



HAL
open science

Prévalence et facteurs de risque de douleurs post-opératoires persistantes après chirurgie de correction thoracique et scoliotique chez l'enfant communicant et non communicant

Cécile Fountenteze

► To cite this version:

Cécile Fountenteze. Prévalence et facteurs de risque de douleurs post-opératoires persistantes après chirurgie de correction thoracique et scoliotique chez l'enfant communicant et non communicant. Médecine humaine et pathologie. 2018. dumas-02069711

HAL Id: dumas-02069711

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02069711>

Submitted on 15 Mar 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université de Bordeaux

U.F.R DES SCIENCES MEDICALES

Année 2018

Thèse n°3071

Thèse pour l'obtention du

Diplôme d'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Spécialité Anesthésie-Réanimation

Présentée et soutenue publiquement le 6 septembre 2018

Par **Cécile FOUMENTEZE**

Née le 24 Juin 1988 à Metz (57)

**PRÉVALENCE ET FACTEURS DE RISQUE DE DOULEURS
POST-OPÉRATOIRES PERSISTANTES APRÈS CHIRURGIE
DE CORRECTION THORACIQUE ET SCOLIOTIQUE CHEZ
L'ENFANT COMMUNICANT ET NON COMMUNICANT**

Directeur de thèse

Madame le Docteur Hélène BATOZ

Membres du jury

Madame le Professeur Karine NOUETTE GAULAIN

Présidente du jury

Monsieur le Professeur Michel GALINSKI

Rapporteur de thèse

Monsieur le Professeur Alexandre OUATTARA

Juge

Madame le Docteur Christelle PELLERIN

Juge

Université de Bordeaux

U.F.R DES SCIENCES MEDICALES

Année 2018

Thèse n°3071

Thèse pour l'obtention du

Diplôme d'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Spécialité Anesthésie-Réanimation

Présentée et soutenue publiquement le 6 septembre 2018

Par **Cécile FOUMENTEZE**

Née le 24 Juin 1988 à Metz (57)

**PRÉVALENCE ET FACTEURS DE RISQUE DE DOULEURS
POST-OPÉRATOIRES PERSISTANTES APRÈS CHIRURGIE
DE CORRECTION THORACIQUE ET SCOLIOTIQUE CHEZ
L'ENFANT COMMUNICANT ET NON COMMUNICANT**

Directeur de thèse

Madame le Docteur Hélène BATOZ

Membres du jury

Madame le Professeur Karine NOUETTE GAULAIN

Présidente du jury

Monsieur le Professeur Michel GALINSKI

Rapporteur de thèse

Monsieur le Professeur Alexandre OUATTARA

Juge

Madame le Docteur Christelle PELLERIN

Juge

Résumé

Prévalence et facteurs de risque de douleurs post-opératoires persistantes après chirurgie de correction thoracique et scoliose chez l'enfant communicant et non communicant

Objectif : L'objectif de cette étude était d'évaluer la DCPO après une chirurgie majeure, comprenant la chirurgie thoracique et de la scoliose chez l'enfant communicant et non communicant.

Méthodes : Nous avons réalisé une étude observationnelle de cohorte prospective monocentrique, réalisée chez des enfants de 6 à 18 ans, devant bénéficier d'une chirurgie thoracique pour correction des pectus excavatum ou d'une chirurgie de correction de la scoliose. Nous avons étudié la présence de douleur 4 mois après la chirurgie, en utilisant une échelle d'évaluation numérique (EN) $\geq 3/10$ chez les enfants communicants et l'échelle FLACC (Face Legs Activity Cry Consolability) $\geq 3/10$ chez les enfants non communicants. L'ensemble des données péri opératoires concernant la chirurgie et l'anesthésie a été recueilli.

Résultats : Il y a eu 66 enfants inclus dans l'étude, 29 enfants pour une chirurgie thoracique et 33 enfants communicants et 4 non communicants pour une correction de la scoliose. Vingt-huit (42%) des enfants souffraient de DCPO (EN ou FLACC $\geq 3/10$), 4 mois après la chirurgie, avec une douleur sévère dans 25% des cas. Quatorze de ces enfants souffraient de douleurs chroniques neuropathiques. Ont été identifiés comme facteurs de risque de DCPO, l'intensité de la douleur au 3^{ème} jour et le cumul de jours douloureux au retour à domicile.

Conclusion : La DCPO pédiatrique reste fréquente et intense. Elle devrait être recherchée systématiquement. Il serait nécessaire d'élaborer un programme interdisciplinaire de suivi et de traitement de ces douleurs trop souvent négligées et sous traitées.

Mots clés : Enfant, douleur chronique post opératoire, douleur neuropathique, chirurgie thoracique, scoliose.

Background:

A prospective study of chronic postsurgical pain after major paediatric surgery

Objective: After major surgery, children may develop chronic postsurgical pain (CPSP) which has a neuropathic component in most cases. This study investigated CPSP after major surgery, including thoracic and scoliosis surgery, in communicating and non communicating children.

Methods: This prospective, single-centre observational study was performed in children between 6 and 18 years old, scheduled for thoracic surgery for pectus excavatum correction or scoliosis surgery. We investigated the presence of pain 4 months after surgery, using a numerical rating scale (NRS) $\geq 3/10$ in the communicating children or by a FLACC (Face Legs Activity Cry Consolability) $\geq 3/10$ score in the non communicating children. All perioperative data regarding the surgery and anaesthesia were collected.

Results: The 66 children enrolled in the study consisted of 33 communicating and 4 non communicating children undergoing scoliosis surgery, and 29 undergoing thoracic surgery. Twenty-eight (42%) of the children suffered from chronic postsurgical pain (NRS or FLACC $\geq 3/10$), 4 months after surgery, with severe pain in 25% of the children. Fourteen of these children suffered from chronic neuropathic pain. Moderate to severe pain on postoperative day 3, and the cumulative number of days with pain after hospital discharge were predictors of CPSP.

Conclusions: Paediatric CPSP is common after major surgery, and is often associated with moderate to severe pain. Pain should be evaluated systematically for all children and the development of an interdisciplinary programme to follow-up children and parents may be helpful.

Key words: child, chronic postsurgical pain, neuropathic pain, scoliosis, thoracic surgery.

UFR des Sciences Médicales, Université de Bordeaux,
146 Rue Léo Saignat, 33076 BORDEAUX CEDEX

REMERCIEMENTS

A Madame le Professeur Nouette-Gaulain, présidente du jury de cette thèse.

Professeur des Universités, Médecin du service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin, CHU de Bordeaux.

Je vous remercie pour le précieux temps que vous m'avez accordé afin d'accomplir ce travail, ainsi que votre implication, votre expérience et vos connaissances qui ont grandement amélioré la qualité de cette étude.

Merci de me faire l'honneur de juger cette thèse.

Veillez trouver ici l'expression de mes remerciements et de ma gratitude la plus sincère.

A Madame le Docteur Batoz, directeur et membre du jury de cette thèse.

Médecin du service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin, CHU de Bordeaux.

Je vous remercie de me faire l'honneur de diriger ce travail.

Vos conseils et vos corrections ont été à la hauteur de votre rigueur orthographique.

Votre douceur et bienveillance m'ont apporté du réconfort et de l'assurance pour l'écriture tout au long de cette thèse.

A Monsieur le Professeur Galinski, rapporteur de cette thèse.

Professeur des Universités, Médecin du service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin, CHU de Bordeaux.

Merci de me faire l'honneur de juger cette thèse.

Veillez trouver ici l'expression de mes remerciements et de ma gratitude la plus sincère.

A monsieur le Professeur Ouattara, membre du jury de cette thèse.

Professeur des Universités, Médecin du service d'Anesthésie Réanimation Haut l'Evêque, CHU de Bordeaux.

Merci de me faire l'honneur de juger cette thèse.

L'énergie, le temps et le dévouement que vous apportez au suivi des internes est pour chacun de nous un réel soutien.

Je vous prie monsieur de croire en ma profonde reconnaissance et d'entendre mes remerciements.

A madame le Docteur Pellerin, membre du jury de cette thèse.

Médecin du service d'Anesthésie Réanimation Haut l'Evêque, CHU de Bordeaux.

Notre sincère relation m'a amené à vous faire la demande de de me faire l'honneur de juger cette thèse.

Je vous remercie pour la spontanéité avec laquelle vous avez acceptez de siéger dans ce jury.

A ma famille,

A mon père, qui m'a donné l'envie de devenir médecin. De tes nombreuses qualités j'ai préféré hériter de la « piqure » que du « marteau ».

A ma mère, qui a tout donné pour sa famille, ta force a toujours été un exemple.

Je suis fière d'être votre fille.

A mon frère Vincent, ton sérieux et ton acharnement au travail ont toujours été un modèle pour moi, il nous aura fallu beaucoup de temps pour se comprendre... je suis fière d'être ta sœur.

A ma belle-sœur Thaïs, que je remercie de supporter à notre place notre ainé, je suis également honorée et fière d'être la future marraine et tante de Sacha.

A mon frère Xavier, qui m'a suivi et supporté tout au long de ces études médicales lors de mes nombreux coloriages.

A mon frère Marc, ta douceur et ta gentillesse qui m'ont permis de traverser de multiples épreuves.

A Bonne Maman, ta sagesse et ta générosité sont un modèle pour moi.

A Mamette, pour tous ces bons souvenirs d'enfance gravés et ceux que l'on continue d'écrire.

A Papy Jacques, parti trop tôt, j'aurai tant aimé que tu sois présent ce jour.

A Carole, ma marraine et tante sans qui ma garde-robe serait bien vide, merci pour ta douceur et ta bienveillance.

A Christiane, Stéphane, Eva et Inès qui sont entrés dans ma vie pour mon plus grand bonheur.

A Rémi,

Mon amour, merci d'être présent au quotidien, d'être « vaillant », tu as su m'accepter telle que je suis. Heureuse d'être la maman du petit vicomte qui viendra épanouir notre existence.

A ma belle-famille,

Vous qui m'avez accueilli avec gentillesse, j'espère que l'on continuera à s'organiser de nombreuses PLANCHA et de séjours à ALGAJIOLA (avec l'accent !).

A mes amis,

Sainte Marie, « les techoues tu le sais » Les vraies pour la vie.

Béné, merci d'avoir toujours été là, la distance nous sépare mais l'amitié persiste. Tu as su être mon réconfort et mes joies. Merci d'être qui tu es.

Mont de Marsan, Johanna et Maud mes belles rencontres.

Magali, merci pour ces fou rire et non merci pour ton désordre.

Laura, la tendresse incarnée j'ai été ravie de faire ta connaissance et de partager ce semestre à Bayonne.

Marie et Caro, toujours des bons moments passés à vos côtés.

A ceux qui ont partagé mon externat, Julie, Tiara et Maëva.

A mes cointernes,

L'équipe CFXM, Lucie, Joris et Guillaume une belle amitié est née de ce stage.

L'équipe DESAR, j'ai eu la chance d'avoir une promo super, merci pour ces joies, ces doutes et ces émotions partagés au quotidien.

TABLE DES MATIÈRES :

I - INTRODUCTION.....	9
A - Définition	9
1) Définition de la douleur aiguë selon l'IASP	9
2) Les différentes composantes de la douleur	9
3) Les mécanismes de la douleur.....	10
4) De la douleur aiguë à la douleur chronique	11
B - Physiologie de la douleur.....	12
1) Différence entre douleur/nociception et rôle de la nociception	12
2) Nocicepteurs et voies de la douleur.....	13
3) Sensibilisation des nocicepteurs et dérèglement des nocicepteurs :	18
4) Sensibilisation liée à la morphine.....	22
C - Identifier et évaluer une douleur chronique.....	23
D - Législation.....	24
E - Spécificité pédiatrique.....	24
F - Problématique.....	26
II - OBJECTIF DE L'ÉTUDE.....	28
III - ARTICLE EN REVIEWING.....	29
IV - DISCUSSION DES RÉSULTATS	56
A - Résultats principaux	56
B - Facteurs de risque identifiés	57
C - Amélioration des pratiques	57
D - Limites et points forts de l'étude	60
V - CONCLUSION.....	62
VI - BIBLIOGRAPHIE	63
VII - ANNEXES	67
A - Annexe 1 - Questionnaire DN4 : un outil simple pour rechercher les douleurs neuropathiques	67
B - Annexe 2 – ECHELLE FLACC : Face Legs Activity Cry Consolability	68
VIII - SERMENT D'HIPPOCRATE.....	69

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ANAES : Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation de la Santé

DCPO : Douleur Chronique Post Opératoire

EN : Échelle Numérique

FLACC: Face Legs Activity Cry Consolability

IASP: International Association for the Study of Pain

I - INTRODUCTION

A - Définition

1) Définition de la douleur aiguë selon l'IASP

La douleur est une manifestation totalement subjective, et sa définition est de ce fait difficile. L'Association internationale pour l'étude de la douleur (IASP) a proposé en 1979 la définition suivante : « La douleur est une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, associée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle, ou décrite dans des termes impliquant une telle lésion ». Ainsi, même si généralement la douleur est secondaire à une cause physique évidente, cette définition évite de lier étroitement la douleur à son seul stimulus nocif causal. Elle souligne également l'intrication étroite existant entre l'organicité d'une douleur et ses conséquences émotionnelles et affectives sur les réactions individuelles de chaque patient.

La même agression, provoquant la même lésion anatomique apparente, peut entraîner des sensations et des conséquences fonctionnelles tout à fait différentes voire opposées chez deux patients distincts. Par ailleurs, un même individu ne réagit pas toujours de manière univoque à la douleur. Son seuil de tolérance à la douleur peut varier en fonction des circonstances de sa vie. Ainsi, il peut par exemple développer une résistance exceptionnelle dans des conditions extrêmes.

La possibilité d'éprouver une douleur est une faculté innée, inhérente à la vie, dès la naissance même très prématurée. Les signes comportementaux sont des équivalents de la communication verbale pour exprimer la douleur pendant toute la petite enfance, et à tout âge en cas de déficience cognitive.

2) Les différentes composantes de la douleur

La douleur est divisée en 4 composantes : sensori-discriminative, affectivo-émotionnelle, cognitive et comportementale.

La composante sensori-discriminative correspond à notre capacité d'analyser la nature (brûlure, piqûre) et la localisation, l'intensité et la durée du stimulus.

La composante affective-émotionnelle affecte toute perception douloureuse d'un caractère désagréable. Elle peut se prolonger en anxiété et dépression. Cette composante est déterminée par le stimulus nociceptif mais aussi par le contexte dans lequel le stimulus est appliqué (incertitude de l'évolution de la maladie...).

La composante cognitive désigne l'ensemble des processus mentaux susceptibles d'influencer la perception de la douleur et les réactions comportementales qu'elle détermine : attention, diversion de l'attention, interprétation et valeurs attribuées à la douleur, anticipation, références à des expériences douloureuses antérieures personnelles ou observées, décisions sur le comportement à adopter.

La composante comportementale englobe l'ensemble des manifestations verbales et non verbales observables chez la personne qui souffre, réglée par les apprentissages antérieurs, l'environnement familial et ethnoculturel, les standards sociaux (âge, sexe).

La douleur apparaît donc comme un phénomène multidimensionnel (multifactoriel) et non comme une réaction simple, univoque.

3) Les mécanismes de la douleur

Il est possible de distinguer trois types de douleur en fonction des mécanismes à l'origine de cette dernière :

- La douleur par excès de nociception (ou inflammatoire)

La douleur nociceptive ou par excès de nociception ou encore inflammatoire est une douleur due à une stimulation persistante et excessive des nocicepteurs.

- La douleur neuropathique

L'association Internationale d'Étude de la Douleur (International Association for the Study of Pain) définit la douleur neuropathique comme une douleur liée à une lésion ou une maladie affectant le système somato-sensoriel.

L'atteinte du système somato-sensoriel peut survenir dans un contexte neurologique évident (douleur survenant après un zona, neuropathie diabétique douloureuse, douleur centrale survenant après un accident vasculaire cérébral). Elle survient aussi fréquemment dans un contexte non neurologique comme les suites post-opératoires, la chirurgie (même bénigne) étant souvent responsable de lésions nerveuses.

