

Université de Montréal

**Quantification des caractéristiques force-temps des mobilisations vertébrales  
chez la population pédiatrique d'âge préscolaire : une étude de faisabilité**

*Par*

Marie-Hélène Vallières

Programme de sciences biomédicales

Faculté de médecine

En extension à l'Université du Québec à Trois-Rivières

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de

Maitrise ès sciences (M. Sc.)

en Sciences biomédicales

Janvier 2024

© Marie-Hélène Vallières, 2024

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

Université de Montréal

Programme de sciences biomédicales, faculté de médecine en extension à l'Université du  
Québec à Trois-Rivières

---

*Ce mémoire intitulé*

**Quantification des caractéristiques force-temps des mobilisations vertébrales chez la  
population pédiatrique d'âge préscolaire : une étude de faisabilité**

*Présenté par*

**Marie-Hélène Vallières**

*A été évalué(e) par un jury composé des personnes suivantes*

**Renaud Jeffrey-Gauthier**

Président-rapporteur

**Isabelle Pagé**

Directrice de recherche

**Chantal Doucet**

Codirectrice de recherche

**Louis-David Beaulieu**

Membre du jury

## Résumé

La mobilisation vertébrale est fréquemment utilisée pour traiter les troubles neuromusculosquelettiques chez les enfants. Cependant, il existe peu d'études ayant mesurées les caractéristiques force-temps de la mobilisation pédiatrique. Cette étude visait à évaluer la faisabilité de l'utilisation d'un capteur de force au bout des doigts pour mesurer les caractéristiques force-temps de la mobilisation vertébrale administrée par des chiropraticiens à des enfants âgés de cinq ans et moins.

Des chiropraticiens traitant couramment de jeunes enfants ont été recrutés. Un capteur (Tekscan®, USA) a été placé sur le bout du doigt des chiropraticiens lors de l'exécution des mobilisations vertébrales chez un patient de cinq ans et moins. Avant la collecte de données, le capteur a été calibré à l'aide d'un capteur précalibré (Large Loadpad®, Novel®) positionné sur la cuisse du chercheur. Les courbes force-temps des mobilisations ont été analysées visuellement pour identifier des patrons de mobilisations. Au total, cinq patrons de mobilisations vertébrales ont été identifiés. Cette étude a permis d'identifier des défis limitant la faisabilité à mesurer les caractéristiques force-temps des mobilisations vertébrales pédiatriques en clinique privée. Le positionnement adéquat du capteur lors des mobilisations cervicales explique la perte importante des données limitant la compréhension de sa sécurité et de son efficacité. Bien que l'algorithme de calibration ait démontré une concordance parfaite entre la force et le voltage, la calibration effectuée sur la cuisse du chercheur peut expliquer en partie un manque d'exactitude observé. Néanmoins, les résultats ont démontré que les mobilisations pédiatriques peuvent être effectuées de différentes façons, cependant qu'un patron prédomine auprès d'un même chiropraticien. Cette étude soulève le besoin d'établir des standards pour guider la mesure des caractéristiques force-temps des thérapies manuelles en pédiatrie considérant les défis particuliers associés à ce type de population.

**Mots-clés :** thérapies manuelles, chiropratique, pédiatrie, mobilisations vertébrales, biomécanique, sécurité.

## Abstract

Spinal mobilization is frequently used to treat neuromusculoskeletal disorders in children. However, there are few studies that have measured the force-time characteristics of pediatric mobilization. This study aimed to assess the feasibility of using a fingertip force sensor to measure the force-time characteristics of spinal mobilization administered by chiropractors to children aged five years and younger.

Chiropractors who commonly treat young children were recruited. A sensor (Tekscan®, USA) was placed on the chiropractors' fingertip during the execution of spinal mobilizations in a patient aged five years and younger. Before data collection, the sensor was calibrated using a pre-calibrated sensor (Large Loadpad®, Novel®) positioned on the researcher's thigh. The force-time curves of mobilizations were visually analyzed to identify mobilization patterns graphically. In total, five patterns of vertebral mobilizations were been determined..

This study identified challenges that limit the feasibility of measuring the force-time characteristics of pediatric spinal mobilizations in private practice. The proper positioning of the sensor during cervical mobilizations explains the significant loss of data limiting the understanding of its safety and effectiveness. Although the calibration algorithm showed a perfect match between force and voltage, calibrating on the researcher's thigh may point out a lack of accuracy shown. Nevertheless, the results demonstrate that pediatric mobilizations can be performed in different ways, but a predominant pattern existed for the same chiropractor.

This study highlights the need to establish standards to guide the measurement of force-time characteristics of manual therapies in pediatrics, considering the specific challenges associated with this type of population.

**Keywords:** Manual therapies, chiropractic, pediatrics, spinal mobilizations, biomechanics, safety.

# Table des matières

Résumé .....	4
Abstract.....	5
Table des matières.....	6
Liste des tableaux .....	10
Liste des figures .....	11
Liste des sigles et abréviations.....	12
Remerciements.....	14
Chapitre 1 – Introduction.....	15
1.1 Les médecines alternatives et complémentaires (MAC) en pédiatrie .....	15
1.1.1 Définition des médecines alternatives et complémentaires.....	15
1.1.2 Épidémiologie des MAC .....	16
1.2 Les techniques de thérapie manuelle .....	18
1.2.1 Définition de la manipulation et mobilisation articulaire .....	19
1.2.2 Mécanismes de la manipulation et mobilisation articulaire .....	21
1.2.3 Sécurité de la manipulation et mobilisation articulaire .....	23
1.2.4 La biomécanique de la manipulation et mobilisation articulaire.....	25
1.3 Les mesures des caractéristiques force-temps .....	29
1.4 Problématique, objectifs et hypothèses .....	31
Chapitre 2 – Article .....	33
Contribution des auteurs .....	33
Auteurs .....	34
Affiliations.....	34

Sources de financement .....	34
Abstract.....	35
Introduction .....	37
Methods.....	39
Study design.....	39
Study overview .....	39
Clinicians' eligibility criteria and recruitment .....	40
Children's eligibility criteria and recruitment .....	41
Sample size .....	41
Force-sensing system.....	41
Calibration data acquisition .....	44
Spinal mobilization data collection .....	45
Feasibility outcome .....	46
Adverse events.....	46
Data processing.....	47
Mobilization force-time curves .....	47
Calibration.....	47
Statistical analysis .....	48
Descriptive analysis sample .....	48
Spinal mobilization pattern analysis .....	49
Faisability analysis.....	50
Results50	
Participant characteristics.....	50
Analysis of the exclusion and inclusion of force-time curves .....	51

Spinal mobilization patterns .....	52
Qualitative analysis of feasibility .....	54
Adverse events.....	55
Discussion .....	55
Feasibility data .....	55
Spinal mobilization patterns preliminary data.....	57
Strengths and limitations .....	59
Research perspective .....	60
Conclusion.....	60
Declarations .....	61
Ethics approval and consent to participate .....	61
Consent for publication .....	61
Availability of data and materials .....	61
Competing interests.....	61
Funding sources .....	61
Author’s contribution .....	61
Acknowledgements.....	62
Chapitre 3 – Discussion du mémoire .....	63
3.1 Faisabilité de l’étude .....	63
3.2 Capteur utilisé.....	67
3.3 Préférences des patrons de mobilisations vertébrales.....	70
3.3.1 Préférences des chiropraticiennes.....	70
3.3.2 Formations universitaires et supplémentaires .....	71
3.3.3 Réflexion sur les patrons des mobilisations vertébrales.....	71

3.4 Effets secondaires rapportés .....	72
3.5 Limites et forces .....	73
3.5.1 Les limites .....	73
3.5.2. Les forces .....	74
3.6 Les différentes perspectives .....	75
3.6.1 Les perspectives en recherche .....	75
3.6.2 Les perspectives en enseignement .....	76
Chapitre 4 – Conclusion .....	77
Références bibliographiques .....	79
Annexes .....	84
Annexe A : Affiche de recrutement pour les chiropraticiens .....	84
Annexe B : Affiche de recrutement pour les participants-enfants .....	85
Annexe C : Abrégé soumis pour le premier Congrès en thérapie manuelle de Tunisie 2023 ...	86
Annexe D : Certification éthique 2022-2023 .....	88
Annexe E : Questionnaire initial des chiropraticiens et consentement .....	89
Annexe F : Questionnaire initial des tuteurs légaux et consentement .....	95
Annexe G : Questionnaire des effets secondaires immédiats .....	102

## Liste des tableaux

Tableau 1. Connaissances actuelles des caractéristiques biomécaniques des thérapies manuelles articulaires pédiatriques .....	29
Table 2. Characteristics of children and characteristics of mobilizations performed by each chiropractor .....	51
Table 3. Spinal mobilization patterns per chiropractor .....	53

## Liste des figures

Figure 1 Patron d'une manipulation articulaire .....	26
Figure 2 Patron d'une mobilisation articulaire .....	26
Figure 3. Overview of the study .....	40
Figure 4 Set-up on the clinician's hand .....	42
Figure 5 Experimental material.....	43
Figure 6 Mobilization patterns.....	53
Figure 7 Capteur MedicalSensor® (Tekscan®, États-Unis) .....	64
Figure 8 Programme d'acquisition et d'analyse des données .....	65
Figure 9 Calibration à l'aide du capteur Large Loadpad® (Novel.de®, États-Unis).....	66
Figure 10 Image du Small Loadpad® de Novel.de® (Novel, 2023b) .....	69
Figure 11 Utilisation potentielle du capteur Large Loadpad® chez un patient pédiatrique .....	70

## Liste des sigles et abréviations

MAC : Médecines alternatives et complémentaires

D.C. : Docteur en chiropratique

OMS : Organisation mondiale de la Santé

UQTR : Université du Québec à Trois-Rivières

*À Abby.*

## Remerciements

Je désire débiter cette section en remerciant la personne sans qui toute cette belle aventure n'aurait pas été possible, professeure Isabelle Pagé. Isabelle a été plus que présente tout au long des étapes de mon projet. Son encadrement extraordinaire m'a permis d'apprendre, mais surtout d'aimer la recherche. Isabelle est un modèle exemplaire en enseignement et en recherche. Elle a su répondre à mes mille et une questions, et être plus que disponible. C'est avec plaisir que cette belle relation se poursuivra encore de nombreuses années puisqu'elle sera ma directrice de recherche au troisième cycle.

J'aimerais aussi remercier ma co-directrice de recherche, professeure Chantal Doucet. Chantal a su répondre à mes différents questionnements, à me conseiller et à être présente tout au long de mon projet de recherche. Ce fut un plaisir de collaborer avec toi durant ces deux dernières années et ce sera un plaisir de travailler avec toi dans de futures opportunités.

J'aimerais remercier le département de chiropratique ainsi que le département d'anatomie de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). D'ailleurs, j'aimerais remercier les différentes organisations m'ayant offert une bourse d'études. Merci au Groupe de recherche sur les affections neuromusculosquelettiques de l'UQTR, à la Fondation chiropratique du Québec, au département de chiropratique de l'UQTR, la Fondation canadienne pour la recherche en chiropratique, l'Association québécoise de chiropratique pédiatrique et périnatale et l'UQTR via la bourse *Universalis Causa*.

Finalement, j'aimerais remercier mes proches pour leur soutien tout au long de mon cheminement. Je veux remercier plus particulièrement mon conjoint, Jean-Philippe, qui m'a appuyée, encouragée et soutenue tout au long du processus.

# Chapitre 1 – Introduction

## 1.1 Les médecines alternatives et complémentaires (MAC) en pédiatrie

### 1.1.1 Définition des médecines alternatives et complémentaires

Les médecines alternatives et complémentaires (MAC) ont grandement évolué au cours des dernières décennies (Ernst & Fugh-Berman, 2002). C'est d'ailleurs le cas de la définition de ces dernières. En effet, très peu de chercheur ou groupes de recherche s'entendent sur une définition complète permettant d'englober l'ensemble des sphères reliées à ce type de thérapies (Wieland, Manheimer, & Berman, 2011). L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) reconnaît que les MAC sont utilisés conjointement aux options offertes par la médecine traditionnelle actuelle. Pour être considérés comme des MAC, ces derniers ne doivent pas faire partie intégrante du système de santé disponible à la population (OMS, 2013). Il existe une multitude de sciences et de thérapies différentes. En voici une liste non exhaustive : la médecine chinoise traditionnelle, l'ostéopathie, l'homéopathie et l'acupuncture (Ernst & Fugh-Berman, 2002).

