



HAL
open science

Prise en charge anesthésique et douleurs postopératoires de la chirurgie de scoliose idiopathique de l'adolescent : étude rétrospective au CHU Grenoble Alpes

Jean-Baptiste Viot

► To cite this version:

Jean-Baptiste Viot. Prise en charge anesthésique et douleurs postopératoires de la chirurgie de scoliose idiopathique de l'adolescent : étude rétrospective au CHU Grenoble Alpes. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03469003

HAL Id: dumas-03469003

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03469003v1>

Submitted on 7 Dec 2021

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.

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance.

La propriété intellectuelle du document reste entièrement celle du ou des auteurs. Les utilisateurs doivent respecter le droit d'auteur selon la législation en vigueur, et sont soumis aux règles habituelles du bon usage, comme pour les publications sur papier : respect des travaux originaux, citation, interdiction du pillage intellectuel, etc.

Il est mis à disposition de toute personne intéressée par l'intermédiaire de [l'archive ouverte DUMAS](#) (Dépôt Universitaire de Mémoires Après Soutenance).

Si vous désirez contacter son ou ses auteurs, nous vous invitons à consulter la page de DUMAS présentant le document. Si l'auteur l'a autorisé, son adresse mail apparaîtra lorsque vous cliquerez sur le bouton « Détails » (à droite du nom).

Dans le cas contraire, vous pouvez consulter en ligne les annuaires de l'ordre des médecins, des pharmaciens et des sages-femmes.

Contact à la Bibliothèque universitaire de Médecine Pharmacie de Grenoble :

bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr



UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES
UFR DE MÉDECINE DE GRENOBLE

Année : 2019- 2020

**Prise en charge anesthésique et douleurs postopératoires de la
chirurgie de scoliose idiopathique de l'adolescent : étude
rétrospective au CHU Grenoble Alpes**

THÈSE
PRÉSENTÉE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR EN MÉDECINE
DIPLOME D'ÉTAT

Jean-Baptiste VIOT

[Données à caractère personnel]

THÈSE SOUTENUE PUBLIQUEMENT À LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE
GRENOBLE

Le : 28 avril 2020

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE

Président du jury :

M. le Professeur Jean-François PAYEN

Membres :

M. le Professeur Aurélien COURVOISIER

M. le Docteur Guillaume MORTAMET

M. le Docteur Jean-Noël EVAIN (directeur de thèse)

L'UFR de Médecine de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.

Doyen de la Faculté : Pr. Patrice MORAND

Année 2019-2020

ENSEIGNANTS DE L'UFR DE MEDECINE

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	ALBALADEJO Pierre	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
PU-PH	APTEL Florent	Ophthalmologie
PU-PH	ARVIEUX-BARTHELEMY Catherine	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	BAILLET Athan	Rhumatologie
PU-PH	BARONE-ROCHETTE Gilles	Cardiologie
PU-PH	BAYAT Sam	Physiologie
MCF Ass.MG	BENDAMENE Farouk	Médecine Générale
PU-PH	BENHAMOU Pierre Yves	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	BERGER François	Biologie cellulaire
MCU-PH	BIDART-COUTTON Marie	Biologie cellulaire
PU-PH	BLAISE Sophie	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire
MCU-PH	BOISSET Sandrine	Bactériologie-virologie
PU-PH	BOLLA Michel	Cancérologie-Radiothérapie
PU-PH	BONAZ Bruno	Gastroentérologie, hépatologie, addictologie
PU-PH	BONNETERRE Vincent	Médecine et santé au travail
PU-PH	BOREL Anne-Laure	Nutrition
PU-PH	BOSSON Jean-Luc	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	BOTTARI Serge	Biologie cellulaire
PR Ass.MG	BOUCHAUD Jacques	Médecine Générale
PU-PH	BOUGEROL Thierry	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	BOUILLET Laurence	Médecine interne
MCU-PH	BOUSSAT Bastien	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	BOUZAT Pierre	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
PU-PH	BRAMBILLA Christian	Pneumologie
PU-PH	BRAMBILLA Elisabeth	Anatomie et cytologie pathologiques
MCU-PH	BRENIER-PINCHART Marie Pierre	Parasitologie et mycologie
PU-PH	BRICAULT Ivan	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	BRICHON Pierre-Yves	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
MCU-PH	BRIOT Raphaël	Thérapeutique-médecine de la douleur
MCU-PH	BROUILLET Sophie	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
PU-PH	CAHN Jean-Yves	Hématologie
PU-PH	CARPENTIER Patrick	Chirurgie vasculaire, médecine vasculaire
PR Ass.MG	CARRILLO Yannick	Médecine Générale
PU-PH	CESBRON Jean-Yves	Immunologie
PU-PH	CHABARDES Stephan	Neurochirurgie
PU-PH	CHABRE Olivier	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	CHAFFANJON Philippe	Anatomie

Mis à jour le 10 septembre 2019

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	CHARLES Julie	Dermato-vénérologie
MCF Ass.MG	CHAUVET Marion	Médecine Générale
PU-PH	CHAVANON Olivier	Chirurgie thoracique et cardio- vasculaire
PU-PH	CHIQUET Christophe	Ophthalmologie
PU-PH	CHIRICA Mircea	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	CINQUIN Philippe	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	CLAVARINO Giovanna	Immunologie
PU-PH	COHEN Olivier	Histologie, embryologie et cytogénétique
PU-PH	COURVOISIER Aurélien	Chirurgie infantile
PU-PH	COUTTON Charles	Génétique
PU-PH	COUTURIER Pascal	Gériatrie et biologie du vieillissement
PU-PH	CRACOWSKI Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PU-PH	CURE Hervé	Cancérologie
PU-PH	DEBATY Guillaume	Médecine d'Urgence
PU-PH	DEBILLON Thierry	Pédiatrie
PU-PH	DECAENS Thomas	Gastro-entérologie, Hépatologie
PU-PH	DEMATTEIS Maurice	Addictologie
PU-PH	DEMONGEOT Jacques	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	DERANSART Colin	Physiologie
PU-PH	DESCOTES Jean-Luc	Urologie
PU-PH	DETANTE Olivier	Neurologie
MCU-PH	DIETERICH Klaus	Génétique
MCU-PH	DOUTRELEAU Stéphane	Physiologie
MCU-PH	DUMESTRE-PERARD Chantal	Immunologie
PU-PH	EPAULARD Olivier	Maladies infectieuses ; Maladies tropicales
PU-PH	ESTEVE François	Biophysique et médecine nucléaire
MCU-PH	EYSSERIC Hélène	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	FAUCHERON Jean-Luc	Chirurgie viscérale et digestive
MCU-PH	FAURE Julien	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	FERRETTI Gilbert	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	FEUERSTEIN Claude	Physiologie
PU-PH	FONTAINE Éric	Nutrition
PU-PH	FRANCOIS Patrice	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-MG	GABOREAU Yoann	Médecine Générale
PU-PH	GARBAN Frédéric	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	GAUDIN Philippe	Rhumatologie
PU-PH	GAVAZZI Gaëtan	Gériatrie et biologie du vieillissement
PU-PH	GAY Emmanuel	Neurochirurgie
MCU-PH	GILLOIS Pierre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	GIOT Jean-Philippe	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
MCU-PH	GRAND Sylvie	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	GRIFFET Jacques	Chirurgie infantile
MCU-PH	GUZUN Rita	Nutrition
PU-PH	HAINAUT Pierre	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	HALIMI Serge	Nutrition
PU-PH	HENNEBICQ Sylviane	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
PU-PH	HOFFMANN Pascale	Gynécologie-obstétrique

Mis à jour le 10 septembre 2019

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	HOMMEL Marc	Neurologie
PU-MG	IMBERT Patrick	Médecine Générale
PU-PH	JOUK Pierre-Simon	Génétique
PU-PH	KAHANE Philippe	Physiologie
MCU-PH	KASTLER Adrian	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	KRAINIK Alexandre	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	LABARERE José	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-PH	LABLANCHE Sandrine	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
MCU-PH	LANDELLE Caroline	Bactériologie – virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	LANTUEJOL Sylvie	Anatomie et cytologie pathologiques
MCU-PH	LARDY Bernard	Biochimie et biologie moléculaire
MCU - PH	LE GOUELLEC Audrey	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	LECCIA Marie-Thérèse	Dermato-vénérologie
MCF Ass.MG	LEDOUX Jean-Nicolas	Médecine Générale
PU-PH	LEROY Vincent	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PU-PH	LETOUBLON Christian	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	LEVY Patrick	Physiologie
PU-PH	LONG Jean-Alexandre	Urologie
MCU-PH	LUPO Julien	Bactériologie-virologie
PU-PH	MAGNE Jean-Luc	Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire
MCU-PH	MAIGNAN Maxime	Médecine d'urgence
PU-PH	MAITRE Anne	Médecine et santé au travail
MCU-PH	MALLARET Marie-Reine	Hygiène hospitalière
PU-PH	MALLION Jean-Michel	Cardiologie
MCU-PH	MARLU Raphaël	Hématologie ; Transfusion
MCU-PH	MAUBON Danièle	Parasitologie et mycologie
PU-PH	MAURIN Max	Bactériologie-virologie
MCU-PH	MC LEER Anne	Histologie, embryologie et cytogénétique
MCU-PH	MONDET Julie	Histologie, embryologie et cytogénétique
PU-PH	MORAND Patrice	Bactériologie-virologie
PU-PH	MOREAU-GAUDRY Alexandre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	MORO Elena	Neurologie
PU-PH	MORO-SIBILOT Denis	Pneumologie
MCU-PH	MORTAMET Guillaume	Pédiatrie
PU-PH	MOUSSEAU Mireille	Cancérologie
PU-PH	MOUTET François	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie
MCF Ass.MG	ODDOU Christel	Médecine Générale
MCU-PH	PACLET Marie-Hélène	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	PAILHE Régis	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	PALOMBI Olivier	Anatomie
PU-PH	PARK Sophie	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	PASSAGGIA Jean-Guy	Anatomie
PR Ass.MG	PAUMIER-DESBRIERES Françoise	Médecine Générale
PU-PH	PAYEN DE LA GARANDERIE Jean-François	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
MCU-PH	PAYSANT François	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	PELLETIER Laurent	Biologie cellulaire
PU-PH	PELLOUX Hervé	Parasitologie et mycologie