Elle se caractérise par des douleurs à type de brûlures ou de décharges électriques avec à l'examen clinique une hypoesthésie ou, au contraire, une allodynie (douleur induite par un stimulus non douloureux). Elle est souvent associée à des signes sensitifs non douloureux (paresthésies, engourdissement, prurit). Son diagnostic repose sur l'utilisation du questionnaire DN4 (1) qui permet l'identification de ses caractéristiques sémiologiques.

Le dépistage de la douleur neuropathique est d'autant plus important qu'elle peut coexister avec une douleur nociceptive dans le cadre d'une douleur mixte.

Sur le plan pharmacologique, la douleur neuropathique répond mal aux antalgiques classiques et elle justifie en première intention de traitements antiépileptiques et/ou de certains antidépresseurs.

- La douleur dysfonctionnelle

Il s'agit d'une douleur liée à un dysfonctionnement des systèmes de contrôle de la douleur sans lésion identifiée.

Les douleurs dysfonctionnelles les plus fréquentes sont la fibromyalgie, la céphalée de tension, la colopathie fonctionnelle ou la cystite interstitielle.

En l'état de nos connaissances, la douleur dysfonctionnelle répond peu au traitement pharmacologique et sa prise en charge thérapeutique fait plus appel à des approches non-pharmacologiques.

4) De la douleur aiguë à la douleur chronique

La Haute Autorité de Santé définit en 2008 la douleur chronique comme un syndrome multidimensionnel exprimé par la personne qui en est atteinte. Il y a douleur chronique, quelque soit sa topographie et son intensité, lorsque la douleur présente plusieurs des caractéristiques suivantes :

- Persistance ou récurrence, qui dure au-delà de ce qui est habituel pour la cause initiale présumée, notamment si la douleur évolue depuis plus de 3 mois ; répondant insuffisamment au traitement ;
- Détérioration significative et progressive du fait de la douleur, des capacités fonctionnelles et relationnelles du patient dans ses activités de la vie journalière, au domicile comme à l'école ou au travail.

Lorsqu'elle devient chronique, la douleur perd sa « finalité » de signal d'alarme et elle devient une maladie en tant que tel qu'elle que soit son origine.

La douleur chronique doit être appréhendée selon un modèle bio-psycho-social, sa prise en charge repose d'abord sur une démarche évaluative puis sur un traitement, souvent multimodal.

B - Physiologie de la douleur

1) Différence entre douleur/nociception et rôle de la nociception

Nous possédons des récepteurs sensoriels à haut seuil mis en jeu uniquement par des stimulations provoquant des lésions de l'organisme. Ces stimulations nocives mettent en jeu des "nocicepteurs", dont l'activité provoque une sensation consciente particulière : la douleur. Il faut, en effet, avant tout ne pas confondre douleur et nociception. La nociception est le processus sensoriel à l'origine du message nerveux qui provoque la douleur. Les nocicepteurs peuvent être très activés sans qu'il y ait douleur - à l'opposé, une douleur peut être très intense sans activation majeure des nocicepteurs.

La douleur nous apprend à éviter les situations dangereuses. C'est avant tout un signal d'alarme qui met en jeu des réflexes de protection nous permettant de nous soustraire aux stimulus nocifs et de soulager les parties de notre corps soumises à de trop fortes tensions.

2) Nocicepteurs et voies de la douleur

Le système somato-sensitif régit quatre modalités sensibles : le toucher, la proprioception, les sensations thermiques (chaud et froid), la douleur.

Les neurones qui répondent de façon sélective aux stimuli engendrés par les lésions tissulaires s'appellent des nocicepteurs. Ils sont constitués des fibres A δ et C dont les caractéristiques sont présentées dans le Tableau 1. Les fibres A δ sont principalement des mécano-nocicepteurs qui interviennent dans les douleurs aiguës bien localisées. Les fibres C quant à elles sont des nocicepteurs polymodaux (réponses aux stimuli mécaniques, thermiques et chimiques) qui sont impliqués dans les douleurs sourdes, mal localisées.

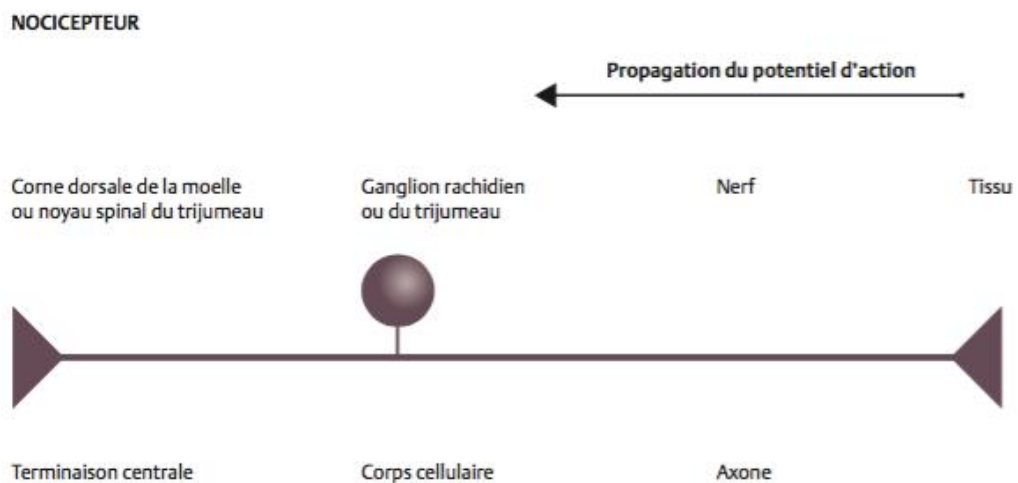
Tableau 1 : Caractéristiques des fibres nerveuses (*les voies de la douleur anesthésiologie.umontreal*)

Type de fibres	Myélinisation	Diamètre (μm)	Vitesse de conduction (m/s)	Fonction
A α	+++	10 – 25	60 – 100	Fibres motrices
A β	++	4 – 12	20 – 100	Fibres sensibles : toucher, pression
A γ	++	4 – 8	20 – 80	Fibres proprioceptives
A δ	+	1 – 6	5 – 25	Douleur, température
B	+	<3	3 – 15	SNA, fibres préganglionnaires
C	0	0,3 – 2	0,2 – 2,5	Douleur, température, SNA, fibres postganglionnaires

SNA : système nerveux autonome.

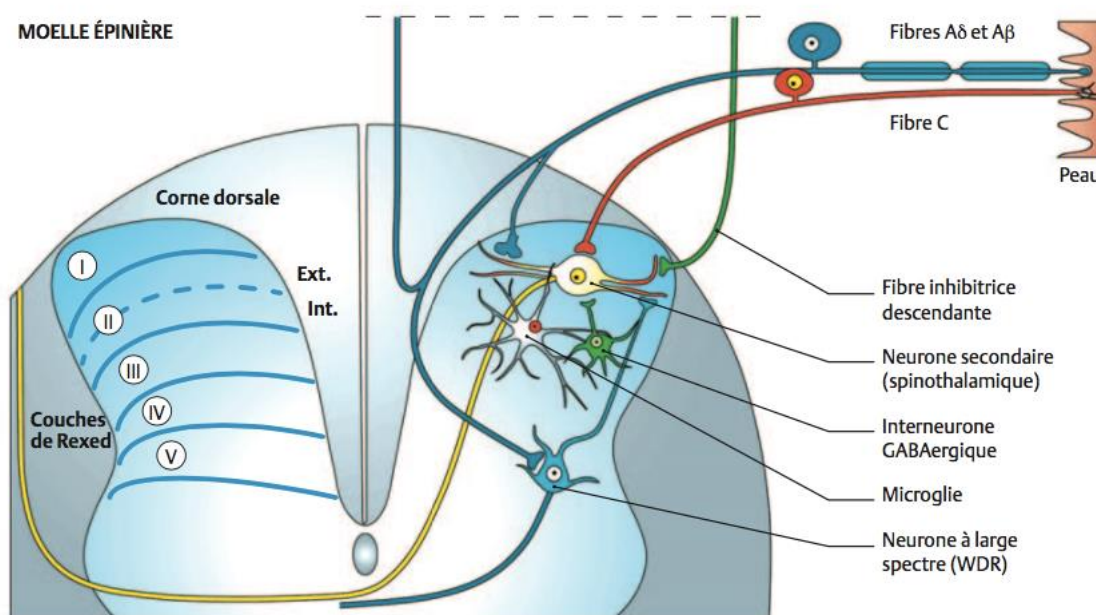
Ces fibres constituent les terminaisons nerveuses libres qui se trouvent sur toute la surface du corps mais aussi dans les muscles, les tendons et les viscères. Une stimulation nociceptive de nature mécanique, chimique ou thermique recrutera ces nocicepteurs qui conduiront l'information jusqu'à la corne postérieure de la moelle, on les dénomme des neurones afférents primaires (Figure 1). Les noyaux de ces neurones sont situés dans les corps cellulaires qui forment les ganglions rachidiens.

Figure 1 : Schéma d'un nocicepteur périphérique ou neurone afférent primaire (*les voies de la douleur anesthésiologie.umontreal*)



Au niveau de la corne dorsale de la moelle, les nocicepteurs et les fibres A β (fibres du toucher et de la pression) font relais au niveau de neurones secondaires (spinothalamiques ou neurones à large spectre) qui se projettent ensuite vers le cerveau. Une modulation du signal nerveux peut s'effectuer au niveau spinal par l'intermédiaire d'interneurones excitateurs ou inhibiteurs (ex. GABAergique), de la microglie (cellules immunitaires du système nerveux central [les astrocytes, les oligodendrocytes et la microglie forment les cellules gliales]) ou des fibres inhibitrices descendantes provenant de diverses régions supra spinales (Figure 2).

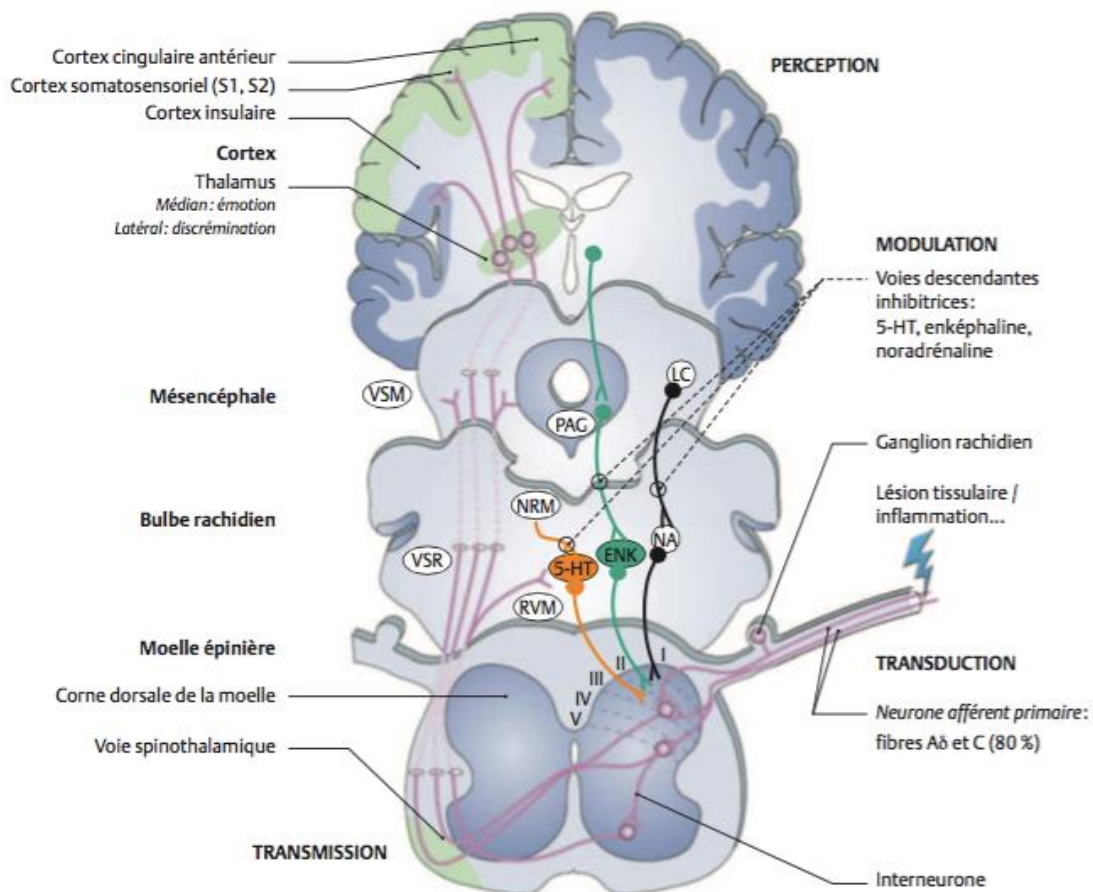
Figure 2 : Schéma d'un nocicepteur périphérique et de ses connexions au niveau de la corne dorsale de la moelle (*les voies de la douleur anesthésiologie.umontreal*)



Ext. : externe; Int. : interne; WDR: *wide dynamic range*.

Entre le message douloureux périphérique et la perception de la douleur, il existe ainsi une cascade électrique et chimique qui se divise en quatre étapes distinctes (Figure 3).

Figure 3: Schéma général des voies de la douleur (*les voies de la douleur anesthesiologie.umontreal*)



5-HT : sérotonine ; ENK : enképhaline ; LC : locus cœruleus ; NA : noradrénaline ; NRM : noyau du raphé magnus ; PAG : substance grise péri-aqueducale ; RVM : moelle rostroventromédiale ; VSM : voie spinomésencéphalique ; VSR : voie spinoréticulée.

La *transduction* : codage du message sensoriel pour l'acheminement de l'information nociceptive vers la corne postérieure de la moelle épinière. La transduction est réalisée par des récepteurs canaux qui dépolarisent la terminaison libre des nocicepteurs, activant ainsi des canaux sodiques voltage dépendant permettant la génération et la propagation de potentiels d'action. Au niveau de la terminaison centrale du nocicepteur dans la corne postérieure de la moelle, les potentiels d'action vont provoquer l'entrée de calcium qui permettra la libération de nombreux neuromodulateurs et molécules de signalisation dans la fente synaptique. Il existe à

ce niveau une modulation du signal nociceptif de type excitateur ou inhibiteur.

La *transmission* : le potentiel d'action nociceptif chemine dans le nocicepteur jusqu'à la corne dorsale de la moelle où il sera transmis à un neurone de second ordre spinothalamique (de la moelle épinière vers le thalamus). Le neurone secondaire croise immédiatement dans la moelle en passant sous le canal de l'épendyme pour former la voie spinothalamique en position ventrolatérale de la moelle et conduit l'information jusqu'à différentes régions des complexes ventrobasal et centromédian du thalamus somatosensoriel où il fera un contact synaptique avec le troisième neurone ou neurone tertiaire.

La *modulation* : ensemble des mécanismes par lesquels le message nerveux des nocicepteurs peut être modulé au niveau spinal mais aussi central. En particulier, il existe des contrôles inhibiteurs descendants issus du tronc cérébral qui s'exercent sur la transmission spinale des messages nociceptifs : après stimulation nociceptive périphérique, il y a mise en jeu d'un contrôle inhibiteur diffus nociceptif (CIDN) provenant de nombreuses régions du tronc cérébral et mettant en jeu des voies noradrénergiques, sérotoninergiques et enképhalinergiques (Figure 3).

La *perception* de la douleur est effective lorsque l'information nociceptive atteint le cerveau par les voies thalamocorticales. Le neurone tertiaire ou thalamocortical conduit ensuite les informations nociceptives vers différentes régions du cortex somatosensoriel et certaines structures limbiques. Les centres supérieurs de la douleur permettent de réaliser la complexité de l'équilibre entre les composantes sensorielles/discriminatives (aires somesthésiques pariétales S1 et S2) et affectives/émotionnelles (cortex cingulaire antérieur, insula) de la douleur. L'activation du cortex préfrontal pourrait être en rapport avec les aspects cognitifs de la perception douloureuse.