Dr Margaret Chan, directeur général de l'OMS en 2013 a affirmé : « les médecines traditionnelles dont la qualité, la sécurité et l'efficacité sont avérées participent à la réalisation de l'objectif de donner à tous un accès aux soins » (OMS, 2013). En effet, l'OMS précise que les MAC offrent des soins de santé facilement accessibles pour la population. Au Canada, malgré la couverture universelle des soins de santé à tous, l'accès rapide à des soins traditionnels et de spécialités peut s'avérer difficile étant donné les listes d'attente. Ailleurs dans les pays

industrialisés, les soins de santé en milieu hospitalier ont des coûts parfois faramineux (OMS, 2013).

Les MAC sont souvent caractérisés comme étant multidimensionnels. En effet, ils peuvent avoir un impact direct sur la santé physique, sans négliger les retombées sur plusieurs autres sphères d'un individu. Par exemple, la santé mentale, spirituelle et la nutrition sont des disciplines pouvant être utilisées par les MAC (Barnes, Bloom, & Nahin, 2008).

Lorsque le sujet des MAC est abordé, la plupart de la population pense à des professions ou métiers non réglementés et n'ayant pas de données probantes disponibles (OMS, 2013). Les MAC regroupent des professionnels hétérogènes. Certains ont des métiers non réglementés, alors que d'autres ont une profession réglementée ayant un accroissement des données probantes, tels que la chiropratique et la physiothérapie (OMS, 2013). En effet, ces deux professions de formations universitaires et régulées par des ordres professionnels québécois sont dans certains cas considérées comme des MAC (Québec, 2015). Cette grande diversité des professions et métiers accentue la problématique concernant l'obtention d'une définition complète et globale des MAC. Encore à ce jour, les chercheurs sont toujours à la recherche d'une description définissant de façon plus optimale les professionnels œuvrant dans le consortium des MAC (OMS, 2013). En effet, en 2013, il y avait déjà des incohérences dans les différentes définitions, et elles subsistent toujours.

### **1.1.2 Épidémiologie des MAC**

Les médecines alternatives et complémentaires sont de plus en plus utilisées à travers le monde. En 2006, les auteurs d'une étude canadienne ont rapporté un taux d'utilisation de 74 %

des MAC par la population adulte. Par ailleurs, près de 65 % des Québécois et Québécoises ont consulté dans une discipline des MAC en 2006 (Gaboury et al., 2016). Dans les années 1990, la prévalence d'utilisation de MAC au cours de la vie d'un individu était située à 60 % (Ernst & Fugh-Berman, 2002). Selon l'OMS, les individus utilisant les MAC sur une base régulière proviennent majoritairement des régions de l'Amérique du Nord, de l'Asie, de l'Afrique et de l'Australie (OMS, 2013).

En pédiatrie, l'utilisation des MAC par les tuteurs légaux des enfants ne cesse d'augmenter. En 1997, 17 % des enfants canadiens avaient reçu des soins en MAC comparé à 20 % en 2016 (Esmail, 2017). Parmi ces 20% de consultations, 34 % des enfants ont reçu des soins en chiropratique en 2016. Les autres types de soins de santé reçus en 2016 aux enfants de moins de 18 ans consistaient en des massages et l'herbothérapie, respectivement 25 % et 23 %. L'une des principales raisons de consultation pédiatrique envers les MAC vise l'optimisation du bien-être des enfants (Esmail, 2017). Alors que dans le groupe des 12-18 ans, les jeunes reçoivent principalement des soins pour des cervicalgies ou des lombalgies (Parnell Prevost et al., 2019).

En ce qui concerne la formation générale des thérapeutes des MAC, elle s'effectue de plus en plus en institutions d'enseignement. En 2012, l'OMS rapportait que 39 États membres de l'OMS sur les 130 pays participants proposaient des formations de haut niveau pour certaines thérapies non traditionnelles. L'obtention de diplômes de tous les niveaux universitaires au premier cycle et aux cycles supérieurs a été recensée. Cela débute au baccalauréat, mais s'étend aussi à la maîtrise et au doctorat (OMS, 2013). C'est le cas de la profession chiropratique au Québec. Pour avoir le droit d'exercer la profession, le chiropraticien doit obtenir son diplôme de doctorat de premier cycle en chiropratique, réussir l'ensemble des examens nationaux et être

inscrit au tableau de l'Ordre des chiropraticiens du Québec (Ordre des chiropraticiens du Québec, 2023). Il est donc possible de remarquer que certaines professions identifiées comme étant des MAC sont des professions nécessitant des études supérieures reconnues afin de pouvoir exercer au Québec. Parallèlement, chez nos voisins du sud, le type de MAC le plus souvent consulté par les Américains est la chiropratique (Parnell Prevost et al., 2019).

## **1.2 Les techniques de thérapie manuelle**

Le domaine des thérapies manuelles est vaste et diversifié (Cook et al., 2023). Les interventions en thérapie manuelle consistent en l'application d'une force sur une partie du corps humain dans un objectif thérapeutique. Cette force mécanique appliquée est une forme de traitement passif (Cook et al., 2023). Les thérapies manuelles sont souvent utilisées comme l'une des composantes multimodales du traitement de conditions neuromusculosquelettiques (Parnell Prevost et al., 2019). Les thérapies manuelles incluent des techniques de traitement des tissus mous, des mobilisations articulaires et des manipulations articulaires (Parnell Prevost et al., 2019). D'autres alternatives de traitements tels que le toucher léger et les points de pression peuvent être considérées comme un outil supplémentaire des thérapeutes ayant recours à la thérapie manuelle (Cook et al., 2023). Les professionnels utilisant des soins en thérapie manuelle sont principalement les chiropraticiens, les physiothérapeutes et les ostéopathes (Humphreys, 2010). Ces intervenants de la santé utilisent les soins en thérapie manuelle pour une très grande variété de conditions diverses. En voici une liste non exhaustive : des coliques infantiles, de l'asthme, des otites, des traumatismes reliés à la naissance, certains types de céphalées, des problématiques gastro-intestinales ainsi que toutes les conditions neuromusculosquelettiques

touchant le rachis (cervicalgie, dorsalgie, lombalgie et sacro-coccydynie) (Alcantara, Ohm, & Kunz, 2009; Doucet, Dubuc, Imbeau, Pohlman, & Blanchette, 2022; Humphreys, 2010). En pédiatrie, les intervenants en thérapie manuelle, tels que les chiropraticiens, ont recours principalement aux techniques de type mobilisation jusqu'à la manipulation articulaire (Byfield, 2004). Il est important de préciser que l'ensemble de ces thérapies manuelles sont adaptées à la population pédiatrique (Alcantara et al., 2009). Les distinctions entre ces deux formes de traitement seront abordées au cours de la prochaine section.

### **1.2.1 Définition de la manipulation et mobilisation articulaire**

La manipulation et la mobilisation articulaire font partie intégrante des soins en thérapie manuelle. En effet, ces deux modalités de traitement s'effectuent principalement à l'aide des mains de l'intervenant. Par définition, une manipulation vertébrale est l'application d'une force mécanique effectuée à l'aide d'une haute vitesse, mais une faible amplitude (Herzog, 2010). Dans la littérature, la manipulation articulaire est communément appelée « HVLA », ce qui signifie « high-velocity and low-amplitude » (Herzog, 2010). Contrairement à la manipulation, la mobilisation articulaire est l'application d'une force à faible vitesse et amplitude (Snodgrass, Rivett, & Robertson, 2006). Cette application se fait majoritairement de manière répétée et de manière cyclique (Snodgrass et al., 2006). Le vecteur d'application de la force le plus commun lors d'une mobilisation vertébrale est l'application postérieure vers antérieure (Snodgrass et al., 2006). Même si certaines professions et institutions d'enseignement offrent des définitions similaires et allant dans le même sens que celle décrite précédemment, nombreux sont les chercheurs qui ne s'accordent pas sur leurs définitions (Snodgrass et al., 2006).

En ce qui concerne la population pédiatrique, les définitions de ces deux types de traitements restent identiques, mais comme mentionné précédemment ces derniers sont adaptés à l'âge du patient (Alcantara et al., 2009). Lors de l'utilisation de la manipulation au rachis vertébral d'un patient pédiatrique (manipulation vertébrale), la force est adaptée d'après un consensus auprès des professionnels (Alcantara et al., 2009). En effet, les chiropraticiens rapportent que chez les nouveau-nés, la force utilisée peut être comparable à un toucher ou une légère pression (Humphreys, 2010). En plus d'adapter la force utilisée, le professionnel adapte à l'âge du patient le point de contact utilisé (ex. : bout du doigt et pulpe d'un doigt), sa position par rapport à la surface de traitement, les régions traitées ainsi que l'heure à laquelle le traitement est prévu ce qui est bien documenté dans les écrits scientifiques (Alcantara et al., 2009; Miller & Benfield, 2008). Malgré ce que les chiropraticiens, les guides et les consensus, il n'y a pas d'étude actuellement qui rapporte précisément ces différentes adaptations. Les éléments connus sur l'adaptation de la force lors des thérapies manuelles vertébrales seront abordés plus long dans le présent mémoire.

Malgré les différentes adaptations effectuées lors d'une manipulation articulaire auprès de la population pédiatrique, il semble subsister un consensus de la part des chercheurs quant au choix de privilégier la mobilisation articulaire étant considérée plus sécuritaire et adaptée à cette population (Corso, Cancelliere, Mior, Taylor-Vaisey, & Côté, 2020). Il n'existe toutefois aucun guide de pratique clair puisqu'il y a une grande variabilité entre les cliniciens ainsi que la présence de variations anatomiques chez les enfants.

## 1.2.2 Mécanismes de la manipulation et mobilisation articulaire

Les chercheurs ne s'accordent actuellement pas sur les différents mécanismes d'action de la manipulation et la mobilisation articulaire. Cet énoncé s'applique davantage à la manipulation articulaire. En effet, les mécanismes de la manipulation articulaire sont à ce jour méconnus, en conséquence, aucun consensus clair n'a été émis. En effet, malgré les nombreuses théories avancées par les chercheurs dans les dernières années, il y a un nombre limité de preuves scientifiques permettant d'appuyer ces différentes hypothèses (Gyer, Michael, Inklebarger, & Tedla, 2019).

Les effets de la manipulation et de la mobilisation articulaire proviendraient de mécanismes biomécaniques et/ou de différents mécanismes neurophysiologiques. Les chercheurs demeurent dans l'incertitude à savoir si ces deux mécanismes sont concomitants ou se déroulent séparément (Evans & Breen, 2006).

Les hypothèses actuelles mises de l'avant sur les effets biomécaniques des manipulations articulaires se déclinent selon les prochains énoncés (Evans & Breen, 2006; Gyer et al., 2019). La première hypothèse serait que les manipulations articulaires permettraient le relâchement de replis, soit des tissus synoviaux ou ménischoïdes. La deuxième hypothèse serait d'introduire et de redonner du mouvement à un segment articulaire ayant une diminution de son amplitude en comparaison aux degrés de liberté de mouvement attendus. La troisième hypothèse consiste en la réduction des différentes adhérences au niveau des tissus conjonctifs et autour de l'articulation ayant reçu une manipulation articulaire. Finalement, la dernière hypothèse repose sur le concept de la réponse biomécanique et la normalisation du contrôle réflexe qui en résulte. Cette théorie s'explique par le développement d'une hypertonie musculaire des muscles environnant

l'articulation considérée problématique (Evans & Breen, 2006; Gyer et al., 2019). Parmi les quatre hypothèses avancées sur l'effet biomécanique d'une manipulation articulaire, l'hypothèse de la normalisation du réflexe musculaire étant celle supportée par les données probantes récentes (Gyer et al., 2019).

En ce qui concerne les effets neurophysiologiques de la manipulation articulaire, ces derniers sont mieux connus que les effets biomécaniques abordés précédemment. Les chercheurs n'ont pas de consensus à l'heure actuelle, mais ils pensent que les effets proviendraient des différentes interactions entre le système nerveux périphérique et le système nerveux central (Gyer et al., 2019; Pickar & Bolton, 2012). En effet, les données probantes actuelles appuient ces interactions qui seraient à l'origine de stimulations neurosensorielles paraspinales. Les mêmes données tendent à affirmer que d'autres explications telles que l'apport de changements neuroplastiques incluant la sensibilisation centrale, des changements de l'excitabilité centrale ainsi que des changements neuroplastiques seraient des mécanismes également impliqués (Gyer et al., 2019; Pickar & Bolton, 2012). Plus récemment certaines données probantes actuelles suggèrent que la diminution de la douleur post-manipulation articulaire soit expliquée par le mécanisme des effets provenant de facilitateurs sur les processus de la douleur (Penza, Horn, George, & Bishop, 2017). De plus, la manipulation articulaire aurait des effets antalgiques via les mécanismes de somations temporelles ainsi que de la modulation de la douleur (Gevers-Montoro et al., 2024).