Mis à jour le 10 septembre 2019

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	PEPIN Jean-Louis	Physiologie
PU-PH	PERENNOU Dominique	Médecine physique et de réadaptation
PU-PH	PERNOD Gilles	Médecine vasculaire
PU-PH	PIOLAT Christian	Chirurgie infantile
PU-PH	PISON Christophe	Pneumologie
PU-PH	PLANTAZ Dominique	Pédiatrie
PU-PH	POIGNARD Pascal	Bactériologie-virologie
PU-PH	POLACK Benoît	Hématologie
PU-PH	POLOSAN Mircea	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	RAMBEAUD Jean-Jacques	Urologie
PU-PH	RAY Pierre	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
MCU-PH	RENDU John	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH	RIALLE Vincent	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	RIETHMULLER Didier	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
PU-PH	RIGHINI Christian	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	ROMANET Jean Paul	Ophthalmologie
PU-PH	ROSTAING Lionel	Néphrologie
MCU-PH	ROUSTIT Matthieu	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MCU-PH	ROUX-BUISSON Nathalie	Biochimie et biologie moléculaire
MCF Ass.MG	ROYER DE VERICOURT Guillaume	Médecine Générale
MCU-PH	RUBIO Amandine	Pédiatrie
PU-PH	SARAGAGLIA Dominique	Chirurgie orthopédique et traumatologie
MCU-PH	SATRE Véronique	Génétique
PU-PH	SAUDOU Frédéric	Biologie cellulaire
PU-PH	SCHMERBER Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	SCHWEBEL Carole	Médecine intensive-réanimation
PU-PH	SCOLAN Virginie	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	SEIGNEURIN Arnaud	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	STAHL Jean-Paul	Maladies infectieuses ; Maladies tropicales
PU-PH	STANKE Françoise	Pharmacologie fondamentale
MCU-PH	STASIA Marie-José	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	STURM Nathalie	Anatomie et cytologie pathologiques
PU-PH	TAMISIER Renaud	Physiologie
PU-PH	TERZI Nicolas	Médecine intensive-réanimation
MCU-PH	TOFFART Anne-Claire	Pneumologie
PU-PH	TONETTI Jérôme	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	TOUSSAINT Bertrand	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	VANZETTO Gérald	Cardiologie
PU-PH	VUILLEZ Jean-Philippe	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	WEIL Georges	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	ZAOUÏ Philippe	Néphrologie
PU-PH	ZARSKI Jean-Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

PU-PH : Professeur des Universités - Praticiens Hospitaliers
MCU-PH : Maître de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers
PU-MG : Professeur des Universités de Médecine Générale
MCU-MG : Maître de Conférences des Universités de Médecine Générale
PR Ass.MG : Professeur des Universités Associé de Médecine Générale
MCF Ass.MG : Maître de Conférences Associé de Médecine Générale

Mis à jour le 10 septembre 2019

Index

Abréviations utilisées.....	7
Abstract	8
Résumé.....	9
1. Introduction	10
2. Matériel et méthodes	12
2.1. Prise en charge médicale des patients, habitudes et protocoles de service	13
2.1.1. <i>Consultation et visite pré-anesthésiques</i>	13
2.1.2. <i>Prise en charge au bloc opératoire</i>	14
2.1.3. <i>Stratégie d'épargne transfusionnelle</i>	16
2.2. Critères de jugement	17
2.3. Statistiques.....	18
2.4. Gestion des données manquantes.....	18
3. Résultats.....	21
3.1. Prise en charge préopératoire	22
3.2. Prise en charge per-opératoire.....	23
3.2.1. <i>Cas des arthrodèses vertébrales postérieures</i>	23
3.2.2. <i>Cas des modulations de croissance</i>	25
3.3. Période postopératoire	27
3.3.1. <i>Douleur et analgésie</i>	27
3.3.2. <i>Complications postopératoires</i>	30
4. Discussion.....	32
Conclusion	36
Références.....	38
Remerciements	41
Serment d'Hippocrate.....	43

Abréviations utilisées

ASA	<i>American Society of Anesthesiologists</i>
AVP	Arthrodèse Vertébrale Postérieure
AVT	<i>Anterior Vertebral Tethering</i>
Bloc ESP	Bloc du plan des muscles érecteurs du rachis
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CMC	Chirurgie de Modulation de Croissance
DPO	Douleurs Post-Opératoires
éq. Morph. IV	Equivalent Morphine Intraveineuse
EVA	Echelle Visuelle Analogique de douleur
IQR	<i>Interquartile Range</i> , intervalle interquartile
IV	Intraveineux, intraveineuse
min	minute
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PCA	<i>Patient Controlled Analgesia</i>
PSF	<i>Posterior Spinal Fusion</i>
SpO2	Saturation pulsée en Oxygène
SSPI	Salle de Surveillance Post-Interventionnelle
TCA	Temps de Céphaline Activée
TP	Taux de Prothrombine

Abstract

Surgical management of adolescent idiopathic scoliosis(AIS), most often by posterior spinal fusion (PSF), is associated with severe acute postoperative pain. Grenoble University Hospital is distinguished by a multimodal management of postoperative pain and by practice of anterior vertebral tethering (AVT). The main objective of this study was to compare the evolution of adolescent and young adult postoperative pain after surgery for AIS, by AVT or PSF. Secondary objectives were to compare complications occurrence, to describe anesthetic management and to evaluate three pain management techniques after AVT : erector spinae plane block and postoperative use of gabapentinoids or benzodiazepins.

Methods: All patients under 20 years of age operated for AIS at Grenoble University Hospital between 2017 and 2019 were included. The main outcome was the duration of strong opioids treatment. The second outcome were strong opioids consumption and pain scales the firsts days after surgery. Other outcome was the occurrence of medical complications.

Results: Fifty-eight patients were included, 31 after PSF and 27 after AVT. The strong opioids treatment duration was shorter after AVT than after PSF (median 1 day IQR [1-2], versus 2 days IQR [2-3], $p < 0,0001$). Strong opioid consumption during the 4 firsts days was significantly lower ($p \leq 0,02$). Pain scales decreased faster after AVT than PSF and was significantly lower by third day (2 [0-3] versus 4 [2-6], $p = 0,001$). In case of AVT, patients with an erector spinae plane block had shorter use of strong opioids ($n = 15$, median 1 [0-2] day) than other ($n = 12$, median 2 [2-2] days, $p = 0,001$). After AVT, 13 out 27 patients had a transient hypoxemia versus 5 out 31 patients in PSF group ($p = 0,001$).

Conclusion : Compared to PSF, AVT appears to provide less severe acute postoperative pain. Considering the potential impact on the occurrence of chronic postoperative pain, this benefit could be an important argument to consider in the choice of surgical technique.

Keywords : *scoliosis, anesthesia, conduction, postoperative pain, analgesia, postoperative complications, intraoperative complications*

Résumé

Introduction : La chirurgie des scolioses idiopathiques de l'adolescent, le plus souvent par arthrodeuse vertébrale postérieure (AVP), entraîne des douleurs postopératoire aiguës (DPO) intenses. Le CHU Grenoble Alpes se distingue par une prise en charge multimodale des DPO et par la pratique de la chirurgie de modulation de croissance (CMC) vertébrale. L'objectif principal de cette étude était de comparer l'évolution des DPO aiguës après chirurgie de scoliose idiopathique, en fonction de la technique chirurgicale, AVP ou CMC. Les objectifs secondaires étaient de comparer la survenue de complications, de décrire la prise en charge anesthésique des patients et d'évaluer l'intérêt de trois traitements antalgiques après CMC : le bloc du plan des muscles érecteurs du rachis (bloc ESP), l'administration péri-opératoire de gabapentinoïdes et l'administration de benzodiazépines en postopératoire.

Méthodes : Tous les patients de moins de 20 ans opérés entre 2017 et 2019 d'une scoliose idiopathique au CHU Grenoble Alpes ont été inclus dans cette étude rétrospective monocentrique. Le critère de jugement principal était la durée de traitement par opioïdes forts. Les critères secondaires étaient la consommation d'opioïdes forts et les scores de douleurs les premiers jours postopératoires, ainsi que la survenue de complications.

Résultats : Cinquante-huit patients ont été inclus (31 opérés d'une AVP et 27 d'une CMC). La durée médiane [IQR] de traitement par opioïdes forts était de 2 [2-3] jours après AVP contre 1 [1-2] jour après CMC ($p < 0,0001$). Sur les quatre premiers jours postopératoires, la consommation totale d'opioïdes forts était plus basse dans le groupe CMC ($p \leq 0,02$). Les scores de douleurs diminuaient plus rapidement après CMC et étaient significativement plus bas dès J3 (2 [0-3] contre 4 [2-6], $p = 0,001$). Après CMC, la durée de traitement par opioïdes forts était moins longue chez les patients qui ont eu un bloc ESP ($n = 15$, 1 [0-2] jour) par rapport aux autres ($n = 12$, 2 [2-2], $p = 0,001$). Une hypoxie transitoire était plus fréquente après CMC ($n = 13/27$) qu'après AVP ($n = 5/31$, $p = 0,001$).

Conclusion : Par rapport à l'AVP, la CMC semble être pourvoyeuse de DPO aiguës moins importantes. Compte-tenu de l'impact potentiel sur la survenue de DPO chroniques, cet avantage pourrait être argument important à prendre en compte dans le choix de la technique chirurgicale.

Mots clefs : *scoliose, anesthésie, conduction, douleur postopératoire, analgésie, complications postopératoires, complications peropératoires*

1. Introduction

La scoliose idiopathique est une déformation du rachis dans les 3 plans de l'espace, susceptible de s'aggraver avec la croissance. Elle débute le plus souvent à l'adolescence, et touche 1 à 3% de la population générale, essentiellement des jeunes filles¹⁻³. Elle survient le plus souvent chez l'adolescent en bonne santé par ailleurs. Outre l'atteinte esthétique pouvant favoriser une mauvaise estime de soi, les formes les plus graves peuvent entraîner des douleurs, des troubles respiratoires et une gêne fonctionnelle. Elles sont par ailleurs susceptibles de favoriser des processus dégénératifs et de continuer à évoluer à l'âge adulte^{1,4,5}. Le traitement chirurgical, réservé à ces formes graves, vise à réduire la déformation ou à minima à en arrêter la progression¹.

La chirurgie la plus fréquente est l'arthrodèse vertébrale postérieure (AVP)¹. Elle est réalisée après la puberté et consiste à fixer les vertèbres concernées le long de tiges métalliques pour réduire la déformation et à fusionner définitivement leurs processus articulaires. Elle nécessite une incision cutanée étendue dans le dos, en regard des vertèbres à fixer, et la désinsertion des muscles fixés aux lames postérieures. L'AVP est pourvoyeuse de douleurs post-opératoires (DPO) immédiates intenses⁶. Chez l'enfant comme chez l'adulte, les DPO immédiates peuvent entraîner des DPO chroniques⁷. Ces douleurs chroniques sont fréquentes après une chirurgie de scoliose. Sieberg *et al ont ainsi* montré que cinq ans après une AVP, 17% des patients rapportent des douleurs modérées à sévères au cours des six derniers mois⁸.

Les équipes de Julien-Marsolier et de Chidambaran, dans deux études différentes, ont montré que la survenue des DPO chroniques peut être prédite par la préexistence des douleurs avant la chirurgie ainsi que par la consommation de morphine dans les jours suivant l'opération^{9,10}. Enfin, ces DPO immédiates semblent aussi être associées à la survenue d'anxiété, de difficultés d'attention et de difficultés sociales dans les mois suivant la chirurgie¹¹.