3) Sensibilisation des nocicepteurs et dérèglement des nocicepteurs :

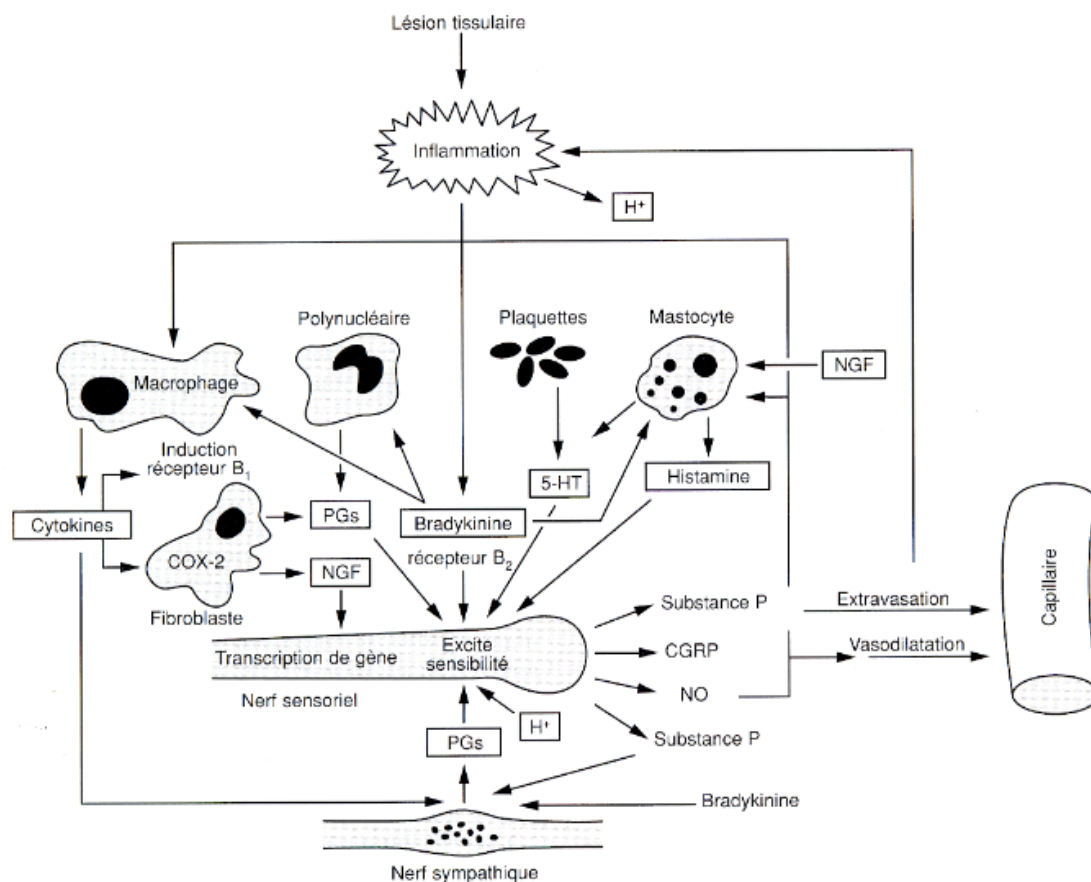
La répétition d'un stimulus provoque une sensibilisation des récepteurs entraînant un abaissement de leur seuil et une amplification de leurs réponses. Ils sont associés principalement aux fibres C.

La lésion tissulaire provoquée est responsable d'une série d'évènements étroitement liés aux processus inflammatoires venant prolonger l'activation des nocicepteurs et surtout induire une sensibilisation (Figure 4).

Figure 4 : Interactions entre les différentes substances libérées par les cellules immunitaires, les capillaires et les terminaisons nerveuses périphériques (sensorielles et sympathiques) lors d'une lésion tissulaire inflammatoire.

DOULEURS : BASES ANATOMIQUES, PHYSIOLOGIQUES ET PSYCHOLOGIQUES

Jean-Christophe Sol, Patrick Chaynes et Yves Lazorthes

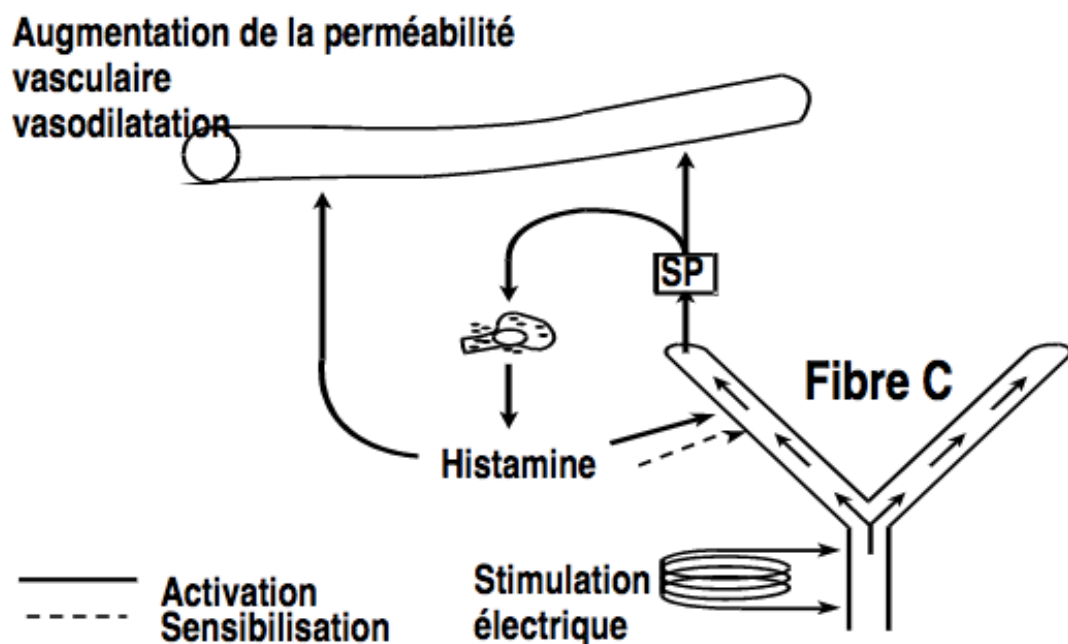


Les mécanismes de la genèse des messages nociceptifs ne sont pas élucidés entièrement. Néanmoins, il est bien établi que de nombreuses substances chimiques (bradykinine, histamine, sérotonine, prostaglandines, ions hydrogènes) sont libérées lors des lésions tissulaires par les cellules sanguines (plaquettes, polynucléaires, lymphocytes, macrophages, mastocytes). Par ailleurs, des neuropeptides tels la substance P et le peptide lié au gène de la calcitonine (CGRP) contenus dans certaines cellules des ganglions spinaux, peuvent être libérés au niveau périphérique par le classique réflexe d'axone (Figure 5). En dehors de ces substances qui pour la plupart sont libérées assez précocement lors de l'installation d'une lésion, d'autres facteurs tels les cytokines (interleukines, interféron, facteur de nécrose tumorale (TNF), facteurs de croissance neuronale (NGF), sont libérés par les phagocytes ou les cellules du système immunitaire, surtout lorsqu'il s'agit d'un processus persistant. Ainsi il apparaît que toute une myriade de substances chimiques très diverses interagissant entre elles, et peuvent moduler l'activité des nocicepteurs. Tous ces mécanismes rendent les approches pharmacologiques complexes.

Figure 5 : Inflammation neurogène liée à une lésion tissulaire : après stimulation nociceptive périphérique, l'influx nerveux se propage non seulement vers la moelle, mais aussi de façon antidromique vers les autres terminaisons libres de la même fibre. Celles ci vont libérer des peptides dont la substance P, ce qui entraîne une vasodilatation, une dégranulation des mastocytes, elle même à l'origine d'une libération localisée d'histamine qui va amplifier les processus vasculaires et sensibiliser les nocicepteurs. Cette cascade d'évènements, appelée inflammation neurogène concerne non seulement les territoires lésés mais aussi les territoires adjacents à l'origine d'une hyperalgésie dite secondaire ou en « tâche d'huile ».

DOULEURS : BASES ANATOMIQUES, PHYSIOLOGIQUES ET PSYCHOLOGIQUES

Jean-Christophe Sol, Patrick Chaynes et Yves Lazorthes



La fibre nerveuse est en fait le prolongement périphérique ou axone du premier neurone ou « protoneurone » dont le corps cellulaire est situé dans le ganglion spinal ou le ganglion trigéminal de Gasser. Les fibres sensibles ne sont pas uniformes ; elles propagent le signal sensoriel à des vitesses de conduction différentes, proportionnelles à leur diamètre et à l'épaisseur de leur gaine de myéline.

Au niveau du système nerveux central, après avoir emprunté le nerf périphérique puis pour certains un plexus, l'influx nociceptif se dirige vers le nerf spinal. Toutes les fibres périphériques afférentes (dendrites du 1^{er} neurone) possèdent un corps cellulaire au niveau du ganglion spinal situé sur la racine spinale dorsale. Dans la majorité des cas, les afférences du système nerveux central gagnent la moelle spinale par les racines dorsales ou leurs équivalents au niveau des nerfs crâniens. A partir de ce relais dans la corne dorsale, s'organisent des circuits réflexes spinaux par l'intermédiaire de chaînes d'interneurones, notamment vers la corne ventrale et les motoneurones des muscles fléchisseurs des membres (réflexe de retrait en flexion) ou vers la zone intermédiaire végétative de la moelle à l'origine de réflexes végétatifs spinaux à la douleur.

A la suite d'un stimulus nociceptif liminaire, isolé, survient une douleur aiguë liée à la stimulation des récepteurs AMPA. Le récepteur AMPA est couplé à un canal ionique qui provoque l'entrée de sodium dans le neurone post-synaptique lorsque du glutamate s'y fixe. Cette entrée de sodium amène la dépolarisation locale du dendrite et, si cette dépolarisation atteint le seuil de déclenchement du potentiel d'action, la transmission de l'influx nerveux dans le neurone suivant. On la considère comme une douleur d'alarme, de sauvegarde de l'intégrité de l'organisme, on parle de normalgésie.

A la suite d'un stimulus nociceptif supraliminaire et répétitif on constate la mise en jeu des récepteurs NMDA à l'origine d'une hyperexcitabilité auto-entretenu voire amplifiée de traduisant par une hyperalgésie. Le récepteur NMDA est également un récepteur couplé à un canal ionique, mais c'est le calcium qu'il laisse entrer de façon privilégiée dans la cellule. Au potentiel de repos de celle-ci, ce canal calcique est cependant bloqué par des ions magnésium (Mg^{2+}) qui, même si du glutamate s'y fixe, empêche l'entrée de calcium dans le neurone. Pour que ceux-ci se retirent du canal, le potentiel membranaire du dendrite doit être dépolarisé.

A plus long terme, il peut s'ensuivre une forme de mise en mémoire de la douleur liée à des modifications dans l'expression des gènes en faveur d'une synthèse protéique pro-nociceptive (Figure 6).

Figure 6 : Les trois étapes possibles d'un évènement douloureux :

DOULEURS : BASES ANATOMIQUES, PHYSIOLOGIQUES ET PSYCHOLOGIQUES

Jean-Christophe Sol, Patrick Chaynes et Yves Lazorthes

Evènement douloureux					
Douleur aiguë isolée	Douleurs aiguës récurrentes		Douleur chronique		
Glutamate ↓ AMPA NORMALGESIE	AAE - SP ↓ NK1	↓ NMDA (Ca ⁺⁺ , PKC, NO) HYPERALGESIE	Gène d'expression précoce (c-fos) MEMORISATION		
0 milliseconde années	secondes	minutes	heures	jours	mois

4) Sensibilisation liée à la morphine

L'arrivée de la morphine va activer plus spécifiquement les récepteurs μ . Les effets antalgiques de cette molécule vont activer les fibres inhibitrices descendantes du système nerveux central, accomplissant ainsi sa fonction anti nociceptive. L'activation de ces récepteurs μ libère une petite enzyme appelée « protéine kinase (PK) » en post-synaptique. La propriété de cette Protéine Kinase est de phosphoryler le récepteur NMDA, c'est à dire de le débloquent en libérant ses ions Mg⁺. Ainsi, par l'intermédiaire des récepteurs NMDA, l'activation des récepteurs μ va activer les fibres excitatrices du système nerveux central, mettant en jeu le système facilitateur, pourvoyeur de douleurs. La morphine est donc une substance anti nociceptive et hyperalgésiante. C'est la conjonction des deux qui va générer l'analgésie. Cette analgésie s'épuisera quand le phénomène facilitateur prendra le dessus par rapport au phénomène inhibiteur, diminué par la disparition des effets antalgiques du médicament.

C - Identifier et évaluer une douleur chronique

Les recommandations pour la pratique clinique proposées par l'ANAES (Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé) en 1999 rappelaient les principes généraux de cette évaluation :

- Un schéma des zones douloureuses ;
- Une mesure de l'intensité de la douleur par échelle visuelle analogique, numérique, ou verbale simple. Ces échelles d'auto-évaluation doivent être utilisées par le malade, sans influence du médecin ou de l'entourage. Elles ne permettent pas de diagnostiquer le(s) mécanisme(s) sous-jacent(s) mais de mieux détecter les patients ayant besoin d'un traitement symptomatique ;
- Une liste de mots descriptifs de la douleur, dont les seules versions longues (MacGill Pain questionnaire : MPQ, traduit et adapté en français sous le nom de questionnaire de la douleur de Saint-Antoine, QDSA) ont été validés, mais d'application difficile (du fait de cette longueur) en médecine ambulatoire. Ces descriptifs peuvent faciliter la reconnaissance de certaines douleurs (par exemple les douleurs neurogènes) et apprécier le retentissement affectif de la douleur ;
- Une évaluation de l'éventuelle composante anxieuse et dépressive (version française de l'échelle HAD : *Hospital Anxiety and Depression Scale*) ;
- Une évaluation du retentissement de la douleur sur le comportement quotidien, pour laquelle il n'existe pas d'instrument validé, suffisamment court permettant d'apprécier ce retentissement.
- Les informations recueillies selon les principes ci-dessus, couplées à la notion de durée d'évolution, devraient aider le praticien à la décision de demande d'avis spécialisé, d'orientation vers un réseau multidisciplinaire, ou l'envoi vers une structure spécialisée dans la prise en charge de la douleur.

D - Législation

Le code de la santé publique énonce dans la dernière loi relative aux droits des malades et à la qualité du système de santé (loi 2002-303 du 4 mars 2002, loi "Kouchner") :

« Toute personne a le droit de recevoir des soins visant à soulager sa douleur. Celle-ci doit être en toutes circonstances prévenue, évaluée, prise en compte et traitée. Les professionnels de santé mettent en œuvre tous les moyens à leur disposition pour assurer à chacun une vie digne jusqu'à la mort » (article L 1110-5)

La charte du patient hospitalisé se fait l'écho de ces directives :

« Les établissements de santé garantissent la qualité des traitements, des soins et de l'accueil. Ils sont attentifs au soulagement de la douleur. (...) L'information donnée au patient doit être accessible et loyale (...) La personne hospitalisée est traitée avec égard... »

E - Spécificité pédiatrique

La douleur chronique, considérée longtemps comme une douleur durant plus de 3 mois, est maintenant souvent qualifiée de « douleur persistant au-delà de la durée attendue » par rapport à la cause ; les facteurs psycho-sociaux jouent souvent un rôle majeur dans cette douleur et doivent être recherchés.

La douleur chronique en pédiatrie a une expression comportementale souvent différente, moins marquée ; le retentissement sur la vie quotidienne (activités, école, vie sociale) doit être apprécié en plus de l'intensité et des signes habituels de douleur.

La douleur postopératoire est une préoccupation autant pour les cliniciens que pour les patients, qu'il s'agisse d'adultes ou d'enfants (2).