En ce qui a trait à la mobilisation articulaire, les constats sont les mêmes que ceux de la manipulation articulaire. Tout comme la manipulation, certaines hypothèses ont été émises. L'une des principales hypothèses provient de l'équipe de recherche de Penza et coll. (2017). Ces

derniers mentionnent que les mécanismes de la manipulation et la mobilisation articulaire seraient les mêmes, c'est pourquoi il serait très peu utile de les différencier dans des études. Ces similitudes entre les théories de ces études convergent vers la diminution de la douleur associée à ce type de traitement. Certains avancent que, tout comme la manipulation vertébrale, la mobilisation vertébrale aurait des effets bénéfiques sur les processus antalgiques ainsi que sur certains réflexes physiologiques (Lascurain-Aguirrebeña, Newham, & Critchley, 2016). Encore à l'heure actuelle, il y a des lacunes en ce qui concerne la description de la mobilisation et de la manipulation vertébrale dans les études, surtout en pédiatrie (Groeneweg, Rubinstein, Oostendorp, Ostelo, & van Tulder, 2017). Il est nécessaire de créer un consensus sur la description même de ces deux interventions afin de mieux comprendre ce qu'il a été fait dans les différentes études disponibles (Groeneweg et al., 2017).

### **1.2.3 Sécurité de la manipulation et mobilisation articulaire**

La sécurité des soins se retrouve au cœur des interventions en thérapie manuelle à travers toutes les populations. Parmi les interventions ciblées par cet intérêt en recherche se trouve la manipulation ainsi que la mobilisation articulaire (Brasaitte, Kaunonen, & Suominen, 2015). Selon Funabashi et al. (2021), il est essentiel de considérer les patients au centre de nos soins, et, parallèlement, de les inclure dans les différents projets de recherche sur la sécurité des soins. Ces mêmes chercheurs affirment qu'il est primordial de comprendre ce qu'est un effet secondaire pour un patient afin de permettre une meilleure identification de ces derniers à la fois par le chercheur, mais aussi par le clinicien traitant. Swait et al. (2017), rapporte que comme tout type de traitement (ex. médical), certains effets secondaires sont rapportés à la suite des interventions en thérapie manuelle. La plupart des effets secondaires rapportés dans la littérature sont

considérés comme des effets secondaires mineurs ou moyens (Chu, Trager, Lee, & Niazi, 2023; Gorrell, Brown, Engel, & Lystad, 2023; Todd, Carroll, Robinson, & Mitchell, 2015). Très peu d'effets secondaires majeurs sont recensés en thérapie manuelle (Carnes, Mars, Mullinger, Froud, & Underwood, 2010). Les effets secondaires répertoriés en thérapie manuelle se retrouvent sur un très large spectre. En effet, cela peut aller du plus grave (majeur) tels que la dissection artérielle cervicale menant à un accident vasculaire cérébral aux effets secondaires mineurs tels que l'apparition d'hématomes, la sensation de courbatures musculaires suite au traitement ou encore des pleurs (Carnes et al., 2010).

Plusieurs données sont disponibles chez l'adulte en ce qui concerne l'apparition des effets secondaires suite au traitement en thérapie manuelle ainsi que la sécurité des soins. Selon Swait et al. (2017), près de la moitié de la population adulte recevant des soins en thérapie manuelle ont rapporté avoir des effets secondaires reliés au traitement reçu. Comme mentionné précédemment, les effets secondaires sont mineurs et disparaissent complètement après une à deux journées (Lindsay M Gorrell et al., 2023; Swait & Finch, 2017).

En ce qui concerne la population pédiatrique, c'est-à-dire les jeunes âgés de moins de 18 ans, il y a très peu de preuves scientifiques concernant la sécurité des soins en thérapie manuelle. Cela inclut à la fois la manipulation ainsi que la mobilisation articulaire (Corso et al., 2020; Meyer et al., 2013). Actuellement, on observe, auprès de la population pédiatrique, un plus grand engouement envers les thérapies manuelles et les médecines alternatives et complémentaires (Esmail, 2017). En effet, les tuteurs légaux sont plus portés à consulter avec leur enfant dans ces différentes disciplines (Esmail, 2017). Cependant, il est possible de constater qu'au cours de la dernière décennie les thérapies manuelles auprès de la population pédiatrique ont fait l'objet de

plusieurs projets de recherche sur la sécurité des soins , ce qui démontre un intérêt marqué des chercheurs sur cet aspect longtemps non documenté (Dammann, 2006). Dans une récente étude de Dolbec et coll. (2023), 30 % des enfants participant à leur étude ont développé des effets secondaires au traitement en chiropratique. L'équipe de Corso et coll. (2020), a publié après avoir répertorié entre 0,3 et 22,22 % d'effets secondaires post-traitement. Malgré les quelques études disponibles à l'heure actuelle, la communauté scientifique doit assurément approfondir ce thème afin d'en ressortir des données plus précises. Il est possible d'observer une variation important en ce qui concerne la prévalence des effets secondaires suite aux traitements en thérapies manuelles articulaires, cela peut être expliqué, entre autres, par l'identité de la personne rapportant ces derniers (Pohlman, Carroll, Tsuyuki, Hartling, & Vohra, 2020). En effet, les études impliquant les tuteurs légaux montrent un taux d'effets secondaires beaucoup plus élevé que lorsque ce sont les cliniciens qui rapportent ces derniers (Pohlman et al., 2020).

#### **1.2.4 La biomécanique de la manipulation et mobilisation articulaire**

Les caractéristiques biomécaniques de la manipulation articulaire chez la population adulte sont bien connues (Evans & Breen, 2006; Gyer, Michael, Inklebarger, & Alam, 2022). En effet, lors de l'exécution d'une manipulation articulaire, telle que la manipulation vertébrale, le clinicien commence par appliquer avec sa main une force de mise en tension des tissus constante se situant à la fin de l'amplitude de mouvement habituel de l'articulation choisie. Cette disposition est nécessaire afin de réduire le jeu articulaire et le jeu tissulaire qui peuvent être présents. À la suite de l'application de la force de mise en tension des tissus, le clinicien effectue une impulsion rapide à haute vélocité et de faible amplitude (figure 1) (Evans & Breen, 2006; Gyer et al., 2022; Herzog, 2010; Moorman & Newell, 2022).

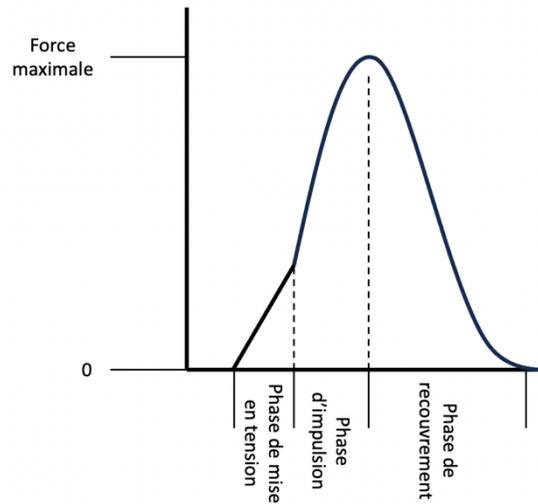


Figure 1 Patron d'une manipulation articulaire

En ce qui concerne la mobilisation articulaire, il existe une multitude de manières différentes de procéder (figure 2). En effet, il n'existe pas seulement une façon de procéder comme le montrent bien les différents grades de Maitland (Phelan, Phelan, & Foley, 2020). Certains grades de Maitland impliquent une grande ou une faible amplitude de mobilisation articulaires alors que d'autres ont des caractéristiques cycliques et oscillatoires (Phelan et al., 2020).

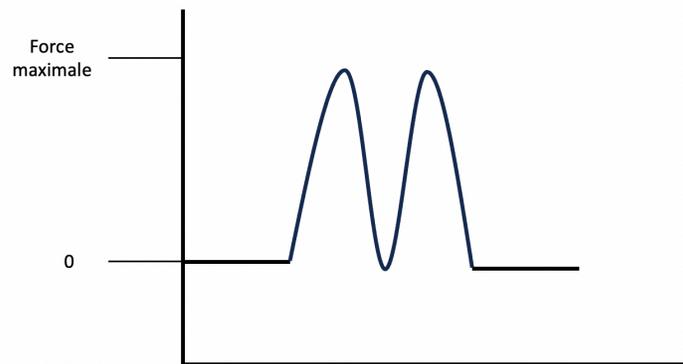


Figure 2 Patron d'une mobilisation articulaire

Il est cependant difficile de statuer que les principes biomécaniques mentionnés s'appliquent à la population pédiatrique puisqu'aucune étude de cohorte n'a eu lieu sur cet aspect auprès de la population pédiatrique en milieu clinique (Alcantara et al., 2009; Humphreys, 2010; Miller & Benfield, 2008). En effet, aucune étude n'a demandé d'effectuer des manipulations ou des mobilisations vertébrales afin de pouvoir y identifier leurs patrons.

Les caractéristiques force-temps de la manipulation et de la mobilisation articulaire chez la population adulte sont mieux documentés dans la littérature (revue de la littérature) contrairement à ceux en lien avec la population pédiatrique (L. M. Gorrell et al., 2023). Les caractéristiques force-temps incluent entre autres la force de mise en tension des tissus, la force maximale utilisée, le taux d'application de la force ainsi que la durée de la manipulation articulaire (L. M. Gorrell et al., 2023). Chez l'adulte, les résultats de plusieurs études ont identifié les caractéristiques force-temps, cependant ces données ne permettent pas d'établir des niveaux de preuve élevés en raison d'hétérogénéité. Il existe une de la littérature sur les caractéristiques force temps de la manipulation vertébrale (L. M. Gorrell et al., 2023) et une autre sur la mobilisation articulaire (M. L. M. Gorrell et al., 2023). En ce qui concerne la mobilisation vertébrale, les caractéristiques incluent la force maximale, l'amplitude de la force, la fréquence et la durée (M. L. M. Gorrell et al., 2023).

Par ailleurs, très peu d'études abordent les caractéristiques force-temps auprès de la population pédiatrique. L'équipe de Triano (2017) et coll. a recueilli les paramètres biomécaniques utilisés dans le cadre de mobilisations chez la population pédiatrique. Dans cette étude, un chiropraticien a effectué des manipulations sur des mannequins pédiatriques ainsi que sur des mannequins adultes. Dans le cas des mannequins pédiatriques (46 centimètres de

longueur au total), le chiropraticien recevait l'instruction de simuler une mobilisation chiropratique chez un enfant de 0-2 mois ou de 3-12 mois. Des forces d'environ 25 N et 40 N ont été enregistrés lors de simulations de mobilisations chiropratiques chez les 0-2 mois et les 3-12 mois respectivement (J. J. Triano et al., 2017). Une cellule de force de la grosseur d'une rondelle de hockey a été utilisée entre la main du chiropraticien et le mannequin afin de mesurer la force utilisée lors de la mobilisation. Cela s'éloigne énormément du contexte clinique pouvant être rencontré par les chiropraticiens. Dans la revue de la littérature de Todd (2015) et al., la force maximale appliquée lors de mobilisations vertébrales est estimée à 11,2 N chez les 0-2 mois, 34 N chez les 3 à 23 mois et 56 N chez les 2 à 8 ans. Les études retenues dans cette revue de la littérature comportaient peu de participants et étaient composées d'étude de cas. D'autres chercheurs ont émis des recommandations concernant les forces estimées mathématiquement devant être appliquées lors de manipulations vertébrales chez la population pédiatrique (A. M. Marchand, 2015). Un résumé des résultats des trois études préalablement citées se retrouve dans le tableau ci-bas (Tableau 1).