Le service de chirurgie pédiatrique du CHU Grenoble Alpes affiche une volonté d'excellence dans la prise en charge chirurgicale et péri-opératoire des scolioses idiopathiques de l'adolescent ¹². Depuis 2017, une technique innovante appelée chirurgie de modulation de croissance (CMC) est régulièrement pratiquée au CHU Grenoble Alpes. Cette technique récente s'adresse à des adolescents encore en croissance et déjà porteurs d'une scoliose idiopathique sévère. Elle vise ralentir la croissance du côté convexe de la déformation par fixation d'un ligament synthétique, sans provoquer la fusion des vertèbres, pour corriger progressivement la déformation. L'abord chirurgical est mini-invasif (thoracoscopie pour scolioses thoraciques, plus rarement lomboscopie ou lombotomie pour les scolioses lombaires) ¹³. Les résultats précoces en termes de correction de la scoliose sont prometteurs mais le recul reste pour l'instant limité¹⁴⁻¹⁸. En revanche, la prise en charge anesthésique péri-opératoire des adolescents opérés d'une CMC est très peu décrite dans la littérature. Seulement deux études monocentriques ont été publiées sur le sujet à l'étranger ^{19,20}. Gal *et al* ont décrit la prise en charge d'une large cohorte de patients opérés dans leur centre. Les scores d'évaluation de la douleur sont relativement peu élevés, mais la consommation de morphiniques est inconnue ¹⁹. Chen *et al*, eux, ont rapporté l'évolution de la douleur et la consommation de morphiniques d'une série de patients opérés dans le New Hampshire selon le geste chirurgical reçu, AVP ou CMC ²⁰. Ces travaux ont argumenté en faveur de l'hypothèse selon laquelle les DPO aiguës après CMC sont moindres qu'après AVP.

L'objectif principal de notre étude était de comparer l'évolution de la DPO chez les patients opérés d'une scoliose idiopathique de l'adolescent dans notre centre, en fonction de la technique chirurgicale utilisée : AVP ou CMC. Les objectifs secondaires étaient de décrire la prise en charge péri-opératoire, de comparer la survenue des autres complications péri-opératoires, et d'évaluer l'intérêt de trois outils antalgiques mises en œuvre pour le traitement de la douleur après CMC.

2. Matériel et méthodes

Il s'agit d'une étude rétrospective, monocentrique, comparative. Nous avons inclus les patients de moins de 20 ans opérés d'une scoliose idiopathique thoracique ou thoraco-lombaire, entre le premier janvier 2017 et le 31 décembre 2019, par l'équipe d'orthopédie pédiatrique du CHU Grenoble Alpes. Tous les patients correspondant aux critères d'inclusion étaient inclus.

Les critères d'exclusion incluaient un antécédent de chirurgie du rachis, de pathologie neurologique ou psychiatrique rendant difficile la compréhension ou la communication par le patient, un score de l'American Society of Anesthesiologists (ASA) supérieur ou égal à 3²¹, les arthrodèse thoraco-lombo-sacrée, et l'absence d'affiliation à la sécurité sociale.

Toutes les données ont été extraites dossiers médicaux des patients, qui ont été classés en deux groupes selon le geste réalisé : AVP ou CMC.

Les données préopératoires recueillies étaient : l'âge, le sexe, le poids, la taille, les angles de Cobb thoraciques et lombaires, les antécédents médicaux et chirurgicaux, le score ASA, la biologie préopératoire (taux d'hémoglobine, numération plaquettaire, taux de prothrombine (TP), temps de céphaline activée (TCA), taux de fibrinogène). Les traitements prescrits en préopératoire en prévention de l'anémie postopératoire ainsi que la prémédication utilisée étaient également relevés.

En peropératoire les données recueillies étaient : les médicaments utilisés (hypnotiques, morphiniques, curares, antalgiques, antiémétiques, amines, traitements anti-fibrinolytiques), le type de sonde d'intubation utilisée, l'existence de difficulté d'intubation, la survenue de difficultés de ventilation (définies par une fraction inspirée en oxygène supérieure à 80% ou une désaturation en oxygène inférieure à 90% en dehors des périodes d'induction et de réveil), le recours à la transfusion. Pour préciser le geste chirurgical, le nombre de vertèbres fixées

(pour les AVP) et l'association d'un geste sur le rachis lombaire (pour les CMC) avaient été relevés.

En post-opératoire, la consommation de morphine, la valeur la plus élevée du score d'évaluation de la douleur en salle de surveillance post-interventionnelle (SSPI), ont été relevés. En service, les valeurs relevées étaient la consommation quotidienne d'opioïdes forts (nalbuphine ou morphine) ainsi que le plus mauvais score d'évaluation de la douleur quotidien jusqu'au quatrième jour post opératoire. La durée des différents traitement antalgiques a également été calculée.

Différentes complications ont aussi été recherchées : la nécessité d'un séjour en réanimation ou unité de soins continus, la transfusion per ou post opératoire, la survenue de complications respiratoires, la survenue de nausées ou vomissements post-opératoires. Enfin la durée d'hospitalisation avait été calculée.

2.1. Prise en charge médicale des patients, habitudes et protocoles de service

L'indication chirurgicale était posée par le chirurgien référent du patient à l'issu d'un suivi en consultations.

2.1.1. Consultation et visite pré-anesthésiques

Une fois l'indication chirurgicale posée, le patient était adressé en consultation à un médecin anesthésiste de l'équipe d'anesthésie pédiatrique. Cette consultation permettait de recueillir les différents antécédents du patient afin d'anticiper au mieux une complication per opératoire. Différents examens pouvaient être prescrits et en particulier, un bilan biologique. Il contenait le plus souvent une numération formule sanguine, un bilan de coagulation (TCA, TP et taux de fibrinogène), la détermination du groupe sanguin et la recherche d'agglutinines irrégulières. Cette prescription avait lieu suffisamment en amont de la chirurgie pour qu'une

supplémentation martiale par voie orale ou un traitement par érythropoïétine puisse être réalisé avant l'opération. Cette consultation permettait par ailleurs la prescription d'une éventuelle prémédication anxiolytique ou antalgique. Elle était enfin l'occasion d'informer le patient et ses représentants légaux de la prise en charge anesthésique envisagée.

Les patients opérés d'une chirurgie de scoliose étaient tous hospitalisés la veille de l'intervention. Un anesthésiste passait les voir le soir précédent l'intervention afin de s'assurer de l'absence de pathologie intercurrente depuis la consultation, de réajuster une éventuelle prémédication et de répondre aux questions du patient.

2.1.2. Prise en charge au bloc opératoire

2.1.2.1. Cas des arthroèses vertébrales postérieures

A leur arrivée au bloc opératoire les patients étaient perfusés et équipés de différents systèmes de surveillance (cardioscope, de la saturation pulsée en oxygène (SpO₂), pression artérielle non invasive, monitoring de l'index bispectral). La mise en place d'un cathéter artériel ou d'une voie veineuse centrale ne faisait pas partie des habitudes de service pour ces patients sans comorbidité. Le choix des drogues d'anesthésie était laissé à l'anesthésiste présent. L'usage était d'éviter les curares en raison de la surveillance électro-neuro-myographique. Après intubation oro-trachéale et pose d'une sonde urinaire, le patient était placé en décubitus ventral sur une table spécifique (pont de Wilson). En l'absence d'allergie, l'antibioprophylaxie recommandée était la Céfazoline²². L'abord chirurgical se faisait par une incision sur la ligne médiane, en regard de l'apophyse postérieure des vertèbres à fixer. Les gouttières paravertébrales étaient libérées. Des crochets, des vis pédiculaires et des bandelettes sous laminaires étaient mis en place. Puis les tiges étaient posées et la déformation était réduite par des mouvements de rotation, compression ou distraction appliqués aux vertèbres. La fusion

vertébrale était obtenue par avivement de l'os et auto-greffe osseuse. Tout au long de la procédure des contrôles radioscopiques et une surveillance électro-neuro-myographique par potentiels évoqués moteurs étaient réalisés. En fin de geste un ou deux cathéters de péridurale étaient mis en place par le chirurgien, sous contrôle de la vue. Un test d'aspiration à la recherche d'un reflux de sang ou de liquide céphalo rachidien était réalisé avant injection des anesthésiques locaux. Les anesthésiques locaux habituellement utilisés par notre équipe pour les péridurales étaient la Ropivacaïne 2mg/mL ou la Lévocabupivacaïne 1,25mg/mL. Des redons étaient laissés en place avant fermeture. Puis le patient était remis sur le dos et réveillé. L'administration de traitement antalgiques et éventuellement antiémétiques commençait avant levée de l'anesthésie générale.

2.1.2.2. Cas des chirurgies de modulation de croissance

A leur arrivés au bloc opératoire les patients étaient perfusés et équipé de différents systèmes de surveillance (cardioscope, SpO₂, mesure non invasive de la pression artérielle, enregistrement de l'index bispectral). Habituellement, ces patients n'avaient pas de cathéter artériel, de voie veineuse centrale, ni de monitoring neurophysiologique. Le choix des drogues d'anesthésies était laissé à l'anesthésiste présent. La chirurgie de CMC vertébrale thoracique nécessite une période de ventilation unipulmonaire, notre équipe utilisait pour cela une sonde d'intubation sélective gauche sans ergot ou une sonde d'intubation simple associée à un bloqueur bronchique. Un contrôle fibroscopique pouvait être réalisé, à la discrétion de l'anesthésiste. Une fois intubé, le patient était placé en décubitus latéral avec la convexité de la déformation thoracique vers le haut. Dans le cadre des scolioses idiopathiques, la convexité thoracique étant le plus souvent du côté droit, le patient était en général en décubitus latéral gauche et le poumon à exclure était le poumon droit^{23,24}. En l'absence d'allergie, l'antibioprophylaxie recommandée était la Céfazoline²². Il avait été décidé dans notre centre de

ne pas poser de cathéter de péridurale chez ces patients en raison de la difficulté de ce geste en percutané sur un rachis scoliotique et du risque d'échec. Différents blocs du tronc et de la paroi thoracique ont été utilisés selon les périodes. L'usage dans notre centre était de réaliser ces blocs sous échographie, avant incision, sans laisser de cathéter. Les anesthésiques locaux habituellement utilisés par notre équipe pour les blocs périphériques à visée antalgique étaient la Ropivacaïne 2 mg/mL et la Lévocabupivacaine 2,5 mg/mL. Sur le plan chirurgical, trois ou 4 incisions thoraciques, intercostales étaient nécessaires. L'exclusion pulmonaire débutait après incision cutanée et avant abord du plan pleural. L'abord du rachis se faisait par voie antéro latérale, par thoracosopie vidéoassistée. Des implants étaient mis en place dans les corps vertébraux. Un contrôle radioscopique permettait de repérer les vertèbres à traiter et de vérifier la bonne position du matériel. Puis un ligament synthétique, inextensible, était placé et mis en tension entre les implants. A la fin du geste, avant fermeture un drain thoracique de petit calibre était laissé dans la plèvre du patient. Le poumon exclu pouvait alors être reventilé. Si un geste de CMC du rachis lombaire était réalisé le patient était alors repositionné en décubitus latéral du côté opposé et l'autre poumon était exclu. L'abord du rachis lombaire se faisait soit par lomboscopie soit par lombotomie. Si aucun geste n'était réalisé sur le rachis lombaire le patient était remis sur le dos et réveillé. L'administration de traitement antalgiques et éventuellement antiémétiques commençait avant levée de l'anesthésie générale.