Une bonne gestion de la douleur postopératoire peut être considérée comme un indicateur de la qualité de la prise en charge péri opératoire et représente une responsabilité éthique pour les soignants. Des études récentes ont révélé des effets aigus sur les futures expériences douloureuses, en particulier chez les enfants et les nourrissons. Une douleur postopératoire aiguë non suffisamment traitée serait associée à une douleur postopératoire chronique (3).

De part son ampleur la douleur chronique post opératoire s'avère être un problème de santé publique. On estime que 10 à 20% de tous les patients adultes souffrent de douleurs chroniques post opératoire (4). Les causes de DCPO chez les adultes ne sont pas entièrement connues, mais plusieurs facteurs de risque ont été établis. Son incidence dépend du type de chirurgie, avec des taux allant jusqu'à 60% après amputations, 30 à 50 % après thoracotomies ou chirurgies mammaires, (5) et environ 10% après une réparation de hernie inguinale. Les principaux facteurs de risque prédictifs identifiés chez l'adulte sont la douleur préopératoire, le nombre de chirurgies, les facteurs psychologiques, les risques chirurgicaux de lésions nerveuses (6) la sévérité de la douleur postopératoire aiguë (7).

La douleur chronique est plus difficile à reconnaître et à traiter que la douleur aiguë. La douleur neuropathique est la forme la plus commune de douleur chronique post opératoire (8).

Chez les enfants, la douleur chronique médicale est fréquente, (9) le plus souvent dans un contexte de maladie chronique.

L'incidence de la douleur chronique postopératoire en pédiatrie est malheureusement peu évaluée , plusieurs études monocentriques retrouvent une incidence de DCPO allant de 10% (10) pour tout type de chirurgie, jusqu'à 50% pour les chirurgies les plus lourdes telles que de la correction de la déformation scoliothique (11), où l'on note la présence d'une forte composante neuropathique.

Bien que de nombreux facteurs de risque aient été identifiés pour la douleur chronique chez les enfants (une anxiété préopératoire, une douleur continue au cours des 3 mois précédents la chirurgie, une douleur persistante 15 jours après la chirurgie, une consommation de morphine supérieure a 0,5mg/kg en post opératoire

immédiat) (12)(13)(14)(15)(16), des données sont encore manquantes pour les facteurs de risque et l'incidence (17)(18).

De plus, la douleur chronique chez les enfants et les adolescents est difficile à traiter de part les données limitées dans cette population. Cette dernière peut avoir des conséquences psychologiques importantes et durables (19). L'absentéisme scolaire dû aux douleurs est courant et peut être à l'origine de répercussions sur l'avenir professionnel de l'enfant tout comme sur le développement de ses compétences sociales (20). Il n'est pas rare que les douleurs engendrent un retrait des activités avec les pairs car l'enfant cherche le repos et l'isolement lors des moments de crise (21). Cela peut entraîner un cercle vicieux où plus l'enfant s'isole, plus il risque de perdre la motivation à s'autonomiser et plus il lui sera difficile de réintégrer ses pairs (22). Ce retrait de la vie sociale entraîne une diminution de l'activité physique qui a pour conséquence d'exacerber à nouveau les douleurs et l'impact fonctionnel (23). Par ailleurs, les douleurs peuvent engendrer une lourde charge parentale, tant sur un plan émotionnel que fonctionnel. Le souci constant pour l'enfant et la crainte que les douleurs témoignent d'un trouble sévère tend à accroître l'anxiété des parents. Les jours de travail manqués pour s'occuper de leur enfant ou le conduire à des rendez-vous médicaux ont également des répercussions financières et imposent aux parents de faire des compromis, qui mettent parfois en difficulté leur carrière professionnelle (24). L'équilibre relationnel au sein de la famille peut également être difficile en raison de l'attention particulière portée à l'enfant douloureux chronique comparé au reste de la fratrie (25). Ces situations complexes ne bénéficient pas toujours d'un traitement adéquat, notamment lorsque ces facteurs psychologiques et sociaux sont absents de la prise en charge des patients (26).

F - Problématique

Une première étude (10) réalisée dans notre service de chirurgie pédiatrique s'était intéressée à la douleur chronique post opératoire en pédiatrie dans l'ensemble des chirurgies. Celle ci avait mis en évidence une incidence de 23% de DCPO après thoracotomie et 13% après procédures orthopédiques et, ainsi qu'une origine neuropathique retrouvée dans 64% des cas.

Il était donc légitime de se focaliser sur les chirurgies thoraciques et orthopédiques majeures en pédiatrie à savoir : la correction des Pectus Excavatum et l'arthrodèse postérieure de correction de la scoliose.

Ces dix dernières années différentes études ont évalué les douleurs chroniques post opératoires des chirurgies de la scoliose idiopathique et l'impact de celles-ci sur la vie sociale (18)(27)(28). Mais aucune n'avait évalué ces douleurs chroniques chez les enfants non communicants.

Après avoir évalué la prévalence des douleurs chroniques et la part neuropathique post-chirurgicales, il nous est paru intéressant d'évaluer les stratégies de prévention et de prise en charge analgésique.

Le diagnostic de ces douleurs pourrait avoir un enjeu majeur dans la prise en charge plus précoce de ces patients qu'ils soient communicants ou non.

II - OBJECTIF DE L'ÉTUDE


L'objectif de cette étude prospective est d'estimer la prévalence de la douleur chronique post opératoire (DCPO) chez les enfants âgés de 6 à 18 ans. La DCPO est définie comme une douleur persistante, $\geq 3/10$ selon l'échelle d'évaluation numérique chez les enfants communicants et $\geq 3/10$ selon l'échelle FLACC pour les enfants non communicants à quatre mois d'une chirurgie thoracique de correction des Pectus Excavatum ou d'une chirurgie de fixation postérieure de correction de la scoliose.

Les objectifs secondaires sont de déterminer l'intensité de la DCPO, la prévalence du syndrome neuropathique et les facteurs de risque de survenue.

Grâce à cette enquête épidémiologique nous espérons connaître la prévalence des douleurs chroniques post-opératoires de deux chirurgies couramment réalisées dans notre centre à savoir la chirurgie thoracique de correction des Pectus Excavatum et la chirurgie de fixation postérieure pour la correction de la scoliose de l'enfant communicant et non communicant. La mise en évidence de ces enfants douloureux à 4 mois, permettra de leur proposer une consultation dans un centre spécialisé de prise en charge de la douleur chronique. Par ailleurs, la connaissance des facteurs favorisant leur survenue pourrait permettre d'élaborer des stratégies de prévention.

III - ARTICLE EN REVIEWING

ScholarOne Manuscripts™ Cecile Fourneteze ▾ Instructions & Forms Help Log Out

 BJA
British Journal of Anaesthesia

[# Home](#) [Author](#) [Review](#)

Author Dashboard

Author Dashboard

- 1 Manuscripts I Have Co-Authored >
- Start New Submission >
- Legacy Instructions >
- 5 Most Recent E-mails >

Manuscripts I Have Co-Authored

STATUS	ID	TITLE	CREATED	SUBMITTED
ED: Colvin, Lesley	BJA-2018-01232-LC084	A prospective study of chronic postsurgical pain after major paediatric surgery	22-Aug-2018	22-Aug-2018
• Under review		View Submission Submitting Author: Nouette-Gaulain, Karine		



A prospective study of chronic postsurgical pain after major paediatric surgery

Journal:	<i>British Journal of Anaesthesia</i>
Manuscript ID	Draft
Article Type:	Clinical Investigation
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Foumenteze, Cecile; Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux, Service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin Batoz, Helene; Bordeaux University Hospital, Paediatric Anesthesiology Department Semjen, François; Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux, Anesthésie Pédiatrique Biais, Matthieu; Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux Groupe hospitalier Pellegrin, Department of Anesthesiology and Critical Care Roullet, Stéphanie; CHU Bordeaux , Service Anesthésie Réanimation 1 Nouette-Gaulain, Karine; Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux, Service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin; Univ. Bordeaux, INSERM
	11, Laboratoire de Maladies Rares: Génétique et Métabolisme (MRGM)
href=https://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html Child, Neuropathic Pain, Chronic	

A prospective study of chronic postsurgical pain after major paediatric surgery

Cécile Founteze ^a, Hélène Batoz ^a, François Semjen ^a, Matthieu Biais ^{a,c},
Stéphanie Rouillet ^{a,b}, Karine Nouette-Gaulain^{a,b*}

^a CHU Bordeaux, Service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin, Hôpital Pellegrin,
Place Amélie Raba Léon, F-33000 Bordeaux, France

^b Univ. Bordeaux, INSERM U12-11, Laboratoire de Maladies Rares: Génétique et
Métabolisme (MRGM), 176 Rue Léo Saignat, F-33000 Bordeaux, France

^c Univ. Bordeaux, INSERM U1034, Biology of Cardiovascular Diseases, F-33600
Pessac, France

*** Corresponding Author:**

Karine NOUETTE-
GAULAIN CHU DE
BORDEAUX

Service d'Anesthésie Réanimation
Pellegrin, Hôpital Pellegrin,

33076 Bordeaux, France,
Tel +33 5 56 79 55 15,
Fax +33 5 56 79 61 19,

Mail to: karine.nouette-gaulain@u-bordeaux.fr

Manuscript: 23 pages, Figures: 1, Tables: 5

Short Title: Chronic postsurgical pain after major surgery

Background:

After major surgery, children may develop chronic postsurgical pain (CPSP) which has a neuropathic component in most cases. This study investigated CPSP after major surgery, including thoracic and scoliosis surgery, in communicating and non-communicating children.

Methods:

This prospective, single-centre observational study was performed in children between 6 and 18 years old, scheduled for thoracic surgery for pectus excavatum correction or scoliosis surgery. We investigated the presence of pain 4 months after surgery, using a numerical rating scale (NRS) $\geq 3/10$ in the communicating children or by a FLACC (Face Legs Activity Cry Consolability) $\geq 3/10$ score in the non-communicating children. All perioperative data regarding the surgery and anaesthesia were collected.

Results:

The 66 children enrolled in the study consisted of 33 communicating and 4 non-communicating children undergoing scoliosis surgery, and 29 undergoing thoracic surgery. Twenty-eight (42%) of the children suffered from chronic postsurgical pain (NRS or FLACC $\geq 3/10$), 4 months after surgery, with severe pain in 25% of the children. Fourteen of these children suffered from chronic neuropathic pain. Moderate to severe pain on postoperative day 3, and the cumulative number of days with pain after hospital discharge were predictors of CPSP.

Conclusions:

Paediatric CPSP is common after major surgery, and is often associated with moderate to severe pain. Pain should be evaluated systematically for all children and the development of an interdisciplinary programme to follow-up children and parents may be helpful.

Key words:

child, chronic postsurgical pain, neuropathic pain, scoliosis, thoracic surgery,

clinicaltrial.gov identifier: NCT02995525

Chronic postsurgical pain (CPSP) is common in children, and is defined by the International Association for the Study of Pain (IASP), as pain lasting more than 3 months after surgery. ¹ Its prevalence ranges from 10 to 65% and the risk factors are the type of surgical procedure, the continuous pain in the month preceding surgery, the severe pain on the postoperative day 1, the morphine intake greater than 0.5 mg.kg⁻¹ in immediate postoperative period. ²⁻⁶ Chronic pain in children affects quality of life, development and social activities and can result in time away from school.

Corrective surgical procedure such as spine and thoracic surgeries may improve the functional outcomes of children, but they also increase the risk for severe postoperative pain, including CPSP. ^{4,7-8}

This prospective study was performed in children aged 6–18 years old to gain a deeper understanding of children's risk for CPSP after major surgery. The secondary objectives were to determine the intensity of CPSP, the neuropathic origins, and risk factors for occurrence.

Methods

Patients

Ethics approval for this prospective, single-centre, observational cohort study was obtained from the hospital Ethics Committee of CHU de Bordeaux, France (Comité de Protection des Personnes Sud-Ouest et Outre-Mer III, Chairperson Pr D Berdaï, DC 2016/161) prior to the commencement of the study. This study is registered with clinicaltrials.gov (identifier: NCT02995525). Information on the study was first given at the preanaesthetic visit in the month before surgery. Parents and children read an information sheet at home and provided verbal consent the day before the surgery.

Patients scheduled to undergo major surgery (for scoliosis, or pectus excavatum via modified Ravitch or Nuss procedure) between the ages of 6 and 18 years old were recruited from our hospital from November 2016 to December 2017.

Children were excluded if they or their parents/guardians had difficulty understanding the questionnaires, the parents/guardians of the non-communicating children had difficulty understanding the questionnaires, and/or communicating child or one of the parents refused to participate. Children scheduled for spondylolisthesis correction surgeries or spinal distractions were also excluded.

Procedure

On the day before the intervention, eligible children completed the preoperative questionnaire with the help of their parents to obtain information regarding age, sex, weight, height, and medical and surgical history. The following information regarding preexisting pain (>1 month) and recent pain (pain experienced in the past month) was obtained: history, location (site of later surgery or elsewhere), frequency and intensity of the pain (pain intensity using the numerical rating scale

(NRS) in communicating children and the Face Legs Activity Cry Consolability score in the non-communicating children, was transformed to a three-modality outcomes: NRS/FLACC <3 = mild pain, $3-5.9$ = moderate pain, ≥ 6 = severe pain), any neuropathic components (self-reported DN4 scale ≥ 4), and any medication used for pain.⁹

Intraoperative surgical and anaesthetic care was performed as usual the day of surgery. The intraoperative anaesthetic management was not standardised. We collected intraoperative data (intrathecal morphine, intravenous ketamine and regional anaesthesia) and informations on surgical procedures (type of surgery, duration of surgery, estimated blood loss). Intrathecal morphine consisted of injection of $5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ morphine.¹⁰ For thoracic surgery, unless contraindicated, a thoracic epidural catheter was placed at approximately T5 to T6, and 2 mg.mL^{-1} ropivacaine was infused at 5 to 10 mL.h^{-1} as tolerated, based on blood pressure and pain scores.^{11, 12} The pain management protocol included the use of morphine delivered via patient-controlled analgesia (PCA). Postoperative opioid analgesic use during the first 72 h was recorded in intravenous morphine equivalents. Pain level was assessed in the first 72 h after the surgery using a numerical rating scale (NRS 0–10) or FLACC (0–10). In communicating patients, the main study outcome was self-reported pain intensity. At all points throughout the study, pain intensity was rated by patient by asking the following question "How much pain are you in right now if 0 is no pain and 10 the worst pain ever". The pain score on the NRS or FLACC was transformed into a three-modality ordinal outcome (<3 = mild pain; $3-5.9$ = moderate pain; ≥ 6 = severe pain). Children were asked about their worst pain at rest in time slots (postoperative day [POD]1, POD2 and POD3). Evaluation of pain began just after extubation of the trachea.

Patient follow-up was conducted by both the anaesthesia residents and practitioners. Four months after the surgery, the children included in the study were called to complete the postoperative questionnaire by phone. In this questionnaire, children (or their parents for non-communicating children) were asked about the status of their pain (scar pain or pain in other body locations) using the NRS (0–10) or a FLACC score (0–10) in the non-communicating children. Patients with CPSP (NRS ≥ 3) also

completed the DN4 questionnaire to determine whether there was a neuropathic component. They were also questioned on the impact of CPSP on school absenteeism. They were asked if they had received any medications or analgesic treatments, and if they had pain in another location, and if so, they were asked to describe its intensity using the NRS. Those experiencing pain were asked what if any treatment had been given for it. A pain doctor contacted all children who reported a NRS score ≥ 3 in any location to suggest that they visit a practitioner for analgesic treatment.

Statistical analyses

Qualitative data were compared with a Chi-2 test or a Fisher's exact test and are expressed in numbers (%). Quantitative data are expressed as medians (IQR 25-75). Normality of distribution was assessed using the Shapiro-Wilk test. Normally distributed data were compared using the Student's *t* test, and non-normally distributed data were compared using the Mann-Whitney test.