Tableau 1. Connaissances actuelles des caractéristiques biomécaniques des thérapies manuelles articulaires pédiatriques

Études	Détails des différentes études		
	Âges des groupes	Type de participants et de thérapie manuelle	Forces maximales Newton (N)
<b>Marchand (2015)</b>	Naissance à 1m	Estimation théorique	20 (r)
	1m à 23m		50 (r)
	2a à 8a		85 (r)
	8a à 18a		135(r)
<b>Todd (2015)</b>	Naissance à 2m	Mobilisations assistées mécaniquement	Non rapporté
	3m à 23m		Non rapporté
	2a à 8a		Non rapporté
	8a à 18a		Non rapporté
<b>Triano (2017)</b>	Naissance à 2m	Mannequin pédiatrique et mannequin adulte	19,5 (c); 17,4 (t); 17,6 (l); 52,3 (s)
	3m à 12m		27,9 (c); 19,9 (t); 29,1 (l); 84,1 (s)
	13m à 3a		30,5 (c); 34,8 et 117,8 (t); 89,5 (l); 101,8 (s)
	4a à 7a		60,4 (c); 209,8 (t); 175,0 (l); 222,7 (s)
	8a à 11a		88,0 (c); 243,0 (t); 296,9 (l); 369,9 (s)

(r), force recommandée (N); m, mois; a, année; (c), rachis cervical; (t), rachis thoracique; (l), rachis lombaire; (s), articulation sacro-iliaque;

Il est notable de constater, dans les études citées précédemment, qu'aucune n'aborde les autres caractéristiques force-temps impliquées en pédiatrie comme la force de mise en tension des tissus, le taux d'application de la force et la durée.

### 1.3 Les mesures des caractéristiques force-temps

En plus de l'étendue de l'hétérogénéité dans les données rapportées chez les adultes et le manque d'études en pédiatrie, les outils de mesures permettant d'enregistrer ces différentes

caractéristiques sont très variés. Dans la revue Mercier (2021), les différentes caractéristiques métrologiques des outils de mesures sont identifiées. Cette revue porte sur l'analyse des propriétés de mesure des dispositifs utilisés pour évaluer les caractéristiques force-temps au niveau de la mobilisation vertébrale ainsi que la manipulation vertébrale (Mercier et al., 2021). Dans la grande variété d'outils disponible, ces derniers se divisent en deux groupes : les outils utilisés à l'interface patient-clinicien (ex. : capteur sur le bout du doigt) et les outils utilisés à l'interface patient-table (capteur à même la table de traitement). Les outils positionnés à l'interface patient-clinicien sont, par exemple, un capteur situé directement sur le doigt du clinicien. Alors que les outils positionnés à l'interface patient-table peuvent être, par exemple, des capteurs intégrés directement à la table de traitement où le patient est allongé. Mercier (2021) et coll., précisent que les outils utilisés à l'interface clinicien-patient devraient être des outils plus minces (limitation de l'altération de la sensibilité tactile), plus petits en surface, ce qui également simplifie leur emploi en comparaison avec les interfaces patient-table. D'ailleurs les outils utilisés à l'interface patient-clinicien permettent au clinicien d'effectuer leur traitement comme à l'habitude puisque ce type d'interface limite les interférences possibles. L'équipe a d'ailleurs rapporté que les outils positionnés à l'interface patient-clinicien optimisent le confort du patient ainsi que celui du clinicien sans toutefois perdre d'efficacité du traitement perçu par le clinicien (Mercier et al., 2021). Un exemple d'outil positionné à l'interface patient-table est une table munie de capteurs intégrés aux coussins de la table (interface plus épaisse).

La revue de Mercier et al. (2021) ne s'est intéressée qu'aux outils utilisés dans les études impliquant des participants adultes. Les deux études ayant mesurées les caractéristiques force-temps chez les enfants ont utilisé des outils positionnés à l'interface patient-clinicien. Ce type

d'outils est probablement le plus approprié pour cette population puisque la coopération des enfants est très variable (mouvements possibles), la transmission de la force se fait de manière directe. Les outils utilisés par Triano et al. (2017) semblent moins optimaux dans la population pédiatrique en raison d'un disque plus épais (épaisseur d'une rondelle de hockey) ce qui entraîne une limitation importante dans la reproduction de la texture ainsi que la consistance de la peau d'un enfant.

#### **1.4 Problématique, objectifs et hypothèses**

À la suite de cette introduction, il est possible de constater que les preuves scientifiques concernant les caractéristiques force-temps des manipulations et mobilisations articulaires pédiatriques sont très limitées (L. M. Gorrell et al., 2023). De plus, il est possible de constater qu'aucune étude ne mesure les caractéristiques des mobilisations vertébrales directement sur des enfants en contexte clinique régulier. Il est donc important, avant de mener une étude à plus grande échelle, de s'assurer de la démarche à effectuer et de la validité externe du matériel à utiliser en cours de projet afin de s'assurer qu'il peut être utilisé dans un contexte clinique. D'ailleurs, il faut prendre en considération que la conduite éthique en pédiatrie est nettement plus réglementée que celle chez l'adulte puisque certains enfants ne peuvent s'exprimer, sont plus vulnérables et que l'utilisation de procédures inutiles sont à éviter (Paediatrics & Committee, 2000). Il est donc nécessaire de s'assurer d'avoir un protocole adapté à ce type de population.

Cette étude a pour but principal d'explorer la faisabilité d'employer un capteur de force placé sur le bout de doigt pour analyser les caractéristiques force-temps de la mobilisation vertébrale effectuée par des chiropraticiens expérimentés sur des enfants de cinq ans et moins.

Nous supposons que nous rencontrerons des obstacles durant l'étude. Notamment, nous anticipons que ces complications peuvent survenir de l'emploi d'un capteur de force durant le traitement et du caractère pragmatique de la collecte de données, c'est-à-dire, réalisée directement dans le cabinet privé du praticien traitant de jeunes patients. Un deuxième objectif de cette étude est d'évaluer les facteurs pouvant venir influencer les caractéristiques force-temps des mobilisations vertébrales tels que la force appliquée et la durée de l'application de la force. Nous supposons que la force augmentera avec l'âge des enfants et variera en fonction de la région traitée (cervicale, thoracique ou lombopelvienne).

## **Chapitre 2 – Article**

### **Quantification of the force-time characteristics of spinal mobilizations in the preschool-age pediatric population: a feasibility study.**

L'article intitulé « Quantification of the force-time characteristics of spinal mobilizations in the preschool-age pediatric population: a feasibility study. » a été rédigé par Marie-Hélène Vallières, Chantal Doucet, François Nougrou, Martha Funabashi et Isabelle Pagé. L'article sera soumis dans une revue scientifique en libre accès à l'hiver 2024.

#### **Contribution des auteurs**

J'ai participé à l'ensemble des étapes de ce projet de recherche. Mon implication a débuté au développement du projet, elle s'est poursuivie lors de la cueillette de données et lors de l'analyse de ces dernières. J'ai finalement effectué l'analyse de mes données brutes et effectué la rédaction de mon article scientifique en anglais ainsi que de mon mémoire de maîtrise sous la supervision de ma directrice et co-directrice, respectivement Dre Isabelle Pagé, D.C, PhD et Dre Chantal Doucet, D.C, MSc. Dre Isabelle Pagé a supervisé l'ensemble des étapes mentionnées précédemment alors que Dre Chantal Doucet a participé à certaines étapes du projet, dont le recrutement de chiropraticiens, la collecte de données et la partie rédaction. Cet article contient aussi une portion dont la mise à contribution du professeur François Nougrou a été essentielle. Ce dernier a élaboré le code MATLAB spécifiquement utilisé lors de la collecte et l'analyse des données. D'une autre part, Martha Funabashi PhD a contribué à l'élaboration du projet et à la rédaction de l'article scientifique.

## **Auteurs**

MARIE-HÉLÈNE VALLIÈRES <sup>a,e</sup>, CHANTAL DOUCET <sup>b</sup>, FRANÇOIS NOUGAROU <sup>c</sup>, MARTHA FUNABASHI <sup>a,f</sup>, ISABELLE PAGÉ <sup>b,d,e</sup>

## **Affiliations**

<sup>a</sup> Département d'anatomie, Université du Québec à Trois-Rivières, 3351 Boul. des Forges, Trois-Rivières, Québec, G8Z 4M3, Canada

<sup>b</sup> Département de chiropratique, Université du Québec à Trois-Rivières, 3351 Boul. des Forges, Trois-Rivières, Québec, G8Z 4M3, Canada

<sup>c</sup> Département de génie électrique et génie informatique, Université du Québec à Trois-Rivières, 3351 Boul. des Forges, Trois-Rivières, Québec, G8Z 4M3, Canada

<sup>d</sup> Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale (Cirris), Centre Intégré Universitaire de Santé et de Services Sociaux de La Capitale-Nationale (CIUSSS-CN), 525 Boul. Wilfrid Hamel, Québec, Québec, G1M 2S8, Canada

<sup>e</sup> Groupe de recherche sur les affections neuromusculosquelettiques (GRAN), Université du Québec à Trois-Rivières, 3351 Boul. des Forges, Trois-Rivières, Québec, G8Z 4M3, Canada

<sup>f</sup> Canadian Memorial Chiropractic College, 6100 Leslie St, North York, Ontario, M2H 3J1, Canada

## **Sources de financement**

Marie-Hélène Vallières a reçu une bourse de maîtrise de la Fondation Chiropratique du Québec (FCQ) ainsi que de l'Association québécoise de chiropratique pédiatrique et périnatale (AQCPP). Le projet s'est pourvu d'une subvention de la Fondation canadienne pour la Recherche en Chiropratique (FCRC, numéro de financement : 2021-105-104).

## Abstract

**Introduction:** Spinal mobilization is frequently used to treat neuromusculoskeletal disorders in children. However, there are few studies that have measured the force-time characteristics of pediatric mobilization. This study aims to assess the feasibility of using a fingertip force sensor to measure the force-time characteristics of spinal mobilization administered by chiropractors to children aged five years and younger.

**Methods:** Chiropractors who commonly treat young children were recruited. A sensor (Tekscan®, USA) was placed on the chiropractors' fingertip during the execution of spinal mobilizations in a patient aged five years and younger. Before data collection, the sensor was calibrated using a pre-calibrated sensor (Large Loadpad®, Novel®) positioned on the researcher's thigh. The force-time curves of mobilizations were visually analyzed to identify mobilization patterns. The feasibility of using the sensor will be evaluated throughout the data collection process, including feedback from legal guardians, chiropractors, and researchers.

**Results:** Six chiropractors and 43 children (49% girls, aged between 1 week and 48 months) participated in the study. Chiropractors performed a total of 55 cervical mobilizations, 49 thoracic mobilizations, and 47 lumbopelvic mobilizations. Visual examination of the curves resulted in the inclusion of no cervical mobilizations, 39 thoracic mobilizations, and 39 lumbopelvic mobilizations. Five patterns of mobilizations were identified: sustained contact (n=22/80), gradual application (n=16/80), partial oscillation (n=9/80), full oscillation (n=27/80), and impulse (n=6/802). A predominant pattern was identified for three chiropractors.

**Discussion:** This study identified challenges that limit the feasibility of measuring the force-time characteristics of pediatric spinal mobilizations in private practice. The proper positioning of the sensor during cervical mobilizations explains the significant data loss. Although the calibration algorithm showed a perfect match between force and voltage, calibrating on the researcher's thigh may explain a lack of accuracy. Nevertheless, the results demonstrate that pediatric mobilizations can be performed in different ways, but a predominant pattern exists for the same chiropractor.

**Conclusion:** This study highlights the need to establish standards to guide the measurement of force-time characteristics of manual therapies in pediatrics, considering the specific challenges associated with this type of population.

## Introduction

Many parents and legal guardians seek complementary and alternative medicine (CAM) for various health reasons for their children (Black, Clarke, Barnes, Stussman, & Nahin, 2015). In fact, each year, over 2.3 million children receive CAM treatments worldwide. CAM practitioners frequently offer manual therapy (Black et al., 2015), which includes spinal manipulation and spinal mobilization, to treat neuromusculoskeletal disorders like back pain and headaches in both adults (J. Triano & Schultz, 1997) and children (Black et al., 2015). A spinal manipulation is defined as the manual application of a high-velocity low-amplitude force to a vertebral joint (L. M. Gorrell et al., 2023). In contrast to spinal manipulation, spinal mobilization involves the manual application of a oscillatory force using a low velocity (L. M. Gorrell et al., 2023). Mobilization is considered the most appropriate technique in young children (Parnell Prevost et al., 2019).