2.1.3. Stratégie d'épargne transfusionnelle

En préopératoire, dans le cadre des AVP, la stratégie d'épargne transfusionnelle reposait dans notre centre sur une supplémentation martiale orale et un traitement par érythropoïétine sous cutanée. Le protocole utilisé en 2017 consistait à administrer le traitement aux patients ayant moins de 150 g/L d'hémoglobine lors de la consultation. En raison du faible taux de

transfusion péri-opératoire ce protocole a progressivement été modifié pour ne traiter en 2019 plus que les patients ayant moins de 130 g/L d'hémoglobine lors de la consultation. Il n'existait pas de stratégie définie pour le patient opérés par CMC. En per opératoire, pour les AVP comme pour les CMC, le seul agent antifibrinolytique utilisé était l'acide tranexamique. L'usage d'un système de récupération, lavage et retransfusion des pertes sanguine (XTRA®, Sorin, Mirandola, Italie) était la règle pour les AVP. En cas de CMC, son usage était laissé au choix de l'équipe.

2.2. Critères de jugement

Pour l'objectif principal de l'étude, la comparaison de l'évolution de la DPO selon le geste réalisé, le critère de jugement principal était la durée du traitement postopératoire par opioïdes forts (pallier 3 de l'OMS)²⁵. Cette durée est définie par le délai, en jours, entre la fin de la chirurgie et la dernière prise d'opioïdes forts (morphine ou nalbuphine). Les critères de jugement secondaires étaient la consommation journalière totale d'opioïdes forts, exprimée en équivalent de morphine intraveineuse, sur les quatre premiers jours post-opératoires (J1 à J4), et le plus mauvais score d'évaluation de la douleur en SSPI et en service de J1 à J4. La table d'équivalence des morphiniques utilisée pour cela rapportait des rapports de 0,33 et 0,66 pour convertir respectivement de la morphine orale et de la nalbuphine intraveineuse en équivalent morphine intraveineuse ²⁶. L'échelle d'évaluation de la douleur utilisée en service et en SSPI était l'EVA ²⁷⁻²⁹.

Concernant l'objectif secondaire de comparaison de la survenue de complication, les critères de jugements étaient les suivants : la survenue de NVPO en SSPI ou en service (symptômes rapportés, ou administration d'un traitement anti-émétique prescrit en recours), la survenue d'une oxygénorequérance ou une mesure de SpO2 inférieure à 95% en postopératoire,

la survenue d'une lésion pulmonaire objectivée, la transfusion sanguine en per ou postopératoire, la nécessité de transfert en réanimation ou en unité de soins continus, la durée du séjour hospitalier après la chirurgie.

Enfin un autre objectif secondaire de l'étude était d'évaluer l'efficacité du bloc du plan des muscles érecteurs du rachis (ESP), d'un traitement postopératoire par gabapentinoïdes (prégabaline et gabapentine) ou par benzodiazépines sur la DPO des patients opérés d'une CMC. Le critère de jugement utilisé pour cet objectif est la durée du traitement postopératoire par opioïdes forts.

2.3. Statistiques

L'effectif d'un des groupes de notre étude était de petite taille, moins de 30 patients. Aussi les variables quantitatives ont été présentées sous forme de médianes [intervalle interquartile – Q1-Q3] pour limiter l'impact d'éventuelles valeurs extrêmes. Leur comparaison était réalisée par un test de Mann-Whitney. Les variables qualitatives ont été présentées sous formes d'effectifs. Leur comparaison a été faite par un test du Chi 2 si tous les effectifs attendus étaient supérieurs à 5. Dans le cas contraire elle a été effectuée par un test exact de Fisher. Dans tous les cas le risque de première espèce, alpha, a été fixé à 5% pour pouvoir conclure à une différence significative. Toutes les statistiques ont été réalisées avec le logiciel Xlstat version 2019 (Addinsoft, Paris, France).

2.4. Gestion des données manquantes

Chez les patients bénéficiant d'une PCA morphine (*Patient Controlled Analgesia*) en service, la quantité de morphine délivrée par la PCA était relevée chaque jour par les

infirmières. Le jour du retrait de la PCA, cette valeur n'était cependant pas relevée. Or, si l'arrêt de la PCA survient moins de quatre jours après la chirurgie, cette valeur est indispensable au calcul de la quantité totale d'opioïdes reçue par le patient sur les quatre premiers jours postopératoires. Un nombre important de données manquantes était donc à prévoir pour ce critère de jugement. Il a donc été décidé de procéder à une estimation de ces données dans le cas où la seule donnée manquante pour la consommation quotidienne d'opioïdes forts correspondait à la dose reçue le jour de l'arrêt de la PCA. Nous avons proposé 3 modèles ont pour réaliser cette estimation : dans le premier modèle la quantité d'opioïdes forts le jour du retrait de la PCA était estimée par la dose reçue par le patient le lendemain, dans le deuxième modèle elle était remplacée par la moyenne entre la dose de la veille de l'arrêt de la PCA et celle du lendemain, dans le troisième modèle elle était remplacée par la dose de la veille. Si la quantité d'opioïdes forts reçue manquait pour un autre jour que celui de l'arrêt de la PCA, le patient était exclu de l'analyse. La figure 1 donne un exemple concret de l'estimation de la consommation d'opioïdes forts par les 3 modèles. La comparaison des deux groupes, AVP et CMC, avait ensuite été effectuée pour chacun des 3 modèles successivement.

Pour toutes les autres analyses réalisées, les données manquantes étaient exclues de l'analyse.

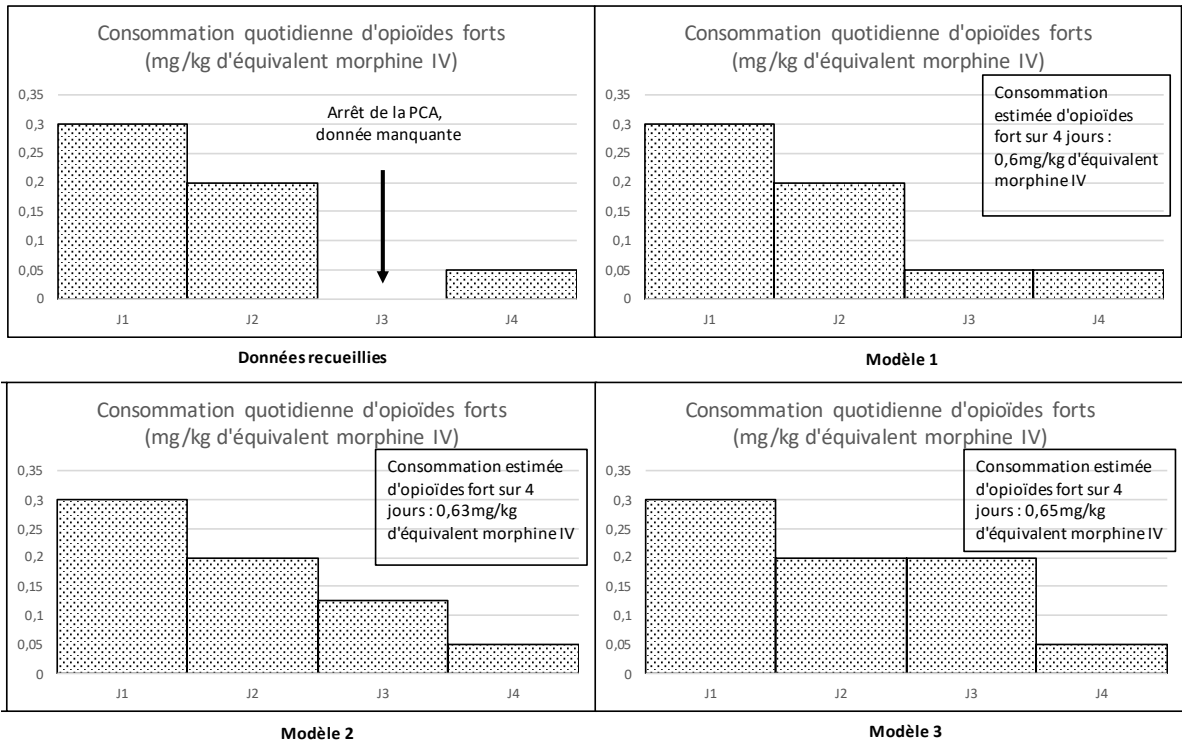


Figure 1 : Exemple de l'estimation de la quantité d'opioïdes forts reçus par les différents modèles

3. Résultats

Cinquante-huit patients ont été inclus dans l'étude : 31 dans le groupe AVP et 27 dans le groupe CMC. Le diagramme de flux est présenté dans la figure 2. L'âge médian [Q1-Q3] des patients était de 15 [14-16] ans. Seuls 3 patients étaient majeurs, tous dans le groupe AVP. Les caractéristiques préopératoires des patients sont reportées au tableau 1. Les patients du groupe AVP étaient plus âgés que ceux du groupe CMC.

