part :

E. NOEL
C.H.U. Tivoli
Service d'anesthésie
Avenue Max Buset 34
7100 La Louvière
E-mail : emmanuel.noel@chu-tivoli.be

Travail reçu le 3 juin 2015 ; accepté dans sa version définitive le 6 octobre 2015.

Annexe : Questionnaire de Brice modifié

1. Quelle était la dernière chose dont vous vous souvenez avant de vous endormir ?
2. Quelle était la première chose dont vous vous souvenez après le réveil ?
3. Vous souvenez vous de quelque chose entre le moment où vous vous êtes endormi et votre réveil ?
4. Avez-vous rêvé pendant la procédure ?
5. Quelle était la chose la plus désagréable à propos de votre opération ?