The prevalence of CPSP and its binomial 95% confidence interval were estimated. Factors associated with the presence of CPSP were investigated using a logistic regression model. Factors associated with CPSP in the univariate analyses with statistical significance < 0.20 were included in the multivariate model and other factors of interest (i.e. NRS/FLACC on POD3, intravenous morphine consumption in mg.kg⁻¹, number of days of scar pain and number of days of pain in other body location, social context, preoperative neuropathic pain, and NRS/FLACC ≥ 3 after hospital discharge). All statistical tests were performed using the XLSTAT 2017 package (Addinsoft, Paris).

The sample size in the study was assessed based on the logistic challenges, rather than a priori power calculations, in this study. We aimed to have complete data from at least 60 patients in this prospective longitudinal study.

Results

Participants

Of the 71 patients assessed for eligibility, three non-communicating children undergoing scoliosis surgery were not included due to the possible requirement of prolonged intubation. Therefore, a total of 68 patients were initially included in the study; two were lost to follow-up, and data from 66 patients were included in the final analyses (Figure 1).

The study population consisted of 66 children aged 14 [13-15] years old. Thirty-seven (33 communicating and 4 non-communicating) children underwent scoliosis surgery, and 29 underwent pectus excavatum correction surgery. With regards to the family social context, 43 children had parents that were stable couples, parents of 18 children were divorced and one or both parents of 5 children had died. With regards to medical history, 46 children had undergone at least one surgery in the past, and morphine was injected during the postoperative period in 14 of children. Of these children, 24 (36%) reported moderate to severe recent pain (<1 month) at the time of surgery. Neuropathic pain was reported in five children (Table 1), and only one of the potential candidates for the study received opioids the month before surgery.

Intraoperative and early postoperative patient characteristics

Ketamine, an agent with an anti-hyperalgesic effect, was injected in 28 (42%) of children and regional anaesthesia was performed in 94% of cases (33 children with intrathecal morphine, 29 with thoracic epidural catheter). NRS evaluated on POD1, POD2 and POD3 indicated that 38 children experienced severe pain (NRS $\geq 6/10$) at least once during this period. The cumulative intravenous morphine consumption during the first 3 days postoperatively was 1.1 [0.5-1.6] mg.kg⁻¹ (Table 2). Of the 66 children, 6 underwent unplanned reoperation.

Patient characteristics data after hospital discharge

After hospital discharge and over a period of 15 days, 46 children (70%) experienced moderate pain (NRS \geq 3/10) and 24 of whom suffered from severe pain (NRS \geq 6/10).

Four months after surgery, 28 children (42%) had CPSP with an NRS/FLACC score \geq 3/10: 14 children in the thoracic surgery group, 1 of 4 non-communicating children and 13 of 33 communicating children after scoliosis surgery. Of the 28 with CPSP, 7 experienced severe pain (NRS \geq 6/10). Opioids were used in only six patients. Fourteen children suffered from neuropathic pain, four of whom had a neuropathic pain in the preoperative period. Eight of the total population of 66 children had school absenteeism, 4 months after surgery (Table 3).

Predictors for chronic postoperative pain

Of the potential risk factors included in the univariate analyses, seven were associated with CPSP ($P < 0.2$): the family situation, pre-existing neuropathic pain, NRS/FLACC on POD3, NRS/FLACC ≥ 3 after hospital discharge, the cumulative number of days with scar pain after the hospital discharge, the NRS/FLACC in other body locations after the hospital discharge, the cumulative number of days with pain in other body locations after the hospital discharge (Table 4).

They were all included in the multivariate analyses with another factor, i.e. morphine consumption in mg.kg⁻¹, which is a major risk factor for CPSP.^{3, 13, 14}

We found three risk factors for CPSP in the multivariate model: pain intensity on POD3 was independently associated with CPSP ($P = 0.008$; OR = 1.7 [95% CI: 1.4-2.5]), cumulative numbers of days of scar pain after hospital discharge ($P = 0.03$; OR = 1.045 [95% CI: 1.004-1.087]), and cumulative number of days of pain in other body location after hospital discharge ($P = 0.01$; OR = 1.041 [95% CI: 1.01-1.074]) (Table 5).

Discussion

In all, 42% (28/66) of children suffered from CPSP after major surgery. Four months after surgery, 25% (7/28) of the children still experienced severe pain. Predictors for CPSP were pain intensity at POD3 and cumulative number of days of pain (at the scar or in other body location) after hospital discharge.

Prevalence of CPSP

About 10-65% of patients who undergo surgery for a wide range of conditions develop CPSP,^{4,6} including children scheduled for major surgeries.⁵ After scoliosis surgery, significant long-term pain has been reported from 6 weeks to more than five years.^{3,4,15} Our results confirm the high prevalence of CPSP reported previously in adolescents.^{3,16} In a previous study, the presence of CPSP at 2-3 months was a major risk factor for the development of persistent pain one year after scoliosis surgery.³ The reported rates of persistent postoperative pain at 1 year and more range from 11% to 53.6% in literature.^{2,3,15} Based on these reports, 48% of patients may experience neuropathic pain.¹³ Moreover, the pain intensity 2 weeks after hospital discharge increases the risk for developing moderate to severe CPSP at 3 months and our study confirmed this predictor.^{16,17} After thoracic surgery in adults, the incidence of chronic pain at 3 months, ranges from 29% to 47%.^{18,19} Overall, the severity of acute pain is associated with chronic thoracic postoperative pain whereas psychosocial factors and quantitative sensory testing are not predictive.¹⁹ The rate of chronic thoracic pain is 19% in children aged 7-12 years old, and 28% in patients aged 13-25 years old.²⁰ Taken together, these data suggest that perioperative pain is a major concern after major surgery and its treatment is an important and ethical responsibility for caregivers.

Demographic data

To optimise the multimodal analgesia approach, demographic data must be collected

during preoperative visits. Surprisingly, only one of the candidates for inclusion in the present study received opioids within the month before surgery. The prevalence of preoperative opioid use is very low, ^{2,21} and explains why it cannot be considered a predictor for CPSP. The indications for thoracic and scoliosis surgery were associated in 24 of 66 patients with moderate to severe preoperative pain in our unit on the month before surgery. Preoperative pain is widely identified as a predictor of chronic pain after surgery in children, but this was not the case in the present study. ^{4, 15} Demographics and family social context were evaluated during the preoperative visit, ^{3,4,13,17} and these factors were not predictive. In adolescent idiopathic scoliosis, demographic variables such as socioeconomic status did not significantly predict shifts in postoperative pain trajectories. ¹⁷

Acute pain

Management of pain after major surgery needs to encompass efficacy and safety within the first 72 h postoperative. Acute pain (visual analogue scale ≥ 30 mm) and morphine consumption (≥ 0.5 mg.kg⁻¹) within the first 24 h after surgery are independent predictors of CPSP ^{4, 13, 19}. Therefore, it is necessary to select a multimodal strategy approach with smaller doses of opioids. Intravenous acetaminophen and ketorolac reduce opioid consumption in adolescent patients undergoing idiopathic scoliosis surgery.²² In our study, only 28 of 66 patients received ketamine. Low-dose ketamine infusion may decrease postoperative morphine requirements in adolescents.²³ The current consensus guidelines on the use of intravenous ketamine infusion for acute pain management highlight the use of this agent in patients undergoing thoracic surgery or spine procedures ²⁴. Multimodal pain management in children includes regional anaesthesia in cases of major surgery.^{12, 25-27} Within the first 24 h after surgery, the children included in our study benefited from regional analgesia in all except four cases. Similarly, in a previous study, 5 μ g.kg⁻¹ intrathecal morphine along with PCA morphine provides better analgesia than PCA morphine alone on POD1 after scoliosis surgery in children.¹⁰ Moreover, within the first 48 h postoperatively, epidural analgesia after minimally

invasive pectus excavatum repair provided superior pain control than PCA alone.²⁸ These observations probably explain why the pain intensity at POD3 rather than that at POD1 was a predictor for CPSP.

Pain after hospital discharge

The cumulative number of days of pain after hospital discharge was a predictor of CPSP. Four months after surgery, 42% of children suffered from moderate to severe CPSP and opioid consumption was described in only six cases. After scoliosis surgery, mild to severe pain was observed postoperatively but pain gradually and significantly declined throughout an initial 6-month follow-up period.¹⁷ The presence of moderate to severe pain at 1-month follow-up is associated with a significant deterioration in total health-related quality of life, and in both physical and psychosocial health.^{29, 30} In children, the psychosocial framework includes the role that parents play in their child's recovery after surgery.^{31, 32} Poor child-parent relationships are considered to play a key in postsurgical pain intensity and health-related quality of life.³³ Parent pain catastrophizing scores within 72 h after surgery predict child pain intensity reports 1 year later.³³ Families report feeling unprepared for major surgery and pain in their child, and recovery and regaining physical functioning at home are challenges.³⁴ Parents tend to underdose or provide suboptimal analgesia despite pain, due to fear of medication side-effects.⁷ The precise estimation of individual narcotic needs is complex. Adolescent and family education on the importance of narcotic disposal is an essential component of treatment adjustment to pain trajectories^{35, 36}. Rehabilitation programmes in children with major surgery should include at least pain education for parents and a systematic pain consultation at 3 months with a chronic pain practitioner. Moreover, parent participation could be helpful in interdisciplinary pain rehabilitation programmes.³⁷ However, such initiatives should be administered in association with a self-management approach to chronic pain in children: the information delivered must be consistent with their own expectations or priorities,³⁸ as interdisciplinary

pain treatment programmes for adolescents are associated with improvements in function and psychological well-being.³⁹ All of these actions could decrease time away from school.

Study limitations

All thoracic and scoliosis surgery patients at our hospital were included in this prospective observational study for a short period. Due to the observational nature of the study, the numbers of patients in the thoracic (n = 29) and scoliosis (n = 37) surgery groups were different. We included non-communicating children because individuals with intellectual disabilities suffer severe pain but few studies have focused on their ability to experience or express pain.⁴⁰

The type of surgeries was significantly associated with the incidence of chronic pain.⁴ The choices of anaesthetic and postoperative analgesic regimens utilised during the first few days after surgery were not rigorously standardised, but followed the standards of usual care.²⁵⁻²⁷ For example, the use of ketamine and nonsteroidal anti-inflammatory drugs was not standardized.

Conclusion

In conclusion, 4 months after surgery, 42% of patients experienced CPSP after major paediatric surgery, particularly with a neuropathic origin (14 of 28 patients). These findings are important because CPSP may not be accounted for and, therefore, may not be treated despite its intensity. The three main risk factors for CPSP after major surgery are the intensity of pain at POD3 and the cumulative number of days of pain (scar or other body location) after hospital discharge. Our results suggest that acute postoperative pain and pain after hospital stay must be treated more aggressively, because CPSP may cause sensitization. Further studies are required to clarify the role of pain education and the child-parent relationship in communicating and non-communicating children.

COMPETING INTERESTS:

The authors declare that they have no competing interest.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS *Scientific collaboration for the writing of the study:* Karine Nouette-Gaulain (Service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin, CHU de Bordeaux), Cecile Founteze (Service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin, CHU de Bordeaux), Helene Batoz (Service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin, CHU de Bordeaux),

Scientific collaboration for the design of the study: Matthieu Biais (Service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin, CHU de Bordeaux), Stephanie Roulet (Service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin, CHU de Bordeaux),

Assistance for subject recruitment and data collection: Helene Batoz (Service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin, CHU de Bordeaux), François Semjen (Service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin, CHU de Bordeaux), Cecile Founteze (Service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin) .

Data management and analysis: Stephanie Roulet (Service d'Anesthésie Réanimation Pellegrin, CHU de Bordeaux)

ACKNOWLEDGMENTS

Data monitoring: Sandrine Desjardins (DRCI, CHU de Bordeaux).

References

- 1 Macrae WA. Chronic post-surgical pain: 10 years on. *Br J Anaesth* 2008; **101**: 77-86
- 2 Landman Z, Oswald T, Sanders J, Diab M, Spinal Deformity Study G. Prevalence and predictors of pain in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011; **36**: 825-9
- 3 Chidambaran V, Ding L, Moore DL, et al. Predicting the pain continuum after adolescent idiopathic scoliosis surgery: A prospective cohort study. *Eur J Pain* 2017; **21**: 1252-65
- 4 Batoz H, Semjen F, Bordes - Demolis M, Benard A, Nouette-Gaulain K. Chronic postsurgical pain in children: prevalence and risk factors. A prospective observational study. *Br J Anaesth* 2016; **117**: 489-96
- 5 Rabbitts JA, Fisher E, Rosenbloom BN, Palermo TM. Prevalence and Predictors of Chronic Postsurgical Pain in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Pain* 2017; **18**: 605-14
- 6 Chapman CR, Vierck CJ. The Transition of Acute Postoperative Pain to Chronic Pain: An Integrative Overview of Research on Mechanisms. *J Pain* 2017; **18**: 359 e1-e38
- 7 Walker SM. Pain after surgery in children: clinical recommendations. *Curr Opin Anaesthesiol* 2015; **28**: 570-6
- 8 Johnson WR, Fedor D, Singhal S. Systematic review of surgical treatment techniques for adult and pediatric patients with pectus excavatum. *J Cardiothorac Surg* 2014; **9**: 25
- 9 von Baeyer CL. Numerical rating scale for self-report of pain intensity in children and adolescents: recent progress and further questions. *Eur J Pain* 2009; **13**: 1005-7
- 10 Gall O, Aubineau JV, Berniere J, Desjeux L, Murat I. Analgesic effect of low-dose intrathecal morphine after spinal fusion in children. *Anesthesiology* 2001; **94**: 447-52
- 11 Manion SC, Brennan TJ. Thoracic epidural analgesia and acute pain management. *Anesthesiology* 2011; **115**: 181-8

- 12 Muhly WT, Maxwell LG, Cravero JP. Pain management following the Nuss procedure: a survey of practice and review. *Acta Anaesthesiol Scand* 2014; **58**: 1134-9
- 13 Julien-Marsollier F, David R, Hilly J, Brasher C, Michelet D, Dahmani S. Predictors of chronic neuropathic pain after scoliosis surgery in children. *Scand J Pain* 2017; **17**: 339-44
- 14 Fletcher D, Martinez V. Opioid-induced hyperalgesia in patients after surgery: a systematic review and a meta-analysis. *Br J Anaesth* 2014; **112**: 991-1004
- 15 Sieberg CB, Simons LE, Edelstein MR, et al. Pain prevalence and trajectories following pediatric spinal fusion surgery. *J Pain* 2013; **14**: 1694-702
- 16 Page MG, Stinson J, Campbell F, Isaac L, Katz J. Identification of pain-related psychological risk factors for the development and maintenance of pediatric chronic postsurgical pain. *J Pain Res* 2013; **6**: 167-80
- 17 Connelly M, Fulmer RD, Prohaska J, et al. Predictors of postoperative pain trajectories in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2014; **39**: E174-81
- 18 Bayman EO, Lennertz R, Brennan TJ. Pain-Related Limitations in Daily Activities Following Thoracic Surgery in a United States Population. *Pain Physician* 2017; **20**: E367-E78
- 19 Bayman EO, Parekh KR, Keech J, Selte A, Brennan TJ. A Prospective Study of Chronic Pain after Thoracic Surgery. *Anesthesiology* 2017; **126**: 938-51
- 20 Kristensen AD, Pedersen TA, Hjortdal VE, Jensen TS, Nikolajsen L. Chronic pain in adults after thoracotomy in childhood or youth. *Br J Anaesth* 2010; **104**: 75-9
- 21 Voepel-Lewis T, Caird MS, Tait AR, et al. A High Preoperative Pain and Symptom Profile Predicts Worse Pain Outcomes for Children After Spine Fusion Surgery. *Anesth Analg* 2017; **124**: 1594-602
- 22 Chidambaran V, Subramanyam R, Ding L, et al. Cost-effectiveness of intravenous acetaminophen and ketorolac in adolescents undergoing idiopathic scoliosis surgery. *Paediatr Anaesth* 2018; **28**: 237-48