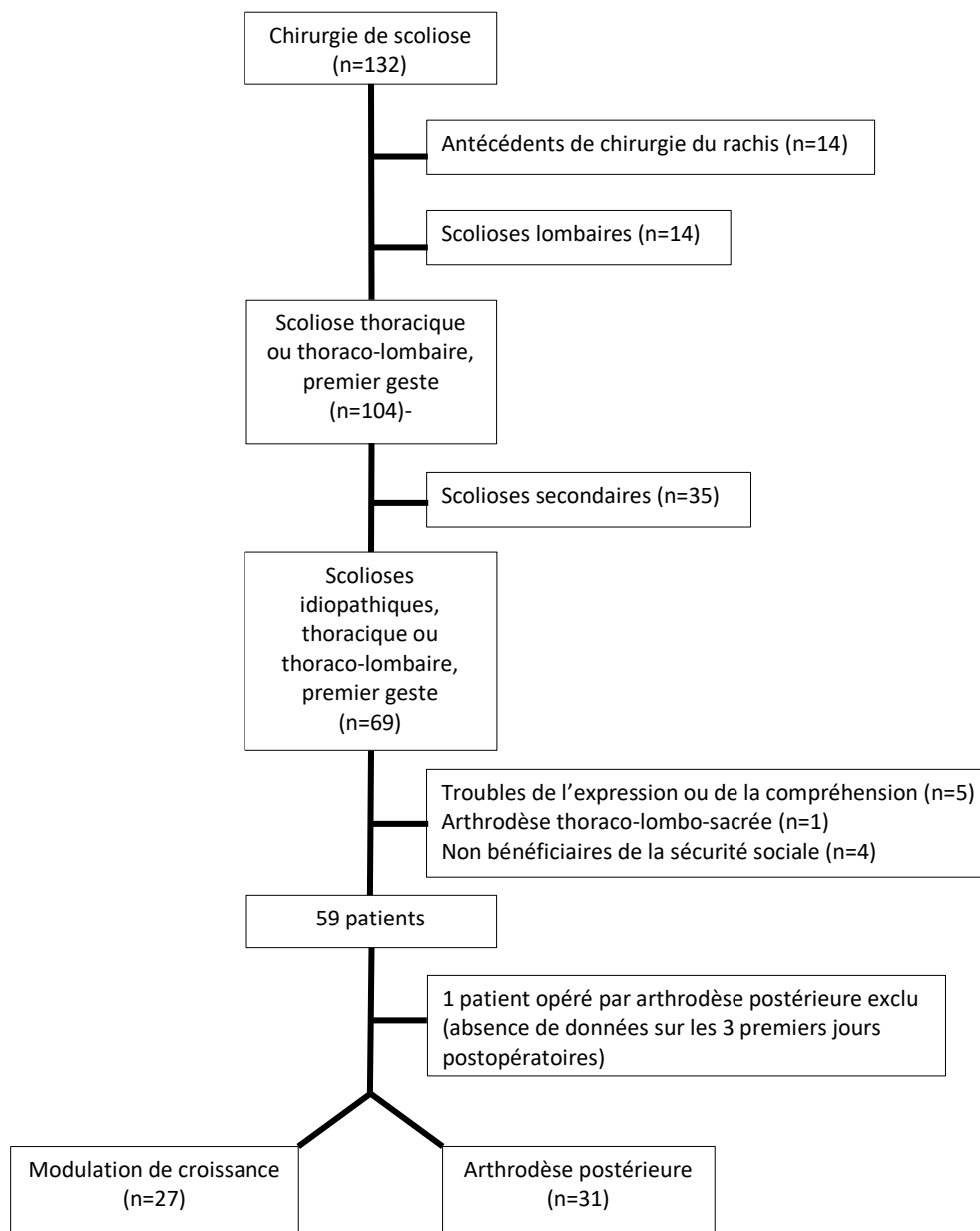


Figure 2 : Diagramme de flux

	Arthrodèse Vertébrale Postérieure (n=31)	Chirurgie de Modulation de Croissance (n=27)
Données démographiques		
Age (années)	16 [14-17]	14 [13-15]
Sex ratio (H/F)	0,2	0,3
Poids (kg)	51 [47-58]	49 [41-51]
Taille (cm)	161 [158-166]	159 [157-163]
BMI	20 [19-22]	20 [17-20]
Caractéristiques de la scoliose		
Scoliose thoracique (n)	26	22
Scoliose thoracolombaire (n)	5	5
Angle de Cobb thoracique (degré)	55 [45-60]	50 [44-60]
Angle de Cobb lombaire (degré)	34 [34-45]	35 [30-44]
Antécédents		
ASA 2 (n)	4	5
Antécédents chirurgicaux (n)	9	10
Asthme (n)	3	2
Autres antécédents respiratoires (n)	0	2
Antécédents médicaux non respiratoires (n)	6	6
Biologie préopératoire		
Hémoglobine préopératoire (g/L)	141 [137-152]	137 [132-143]
Plaquettes préopératoire (G/L)	259 [228-302]	264 [237-309]
TP préopératoire (%)	88 [84-92]	88 [83-94]
TCA préopératoire (ratio patient / témoin)	1,03 [0,99-1,1]	1,09 [1,04-1,15]
Fibrinogène préopératoire (g/L)	3,1 [2,6-3,2]	2,9 [2,6-3,2]

Tableau 1 : Caractéristiques préopératoires des patients
(médianes [intervalle interquartile] ou effectifs)

3.1. Prise en charge préopératoire

Le traitement par fer et érythropoïétine à visée d'épargne transfusionnelle, et reporté au tableau 2.

La prémédication à visée anxiolytique ou analgésique des patients est reportée au tableau

3. Seuls 4 patients du groupe CMC et 1 patient du groupe AVP n'ont eu aucune prémédication.

	Arthrodèse Vertébrale Postérieure (n=31)	Chirurgie de Modulation de Croissance (n=27)
Fer (n)	6	3
Erythropoïétine (n)	1	0
Fer et Erythropoïétine (n)	9	0

Tableau 2 : Supplémentation martiale et traitement préopératoire par érythropoïétine (effectifs)

	Arthrodèse Vertébrale Postérieure (n=31)	Chirurgie de Modulation de croissance (n=27)
Benzodiazépines (n)	11	9
Hydroxyzine (n)	17	2
Clonidine (n)	2	4
Gabapentine (n)	28	21
Aucune prémédication (n)	1	4

Tableau 3: Prémédication des patients (effectifs)

3.2. Prise en charge per-opératoire

3.2.1. Cas des arthrodèses vertébrales postérieures

La durée de la chirurgie, de l'incision au pansement, était de 196 [184-233] minutes. Celle de l'anesthésie générale, de l'intubation à l'extubation était de 293 [260-321] minutes. Le temps d'occupation de salle était de 314 [279-334] minutes.

3.2.1.1. Conduite de l'anesthésie générale

Les traitements utilisés sont reportés au tableau 4. L'ensemble des patients a reçu du propofol. Un seul patient a reçu des halogénés en plus du propofol. La kétamine avait été utilisée

à visée anti-hyperalgésique chez l'ensemble des patients (dose totale 0,6 [0,3-0,8] mg/kg). Concernant les opioïdes, la drogue de choix était le rémifentanil (28/31, dose moyenne 0,17 [0,13-0,21] µg/kg/min) avec un relai par morphine intraveineuse en fin de chirurgie (0,1 [0,1-0,1] mg/kg). Six des 31 patients ont reçu par sufentanil (dose totale 0,8 [0,7-1,2] µg/kg), dont 3 en plus du rémifentanil. Vingt-deux patients sur les 31 ont reçu des anti-inflammatoires non stéroïdiens à visée antalgique et 22/31 ont reçu de la dexaméthasone en prévention des nausées vomissements post-opératoires.

	Arthrodèse Vertébrale Postérieure (n=31)	Chirurgie de Modulation de Croissance (n=27)
Hypnotiques		
Propofol (n)	31	27
Halogénés (n)	1	5
Kétamine (n)	31	27
Lidocaïne IVSE (n)	4	1
Morphiniques		
Sufentanil (n)	6	7
Remifentanil (n)	26	22
Morphine (n)	28	23
Curares (n)	3	22
Antalgiques		
Paracétamol (n)	28	26
Néfopam (n)	20	14
Kétoprofène (n)	22	25
Dexaméthasone (n)	22	22
Clonidine (n)	11	18

Tableau 4 : Conduite de l'anesthésie générale et antalgiques administrés au bloc (effectifs)

3.2.1.2. Anesthésie locorégionale

Le chirurgien a mis en place 2 cathéters périduraux en fin d'intervention chez 29/31 patients qui ont ainsi pu bénéficier d'une analgésie péridurale en post opératoire (échec de pose

des cathéters chez 2 patients), Deux patients ont également bénéficié d'un bloc ESP avant l'incision chirurgicale.

3.2.1.3. Saignement et transfusion,

Aucun patient n'a reçu de transfusion homologue en per opératoire. Dix patients sur les 31 ont reçu une retransfusion de sang homologue de via le système de récupération, lavage et retransfusion des pertes sanguine (XTRA®, Sorin, Mirandola, Italie) avec un volume retransfusé de 281 [254-327] mL. Vingt-neuf patients sur les 31 ont reçu un traitement anti-fibrinolytique per-opératoire par acide tranéxamique.

3.2.1.4. Hémodynamique peropératoire

Un recours à la perfusion d'amines vasopressives a été nécessaire chez 7/31 patients en peropératoire. Parmi eux, 3 ont reçu de la noradrénaline (dose moyenne médiane pendant l'anesthésie générale 0,02 [0-0,02] µg/kg/min, dose maximale 0,08 [0,07-0,16] µg/kg/min) et 4 ont reçu de la phényléphrine.

3.2.1.5. Ventilation mécanique

Tous les patients avaient été intubés avec des sondes classiques. Deux patients sur les 31 ont eu besoin d'une fraction inspirée en oxygène supérieure à 80% (en dehors des périodes d'induction et de réveil).

3.2.2. Cas des modulations de croissance

La durée de la chirurgie, de l'incision au pansement, était de 130 [116-187] minutes. Celle de l'anesthésie générale, de l'intubation à l'extubation était de 251 [210-302] minutes. Le temps d'occupation de salle était de 263 [224-314] minutes.

3.2.2.1. Conduite de l'anesthésie générale

Les traitements utilisés sont reportés au tableau 4. Les 27 patients ont reçu du propofol, 5 ont également reçu des halogénés. La kétamine a été utilisée à visée anti-hyperalgésique chez l'ensemble des patients (dose totale 0,6 [0,3-0,8]mg/kg). Concernant les opioïdes, la drogue de choix était le rémifentanil (22/27 patients, dose 0,15 [0,009-0,18] µg/kg/min) avec un relais par morphine intraveineuse en fin de chirurgie (dose 0,1 [0,1-0,1]mg/kg). Sept des 27 patients ont reçu du sufentanil (dose 0,6 [0,3-0,7] µg/kg), dont 2 en plus du rémifentanil. Les antalgiques reçus au bloc opératoire sont reportés au tableau 4.

3.2.2.2. Anesthésie locorégionale

Sur les 27 patients, 15 ont eu un bloc ESP (bilatéral pour 4, unilatéral pour 11), 2 ont eu un bloc paravertébral, 5 ont eu une infiltration cicatricielle d'anesthésiques locaux par l'équipe chirurgicale, et 5 n'ont pas eu d'anesthésie locorégionale. Aucun patient n'a eu d'analgésie péridurale.

3.2.2.3. Saignement et transfusion,

Aucun patient n'a reçu de transfusion homologue ou autologue en per opératoire. Treize des 27 patients ont reçu un traitement anti-fibrinolytique per-opératoire par acide tranéxamique.

3.2.2.4. Hémodynamique peropératoire

Le recours aux amines vasopressives en peropératoire a été nécessaire chez 7 / 27 patients (cette proportion n'était pas significativement différente de celle du groupe AVP, p=0,8). Parmi eux, 6 ont reçu de la noradrénaline (dose moyenne 0,07 [0,04-0,09] µg/kg/min, dose maximale 0,13 [0,11-0,2] µg/kg/min) et 1 a reçu de la phényléphrine.

3.2.2.5. Ventilation mécanique

Pour permettre une ventilation uni-pulmonaire, 12 / 27 patients ont été intubés avec une sonde différentielle, et 13 / 27 ont été intubés avec une sonde classique et un bloqueur bronchique (dont 3 après un échec de mise en place d'une sonde différentielle). Pour 2 patients le type de sonde d'intubation utilisée n'est pas connu.

Le nombre de patients ventilé avec une fraction inspirée en oxygène supérieure à 80% était plus élevé que dans le groupe AVP (8 patients contre 2, $p=0,02$). Par ailleurs, 2 patients du groupe CMC ont présenté un épisode de désaturation en oxygène avec une SpO2 inférieure à 90% en peropératoire (hors induction et réveil). Cette proportion n'est pas différente de celle du groupe AVP, $p=0,2$).