Despite the widespread use of manual therapy in pediatric patients, there is a limited amount of data available regarding its safety (Meyer et al., 2013) and effectiveness (Côté et al., 2021). A literature review, in 2020, reported between 0.3 % and 22.22 % of adverse events following a pediatric manual therapy treatment. Although the majority are mild and self-limiting (e.g., crying and soreness), some serious adverse events (e.g., rib fracture) have also been reported (Corso et al., 2020). Regarding the benefit of manual therapy for pediatric patients, current evidence suggests that cautious use is necessary considering the lack of high-quality supporting evidence (Corso et al., 2020). In order to gain a better understanding of spinal mobilization safety and effectiveness for the care of children, it is crucial to have a comprehensive understanding of the therapy's biomechanics. The specific kinetics of the manual therapy, i.e. the

therapy force-time characteristics, is believed to play an important role in both the therapy safety and the mechanisms underlying its clinical effects (L. M. Gorrell et al., 2023; A. M. Marchand, 2015; John J. Triano, 2001). In terms of clinical mechanisms, it has been shown that neurophysiological responses, which are believed to be related, at least in part, to clinical effects, depend on the force and rate of force application during manual therapies (Gevers-Montoro et al., 2024; Herzog, 2010). In contrast to manual therapies in adults, for which force-time characteristics have been extensively documented, those of pediatric spinal mobilizations are very scarce (Todd et al., 2015).

Up to this point, there have been only one study that have employed a practical approach to characterize manual therapy biomechanics in a pediatric population, involving direct measurements taken at the clinician's hands (n=1) while delivering spinal manipulations to actual pediatric patients (n=48) (Herzog, Kevorkian, Russell, & Alcantara, 2022). In addition to this study which focused on spinal manipulation only, Marchand (2015) et al. used theoretical calculations to recommend forces for spinal mobilizations in the pediatric population. On the other hand, Triano (2017) et al. conducted an exploratory study on the force used by one clinician during spinal manipulations in the pediatric population. In this study, participating clinician (n=1) was asked to perform spinal mobilizations on adult and pediatric manikins.

This study aims to assess the feasibility of using a fingertip force sensor to measure the force-time characteristics of spinal mobilization administered by chiropractors in private clinic to children aged 5 years and younger. The primary assumption is that challenges will be encountered throughout the study. Indeed, we believe that these challenges may arise from the use of a force sensor during the treatment and the fact that data collection is pragmatic, that is taking place

directly at the clinician private clinic with young patients. The secondary objective is to assess whether the biomechanical parameters (rate and duration) vary among the different participating children in this feasibility project. Our hypotheses are that the force will increase with the age of the children, and the force will vary depending on the treated region (cervical, thoracic or lumbopelvic region) (J. J. Triano et al., 2017). Considering the lack of data at the current time, we have no hypotheses regarding the duration and rate.

## **Methods**

### **Study design**

This feasibility study was based on an observational study design conducted within private chiropractic clinic in the province of Quebec, Canada. The protocol was developed in line with the CONSORT statement for randomized trials and feasibility study (Eldridge et al., 2016). No important changes to methods were done after study commencement. The study didn't include the division of the participants into groups. This study was conducted with the University Research Ethics Board (CER-22-287-07.03) of Université du Québec à Trois-Rivières and was registered on ClinicalTrials.gov (NCT05607355).

### **Study overview**

Figure 3 summarizes the procedures used in this study. Chiropractors with a strong interest in pediatrics were approached by the research team to inform them about the ongoing research project (purposive sampling). The clinicians were then invited to complete the initial information and consent questionnaire. Subsequently, research project posters were displayed

in chiropractic clinics to recruit children through their legal guardians. Legal guardians interested in having their child participate in the study were invited to scan the QR code leading them to the initial information and consent questionnaire. The research team verified the eligibility of participants prior the day of data collection, and characteristics of spinal mobilizations were collected during the child's next appointment. A questionnaire was completed by the legal guardian immediately after the child's treatment to report any adverse events.

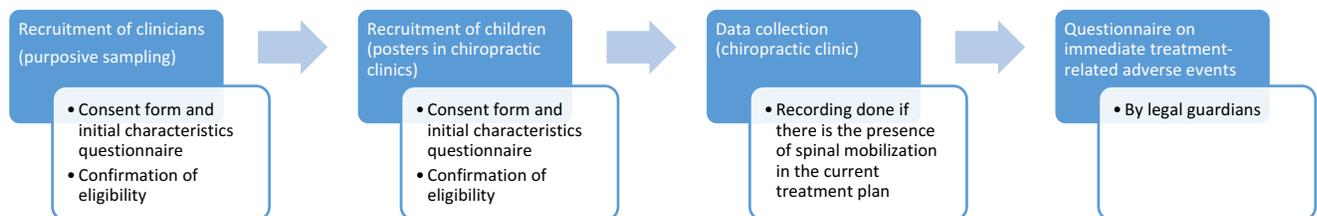


Figure 3. Overview of the study

### Clinicians' eligibility criteria and recruitment

Chiropractors were recruited through purposive sampling a non-probability sampling method. Chiropractors were approached through word of mouth from clinicians at the University of Quebec at Trois-Rivières. To participate in the research project, chiropractors must have more than five years of experience and see pediatric patients in their private practice. After signing the consent form, clinicians were invited to complete the initial characteristics questionnaire, which includes the following information: gender, age, geographic region, years of practice, and the number of treatments performed in the clinic per week.

## **Children's eligibility criteria and recruitment**

Children were recruited through convenience sampling. To be eligible, children had to be five years old or younger and had a scheduled appointment with their chiropractor on the day of data collection. After the child's legal guardians had signed the consent form to participate in the research project, they were invited to complete the initial characteristics form for children, which includes the following information: the child's age, gender, height (centimeters), weight (pounds), reasons of consultation, and if any symptoms present in the child. The form was based on that of the SafetyNET reporting system adapted into French (Funabashi et al., 2018) and used in a study conducted among chiropractors in Quebec (Dolbec et al., 2023). This adaptation into French is currently underway (Page, et al. (in redaction)).

## **Sample size**

Due to the feasibility nature of the study, a minimum of five chiropractors with five children per chiropractor was targeted. This sample size would allow the evaluation of the feasibility of using the force-sensing system in a diversity of private practice approaches.

## **Force-sensing system**

At the beginning of a data collection day, the force-sensing system was set up in one of the chiropractic clinic treatment rooms. The 622.3mm by 76.2mm pressure mapping sensor (model Medical Sensor 9811, Tekscan®, Boston, United-States) was used for this study. This mapping sensor include a total of 96 sensels (0.6 sensels/cm, 0.2mm thickness, pressure range up to 25 PSI) with a 6 sensels per colum and 16 sensels per row distribution. The mapping is connected to the VersaTek™ cuff (Tekscan®, United-States) secured on the clinicians arm. The

cuff is then connected to the Versatek™ hub (Tekscan®, United-States) through a standard network cable. The hub connects to a USB port of a laptop.

To facilitate placement of the mapping sensor on the clinician's hand, the first column of sensels was separated from the other columns by cutting it. This sensel's tab was then placed along the clinician's index finger in such a way that the last sensel was positioned at the finger tip. The tab was then secured in place with a latex finger, while the remaining of the mapping sensor was folded over the clinician's hand to avoid contact with the child and not interfere with the treatment being performed. A Velcro strap was used to gently secure the mapping sensor on the clinician's hand (Figure 4). Experimental material can be visualized on Figure 5.



Figure 4 Set-up on the clinician's hand

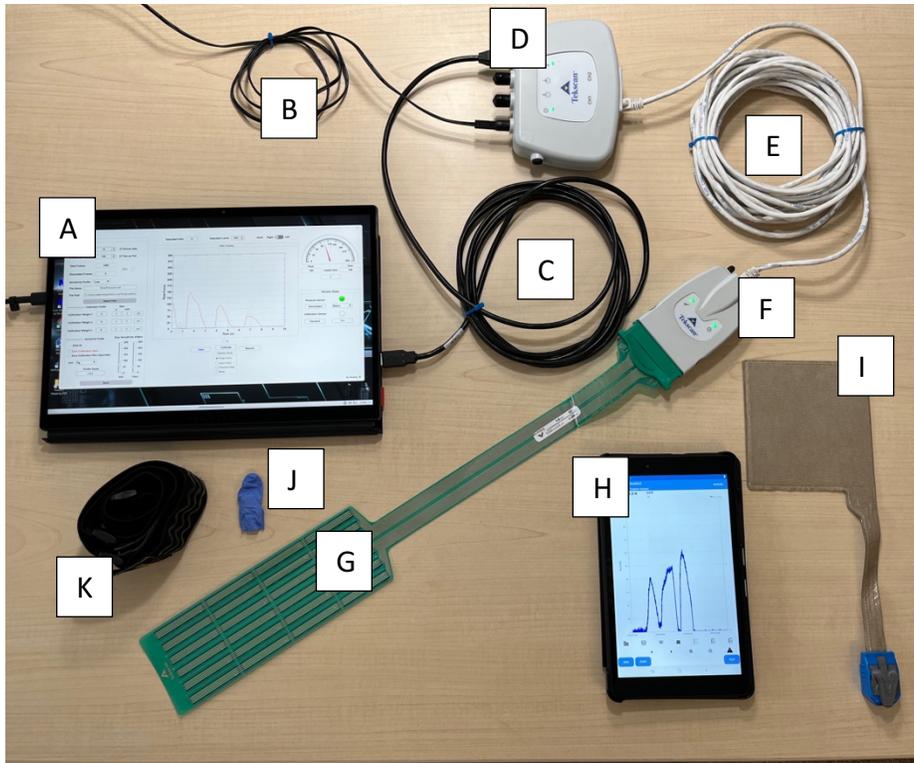


Figure 5 Experimental material

A. Computer with MATLAB® software; B. Power cables; C. USB cable; D. VersaTek Hub; E. Cuff cable; F. VersaTek Cuff; G. Sensor; H. Tablet used for calibration; I. Large Loadpad®; J. Latex finger; K. Armband to secure the sensor on the clinician.

Data was recorded using a graphical user interface developed by the research team utilizing the MATLAB® software (MathWorks Inc, MATLAB®, USA). The program developed has a user interface that displays the pressure amplitude in real time in terms of quantisation levels. As the pressure sensor data is coded on 8 bits, the pressure amplitude is between 0 and 255 quantisation levels. The software allows setting of recording time, acquisition frequency and adjustment of the sensor sensitivity. Recording time was set to 30 seconds for each trial, while an acquisition frequency of 200 Hz was used. The user interface of the program also provides two sliders for manual adjustment of sensitivity. The sensitivity was set at the beginning of each data

collection day. To find the most appropriate sensitivity, the researcher placed the sensor on their index finger and applied a force similar to what a standard clinician would apply during a mobilization on the thoracic spine of a five-year-old child on his thigh. The researcher performing this calibration step holds a first-level chiropractic doctorate and regularly treats children in private chiropractic practice.

### **Calibration data acquisition**

Following determination of the sensor sensitivity, the data that will be used a posteriori to calibrate the quantification levels of the pressure sensor into Newton force values were acquired using a standardized procedure. The sensitivity of the sensor will be determined using two sliders. To prevent schedule delays for the clinician and due to ethical constraints, that precluded adding a procedure for each child, the calibration procedure was performed by the researcher separately from data collection and did not involve the clinician nor any children. The reference instrument was a precalibrated 11x11cm force sensor (Loapad<sup>®</sup> sensor, Novel.de<sup>®</sup>, United-States). The Large Loadpad<sup>®</sup> sensor has a force range up to 2500 N and the acquisition frequency was set to 200 Hz. Data from the Large Loadpad<sup>®</sup> were recorded using the Loadsol<sup>®</sup> application on an android tablet using a Bluetooth connection. The researcher uses the same spot on his thigh, in the same position (sitting on a chair), the same finger, and the same spot on the Large Loadpad during the calibration procedure. Once the sensitivity of the mapping sensor was set, the researcher placed the Large Loadpad<sup>®</sup> on their thigh and applied three cycles of mobilizations mimicking a low-force, medium-force and high-force pediatric spinal mobilization. The researcher took caution to apply the force using only the sensel positioned on their index finger and avoiding touching the Large Loadpad<sup>®</sup> sensor with other part of their hand. The Large

Loadpad® sensor was placed on the researcher thigh to try to calibrate on a surface having a stiffness similar to the one of a young child's back. To ensure synchronization between the mapping sensor and the Large Loadpad® sensor data, a high-velocity impulsion was initially applied and used as a synchronization event. Data from the mapping sensor was recorded using Loadsol® application with an acquisition frequency set at 200 Hz and a recording time of 15 seconds. This procedure will be repeated at each data collection period to adapt to sensor wear (possible variation from one day to another).