- 23 Minoshima R, Kosugi S, Nishimura D, et al. Intra- and postoperative low-dose ketamine for adolescent idiopathic scoliosis surgery: a randomized controlled trial. *Acta Anaesthesiol Scand* 2015; **59**: 1260-8
- 24 Schwenk ES, Viscusi ER, Buvanendran A, et al. Consensus Guidelines on the Use of Intravenous Ketamine Infusions for Acute Pain Management From the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, the American Academy of Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists. *Reg Anesth Pain Med* 2018; **43**: 456-66
- 25 Yaster M. Multimodal analgesia in children. *Eur J Anaesthesiol* 2010; **27**: 851-7
- 26 Russell P, von Ungern-Sternberg BS, Schug SA. Perioperative analgesia in pediatric surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2013; **26**: 420-7
- 27 Chou R, Gordon DB, de Leon-Casasola OA, et al. Management of Postoperative Pain: A Clinical Practice Guideline From the American Pain Society, the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists' Committee on Regional Anesthesia, Executive Committee, and Administrative Council. *J Pain* 2016; **17**: 131-57
- 28 Stroud AM, Tulanont DD, Coates TE, Goodney PP, Croitoru DP. Epidural analgesia versus intravenous patient-controlled analgesia following minimally invasive pectus excavatum repair: a systematic review and meta-analysis. *J Pediatr Surg* 2014; **49**: 798-806
- 29 Rabbitts JA, Palermo TM, Zhou C, Mangione-Smith R. Pain and Health-Related Quality of Life After Pediatric Inpatient Surgery. *J Pain* 2015; **16**: 1334-41
- 30 Rabbitts JA, Zhou C, Narayanan A, Palermo TM. Longitudinal and Temporal Associations Between Daily Pain and Sleep Patterns After Major Pediatric Surgery. *J Pain* 2017; **18**: 656-63
- 31 Rabbitts JA, Groenewald CB, Tai GG, Palermo TM. Presurgical psychosocial predictors of acute postsurgical pain and quality of life in children undergoing major surgery. *J Pain* 2015; **16**: 226-34
- 32 Rabbitts JA, Fisher E. Postsurgical pain in children: unraveling the interplay between child and parent psychosocial factors. *Pain* 2017; **158**: 1847-8

- 33 Page MG, Campbell F, Isaac L, Stinson J, Katz J. Parental risk factors for the development of pediatric acute and chronic postsurgical pain: a longitudinal study. *J Pain Res* 2013; **6**: 727-41
- 34 Rabbitts JA, Aaron RV, Fisher E, et al. Long-Term Pain and Recovery After Major Pediatric Surgery: A Qualitative Study With Teens, Parents, and Perioperative Care Providers. *J Pain* 2017; **18**: 778-86
- 35 Grant DR, Schoenleber SJ, McCarthy AM, et al. Are We Prescribing Our Patients Too Much Pain Medication? Best Predictors of Narcotic Usage After Spinal Surgery for Scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 2016; **98**: 1555-62
- 36 Kim E, Lee B, Cucchiaro G. Perioperative Surgical Home: Evaluation of a New Protocol Focused on a Multidisciplinary Approach to Manage Children Undergoing Posterior Spinal Fusion Operation. *Anesth Analg* 2017; **125**: 812-9
- 37 Pielech M, Sieberg CB, Simons LE. Connecting parents of children with chronic pain through art therapy. *Clin Pract Pediatr Psychol* 2013; **1**: 214-26
- 38 Tait AR, Geisser ME, Ray L, Hutchinson RJ, Voepel-Lewis T. Disclosing Study Information to Children and Adolescents: Is What They Want, What Their Parents Think They Want? *Acad Pediatr* 2018; **18**: 370-5
- 39 Logan DE, Conroy C, Sieberg CB, Simons LE. Changes in willingness to self-manage pain among children and adolescents and their parents enrolled in an intensive interdisciplinary pediatric pain treatment program. *Pain* 2012; **153**: 1863-70
- 40 Symons FJ, Shinde SK, Gilles E. Perspectives on pain and intellectual disability. *J Intellect Disabil Res* 2008; **52**: 275-86

LEGEND FIGURE

Fig. 1: Flow chart of the cohort

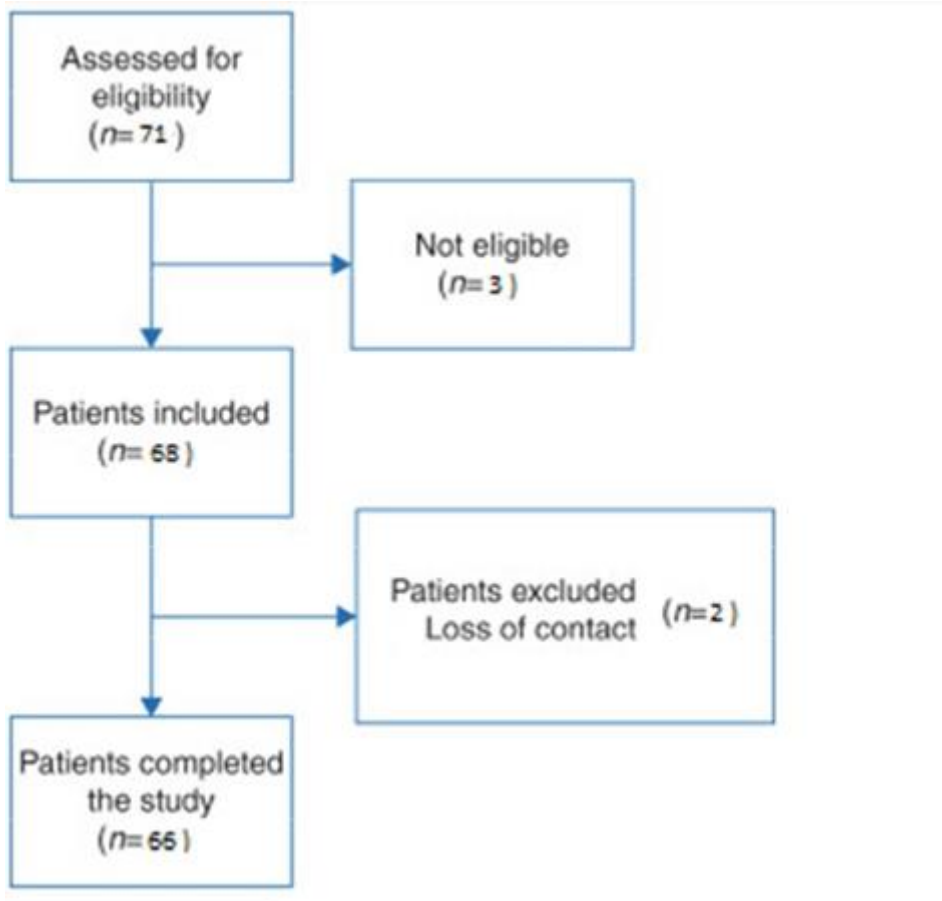


Table 1. Preoperative demographic data

Variables	n = 66
Age (year)	14 [13-15]
Weight (kg)	48 [42-59]
Size (cm)	160 [146-170]
Sex (M/F)	35 (53%)/ 31(47%)
Type of surgery n(%)	
-scoliosis surgery (communicating/non communicating child)	33/4 (56%)
-Nuss/modified Ravich procedure	26/3 (44%)
Family social context n(%)	
- couple parents	43 (65%)
- divorced parents	18 (27%)
- deceased parents	5 (8%)
Previous surgery	46 (69%)
-recent pain (<1 month), n (%)	5 (7%)
- NRS/FLACC : <3	0 (0%)
- NRS/FLACC: 3-5,9	2 (3%)
- NRS/FLACC: ≥6	3 (4%)
-pain older than 1 month, n (%)	41 (62%)
- NRS/FLACC: <3	19 (29%)
- NRS/FLACC: 3-5,9	6 (9%)
- NRS/FLACC: ≥6	16 (24%)
Morphine consumption after surgery (n)	14 (21%)
Recent non surgical pain (<1 month), n(%)	23 (35%)
- NRS/FLACC: <3	4 (6%)
- NRS/FLACC: 3-5,9	10 (15%)
- NRS/FLACC: ≥6	9 (14%)
Preoperative neuropathic pain, n (%)	5 (7%)

Results expressed in number (percentage), median (inter-quartile 25-75%). NRS: Numerical rating scale. FLACC : Face Legs Activity Cry Consolability

Table 2: Perioperative demographic data

Variable	n = 66
Intraoperative opioids: <i>n</i> (%)	
-remifentanyl	35 (53%)
-sufentanyl	31 (47%)
Intravenous ketamine <i>n</i> (%)	28 (42%)
Regional anesthesia <i>n</i> (%)	
<i>Time:</i>	
-before incision	49 (74%)
-after incision	13 (20%)
<i>Type:</i>	
- Intrathecal morphine	33
- thoracic epidural catheter	29
Length of surgery (<i>minutes</i>)	180 [40-300]
Intraoperative Bleeding (<i>ml</i>)	175 [0-400]
NRS/FLACC at rest at POD1 (0-10)	5 [3-7]
NRS/FLACC at rest at POD2 (0-10)	4 [3-6]
NRS/FLACC at rest at POD3 (0-10)	4 [3-6]
NRS \geq 6/10 at least once during POD 1 to 3	38 (58%)
Cumulative intravenous morphine consumption (<i>mg/kg</i>)	1.1 [0.5-1.6]
Unplanned reoperation <i>n</i> (%)	6 (9%)

Results expressed in number (percentage), median (inter-quartile 25-75%). NRS: Numerical rating scale. FLACC : Face Legs Activity Cry Consolability, POD: postoperative day

Table 3. Patient characteristics after hospital discharge

Variable	n = 66
NRS/FLACC \geq 3/10 after hospital discharge, at rest <i>n</i> (%)	46 (70%)
NRS/FLACC \geq 6/10 after hospital discharge, at rest <i>n</i> (%)	24 (36%)
NRS/FLACC at scar after hospital discharge, at rest (0-10)	3 [0-5]
Cumulative number of days of scar pain (<i>days</i>)	7 [0-21]
NRS/FLACC in other body location, after hospital discharge, at rest (0-10)	0 [0-5]
Cumulative days of pain in other body location (<i>days</i>)	0 [0-14]
NRS/FLACC \geq 3/10 four months after surgery <i>n</i> (%)	28 (42%)
- NRS/FLACC: 3-5	21 (32%)
- NRS/FLACC: 6-10	7 (10%)
NRS/FLACC at scar, 4 months after surgery, at rest (0-10)	0 [0-2]
NRS/FLACC in other body location, 4 months after surgery, at rest (0-10)	0 [0-3]
morphine use <i>n</i> (%)	6 (9%)
consumption of gabapentin, tricyclic antidepressant <i>n</i> (%)	5 (8%)
school absenteeism <i>n</i> (%)	8 (12%)
presence of neuropathic pain <i>n</i> (%)	14 (21%)
presence of scar neuropathic pain, 4 months after surgery <i>n</i> (%)	12 (18%)
presence of neuropathic pain in other body location, 4 months after surgery <i>n</i> (%)	5 (8%)

Results expressed in number (percentage), median (inter-quartile 25-75%). NRS: numerical rating scale, FLACC : Face Legs Activity Cry Consolability

Table 4. Univariate analyses of risk factors for chronic postoperative pain

Variable	Comparison	CPSP n=28	No CPSP n=38	OR	IC 95%	P
Sex – n(%)	-male -female	15 (23) 13 (20)	20 (30) 18 (27)	0.9	0.4-2.5	0.940
Surgery – n(%)	-scoliosis in communicating child	13 (20)	20 (30)	-	-	0.598
	-scoliosis in non communicating child	1 (1)	3 (5)			
	-thoracic	14 (21)	15 (23)			
Age (years) – median (IQR)		14 (13-16)	14 (13-15)	-	-	0.853
Family social context	-couple parents	15	28	Ref		0.116*
	-divorced parents	9	9	1.9	0.6-5.5	
	-deceased parents	4	1	7.5	1.1-52.4	
Previous surgery	-yes -no	19 9	24 14	1.2	0.4-3.4	0.692
NRS/FLACC previous surgery		0 (0-6)	0 (0-4)	-	-	0.930
Cumulative number of days of pain in previous surgery		0 (0-2)	0 (0-2)	-	-	0.738
Recent pain	-yes -no	8 20	15 23	0.6	0.2-1.7	0.358
Neuropathic preoperative pain	-yes	4	1	6	0.9-41.9	0.077*
	-no	24	37			
Long-term morphine use	-yes -no	0 28	1 37	0	-	0.387
NRS/FLACC POD1 median (IQR)	-	5 (4-8)	5 (3-7)	-	-	0.370
NRS/FLACC POD2 median (IQR)	-	5 (4-6)	4 (3-6)	-	-	0.409
NRS/FLACC POD3 median (IQR)	-	5 (4-7)	4 (3-5)	-	-	0.004*
NRS/FLACC ≥ 6 during POD 1-3	-yes	18	21	1.4	0.5-3.9	0.461
	-no	10	17			

British Journal of Anaesthesia

Cumulative intravenous morphine consumption mg/kg. within 72h postoperatively	-	1.4±1.0	1.1±0.7	-	-	0.230
Regional anaesthesia	-before incision	6	7	Ref	-	0.896
	-after incision	20	29	0.8	0.2-2.6	
	-no	2	2	1.2	0.2-9	
Peroperative opioids	-remifentanil	14	21	1.2	0.4-3.2	0.672
	-sufentanil	14	17			
Intravenous Ketamine	-yes	12	16	1	0.4-2.7	0.951
	-no	16	22			
Length of surgery (min)	-	100 (39-262)	220 (41-322)	-	-	0.409
Intraoperative Bleeding (mL)	-	150 (0-425)	300 (0-400)	-	-	0.699
Surgical unplanned procedure	-yes	4	2	3	0.6-1.5	0.208
	-no	24	36			
NRS/FLACC at scar after hospital discharge	-	4 (0-5)	2 (0-5)	-	-	0.336
Cumulative number of days of scar pain after hospital discharge	-	14 (0-30)	5 (0-14)	-	-	0.058*
NRS/FLACC in other body location after hospital discharge	-	5 (0-7)	0 (0-4)	-	-	0.007*
Cumulative number of days of pain in other body location after hospital discharge	-	5 (0-30)	0 (0-6)	-	-	0.010*
NRS/FLACC ≥ 3 after hospital discharge	-yes	24	22	4.3	1.3-14.3	0.015*
	-no	4	16			
NRS/FLACC ≥ 6 after hospital discharge	-yes	12	12	1.6	0.6-4.4	0.347
	-no	16	26			

* significant results $p < 0.2$. *NRS: Numerical rating scale, FLACC : Face Legs Activity Cry Consolability. CPSP :Chronic post surgical pain, POD: postoperative day*

Qualitative data are expressed in numbers (%) and were compared with a Chi-2 test or a Fisher exact test. Quantitative data are expressed as median (IQR 25-75). Normality of distribution was assessed with the Shapiro-Wilk test. Normal distributed data were compared with the Student-t test, and non-normal distributed data with the Mann-Whitney test.

Table 5. Multivariate analyses of risk factors for chronic postsurgical pain

Variable	<i>P</i>	OR	IC 95%
NRS/FLACC at POD3	0.008*	1.678	[1.44-2.46]
Cumulative intravenous morphine consumption mg.kg ⁻¹	0.705	1.159	[0.539-2.493]
Cumulative number of days of scar pain (after hospital discharge)	0.030*	1.045	[1.004-1.087]
Cumulative number of days of pain in other body locations (after hospital discharge)	0.010*	1.041	[1.010-1.074]
Family social context			
- couple parents	Ref		
- divorced parents	0.638	1.461	[0.301-7.081]
-deceased parents	0165	6 .342	[0.469 -85]
Preoperative neuropathic pain	0.297	5.404	[0.227 -128]
NRS/FLACC ≥ 3 after hospital discharge	0.721	1.394	[0.226 -8.61]

* significant results $P < 0.05$. *NRS: Numerical rating scale. FLACC : Face Legs Activity Cry Consolability, POD: postoperative day*

IV - DISCUSSION DES RÉSULTATS

A - Résultats principaux

Notre étude a permis de montrer une prévalence de la DCPO de 42% (28 enfants sur les 66 étudiés) après chirurgie thoracique de correction du Pectus Excavatum et chirurgie de fixation postérieure de correction de la scoliose. Parmi ces enfants douloureux chroniques, 25% présentaient encore une douleur intense 4 mois après l'intervention chirurgicale.