3.3. Période postopératoire

3.3.1. Douleur et analgésie

Le tableau 5 présente les différents traitements antalgiques utilisés en postopératoire. Sur les 31 patients opérés d'une AVP, 29 ont eu une analgésie péridurale dans le service, pendant une durée de 3 [2-3] jours.

	Arthrodèse Vertébrale Postérieure (n=31)	Chirurgie de Modulation de Croissance (n=27)
Paracétamol (n)	31	26
Néfopam (n)	18	11
Anti-inflammatoires non stéroïdiens (n)	31	26
Gabapentinoïdes (n)	24	16
Benzodiazépine (n)	15	10
Kétamine (n)	2	1
Tramadol (n)	22	15

Tableau 5 : antalgiques administrés en service, hors morphiniques du palier 3 (effectifs)

3.3.1.1. Consommation d'opioïdes forts

La durée de traitement par opioïdes forts était de 2 [1-2] jours après CMC contre 3 [2-4] jours après AVP ($p < 0,0001$). La figure 3 et le tableau 6 rapportent la consommation quotidienne d'opioïdes forts selon les groupes sur les quatre premiers jours post-opératoire.

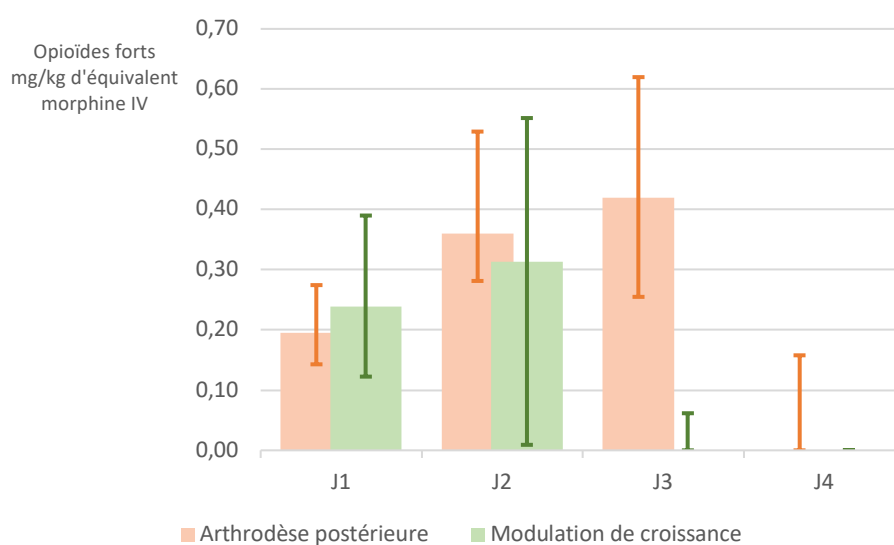


Figure 3 consommation d'opioïdes forts sur les quatre premiers jours postopératoires (médianes et intervalle interquartiles)

	Arthrodeuse postérieure (n=31)	Modulation de croissance (n=27)
Morphine SSPI (mg/kg)	0,09 [0,03-0,11]	0,1 [0,06-0,17]
Opioïdes forts service J1 (mg /kg éq. Morph. IV)	0,11 [0,06-0,18]	0,13 [0,04-0,2]
Opioïdes forts service J2 (mg /kg éq. Morph. IV)	0,36 [0,28-0,53]	0,31 [0,01-0,55]
Opioïdes forts service J3 (mg /kg éq. Morph. IV)	0,42 [0,25-0,62]	0 [0-0,06]
Opioïdes forts service J4 (mg/kg éq. Morph. IV)	0 [0-0,16]	0 [0-0]

Tableau 6 : Consommation quotidienne d'opioïdes forts (en mg/kg d'équivalent morphine intraveineuse)

La quantité totale d'opioïdes forts consommée sur ces quatre jours était significativement plus basse après CMC quel que soit le modèle utilisé. Le modèle 1 estimait ainsi une consommation médiane de 0,51 [0,17-0,73] mg/kg d'équivalent morphine IV dans le groupe CMC contre 1,04 [0,56-1,41] mg/kg d'équivalent morphine IV dans le groupe AVP ($p < 0,001$). Le modèle 2 estimait une consommation médiane de 0,71 [0,2-0,83] mg/kg d'équivalent morphine IV dans le groupe CMC contre 1,16 [0,66-1,53] mg/kg d'équivalent morphine IV dans le groupe AVP ($p = 0,009$). Le modèle 3 estimait une consommation médiane de 0,84 [0,2-1,02] mg/kg d'équivalent morphine IV dans le groupe CMC contre 1,35 [0,74-1,65] mg/kg d'équivalent morphine IV dans le groupe AVP ($p = 0,02$).

3.3.1.2. Scores d'évaluation de la douleur

Les plus mauvais score d'EVA quotidiens enregistrés dans le service sont reportés à la figure 4.

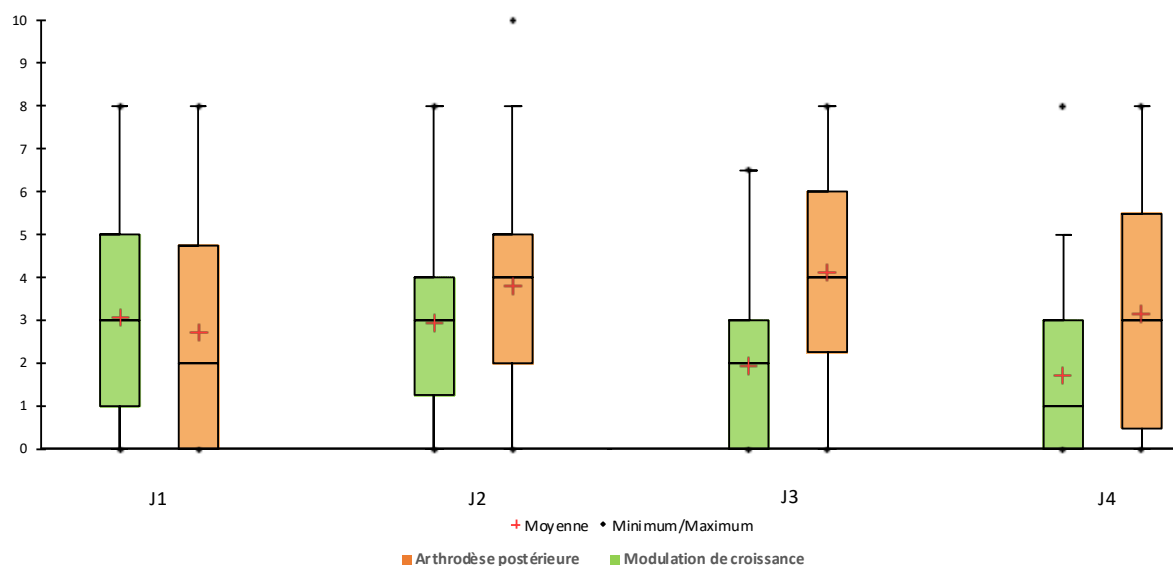


Figure 4 : Plus mauvais score d'EVA en service, quatre premiers jours postopératoires

En SSPI cette valeur n'était pas significativement différente entre les groupes (dans le groupe CMC valeur médiane de 4 [3-7] /10 contre 5 [3-6] /10 dans le groupe AVP, $p = 0,8$). Dans le service, ce score devenait significativement plus bas dans le groupe CMC à partir du

troisième jour post opératoire (2 [0-3] /10 contre 4 [2-6] /10, p=0, 001). Cette différence se maintenait le quatrième jour postopératoire (1 [0-3] /10 contre 3 [1-6] /10, p=0,03).

3.3.1.3. Intérêt du bloc ESP dans le cas d'une chirurgie de modulation de croissance

Parmi les 27 patient opérés d'une CMC, la durée de traitement post-opératoire par opioïdes forts était de 1 [0-2] jour chez les 15 qui ont bénéficié d'un bloc ESP, contre 2 [2-2] jours chez les 12 autres (p=0,001).

3.3.1.4. Intérêt des gabapentinoïdes après après chirurgie de modulation de croissance

Parmi les 27 patient opérés d'une CMC, la durée de traitement post-opératoire par opioïdes forts était de 2 [1-2] jours chez les 16 qui ont reçu un traitement postopératoire par gabapentinoïdes, contre 2 [1-2] jours chez les 11 autres (p=0,9).

3.3.1.5. Intérêt des benzodiazépines après chirurgie de modulation de croissance

Parmi les 27 patient opérés d'une CMC, la durée de traitement post-opératoire par opioïdes forts était de 2 [1-2] jours chez les 8 patients qui ont reçu des benzodiazépines en postopératoire, avant arrêt du traitement par opioïdes forts, contre 2 [1-2] jours chez les 19 autres patients(p=0,7).

3.3.2. Complications postopératoires

3.3.2.1. Séjours en unité de soins continus ou réanimation

Un patient sur 31 dans le groupe AVP a été hospitalisés en unité de soins continus à l'issue de la chirurgie contre 2 / 27 dans le groupe CMC (p=0,6).

3.3.2.2. Complications respiratoires

Cinq patients sur 31 patients dans le groupe AVP ont eu besoin d'une oxygénothérapie ou ont présenté une SpO₂ inférieure à 95% dans le service en post-opératoire, contre 13 / 27 dans le groupe CMC (p=0,001). Une lésion pulmonaire (une plaie pleuropulmonaire d'évolution rapidement favorable sous drainage thoracique et une pleuro-pneumopathie tardive d'évolution favorable sous antibiothérapie et drainage thoracique, sans germe identifié) a été objectivée chez 2 / 27 patients dans le groupe CMC, contre 0 / 31 dans le groupe AVP (p=0,2).

3.3.2.3. Transfusion homologue

Aucun patient, quel que soit le type de chirurgie, n'avait reçu de transfusion homologue per ou post-opératoire.

3.3.2.4. Nausées et vomissements postopératoires

Quatorze patients sur 27 dans le groupe CMC ont présenté des nausées vomissements postopératoire en SSPI ou en service, contre 17 / 31 dans le groupe AVP (p=0,8).

3.3.2.5. Durée de séjour

La durée de séjour hospitalier était de 3 [3-4] après CMC contre 5 [4-5] jours après une AVP (p<0,0001).

4. Discussion

Les chirurgies de scoliose idiopathiques de l'adolescent sont décrites comme pourvoyeuses de DPO précoces et intenses ⁶. Il semble que ces douleurs précoces et la consommation d'opioïdes en post-opératoire soient prédictifs de l'évolution vers des douleurs chroniques, des troubles des interactions sociales et de la concentration ⁹⁻¹¹. La CMC est une nouvelle approche chirurgicale moins invasive que l'AVP, qui reste la technique de référence.