### **Spinal mobilization data collection**

Following the calibration data acquisition procedure, the clinician received the children participating in the study in the same treatment room. The clinician conducted the assessment and treatment of the child as usual. Just before executing a spinal mobilization to the child, the mapping sensor was placed on the tip of the clinician's index finger and was covered with a latex finger for securing it in place and ensuring hygiene. The researcher then started the data recording and the clinician could proceed with the spinal mobilization. The clinician was instructed to deliver the spinal mobilization as usual and that the recording would last 30 seconds allowing them to take the time they needed to deliver the treatment. The researcher also instructed the clinician to perform the spinal mobilization only with the finger covered by the sensor. The researcher noted the location on the spine where the spinal mobilization was performed (cervical, thoracic, lumbar, or pelvic). Immediately following a spinal mobilization recording, the researcher asked the clinician if they were satisfied with the spinal mobilization (successful or unsuccessful). In cases where the clinician did not consider the spinal mobilization as successful, the researcher retained the recording, and the clinician repeated the spinal

mobilization. If the child required more than one spinal mobilization, multiple separate recordings were made.

### **Feasibility outcome**

To assess the feasibility of using a mapping sensor on the tip of a clinician's finger to measure the force-time characteristic of spinal mobilization delivered to pre-scholar pediatric patients, the researcher noted any issue that arose during the data collection. In addition, the researcher noted any positive or negative comment related to the acquisition procedure provided by the clinicians and/or the legal guardians (time specific measures). Comments were noted during (1) sensor sensitivity procedure, (2) calibration process, (3) data collection, and (4) after data collection (via legal guardians and clinicians).

### **Adverse events**

Immediately after the child treatment, the legal guardian was asked to fill out a questionnaire to report any adverse event to the treatment that they would have observed following the treatment. The 2-minute questionnaire was completed on a laptop provided by the researcher and was conducted on an online platform available from the Université du Québec à Trois-Rivières. This questionnaire was based on the SafetyNET reporting system, a system aiming to report adverse events associated with manual therapy (Funabashi et al., 2018). The reporting system was previously translated in French Canadian and adapted to the pediatric population by the research team, but it's currently not published (Dolbec et al., 2023). An adverse event was defined as the onset of a new symptom following the child's treatment or the aggravation of an ongoing symptom. A standardized check list of symptoms was provided to the legal guardian who

was asked to identify any new or worsen symptoms. In the event of identifying any significant adverse events, they would be reported in accordance with standard regulations and ethical requirements. Serious adverse events were characterized, following the definition by Pohlman et al. (2020), as an adverse event leading to death, being life-threatening, causing inpatient hospitalization, or extending existing hospitalization for more than 24 hours with persistent or significant incapacity or substantial disruption of the ability to conduct normal life functions (Pohlman et al., 2020).

## **Data processing**

### **Mobilization force-time curves**

A custom-made MATLAB<sup>®</sup> code was created by a member of the research team (FN) to display the force-time curves of each mobilization recording. First, the data from the sensel of interest, that is the one located on the clinician's fingertip, was identified. A zeroing of the data was then performed to remove the initial pressure due to the finger latex. The data over time was then plotted and y-values were expressed in percentage of the maximum amplitude of the trial signal. Each force-time curve was reviewed by members of the research team (MHV and IP) blinded to the identification of the specific trial, and any curves that were not suitable for analysis were excluded (e.g., trials with no recorded data or no amplitude variation in the channel).

### **Calibration**

Data from the Large Loadpad<sup>®</sup> sensor and the Teckscan<sup>®</sup> mapping sensor were imported into a custom-made MATLAB<sup>®</sup> code designed for the purpose of this study. Signal from both systems were first synchronized using the synchronization event and then zeroing in function of the data just following the synchronization event. To calibrate the 0 to 255 quantisation levels of

the pressure sensor into Newton values, signal from both systems were first superposed in time using a first-order polynomial followed by a curve-fitting algorithm to create a calibration model. On the basis of the calibration model, all the quantisation data obtained from the pressure sensor during the project were expressed in terms of Newtons to produce spinal mobilization force-time curves. All force-time curves were then visually inspected by two members of the research team (MHV and IP) who have an extensive knowledge of pediatric and adult manual therapy force-time characteristics. The force-time curves were observed by the same two researchers to proceed with the exclusion of curves that did not make sense, including those that had no recorded data. The force-time curves were displayed to proceed with curve marking. During this procedure, researchers noted inconsistencies regarding the force of several trials. For example, the force used for cervical manual therapy for a 2-month-old baby was significantly higher than that for a 4-year-old child. Considering that the algorithm used to calibrate the mapping sensor allowed an almost perfect concordance between both sensors' signal, these visual inconsistencies, regarding the force used during spinal mobilizations by chiropractors, raised doubts about the procedure used to gather the calibration data (e.g., the potential impact of calibrating on the researcher thigh). The research team chose to not use calibrated data for further analyses. Considering that the mapping sensor sensitivity was adjusted at the beginning of each data collection day, 0-255 quantisation levels could not be used to compare the force between trials.

## **Statistical analysis**

### **Descriptive analysis sample**

A descriptive analysis of the children demographics (age and sex) and initial characteristics (reasons to seek care, and symptoms) was first undergone. A descriptive analysis of the clinicians

(academic degree obtained, year of graduation from a first-degree chiropractic program, gender, and age) was also undergone.

### **Spinal mobilization pattern analysis**

Considering that the visual analysis of the force-time characteristics of vertebral mobilizations raised doubts regarding their validity, the analysis was limited to a visual examination. Additionally, it should be noted that the sensitivity of the sensors varied with each collection to account for their wear. Additionally, it should be noted that the sensitivity of the sensors varied with each collection to account for their wear. Moreover, considering that spinal mobilization force-time characteristics could not be analyzed, two members of the research team (MHV and IP) visualized the force-time curves generated for each mobilization trial to established by consensus whether different patterns of mobilization could be visually identified. If patterns were determined, the two same researchers would independently classify a set of 20 random force-time curves and agreement between researcher classification would be determined. A prior consensus kappa of 75 % was established (Viera & Garrett, 2005) to proceed the classification of the remaining force-time curves, since this indicates substantial agreement between the two assessors. In case where the agreement would have been less than 75 %, force-time curves classified differently would have been discussed and another set of 20 trials would have been evaluated. Once all force-time curves would have been classified into their patterns, the researchers would have compared their classification and discrepancies would have been resolved by consensus. If resolving the disagreement proved impossible, a third researcher who has strong expertise in the teaching of pediatric spinal mobilizations (CD) would have made the final decision.

## **Faisability analysis**

The researcher transcribed and categorized their recorded notes into technical and population-related components. Additionally, notes were classified as either issues or facilitators. Feasibility was also evaluated by considering the inclusion and exclusion of trials in the analysis. Comments were noted when determining sensor sensitivity, during the calibration process, during data collection, and after data collection (via legal guardians and clinicians).

## **Results**

### **Participant characteristics**

A total of six clinicians, all graduated from the Université du Québec à Trois-Rivières chiropractic program between 2007 and 2014, participated in the study (100 % females). The chiropractors had an average age of  $36.0 \pm 2.5$  years (mean  $\pm$  SD; range 33-39 years old). On average, the clinicians had been practicing in private chiropractic clinics for  $12.0 \pm 3.1$  years (mean  $\pm$  SD; range 9-16 years) and reported treating an average of  $64.5 \pm 26.7$  patients per week (mean  $\pm$  SD; range 45-112 treatments per week). Additionally, 66.67 % (4/6) of the clinicians reported detaining a diploma in Clinical Chiropractic Pediatric from the International Chiropractic Pediatric Association.

In total, 43 children (21 females; 22 males) participated in the study. The median age of the children was  $5.7 \pm 4.1$  months (median  $\pm$  SE; range 2 weeks to 48 months). Overall, 74.71 % (32/43) of the guardians identified a single reason for their child's consultation, including prevention/no symptoms (15/43), breastfeeding difficulties (3/43), plagiocephaly (5/43), torticollis (6/43), ear infection (1/43), spasticity (1/43), and other (1/43). 25.58 % (11/43) of the

legal guardians reported more than one reasons for consultation, including prevention/no symptoms, plagiocephaly, digestive issues, breastfeeding difficulties, torticollis, fracture, hyperlaxity, hypotonia, difficulty walking, and the presence of neck pain. All children who participated in the research project received at least one spinal mobilization. Table 2 provides information on the characteristics of the children for each clinician (number of treated children, gender, and median age) as well as the number of mobilizations performed on different spine regions by each chiropractor.

Table 2. Characteristics of children and characteristics of mobilizations performed by each chiropractor

Chiropractors (C)	Children characteristics			Number of spinal mobilizations per region					
	Number of children treated	Sex (female:male)	Age (months)	Cervical	Thoracic	Lumbar	Pelvic	Ribs	Total
C01	5	1:4	3 (1,0)*	0	6	1	0	0	7
C02	10	7:3	6 (6,1)*	0	5	2	4	2	13
C03	7	2:5	6 (1,9)*	0	7	3	7	0	17
C04	6	2:4	7 (7,4)*	0	5	0	4	0	9
C05	8	6:2	4,5 (5,5)*	0	8	4	4	0	16
C06	7	3:4	7,5 (2,5)*	0	8	5	5	0	18
Overall	43	21:22	5,7 (4,1)**	0	39	15	24	2	80

\* median (standard error) \*\*Standard deviation

### Analysis of the exclusion and inclusion of force-time curves

A total of 142 spinal mobilization trials were recorded. Following the data collection, two researchers (MHV and IP) conducted a general observation of the force-time curves to determine which trials would be included and excluded from further analyzes. After analyzing the force-time curves, 56.3 % (80 out of 142) of the recorded trials were included into the study. Specifically,

86.8 % (39/45) of the thoracic trials, 78.9 % (15/19) of the lumbar trials, 96.0 % (24/25) of the pelvic trials, and 100 % (2/2) of the rib trials were included in the analysis. Unfortunately, none of the 51 trials recorded in the cervical spine were eligible for further analysis due to the absence of a change in the sensel signal during the recording. The most likely explanation is that the clinician may have applied pressure with a region of the finger that was not covered by the sensel.

### **Spinal mobilization patterns**

The observation of the spinal mobilization patterns allowed the two researchers (MHV and IP) to establish, by consensus, five patterns of spinal mobilizations used by the clinicians during data collection. Specifically, the mobilization patterns identified were a "sustained contact" (A), a "gradual application" (B), "partial oscillation" (C), "full oscillation" (D), and an "impulse" (E) (Figure 6). Sustained contact involves applying a force of equal intensity throughout the spinal mobilization. Gradual application involves that the force gradually increases throughout the mobilization before being quickly removed. Partial oscillation involves the cyclic application of a force with partial withdrawal (finger remains in contact during this pattern). Full oscillation involves the cyclic application of force with complete withdrawal (the finger has no contact with the child between cycles). During the independent categorization of a random sample of 20 trials, the two researchers (MHV and IP) reached a 80 % agreement rate. Most disagreements occurred between mobilization patterns A and C. Given the high similarity between the two assessors, all disagreements were resolved through consensus. The researchers were then able to proceed with the categorization of the remaining 60 trials for which an agreement rate of 78 % was reached. Overall, 22 "sustained contact", 16 "gradual application", 9 "partial oscillation", 27 "full oscillation", and 6 "impulse" patterns were identified (Table 3).