Par rapport à l'étude initiale réalisée dans le service qui s'était intéressée à l'ensemble des chirurgies, le pourcentage d'enfants souffrant de DCPO est élevé. Ceci peut s'expliquer par le fait que nous avons ciblé, à la suite de cette précédente étude, les deux chirurgies à haut risque de douleur post opératoire intense.

L'étendue de la chirurgie était un autre facteur de risque identifié de douleur chronique postopératoire, et en particulier de douleur neuropathique, probablement lié à l'augmentation du nombre de lésions nerveuses(13)(5)(29)(8).

Dans notre étude, une composante neuropathique a été trouvée chez 14 des 28 enfants atteints de DCPO. Le développement de DCPO s'avère être un processus complexe et multifactoriel, des études décrivent l'existence de douleur chroniques à la fois neuropathiques et non neuropathiques (30)(28)(29). L'équipe de Kristensen et al. (31) qui avait examiné la douleur chronique après thoracotomie chez les enfants et les adolescents, avait constaté une prévalence de la douleur chronique de 19% chez les enfants âgés de 7 à 12 ans et de 28% chez ceux âgés de 13 à 25 ans. Ils avaient démontré une perte sensorielle et une hypersensibilité à la stimulation mécanique au voisinage de la cicatrice chez une grande partie des patients ayant subi une thoracotomie dans l'enfance ou la jeunesse. Une hyperesthésie était présente chez 26,1% des patients.

Concernant la prévalence de la DCPO, nos résultats étaient plus péjoratifs par rapport aux études précédentes sur le même sujet (31)(32)(33)(34) probablement car dans ces études le recueil de DCPO avait été réalisé à un an ou plus après la chirurgie avec une diminution possible de l'intensité de la DCPO avec le temps.

Maguire et al. (35) avaient constaté que la prévalence de la douleur après thoracotomie diminuait de 57% à 7-12 mois à 21% après 6-7 ans.

B - Facteurs de risque identifiés

Les facteurs de risque de notre étude statistiquement associés à la douleur chronique postopératoire étaient l'intensité de la douleur au 3ème jour et le cumul de jours douloureux au retour à domicile au niveau de la cicatrice ou ailleurs.

Notre étude avait révélé une forte proportion d'enfants développant une douleur chronique malgré l'utilisation de techniques d'analgésie multimodale pendant la période péri-opératoire (opioïde régional et systémique et analgésique non opiacé). Des études antérieures chez des adultes et des enfants avaient également identifié l'intensité de la douleur postopératoire immédiate comme un facteur prédictif majeur de la douleur chronique postopératoire (17)(29) que l'on retrouve par l'intensité de la douleur au troisième jour.

La forte prévalence de DCPO observée dans notre étude s'explique en partie par le cumul des facteurs de risque dans la population étudiée (douleur persistante 15 jours après la chirurgie, une consommation de morphine supérieure à 0,5mg/kg en post opératoire immédiat et le type de chirurgie).

C - Amélioration des pratiques

Nous avons pu constater que malgré la dose cumulée de morphine en plus de la péridurale thoracique ou de la rachimorphine, l'intensité de la douleur au 3ème jour était encore importante. Il faudrait probablement améliorer l'analgésie soit par l'augmentation des doses de morphine, ou par l'amélioration du relais antalgique de l'anesthésie locorégionale qui permettrait de mieux anticiper la levée du bloc ou encore par l'utilisation de co-analgésiques. Ces deux dernières options qui s'intègrent dans une prise en charge multimodale de la douleur semblent à privilégier, car la tendance actuelle est à la réduction des morphiniques en période

péri-opératoire, pour limiter les phénomènes de sensibilisation et de chronicisation de la douleur.

Pendant la chirurgie et / ou face au patient considéré comme à risque, un traitement prophylactique antineuropathique pourrait être également bénéfique (36). Nous devrions le prescrire de manière plus systématique, ce que nous avons déjà constaté dans notre précédente étude.

De plus il est important de noter que malgré la forte prévalence d'enfants douloureux chroniques, seuls 9% étaient traités par des antalgiques de classe 3. La plupart des enfants n'avaient même aucun suivi de leur douleur par des professionnels de santé. La DCPO n'est pas recherchée systématiquement, et, par conséquent, n'est pas traitée malgré son intensité. D'après ces données se pose la question du suivi et de l'observance des traitements antalgiques prescrits.

24% des enfants présentaient des douleurs de type neuropathique or seulement 8% étaient traités par gabapentine ou antidépresseur tricyclique.

Soulager la douleur pendant et après une agression chirurgicale a toujours été une mission du médecin anesthésiste. Actuellement, il existe une vraie rupture dans le parcours du patient entre la sortie de l'hôpital et le diagnostic trop tardif ou absent de douleur postopératoire chronique. Les anesthésistes sont peut-être également plus à même de discuter auprès de leurs confrères d'autres disciplines, pour la mise en place de protocoles de prise en charge de la douleur ou de suivi spécifique en consultation douleur. Le médecin anesthésiste pourrait occuper une place d'expert dans la prévention, le dépistage des facteurs de chronicisation, en particulier dans la douleur chronique postopératoire. Cette activité commence à se développer dans plusieurs établissements. En effet, la douleur chronique postopératoire est la deuxième cause de consultation dans les centres d'évaluation et de traitement de la douleur (SFAR 2012). La majorité des DCPO sont neuropathiques (37). Elles se distinguent par leur intensité élevée, le retentissement important sur la qualité de vie et leur diagnostic très tardif en médecine de ville. Le parcours de ces patients est souvent chaotique. Il existe un vrai problème de suivi. Entre la sortie de l'hôpital et le début de prise en charge, plusieurs mois peuvent s'écouler. Le diagnostic tardif et l'absence d'information aggravent souvent le retentissement de ces douleurs induites par la chirurgie. Les anesthésistes par leur rôle dans la prévention, la connaissance

de l'acte chirurgical, et l'évolution des douleurs postopératoires sont peut-être les mieux placés pour expliquer, dépister et les prendre en charge en première position.

A l'avenir un des enjeux principaux du médecin anesthésiste sera de développer la continuité des soins au retour à domicile afin de prévenir, traiter la douleur et éviter sa chronicisation. L'information des parents sur l'observance de l'ordonnance de sortie et la mise en relation avec le médecin traitant est primordiale.

Pour s'inscrire dans une dynamique d'avenir, la lutte contre la douleur doit relever plusieurs défis : éviter le risque de chronicisation des douleurs aiguës, sensibiliser les professionnels de santé au dépistage des douleurs post-opératoires persistantes, renforcer le rôle des acteurs de premier recours (médecin généraliste et pharmacien) dans le parcours de soins des patients douloureux. Le médecin généraliste coordonnateur du patient douloureux chronique aura en charge son évaluation et son traitement et, pour les formes sévères, aura un rôle de référent vers les structures douleur de proximité comme déjà décrit dans les recommandations de l'HAS de 2008 « douleurs chroniques : reconnaître le syndrome douloureux chronique, l'évaluer et orienter le patient ».

D'après cette étude, près d'un enfant sur deux après les interventions des Pectus Excavatum ou de correction de la scoliose souffrait de DCPO. Il serait donc légitime de proposer et d'organiser une consultation douleur systématique à 3 mois par une équipe spécialisée afin de pouvoir diagnostiquer et traiter ces douleurs qui peuvent avoir des conséquences psychologiques importantes. Nous savons que l'anxiété et la dépression sont fréquemment présents chez les patients adolescents atteints de scoliose idiopathique, en particulier pendant la période péri opératoire (38)(39).

Dans un contexte de prise en charge multimodale de la douleur, d'autres méthodes non pharmacologiques peuvent être utiles en complément : soutien psychologique, relaxation, sophrologie, hypnose, neurostimulation, kinésithérapie, massages, etc. La place de ces méthodes est de mieux en mieux reconnue dans le traitement de la douleur. En particulier chez l'enfant chez qui les moyens non médicamenteux peuvent être une alternative efficace car ils sont souvent très sensibles aux techniques de distraction et d'hypnose (19) (SFAR 2012)(40). De plus en plus d'établissements de soins les associent aux traitements classiques. Elles ne les

remplacent pas, mais permettent parfois de diminuer le dosage des médicaments antalgiques et/ou leurs effets secondaires. Ces méthodes ont des effets bénéfiques sur la douleur physique, sur le bien-être moral et sur la qualité de vie.

D - Limites et points forts de l'étude

La taille de l'échantillon apparaît comme une limite importante de notre étude et certains facteurs prédictifs ont pu ne pas être identifiés telle que la consommation d'opiacés comme prédicteur de douleur chronique (28)(11)(41). Il est maintenant clairement démontré que les opiacés, au delà de leur effet analgésique, peuvent induire chez l'animal normal et amplifier chez l'animal algique les processus de sensibilisation à la douleur (42). Il a été montré que l'effet sensibilisateur des opiacés dépendait de la mise en jeu des récepteurs NMDA.

De plus nous n'avons pu faire d'analyse spécifique sur les patients non communicants étant donné le manque de participants (seulement quatre dans notre étude) et la difficulté de recueil des données. En effet nous n'avons pas pu recueillir les données des patients allant en réanimation pour leur sevrage respiratoire en post opératoire immédiat, avec plusieurs jours de sédation potentielle empêchant la réalisation du questionnaire FLACC. Les enfants handicapés font partie d'une population vulnérable. Leurs douleurs restent souvent sous-estimées et sous-traitées (43)(44) alors qu'elles sont souvent multiples et intenses. Le diagnostic de DCPO est d'autant plus difficile que l'enfant est incapable d'exprimer ses sensations, le langage étant une source majeure d'accès et de compréhension de la douleur. Sur le plan logistique il a été impossible de suivre ces patients dans notre étude mais il serait intéressant de réaliser une future étude dédiée à la DCPO des enfants non communicants afin d'évaluer leur prévalence et les modalités de prise en charge. L'absence de reconnaissance et de traitement de la douleur persistante non soulagée chez les personnes non-communicantes ou les personnes polyhandicapées entraîne une aggravation du handicap, accélère la perte d'autonomie, favorise le repli sur soi (45). Les difficultés que nous avons rencontrées dans notre étude rendent cette entreprise difficile. En effet le principal frein était l'évaluation de la DCPO chez l'enfant handicapé.

Nous avons utilisé chez les enfants communicants le questionnaire DN4 alors qu'il n'est pas encore validé dans la population pédiatrique. Cependant, compte tenu de l'âge des enfants inclus dans cette étude (> 6 ans), une échelle d'auto-évaluation de type DN4 est le plus souvent utilisable, il est d'ailleurs souvent utilisé en routine pour dépister la douleur chronique de l'enfant. De plus Bouhassira et al (46) avaient validé une échelle DN4 pour une autoévaluation par le patient permettant une évaluation téléphonique dont le niveau de positivité était d'au moins 3 items sur 7. Dans notre étude, nous avons choisi de maintenir 2 items de l'examen clinique comprenant le toucher et le frottement qui pouvaient être réalisés au moment de l'évaluation téléphonique par l'enfant avec un seuil de positivité fixé à 4 sur 9 items.

Les points forts de notre étude sont l'analyse des conséquences psychologiques de la DCPO et son influence sur les activités quotidiennes évaluées par l'absentéisme scolaire.

Par ailleurs l'intégralité des chirurgies thoracique/scoliose a été réalisée par un seul chirurgien dans chaque catégorie, ce qui a permis de limiter le biais lié à la technique chirurgicale « opérateur dépendant ».

Nous n'avons eu que deux perdus de vue sur les 68 enfants inclus dans notre étude ce qui permettait d'obtenir un échantillon représentatif de ces deux chirurgies réalisées dans notre centre sur une période d'un an.

Notre étude a confirmé la difficulté d'étudier les enfants handicapés et nous encourage à cibler cette population en vue d'une étude ultérieure.

Il s'agit d'une étude de plus venant confirmer la forte prévalence de DCPO en pédiatrie pour les chirurgies douloureuses malgré une prise en charge optimale.

V - CONCLUSION

Cette étude montre que malgré une prise en charge multimodale de la douleur péri-opératoire, une douleur chronique était apparue chez 42% des enfants après chirurgie thoracique de correction des Pectus Excavatum et chirurgie d'arthrodèse postérieure pour la correction de la scoliose. Les principaux facteurs de risque identifiés de DCPO sont l'intensité de la douleur au 3ème jour et le cumul de jours douloureux au retour à domicile au niveau de la cicatrice ou ailleurs.

D'autres études devraient être menées pour élaborer un programme multidisciplinaire de suivi et de traitement de la douleur chronique post opératoire en pédiatrie, comme c'est le cas pour la douleur médicale chronique (47). À l'avenir il serait également intéressant de mener une étude de même type chez l'enfant handicapé, ce qui représenterait un véritable défi.

VI - BIBLIOGRAPHIE

1. Bouhassira D, Attal N, Alchaar H, Boureau F, Brochet B, Bruxelle J, et al. Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4). *Pain*. mars 2005;114(1-2):29-36.
2. Brasher C, Gafsous B, Dugue S, Thiollier A, Kinderf J, Nivoche Y, et al. Postoperative Pain Management in Children and Infants: An Update. *Pediatr Drugs*. 1 avr 2014;16(2):129-40.
3. Hohmeister J, Demirakça S, Zohsel K, Flor H, Hermann C. Responses to pain in school-aged children with experience in a neonatal intensive care unit: Cognitive aspects and maternal influences. *Eur J Pain*. 1 janv 2009;13(1):94-101.
4. Reuben SS. Chronic pain after surgery: what can we do to prevent it. *Curr Pain Headache Rep*. févr 2007;11(1):5-13.
5. Dualé C, Ouchchane L, Schoeffler P, Soule-Sonneville S, Decoene C, Baylot D, et al. Neuropathic Aspects of Persistent Postsurgical Pain: A French Multicenter Survey With a 6-Month Prospective Follow-Up. *J Pain*. 1 janv 2014;15(1):24.e1-24.e20.
6. Wildgaard K, Ravn J, Kehlet H. Chronic post-thoracotomy pain: a critical review of pathogenic mechanisms and strategies for prevention. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. juill 2009;36(1):170-80.
7. Bonnet A, Lavand'homme P, France M-N, Reding R, De Kock M. [Postoperative pain trajectories to identify risk of chronic postsurgical pain in living donors for liver transplantation]. *Ann Fr Anesth Reanim*. déc 2012;31(12):945-9.
8. McGreevy K, Bottros MM, Raja SN. Preventing Chronic Pain following Acute Pain: Risk Factors, Preventive Strategies, and their Efficacy. *Eur J Pain Suppl*. 11 nov 2011;5(2):365-72.
9. Zernikow B, Wager J, Hechler T, Hasan C, Rohr U, Dobe M, et al. Characteristics of highly impaired children with severe chronic pain: a 5-year retrospective study on 2249 pediatric pain patients. *BMC Pediatr*. 16 mai 2012;12:54.
10. Batoz H, Semjen F, Bordes-Demolis M, Bénard A, Nouette-Gaulain K. Chronic postsurgical pain in children: prevalence and risk factors. A prospective observational study. *Br J Anaesth*. oct 2016;117(4):489-96.
11. Julien-Marsollier F, David R, Hilly J, Brasher C, Michelet D, Dahmani S. Predictors of chronic neuropathic pain after scoliosis surgery in children. *Scand J Pain*. oct 2017;17:339-44.