Cette étude monocentrique et rétrospective vient compléter une littérature très limitée concernant les DPO après CMC ^{19,20}. Elle montre dans une cohorte d'adolescents opérés une scoliose idiopathique que les DPO sont moins intenses et moins longues après une CMC qu'après AVP. En post-opératoire, la durée des douleurs intenses (justifiant l'emploi d'un opioïde forts), la quantité d'opioïdes forts administrés, et les scores de douleurs à partir du 3^{ème} jour étaient en effet significativement plus faibles dans le groupe CMC. Ces résultats sont concordant avec ceux de Chen *et al* qui ont également retrouvé une moindre consommation d'opioïdes et des scores de douleurs plus bas après une CMC ²⁰. Toutefois dans leur étude, les patients opérés d'une AVP ne bénéficiaient d'aucune analgésie locorégionale, ce qui a pu augmenter dans le groupe AVP les DPO et la consommation d'opioïdes. Gal *et al* ont retrouvé dans leur étude des scores de douleurs particulièrement bas après une CMC ¹⁹. Ces résultats doivent être comparés à ce de notre cohorte avec prudence, car nous avons rapportés les scores maximums (les scores n'étant pas forcément relevés si les patients n'avaient pas mal, et par exemple, dormaient) alors que Gal *et al* ont rapporté les scores moyens. Une harmonisation de la prise en charge anesthésique d'une part, et des critères d'évaluation d'autre part, serait nécessaires pour conjuguer les résultats des différents travaux sur les DPO après CMC.

Notre étude met aussi en évidence un possible intérêt du bloc ESP pour les patients opérés d'une CMC. Cette technique d'analgésie locorégionale était associée à une durée plus faible de traitement par opioïdes forts. Ceci est cohérent avec plusieurs travaux montrant l'intérêt de ce

bloc pour la chirurgie du rachis, et en particulier pour la prise en charge chirurgicale des scolioses ^{30,31}. Des publications ont de plus montré la facilité de réalisation de ce bloc et son intérêt pour la chirurgie thoracique vidéo-assistée ^{32,33}. Toutefois, d'autres travaux, réalisés chez l'adulte, rapportent une diffusion inconstante de l'anesthésique local à l'espace paravertébral et un blocage inconstant des nerfs intercostaux avec cette technique ^{34,35}. Ceci pourrait expliquer la persistance de douleurs aux points d'incision dans le cas des CMC parfois rapportée par oral par les chirurgiens.

Notre étude n'a pas montré de diminution de la durée de traitement par opioïdes forts avec l'usage des gabapentinoïdes en postopératoire d'une CMC. D'autres études avaient pourtant rapporté l'intérêt de la gabapentine après des chirurgies douloureuses, en particulier chez l'adolescent, les opérations de scolioses ³⁶. Les résultats retrouvés ici peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs : tout d'abord le manque de puissance doit être évoqué compte tenu du faible effectif de patients pour cette analyse. Par ailleurs, la majeure partie des patients avaient reçu des gabapentinoïdes en préopératoire ce qui constitue un facteur confondant. Enfin, il est possible que la diminution globale des DPO n'ait pas permis de montrer l'intérêt de ces médicaments. L'usage des benzodiazépines en postopératoire d'une CMC n'a pas non plus montré non plus de bénéfice dans notre étude. Là encore, le manque de puissance de l'étude peut être avancé. Toutefois, bien que l'usage des benzodiazépines après une chirurgie du rachis, et particulièrement d'une chirurgie de scoliose, soit largement répandu, l'évidence de son action antalgique reste à établir ³⁷⁻³⁹.

Concernant les patients opérés par AVP, les scores de douleurs et les consommations d'opioïdes rapportés dans notre étude sont relativement peu élevés par rapport à ceux rapportés dans la littérature ⁶. Ceci peut s'expliquer par l'expertise chirurgicale dans notre centre, mais témoigne également de l'intérêt d'une analgésie multimodale déjà rapporté dans d'autres publications ^{38,39}.

Concernant les complications péri-opératoires, aucune transfusion homologue n'a été réalisée chez les patients inclus dans cette étude, y compris en cas d'AVP. Ce résultat peut être expliqué par l'expertise chirurgicale et le soin apporté à l'hémostase, mais aussi par la stratégie d'épargne transfusionnelle, associant un traitement préopératoire par fer et érythropoïétine, l'usage d'un antifibrinolytique et d'un système de récupération des pertes chirurgicales⁴⁰⁻⁴². Malheureusement, il n'a pas été possible d'obtenir des données exploitables sur la quantité de pertes sanguines post opératoire, et la réalisation d'une numération sanguine post-opératoire n'était pas systématique.

Les complications respiratoires étaient en revanche significativement plus fréquentes après CMC qu'après AVP. Ce résultat est cohérent avec la publication de Samdani *et al* qui a rapporté une complication respiratoire sévère (atélectasie persistante justifiant une bronchoscopie) dans une cohorte de 32 patients opérés d'une CMC¹⁷. Ces résultats doivent attirer l'attention sur le soin à apporter à la ventilation per-opératoire de ces patients.

Notre étude présente plusieurs limites. Tout d'abord, elle est exposée aux biais inhérents à toute étude rétrospective. En particulier, le relevé des scores de douleurs ne se faisait pas à intervalle fixe dans le service. L'utilisation du critère "plus mauvais score d'évaluation de la douleur quotidien" diminue toutefois la portée de ce biais de mesure. De même, l'absence de relevé de la quantité de morphine délivrée par la PCA le dernier jour de son utilisation nous a obligé à estimer cette quantité pour calculer la quantité totale d'opioïdes délivrée sur les 3 premiers jours postopératoires. L'utilisation de 3 modèles différents, avec un modèle pessimiste, un modèle optimiste et un modèle intermédiaire rend cependant cette estimation relativement robuste. Enfin, le nombre de patients relativement faible limite la portée de cette étude.

En conclusion, cette étude rétrospective confirme l'intérêt de la CMC pour la prise en charge chirurgicale des scolioses idiopathiques de l'adolescent en termes de DPO. Cet intérêt s'ajoute au probable bénéfice fonctionnel résultant de l'absence de fusion vertébrale. De

nouveaux travaux devront confirmer sur le long terme l'intérêt de cette technique sur le plan fonctionnel et pour les DPO chronique. D'autres travaux devront également rechercher la meilleure prise en charge anesthésique de ces patients, particulièrement pour l'analgésie postopératoire et la ventilation peropératoire.

THÈSE SOUTENUE PAR : Jean-Baptiste VIOT

TITRE :

PRISE EN CHARGE ANESTHESIQUE ET DOULEURS POSTOPERATOIRES DE LA CHIRURGIE DE SCOLIOSE IDIOPATHIQUE DE L'ADOLESCENT : ETUDE RETROSPECTIVE AU CHU GRENOBLE ALPES

CONCLUSION :

La chirurgie des scolioses idiopathiques de l'adolescent, le plus souvent par arthrodèse vertébrale postérieure (AVP), entraîne des douleurs postopératoire aiguës (DPO) intenses. Le CHU Grenoble Alpes se distingue par une prise en charge multimodale des DPO et par la pratique d'une nouvelle technique chirurgicale moins invasive : la chirurgie de modulation de croissance (CMC) vertébrale.

Nous avons conduit une étude dont l'objectif principal était de comparer l'évolution des DPO aiguës après chirurgie de scoliose idiopathique, en fonction de la technique chirurgicale, AVP ou CMC. Les objectifs secondaires étaient de comparer la survenue de complications, de décrire la prise en charge anesthésique des patients et d'évaluer l'intérêt de trois traitements antalgiques après CMC : le bloc du plan des muscles érecteurs du rachis (bloc ESP), l'administration de gabapentinoïdes, et de benzodiazépines en postopératoire.

Le critère de jugement principal était la durée de traitement par opioïdes forts. Les critères secondaires étaient la consommation d'opioïdes forts et les scores de douleurs les premiers jours postopératoires, ainsi que la survenue de complications.

Tous les patients de moins de 20 ans opérés entre 2017 et 2019 d'une scoliose idiopathique au CHU Grenoble Alpes ont été inclus dans cette étude rétrospective et monocentrique. Ceci représente au total 58 patients (31 opérés d'une AVP et 27 d'une CMC). La durée médiane [IQR] de traitement par opioïdes forts était de 2 [2-3] jours après AVP contre 1 [1-2] jour après CMC ($p < 0,0001$). Sur les quatre premiers jours postopératoires, la consommation totale d'opioïdes forts était plus basse dans le groupe CMC ($p \leq 0,02$). Les scores de douleurs diminuaient plus rapidement après CMC et étaient significativement plus bas dès J3 (2 [0-3]

contre 4 [2-6], $p=0,001$). Après CMC, la durée de traitement par opioïdes forts était moins longue chez les patients ayant eu un bloc ESP ($n=15$, 1[0-2] jour) que chez les autres ($n=12$, 2 [2-2], $p=0,001$). Une hypoxie transitoire était plus fréquente après CMC ($n=13/27$) qu'après AVP ($n=5/31$, $p=0,001$).

La CMC semble donc être pourvoyeuse de DPO aiguës moins importantes que l'AVP. Compte-tenu de l'impact potentiel sur la survenue de DPO chroniques, cet avantage pourrait être un argument important à prendre en compte dans le choix de la technique chirurgicale. Sur le plan anesthésique, une attention particulière doit toutefois être portée à la prise en charge respiratoire de ces patients.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Grenoble, le : 10/04/2020

LE DOYEN



Pr. Patrice MORAND

Le Doyen de l'UFR de Médecine

Pr. Patrice MORAND

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE



Pr. Jean-François PAYEN

Références

1. Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, et al. Adolescent idiopathic scoliosis. *The Lancet* 2008; 371: 1527–1537.
2. Guide-affectation longue de durée Scoliose structurale évolutive (dont l'angle est égal ou supérieur à 25°), HAS, 2008.
3. Suh S-W, Modi HN, Yang J-H, et al. Idiopathic scoliosis in Korean schoolchildren: a prospective screening study of over 1 million children. *Eur Spine J* 2011; 20: 1087–1094.
4. Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF, et al. Health and Function of Patients With Untreated Idiopathic Scoliosis: A 50-Year Natural History Study. *JAMA* 2003; 289: 559–567.
5. Pesenti S, Jouve J-L, Morin C, et al. Evolution of adolescent idiopathic scoliosis: Results of a multicenter study at 20 years' follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015; 101: 619–622.
6. Kwan MK, Chiu CK, Chan TS, et al. Trajectory of Postoperative Wound Pain Within the First 2 Weeks Following Posterior Spinal Fusion Surgery in Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients. *Spine* 2017; 42: 838–843.
7. Fortier MA, Chou J, Maurer EL, et al. Acute to chronic postoperative pain in children: preliminary findings. *J Pediatr Surg* 2011; 46: 1700–1705.
8. Sieberg CB, Simons LE, Edelstein MR, et al. Pain Prevalence and Trajectories Following Pediatric Spinal Fusion Surgery. *J Pain* 2013; 14: 1694–1702.
9. 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: 1252–1265.
10. Julien-Marsollier F, David R, Hilly J, et al. Predictors of chronic neuropathic pain after scoliosis surgery in children. *Scand J Pain* 2017; 17: 339–344.
11. Rullander A-C, Lundström M, Lindkvist M, et al. Stress symptoms among adolescents before and after scoliosis surgery: correlations with postoperative pain. *J Clin Nurs* 2016; 25: 1086–1094.
12. Organisation du séjour. *Centre Alpin de la Scoliose*, <https://centre-alpin-scoliose.chu-grenoble.fr/organisation-du-sejour> (2018, accessed 22 January 2020).
13. Joshi V, Cassivi SD, Milbrandt TA, et al. Video-assisted thoracoscopic anterior vertebral body tethering for the correction of adolescent idiopathic scoliosis of the spine. *Eur J Cardiothorac Surg* 2018; 54: 1134–1136.
14. Courvoisier A, Eid A, Bourgeois E, et al. Growth tethering devices for idiopathic scoliosis. *Expert Rev Med Devices* 2015; 12: 449–456.
15. Boudissa M, Eid A, Bourgeois E, et al. Early outcomes of spinal growth tethering for idiopathic scoliosis with a novel device: a prospective study with 2 years of follow-up. *Childs Nerv Syst* 2017; 33: 813–818.