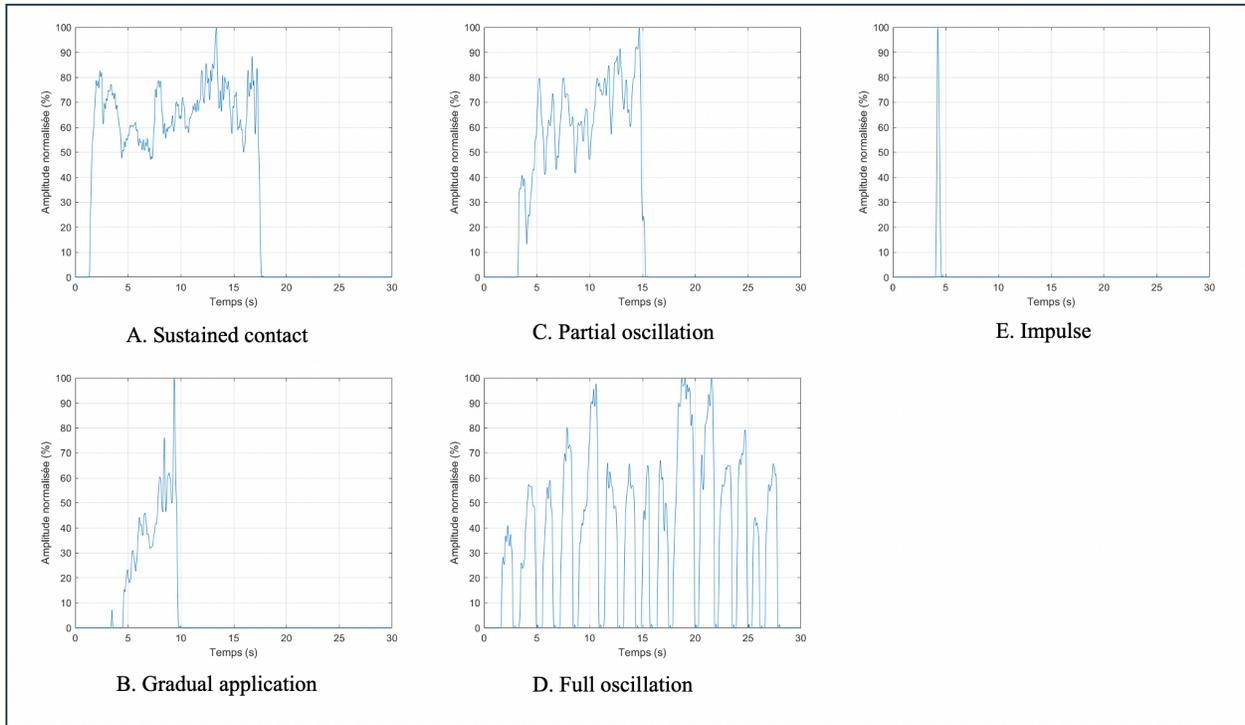


Figure 6 Mobilization patterns

Table 3. Spinal mobilization patterns per chiropractor

Chiropractors (C)	Spinal mobilization patterns					Total
	Sustained contact	Gradual application	Partial oscillation	Full oscillation	Impulse	
C01	2 (28.5 %)	5 (71.5 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	7/80 (8.75 %)
C02	4 (31 %)	3 (23 %)	1 (8 %)	3 (23 %)	2 (15 %)	13/80 (16.25 %)
C03	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	17 (100 %)	0 (0 %)	17/80 (21.25 %)
C04	1 (11 %)	3 (33 %)	1 (11 %)	2 (22 %)	2 (22 %)	9/80 (11.25 %)
C05	5 (31 %)	5 (31 %)	6 (38 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	16/80 (20.00 %)
C06	10 (56 %)	0 (0 %)	1 (6 %)	5 (28 %)	2 (11 %)	18/80 (22.50 %)
<b>Total</b>	<b>22/80 (27.50 %)</b>	<b>16/80 (20.00 %)</b>	<b>9/80 (11.25 %)</b>	<b>27/80 (33.75 %)</b>	<b>6/80 (7.50 %)</b>	<b>80</b>

## **Qualitative analysis of feasibility**

All clinicians (n=6) mentioned that they appreciated their involvement in the research project. The clinicians expressed satisfaction with the experience, resulting in no extension of treatment duration and no scheduling delays due to data collection. Clinicians appreciated that the sensor calibration was performed before the children's treatment to facilitate the session. Some chiropractors (n=3) had expressed concern that the fingertip sensor might affect their tactile sensitivity. After the data collection, these clinicians reported that the sensor did not cause any alteration in their sensitivity through the procedure, allowing them to deliver spinal mobilizations as usual. Overall, legal guardians provided positive feedback. Initially, five participants expressed concerns about the potential time consumption involved in collecting data for their child. However, after the data collection ended, they were pleasantly surprised to find that it only added a few seconds to the standard treatment duration and their scheduling at the office. The researcher (MHV) did not encounter any particular technical issues. The researcher reported that the recording process was very fast. There were numerous aspects to observe in a short period. The researcher had to ensure that the research equipment did not hinder the chiropractor in their treatment, that the equipment was used appropriately to avoid damage, and that other individuals (family members and children of all ages) present in the treatment room at the time of recording did not pose a risk to the equipment. The fact that the researcher had to pay attention to all these details meant that, although the software provided a live view of the signal, the researcher had limited opportunities to verify if the signal was accurate. Another factor to consider is that the sensor was covered with a rubber fingertip, and as the installation

procedure took place in a confined space and limited time, it was challenging for the researcher to ensure the proper positioning of the sensor throughout the recordings. No problems related to equipment connection, internet connectivity, or sensor breakage (aside from normal wear and tear) were reported. Additionally, there were no issues identified with the software developed by the research team.

### **Adverse events**

Legal guardians reported the occurrence of adverse events in 18.6 % (8 out of 43) of cases following their child's treatment. These reported adverse events consisted of crying (5/8), discomfort/pain (1/8), and fatigue (2/8). Given the nature of these adverse events, no additional follow-up was conducted after the completion of data collection.

### **Discussion**

This study aimed to assess the feasibility of quantifying force-time characteristics of spinal mobilizations in children 5 years and under of age using a thin sensor positioned on the clinician's fingertip. As hypothesized, various challenges were identified, which can be categorized as those related to the target population (young children) and those associated with the equipment. As a second objective, it was planned to report preliminary data regarding the spinal mobilization force-time characteristics. Although this objective could not be achieved due to calibration issues, the results highlight the presence of different spinal mobilizations patterns.

### **Feasibility data**

Feasibility studies are conducted to ascertain the suitability of a research methodology or intervention for further testing and to facilitate continuous improvement (Bowen DJ, 2009).

During the calibration of the sensors, numerous technical and population challenges were encountered. Regarding technical challenges, the first one was the choice of the surface on which the calibration was performed. Indeed, the research team chose to perform the calibration on the thigh of the researcher present during data collection since calibration could not be performed on the child due to its lengthiness (averaging two minutes) and ethical considerations, as it may not be appropriate to subject young children to a non-therapeutic procedure involving the application of a load (Paediatrics & Committee, 2000). Despite the strong resemblance in terms of texture and resistance, the researcher's thigh was likely more resistant and thicker than that of a child, leading to imprecise calibration. Unfortunately, the researcher's thigh did not accurately represent the neck and back of participants of all ages in the research project, leading to inaccuracies and inconsistencies. Previous research has shown that the calibration of resistive sensors such as those used in the current study has to be performed in the same context (same surface and same load interval) as the experimental trials to ensure accuracy (Zvyagin, 2022). In addition, many population-related challenges limited the possibility to re-calibrate the sensor for each child. These challenges included the presence of a crying child at the beginning of the treatment, the occurrence of voluntary and involuntary movements by the children, a short attention span for some children, and non-cooperation with care. However, this choice decreased the validity of the calibration procedure since it causes the calibration not being tailored to the child developmental stage (i.e., each child presented different “softness” of their back). Regarding recordings made on the cervical spine, no data could be retained for analysis since no force-time curve could be visualized. The recording issues were primarily due to improper positioning of the fingertip sensor. Indeed, the researcher positioned the sensor on the tip of the distal phalanx

(palmar aspect of the index finger), while cervical mobilization is often delivered using the radial side of the index finger. From an ethical standpoint, the research team could not decide on the type of spinal manual therapy used and the manner in which the therapy was performed (chosen finger), as the study was observational in nature. This position allows for treatment adaptation to child's non-compliance and child's position during treatment (lying on the back, sitting, or lying on the stomach). Unfortunately, the researcher was unable to observe the malposition of the clinician's finger during treatment, as a result of the latex finger and visual obstructions caused by either the clinician's arm, the treatment table, or the soft tissue of the child. Several facilitating factors to the use of a sensor on the fingertip to measure spinal mobilization were also identified. The clinicians participating in the research project demonstrated and reported interest as well as a great deal of motivation to take part in the study. Following their participation, all chiropractors (n=6) reported that the addition of the fingertip sensor did not alter their usual tactile sensitivity and that data recording did not cause any delays in their schedules. Legal guardians were very open to their child's participation in the study due to the safety aspect associated with their involvement. As for the researchers, no equipment breakage was recorded. The equipment was easy and quick to install on the treating clinician.

### **Spinal mobilization patterns preliminary data**

In this study, five patterns of spinal mobilizations were identified in the thoracic, lumbar, and pelvic regions. Due to the exclusion of all cervical trials, it is impossible to determine if the patterns identified in this study are found in this region. To our knowledge, this is the first study reporting spinal mobilization patterns in the pediatric population. Indeed, in the current literature, only three studies have focused on measuring the biomechanical parameters of

manual therapies in the pediatric population (Herzog et al., 2022; A. M. Marchand, 2015; J. J. Triano et al., 2017). In contrast to the current study, these studies specifically addressed spinal manipulations, not spinal mobilizations. In Triano (2017) et al.'s study, a chiropractor performed cervical, thoracic, lumbar and sacroiliac joint manipulations on a pediatric and an adult manikins. A force cell the size of a hockey puck was placed between the chiropractor's hand and the mannequin to measure the force used during the mobilization. Herzog (2022) and al.'s study measured the force applied by a single chiropractor during spinal manipulation in the pediatric population. In their study a total of 48 children aged between 14 weeks and 17 years old received spinal manipulations. From another point of view, the literature review conducted by Marchand and al. (2015) was the first to suggest a theoretical model, relying on mathematical calculations in order to recommend maximum forces based on different age groups. In the two studies focusing on pediatric spinal manipulations, a similarity in their delivery pattern can be observed with the 5th pattern identified in our study (i.e., the impulsion pattern). In the present study, all clinicians reported conducting spinal mobilization during the recorded trials, including those resembling an impulsive maneuver. These results suggest that the distinction considered between a spinal mobilization and a spinal manipulation in the pediatric population is less clear than in the adult population. Based on these observations, it could be more appropriate that future studies use the term "spinal manual therapy" as the distinction is still to be made. For example, Herzog et al. (2022) use the term "spinal manipulation" in their study with pediatric participants. Unlike in adults where there is no ambiguity between manipulation and mobilization, in pediatrics, this distinction lies in a gray area. Herzog et al. (2022) use the word "manipulation" to refer to the 5th mobilization pattern, which is the impulse. Given this issue, it

might be relevant to use the term "joint manual therapy" for preschool pediatric patients since these terms can be confusing.

Interestingly, it is possible to compare two of the five identified patterns in our study to Maitland grades in the adult population (Hengeveld & Banks, 2013). Indeed, there is some similarity between Maitland grades and the "full oscillation" and "partial oscillation" patterns. The four Maitland mobilization grades are described as the application of a force using a small or a large oscillation amplitude, similar to the two patterns of the current study. Considering that three clinicians included in this study showed a predominant pattern, it is questioning the existence of other patterns not identified in this study. Furthermore, it could be interesting to understand the reason for choosing one pattern over another for a patient.

### **Strengths and limitations**

The main strength of this study was the use of a thin and flexible sensor limiting the loss of tactile sensitivity for clinicians for the first time. This allowed chiropractors to perform spinal mobilizations as they typically would except for the cervical spine. Another strength was the recruitment efficiency for both the child's participants and the clinicians. Indeed, 43 children participated in the project, and other legal guardians showed interest. Chiropractors have shown a great interest in participating in the project, and all of them express a willingness and the need to take part in similar studies in the future. The main limitation concerns the technical issues which prevent to reporting any preliminary data on the spinal mobilization force-time characteristics (e.g. the force applied).

## **Research perspective**

This study allowed for the identification of challenges when a measuring instrument is used in a clinical pediatric setting. The use of a calibration method using a calibrating surface more closely resembling that of the targeted population should be employed and the procedure should be clearly described to allow replication in future studies. Once the population and technical challenges identified in this study are addressed, a study aiming to measure force-time characteristics and patterns in a larger population of children and clinicians should be further conducted.