12. Pagé MG, Stinson J, Campbell F, Isaac L, Katz J. Identification of pain-related psychological risk factors for the development and maintenance of pediatric chronic postsurgical pain. *J Pain Res.* 5 mars 2013;6:167-80.
13. Neil MJ, Macrae WA. Post Surgical Pain- The Transition from Acute to Chronic Pain. *Rev Pain.* oct 2009;3(2):6-9.
14. Connelly M, Fulmer RD, Prohaska J, Anson L, Dryer L, Thomas V, et al. Predictors of postoperative pain trajectories in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 1 févr 2014;39(3):E174-181.
15. Voepel-Lewis T, Caird MS, Tait AR, Malviya S, Farley FA, Li Y, et al. A High Preoperative Pain and Symptom Profile Predicts Worse Pain Outcomes for Children After Spine Fusion Surgery. *Anesth Analg.* 2017;124(5):1594-602.
16. Rabbitts JA, Zhou C, Groenewald CB, Durkin L, Palermo TM. Trajectories of postsurgical pain in children: risk factors and impact of late pain recovery on long-term health outcomes after major surgery. *Pain.* nov 2015;156(11):2383-9.
17. Nikolajsen L, Brix LD. Chronic pain after surgery in children. *Curr Opin Anaesthesiol.* oct 2014;27(5):507-12.
18. Perry M, Starkweather A, Baumbauer K, Young E. Factors Leading to Persistent Postsurgical Pain in Adolescents Undergoing Spinal Fusion: An Integrative Literature Review. *J Pediatr Nurs Nurs Care Child Fam.* 1 janv 2018;38:74-80.
19. Molton IR, Graham C, Stoelb BL, Jensen MP. Current psychological approaches to the management of chronic pain. *Curr Opin Anaesthesiol.* oct 2007;20(5):485-9.
20. Claar RL, Walker LS. Functional assessment of pediatric pain patients: psychometric properties of the functional disability inventory. *Pain.* mars 2006;121(1-2):77-84.
21. Forgeron PA, King S, Stinson JN, McGrath PJ, MacDonald AJ, Chambers CT. Social functioning and peer relationships in children and adolescents with chronic pain: A systematic review. *Pain Res Manag.* févr 2010;15(1):27-41.
22. Palermo TM. Impact of recurrent and chronic pain on child and family daily functioning: a critical review of the literature. *J Dev Behav Pediatr JDBP.* févr 2000;21(1):58-69.
23. Simons LE, Smith A, Kaczynski K, Basch M. Living in fear of your child's pain: the Parent Fear of Pain Questionnaire. *Pain.* avr 2015;156(4):694-702.
24. Palermo TM, Law EF, Essner B, Jessen-Fiddick T, Eccleston C. Adaptation of Problem-Solving Skills Training (PSST) for Parent Caregivers of Youth with Chronic Pain. *Clin Pract Pediatr Psychol.* sept 2014;2(3):212-23.

25. Logan DE, Guite JW, Sherry DD, Rose JB. Adolescent-parent relationships in the context of adolescent chronic pain conditions. *Clin J Pain*. août 2006;22(6):576-83.
26. Howard RF. Current status of pain management in children. *JAMA*. 12 nov 2003;290(18):2464-9.
27. Bastrom TP, Marks MC, Yaszay B, Newton PO, Harms Study Group. Prevalence of postoperative pain in adolescent idiopathic scoliosis and the association with preoperative pain. *Spine*. 1 oct 2013;38(21):1848-52.
28. Chidambaran V, Ding L, Moore DL, Spruance K, Cudilo EM, Pilipenko V, et al. Predicting the pain continuum after adolescent idiopathic scoliosis surgery: A prospective cohort study. *Eur J Pain Lond Engl*. août 2017;21(7):1252-65.
29. Lavand'homme P. The progression from acute to chronic pain. *Curr Opin Anaesthesiol*. oct 2011;24(5):545-50.
30. Hohmeister J, Kroll A, Wollgarten-Hadamek I, Zohsel K, Demirakça S, Flor H, et al. Cerebral processing of pain in school-aged children with neonatal nociceptive input: an exploratory fMRI study. *Pain*. août 2010;150(2):257-67.
31. Kristensen AD, Pedersen T a. L, Hjortdal VE, Jensen TS, Nikolajsen L. Chronic pain in adults after thoracotomy in childhood or youth. *Br J Anaesth*. janv 2010;104(1):75-9.
32. Wong GTC, Yuen VMY, Chow BFM, Irwin MG. Persistent pain in patients following scoliosis surgery. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. oct 2007;16(10):1551-6.
33. Sieberg CB, Simons LE, Edelstein MR, DeAngelis MR, Pielech M, Sethna N, et al. Pain prevalence and trajectories following pediatric spinal fusion surgery. *J Pain Off J Am Pain Soc*. déc 2013;14(12):1694-702.
34. Landman Z, Oswald T, Sanders J, Diab M, Spinal Deformity Study Group. Prevalence and predictors of pain in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1 mai 2011;36(10):825-9.
35. Maguire MF, Ravenscroft A, Beggs D, Duffy JP. A questionnaire study investigating the prevalence of the neuropathic component of chronic pain after thoracic surgery. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. mai 2006;29(5):800-5.
36. Chaparro LE, Smith SA, Moore RA, Wiffen PJ, Gilron I. Pharmacotherapy for the prevention of chronic pain after surgery in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 24 juill 2013;(7):CD008307.
37. Haroutiunian S, Nikolajsen L, Finnerup NB, Jensen TS. The neuropathic component in persistent postsurgical pain: a systematic literature review. *Pain*. janv 2013;154(1):95-102.

38. Lindeman M, Behm K. Cognitive strategies and self-esteem as predictors of brace-wear noncompliance in patients with idiopathic scoliosis and kyphosis. *J Pediatr Orthop*. août 1999;19(4):493-9.
39. Sinclair CM, Meredith P, Strong J, Feeney R. Personal and Contextual Factors Affecting the Functional Ability of Children and Adolescents with Chronic Pain: A Systematic Review. *J Dev Behav Pediatr JDBP*. mai 2016;37(4):327-42.
40. Wood C, Bioy A. De la neurophysiologie à la clinique de l'hypnose dans la douleur de l'enfant. *Douleurs Eval - Diagn - Trait*. 1 oct 2005;6(5):284-96.
41. Fletcher D, Martinez V. Opioid-induced hyperalgesia in patients after surgery: a systematic review and a meta-analysis. *Br J Anaesth*. juin 2014;112(6):991-1004.
42. Joly V, Richebe P, Guignard B, Fletcher D, Maurette P, Sessler DI, et al. Remifentanyl-induced postoperative hyperalgesia and its prevention with small-dose ketamine. *Anesthesiology*. juill 2005;103(1):147-55.
43. Breau LM, Burkitt C. Assessing pain in children with intellectual disabilities. *Pain Res Manag*. 2009;14(2):116-20.
44. Symons FJ, Shinde SK, Gilles E. Perspectives on pain and intellectual disability. *J Intellect Disabil Res*. 1 avr 2008;52(4):275-86.
45. Breau LM, Camfield CS, McGrath PJ, Finley GA. Pain's impact on adaptive functioning. *J Intellect Disabil Res JIDR*. févr 2007;51(Pt 2):125-34.
46. Bouhassira D, Lantéri-Minet M, Attal N, Laurent B, Touboul C. Prevalence of chronic pain with neuropathic characteristics in the general population. *Pain*. juin 2008;136(3):380-7.
47. Logan DE, Conroy C, Sieberg CB, Simons LE. Changes in willingness to self-manage pain among children and adolescents and their parents enrolled in an intensive interdisciplinary pediatric pain treatment program. *Pain*. sept 2012;153(9):1863-70.

VII - ANNEXES

A - Annexe 1 - Questionnaire DN4 : un outil simple pour rechercher les douleurs neuropathiques

QUESTIONNAIRE DN4 : un outil simple pour rechercher les douleurs neuropathiques

Pour estimer la probabilité d'une douleur neuropathique, le patient doit répondre à chaque item des 4 questions ci dessous par « oui » ou « non ».

QUESTION 1 : la douleur présente-t-elle une ou plusieurs des caractéristiques suivantes ?

	Oui	Non
1. Brûlure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Sensation de froid douloureux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Décharges électriques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

QUESTION 2 : la douleur est-elle associée dans la même région à un ou plusieurs des symptômes suivants ?

	Oui	Non
4. Fourmillements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Picotements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Engourdissements	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Démangeaisons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

QUESTION 3 : la douleur est-elle localisée dans un territoire où l'examen met en évidence :

	Oui	Non
8. Hypoesthésie au tact	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Hypoesthésie à la piquûre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

QUESTION 4 : la douleur est-elle provoquée ou augmentée par :

	Oui	Non
10. Le frottement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OUI = 1 point

NON = 0 point

Score du Patient : /10

MODE D'EMPLOI

Lorsque le praticien suspecte une douleur neuropathique, le questionnaire DN4 est utile comme outil de diagnostic.

Ce questionnaire se répartit en 4 questions représentant 10 items à cocher :

- ✓ Le praticien interroge lui-même le patient et remplit le questionnaire
- ✓ A chaque item, il doit apporter une réponse « oui » ou « non »
- ✓ A la fin du questionnaire, le praticien comptabilise les réponses, 1 pour chaque « oui » et 0 pour chaque « non ».
- ✓ La somme obtenue donne le Score du Patient, noté sur 10.

Si le score du patient est égal ou supérieur à 4/10, le test est positif (sensibilité à 82,9 % ; spécificité à 89,9 %)

D'après Bouhassira D *et al.* Pain 2004 ; 108 (3) : 248-57.

B - Annexe 2 – ECHELLE FLACC : Face Legs Activity Cry Consolability

ÉCHELLE FLACC : Face Legs Activity Cry Consolability

Élaborée pour mesurer la douleur de la personne handicapée de 0 à 18 ans – *[Items modifiés écrits en italique entre crochets]*

Chaque item est coté de 0 à 2

Score de 0 à 10

		Date								
		Heure								
VISAGE	0	Pas d'expression particulière ou sourire								
	1	Grimace ou froncement occasionnel des sourcils, retrait, désintéressé <i>[semble triste ou inquiet]</i>								
	2	Froncements fréquents à permanents des sourcils, mâchoires serrées, tremblement du menton <i>[visage affligé ; expression d'effroi ou de panique]</i>								
	JAMBES	0	Position habituelle ou détendue							
	1	Gêne, agité, tendu <i>[tremulations occasionnelles]</i>								
	2	Coups de pieds ou jambes recroquevillées <i>[alargement marquée de la spasticité, tremulations ou sursauts permanents]</i>								
ACTIVITÉ	0	Allongé calmement, en position habituelle, bouge facilement								
	1	Se tortille, se balance d'avant en arrière, est tendu <i>[mouvement agité (ex. : bouge sa tête d'avant en arrière, agressif) ; respiration superficielle, saccadée, soursauts intermittents]</i>								
	2	Arc-bouté, figé, ou sursaute <i>[agitation sévère, se cogne la tête, tremblement (non rigide) ; retient sa respiration, halète ou inspire profondément ; respiration saccadée importante]</i>								
	CRIS	0	Pas de cris (éveillé ou endormi)							
	1	Gémissements ou pleurs, plainte occasionnelle <i>[explosion verbale ou grognement occasionnel]</i>								
	2	Pleurs ou cris constants, hurlements ou sanglots, plaintes fréquentes <i>[explosion verbale répétée ou grognement constant]</i>								
CONSOLABILITÉ	0	Contenu, détendu								
	1	Rassuré occasionnellement par le toucher, l'étreinte ou la parole. Peut être distrait								
	2	Difficile à consoler ou à réconforter <i>[repusse le soignant, s'oppose aux soins ou aux gestes de confort]</i>								
	SCORE TOTAL									
OBSERVATIONS										

© 2006, Université de Michigan, Système de santé. Droits réservés.
Traduction par l'équipe de l'Unité d'évaluation et de traitement de la douleur, Centre hospitalier universitaire Robert Debré, Paris, France.
Contre-traduction par le Dr Marie-Claude Grégoire, IWK Health Center, Dalhousie University, Halifax, Canada et par le Dr Peter Jones, Centre hospitalier universitaire Robert Debré, Paris, France.

VIII - SERMENT D'HIPPOCRATE

« Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité.

Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés.

Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission.

Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque. »

Résumé

Prévalence et facteurs de risque de douleurs post-opératoires persistantes après chirurgie de correction thoracique et scoliotique chez l'enfant communicant et non communicant

Objectif : L'objectif de cette étude était d'évaluer la DCPO après une chirurgie majeure, comprenant la chirurgie thoracique et de la scoliose, chez l'enfant communicant et non communicant.

Méthodes : Nous avons réalisé une étude observationnelle de cohorte prospective monocentrique, réalisée chez des enfants de 6 à 18 ans, devant bénéficier d'une chirurgie thoracique pour correction des pectus excavatum ou d'une chirurgie de correction de la scoliose. Nous avons étudié la présence de douleur 4 mois après la chirurgie, en utilisant l'échelle d'évaluation numérique (EN) $\geq 3/10$ chez les enfants communicants et l'échelle FLACC (Face Legs Activity Cry Consolability) $\geq 3/10$ chez les enfants non communicants. L'ensemble des données péri opératoires concernant la chirurgie et l'anesthésie a été recueilli.

Résultats : Il y a eu 66 enfants inclus dans l'étude, 29 enfants pour une chirurgie thoracique et 33 enfants communicants et 4 non communicants pour une correction de la scoliose. Vingt-huit (42%) des enfants souffraient de DCPO (EN ou FLACC $\geq 3/10$), 4 mois après la chirurgie, avec une douleur sévère dans 25% des cas. Quatorze de ces enfants souffraient de douleurs chroniques neuropathiques. Ont été identifiés comme facteurs de risque de DCPO, l'intensité de la douleur au 3^{ème} jour et le cumul de jours douloureux au retour à domicile.

Conclusion : La DCPO pédiatrique reste fréquente et intense. Elle devrait être recherchée systématiquement. Il serait nécessaire d'élaborer un programme interdisciplinaire de suivi et de traitement de ces douleurs trop souvent négligées et sous traitées.

Mots clés : Enfant, douleur chronique post opératoire, douleur neuropathique, chirurgie thoracique scoliose.

Discipline : Anesthésie-Réanimation, Chirurgie pédiatrique

UFR des Sciences Médicales, Université de Bordeaux,

146 Rue Léo Saignat, 33076 BORDEAUX CEDEX

Background:

A prospective study of chronic postsurgical pain after major paediatric surgery

Objective: After major surgery, children may develop chronic postsurgical pain (CPSP) which has a neuropathic component in most cases. This study investigated CPSP after major surgery, including thoracic and scoliosis surgery, in communicating and non-communicating children.

Methods: This prospective, single-centre observational study was performed in children between 6 and 18 years old, scheduled for thoracic surgery for pectus excavatum correction or scoliosis surgery. We investigated the presence of pain 4 months after surgery, using a numerical rating scale (NRS) $\geq 3/10$ in the communicating children or by a FLACC (Face Legs Activity Cry Consolability) $\geq 3/10$ score in the non communicating children. All perioperative data regarding the surgery and anaesthesia were collected.

Results: The 66 children enrolled in the study consisted of 33 communicating and 4 non communicating children undergoing scoliosis surgery, and 29 undergoing thoracic surgery. Twenty-eight (42%) of the children suffered from chronic postsurgical pain (NRS or FLACC $\geq 3/10$), 4 months after surgery, with severe pain in 25% of the children. Fourteen of these children suffered from chronic neuropathic pain. Moderate to severe pain on postoperative day 3, and the cumulative number of days with pain after hospital discharge were predictors of CPSP.

Conclusions: Paediatric CPSP is common after major surgery, and is often associated with moderate to severe pain. Pain should be evaluated systematically for all children and the development of an interdisciplinary programme to follow-up children and parents may be helpful.

Key words:

child, chronic postsurgical pain, neuropathic pain, scoliosis, thoracic surgery.