16. Cobetto N, Aubin C-E, Parent S. Surgical Planning and Follow-up of Anterior Vertebral Body Growth Modulation in Pediatric Idiopathic Scoliosis Using a Patient-Specific Finite Element Model Integrating Growth Modulation. *Spine Deform* 2018; 6: 344–350.
17. Samdani AF, Ames RJ, Kimball JS, et al. Anterior Vertebral Body Tethering for Idiopathic Scoliosis: Two-Year Results. *Spine* 2014; 39: 1688–1693.
18. Samdani AF, Ames RJ, Kimball JS, et al. Anterior vertebral body tethering for immature adolescent idiopathic scoliosis: one-year results on the first 32 patients. *Eur Spine J* 2015; 24: 1533–1539.
19. Gal JS, Curatolo CJ, Zerillo J, et al. Anesthetic considerations for a novel anterior surgical approach to pediatric scoliosis correction. *Pediatr Anesth* 2017; 27: 1028–1036.
20. Chen E, Sites BD, Rubenberg LA, et al. Characterizing Anesthetic Management and Perioperative Outcomes Associated with a Novel, Fusionless Scoliosis Surgery in Adolescents. *AANA Journal* 2019; 7.
21. American Society of Anesthesiologists. ASA Physical Status Classification System, <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/asa-physical-status-classification-system> (accessed 19 March 2020).
22. Martin C, Auboyer C, Boisson M, et al. Antibioprophylaxie en chirurgie et médecine interventionnelle (patients adultes). Actualisation 2017. *Anesth Réanimation* 2019; 5: 544–566.
23. Van Goethem J, Van Campenhout A, van den Hauwe L, et al. Scoliosis. *Neuroimaging Clin N Am* 2007; 17: 105–115.
24. Kim W, Porrino JA, Hood KA, et al. Clinical Evaluation, Imaging, and Management of Adolescent Idiopathic and Adult Degenerative Scoliosis. *Curr Probl Diagn Radiol* 2019; 48: 402–414.
25. World Health Organization. *WHO guidelines for the pharmacological and radiotherapeutic management of cancer pain in adults and adolescents.*, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537492/> (2018, accessed 15 March 2020).
26. Gestion périopératoire des traitements chroniques et dispositifs médicaux. Preamble. *Ann Fr Anesth Réanimation* 2009; 28: 1035–1036.
27. Good Practice in Postoperative and Procedural Pain Management, 2nd Edition. *Pediatr Anesth* 2012; 22: 1–79.
28. ANAES. Evaluation et stratégies de prise en charge de la douleur aiguë en ambulatoire chez l'enfant de 1 mois à 15 ans, <https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/doulenfrap2.pdf> (2000, accessed 11 March 2020).
29. Beltramini A, Milojevic K, Pateron D. Pain Assessment in Newborns, Infants, and Children. *Pediatr Ann* 2017; 46: e387–e395.
30. Chin KJ, Lewis S. Opioid-free Analgesia for Posterior Spinal Fusion Surgery Using Erector Spinae Plane (ESP) Blocks in a Multimodal Anesthetic Regimen. *Spine* 2019; 44: E379.
31. Chin KJ, Dinsmore MJ, Lewis S, et al. Opioid-sparing multimodal analgesia with bilateral bi-level erector spinae plane blocks in scoliosis surgery: a case report of two patients. *Eur Spine J*. Epub ahead of print 3 September 2019. DOI: 10.1007/s00586-019-06133-8.

32. Zhao H, Xin L, Feng Y. The effect of preoperative erector spinae plane vs. paravertebral blocks on patient-controlled oxycodone consumption after video-assisted thoracic surgery: A prospective randomized, blinded, non-inferiority study. *J Clin Anesth* 2020; 62: 109737.
33. Chin KJ. Thoracic wall blocks: From paravertebral to retrolaminar to serratus to erector spinae and back again – A review of evidence. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2019; 33: 67–77.
34. Chen N, Qiao Q, Chen R, et al. The effect of ultrasound-guided intercostal nerve block, single-injection erector spinae plane block and multiple-injection paravertebral block on postoperative analgesia in thoracoscopic surgery: A randomized, double-blinded, clinical trial. *J Clin Anesth* 2020; 59: 106–111.
35. Nielsen MV, Moriggl B, Hoermann R, et al. Are single-injection erector spinae plane block and multiple-injection costotransverse block equivalent to thoracic paravertebral block? *Acta Anaesthesiol Scand* 2019; 63: 1231–1238.
36. Rusy LM, Hainsworth KR, Nelson TJ, et al. Gabapentin Use in Pediatric Spinal Fusion Patients: A Randomized, Double-Blind, Controlled Trial. *Anesth Analg* 2010; 110: 1393–1398.
37. Fletcher ND, Glotzbecker MP, Marks M, et al. Development of Consensus-Based Best Practice Guidelines for Postoperative Care Following Posterior Spinal Fusion for Adolescent Idiopathic Scoliosis: *SPINE* 2017; 42: E547–E554.
38. Sheffer BW, Kelly DM, Rhodes LN, et al. Perioperative Pain Management in Pediatric Spine Surgery. *Orthop Clin North Am* 2017; 48: 481–486.
39. Seki H, Ideno S, Ishihara T, et al. Postoperative pain management in patients undergoing posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis: a narrative review. *Scoliosis Spinal Disord* 2018; 13: 17.
40. Zhong J, Cao K, Wang B, et al. The Perioperative Efficacy and Safety of Tranexamic Acid in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *World Neurosurg* 2019; 129: e726–e732.
41. Soliman HAG, Beausejour M, Joncas J, et al. Predicting lowest hemoglobin level and risk of blood transfusion in spinal fusion surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J* 2019; 28: 1342–1348.
42. Stone N, Sardana V, Missiuna P. Indications and Outcomes of Cell Saver in Adolescent Scoliosis Correction Surgery: A Systematic Review. *SPINE* 2017; 42: E363–E370.

Remerciements

Aux membres du jury

Au Professeur Jean-François Payen, merci d'avoir accepté de présider ce jury. Merci pour vos conseils durant la rédaction de ma thèse. Merci également pour ces années d'enseignement durant mon internat en cours magistraux ou au lit du patient, pendant les visites. Merci enfin pour l'attention que vous portez à vos internes.

Au Professeur Aurélien Courvoisier, merci d'avoir accepté que je travaille sur ce sujet qui vous tenait à cœur. Merci pour votre aide durant la rédaction de ma thèse et pour vous être rendu disponible. Merci enfin d'avoir accepté d'être membre du jury.

Au Docteur Guillaume Mortamet, merci d'avoir accepté au pied levé d'être membre de ce jury. Merci pour l'expertise pédiatrique que vous y apportez.

Au Docteur Jean-Noël Evain, merci de m'avoir proposé ce sujet. Merci pour ton aide tout a long de la rédaction, et en particulier pour ta relecture minutieuse. Merci également pour tout ton enseignement en anesthésie pédiatrique. Merci enfin pour ta grande disponibilité, ta simplicité et ta sympathie.

A ceux qui m'ont enseigné la médecine

Merci à tous ceux qui furent mes maîtres, qui m'ont enseigné la médecine, m'ont donné envie de continuer et de m'orienter vers l'anesthésie réanimation, ici à Grenoble mais aussi à Marseille où j'ai réalisé mon externat.

Merci en particulier au Docteur Kelly Dilworth pour ses conseils durant la rédaction de ma thèse, pour ses connaissances sur la prise en charge anesthésique des chirurgies de scolioses, pour sa bonne humeur.

Merci en également au Docteur Michel Durand pour m'avoir proposé un sujet de mémoire et pour m'avoir encadré durant ce travail. Merci pour votre aide et votre relecture.

Merci au Docteur Gilles Francony, pour ce qu'il m'a enseigné auprès des patients, pour sa bienveillance et pour son exigence.

Aux membres des équipes d'anesthésie et de réanimation

Merci pour ces cinq années d'internat passées parmi vous !

Merci à chacun d'entre vous pour ce que j'y ai appris, que ce soit sur le plan théorique, en cours ou au lit du patient, sur le plan pratique ou sur le plan humain.

Merci pour votre confiance.

Merci pour ces moments partagés, pour votre bonne humeur, pour l'amitié que j'ai pu lier avec certain d'entre vous.

Merci en particulier à l'équipe d'anesthésie pédiatrique. Merci pour votre bienveillance et votre sympathie. J'ai hâte de venir travailler parmi vous.

Merci également à l'équipe de réanimation neurochirurgicale, aux médecins et à l'équipe paramédicale. Merci pour votre sympathie, votre bonne humeur et votre expertise médicale. Merci pour les liens que j'ai noués avec certains d'entre vous. Merci pour toutes ces gardes passées ensemble. Je devrais pouvoir venir travailler avec vous et j'en suis heureux.

Merci aux internes d'anesthésie-réanimation, pour les bons moments en stage, mais aussi pour les bières du lundi soir, le ski de rando et la grimpe.

Merci à tous mes cointernes aux cours de mes différents stages.

Merci aux membres de ma promotion, Salomé, Rémi, Sarah, Joris, Thibault, Sarah, Anne-Gaëlle, Virgile, Mathilde, Martin.

Merci à mes cointernes du BU Pauline, Roxane, Mathilde, Paul et Pierre.

Merci à mon ancienne sous colle - Jérôme et Sébastien - pour ces heures passer à préparer le concours, pour votre amitié.

A mes amis, à ma famille

Merci à mes amis de toujours -Luc, les Ravoires, les Ramas- pour votre amitié et tout le reste.

Merci à ma famille, en particulier à ma Grand-Mère qui aurait voulu assister à cette thèse et n'a pas pu venir.

Merci à mes parents, merci pour la vie. Merci de m'avoir fait grandir. Merci également de m'avoir soutenu durant ces années d'études.

Merci à mes frères et sœurs sans qui rien ne serait pareil.

Merci à ma belle-famille, mes beaux-parents et mes beaux-frères-belle-sœur.

Merci à Anne-Gaëlle. Pour tout. Merci en particulier pour ta patience pendant ces longues heures de rédaction de thèse et mémoire.

Merci enfin à ceux que j'aurais pu oublier et sans qui la vie serait moins belle.