## **Conclusion**

This study suggests that it is possible to use a sensor on the fingertip for measuring force-time characteristics during pediatric spinal manual therapies. However, there are technical and population-related challenges that need to be addressed before proceeding with further studies. However, the results also highlighted substantial challenges related to the procedure used to calibrate the sensor and to the population itself. Preliminary results identified five distinct patterns of spinal mobilizations ("sustained contact", "gradual application", "partial oscillation", "full oscillation", and "impulse"). Laboratory studies are required before conducting further clinical studies with this population to address the technical challenges. Once these technical challenges are resolved, population-related challenges in clinical studies can be addressed with a larger sample size

## **Declarations**

### **Ethics approval and consent to participate**

This study was approved by the Université du Québec à Trois-Rivières Ethics Committee (CER-22-287-07.03)

### **Consent for publication**

Not relevant.

### **Availability of data and materials**

Data and materials will be provided on request to the corresponding author.

### **Competing interests**

The authors declare that they have no competing interests.

### **Funding sources**

This study was funded by the Canadian Chiropractic Research Foundation [grant number 2021-105-104]. Additionally, the first author received a scholarship from the Fondation Chiropratique du Québec (FCQ) and from the l'Association québécoise chiropratique pédiatrique et périnatale (AQCPP). The funding sources had no role in study design, in the collection, analysis and interpretation of data, in the writing of the report and in the decision to submit the article for publication.

### **Author's contribution**

All authors were involved with concept development and designed of the study. MHV collected the data. MHV, IP, FN analyzed and interpreted the data. All authors are significant contributors to writing the manuscript and approved the final manuscript.

## **Acknowledgements**

The authors thank the participating parents as well as the participating chiropractors for their essential contribution.

## Chapitre 3 – Discussion du mémoire

Cette étude visait à évaluer la faisabilité de documenter les caractéristiques force-temps des mobilisations vertébrales chez les enfants de cinq ans et moins, et ce, directement dans un contexte clinique. Divers défis ont été identifiés, pouvant être catégorisés entre ceux liés à la population ciblée et les autres liés au matériel utilisé. Un second objectif était de recueillir des données préliminaires sur les caractéristiques force-temps des mobilisations vertébrales en pédiatrie. Bien que cet objectif n'ait pas pu être atteint en raison de problèmes de calibration, les résultats mettent en évidence la présence de cinq patrons de mobilisations vertébrales. Une revue rapide des résultats et une discussion sur les différents défis seront effectuées. Finalement, les forces et limites ainsi que les différentes perspectives de cette étude seront présentées.

### 3.1 Faisabilité de l'étude

Lorsque notre équipe de recherche était à l'étape de la conception du projet de recherche, nous avons dû procéder au choix du capteur qui sera utilisé ultérieurement. Les premiers critères identifiés que ce dernier devait respecter étaient la souplesse et la malléabilité. Ces indicateurs ont fait en sorte que plusieurs matrices ou capteurs n'ont pas pu être utilisés en raison de leur rigidité ne permettant pas une application en milieu clinique. Un autre critère déterminant a été celui en lien avec les dimensions des capteurs. Comme le capteur devait être positionné en bout du doigt, ce dernier devait obligatoirement être de petite dimension soit moins d'un centimètre carré, ce qui a grandement limité notre champ d'action. De plus, le capteur se devait d'être assez mince afin de minimiser l'impact sur la sensibilité tactile du thérapeute. Avec ces nombreuses contraintes, l'équipe de recherche a décidé d'arrêter son choix sur la matrice MedicalSensor®

considérée à la fois souple et mince fabriquée par la compagnie Tekscan® (États-Unis) (voir Figure 7). Les avantages liés à l'utilisation de ce capteur sont sa faible épaisseur, la possibilité de le diviser en plus petite dimension (largeur) ainsi que sa facilité d'utilisation (connexion simple et efficace).



Figure 7 Capteur MedicalSensor® (Tekscan®, États-Unis)

Lors de la conception de l'étude, notre équipe de recherche a déterminé la façon la plus adéquate et réaliste d'effectuer la calibration avant l'enregistrement des différents essais. Plusieurs options de calibration ont dès lors été envisagées. La compagnie Tekscan® propose de calibrer leurs capteurs en positionnant le capteur sur une surface plane dont la rigidité intrinsèque s'approche de celle des essais expérimentaux et d'apposer des masses connues sur la surface totale du capteur sans dépasser ses limites (Tekscan®, 2008). Leur système crée alors une courbe de calibration linéaire si la calibration est effectuée avec une ou deux masses et une calibration non linéaire si plus de deux masses sont utilisées (Tekscan®, 2008).

Dans le cadre de ce mémoire, le programme d'acquisition et d'analyse développé par ma directrice de recherche et le prof. François Nougrou du département de génie électrique et génie informatique de l'UQTR ont été utilisés (voir Figure 8). Ce programme a été conçu pour acquérir les données des capteurs Tekscan® tout en ayant un meilleur contrôle sur leur sensibilité, leur calibration et leur enregistrement. En comparaison au programme de la compagnie Tekscan®, le programme développé par mon équipe de recherche permet une calibration dynamique c'est-à-dire en utilisant une pression continue sur le capteur à calibrer alors que celui-ci est apposé sur un capteur précalibré (c'est-à-dire le critérium).

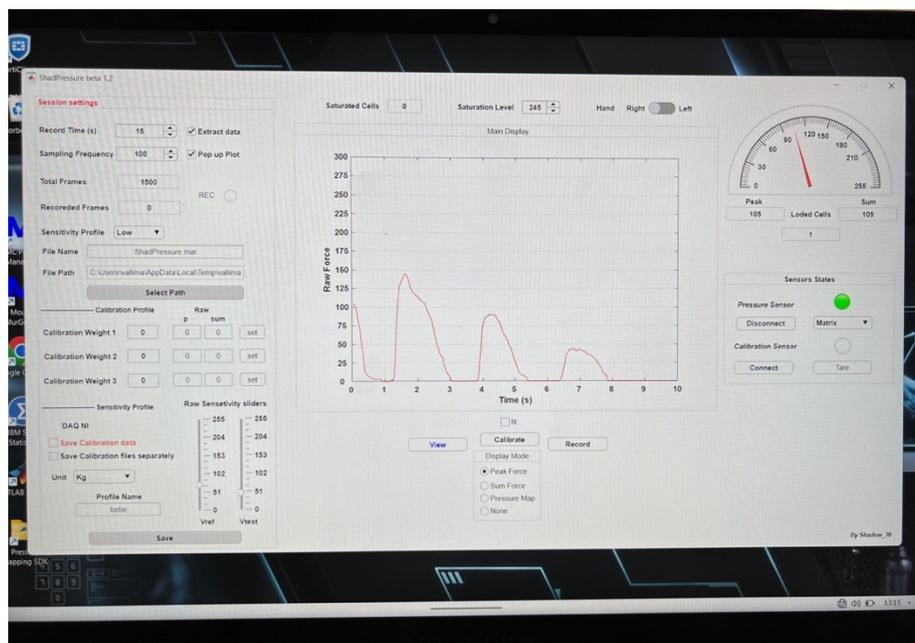


Figure 8 Programme d'acquisition et d'analyse des données

Avant d'amorcer le début de la collecte de données, mon équipe de recherche a ainsi dû déterminer ce qui serait utilisé comme critérium. L'utilisation d'un boîtier instrumenté utilisé par ma directrice de recherche dans des études antérieures (Lardon, Cheron, Pagé, Dugas, &

Descarreaux, 2016; A.-A. Marchand, Mendoza, Dugas, Descarreaux, & Pagé, 2017), a été envisagée. Cependant, cette méthode n'a pas été retenue puisque le boîtier est lourd et imposant, ce qui rendait difficile l'aspect de manutention du matériel au cours des déplacements dans plusieurs cliniques chiropratiques du Québec. Nous nous sommes alors interrogés à savoir si l'utilisation d'un nouveau capteur souple, malléable et léger pourrait être adéquate. À la suite d'essais fructueux en laboratoire du capteur Large Loadpad® (Novel.de®, États-Unis), cette nouvelle option a été retenue par l'équipe de recherche. Ce capteur a été développé et validé spécifiquement pour la mesure des caractéristiques force-temps en thérapie manuelle, ce capteur est calibré ainsi que validé par la compagnie elle-même. (Novel, 2023a). Bien que celui-ci ne correspondait pas à nos critères établis pour être utilisés directement afin de mesurer les caractéristiques force-temps des mobilisations vertébrales (car trop large et épais), il s'est avéré adéquat comme critère étalon d'or pour la calibration du capteur Tekscan® (voir Figure 9).



Figure 9 Calibration à l'aide du capteur Large Loadpad® (Novel.de®, États-Unis)

L'enregistrement des données est déjà un défi de taille chez la population pédiatrique, et la calibration en est un autre venant s'ajouter. En pratique, malgré le choix du capteur et que les recommandations de calibration respectaient les recommandations d'usine (c'est-à-dire ne se limitait pas à une seule masse et était exécutée sur une surface similaire à celle des essais expérimentaux), les résultats obtenus concernant les caractéristiques force-temps était illogique. Le doigt ne devait pas dépasser la surface du capteur. D'ailleurs, ces incohérences ont préalablement été discutées dans la discussion de l'article scientifique en anglais. Avant de poursuivre l'utilisation des capteurs Tekscan®, il serait nécessaire de valider une procédure de calibration dans le contexte de la mesure des caractéristiques force-temps des thérapies manuelles, plus particulières chez les patients pédiatriques. Cette validation devrait tenir en compte la rigidité inégale du corps humain entre différentes régions anatomiques et entre les différents types de patients.

### **3.2 Capteur utilisé**

Suite à l'analyse préliminaire des essais enregistrés, l'équipe de recherche a été dans l'obligation d'exclure l'ensemble des essais au rachis cervical. Cette erreur s'est produite puisque le capteur utilisé en bout de doigt était inadéquat pour l'enregistrement de ce type d'essais. En effet, lors des essais en laboratoire, il était facile de contrôler l'environnement : le mannequin pédiatrique était immobile. En clinique, nous nous sommes heurtés à des enfants mobiles, actifs et parfois non coopératifs. En effet, il était impossible pour les chercheurs de confirmer visuellement le point de contact du clinicien sur le capteur à cause de l'étroitesse du cou des

jeunes enfants. Alors qu'au contraire, il était facilement possible de visualiser le point de contact lors des thérapies manuelles vertébrales des régions thoraciques et lombopelviennes.

À la suite de ces constatations, la recherche d'un capteur plus adapté s'est imposée. Un autre type de capteur est disponible chez la compagnie Novel.de® (Novel, 2023b). Le capteur Small Loadpad® de Novel.de® pourrait être une alternative intéressante (Figure 10). En effet, ce dernier se pose directement sur le bout du doigt et effectue le tour de l'ensemble de la phalange distale du clinicien. C'est un capteur utilisant la technologie sans fils permettant une plus grande liberté de mouvement à la personne le portant. La compagnie mentionne que le capteur est ergonomique, ne contient qu'une seule cellule de force et mesure 17 millimètres de largeur par 17 millimètres de longueur. Ces caractéristiques en font un capteur ayant des dimensions intéressantes pour la mesure des caractéristiques force-temps des mobilisations vertébrales. Cependant, ce capteur est plus épais que la matrice utilisée dans l'étude de ce mémoire. Cet aspect est important à prendre en considération puisque cela pourrait diminuer la sensibilité tactile des cliniciens l'ayant en bout de doigt. D'un point de vue éthique, il est important de minimiser les possibles interférences avec le traitement prodigué surtout en ce qui concerne la population pédiatrique.



Figure 10 Image du Small Loadpad® de Novel.de® (Novel, 2023b)

Dans un ordre d'idées, est-ce qu'un capteur apposé directement sur la peau de l'enfant pourrait être une alternative envisageable ? Par exemple, est-ce que le capteur utilisé dans ce mémoire comme critérium (c'est-à-dire le Large Loadpad®) pourrait être apposé directement sur le dos ou le cou de l'enfant (Figure 11). Toutefois, ce capteur est plus épais, ce qui soulève un questionnement concernant l'altération de la sensibilité tactile du clinicien. De plus, il y a la possibilité que le capteur tombe ou glisse durant l'enregistrement puisque tous les enfants ne peuvent demeurer immobiles que pour un court laps de temps. Le manque de solution actuel soulève davantage le besoin d'études préliminaires en laboratoire avant de poursuivre la mesure dans un contexte clinique.



Figure 11 Utilisation potentielle du capteur Large Loadpad® chez un patient pédiatrique

### **3.3 Préférences des patrons de mobilisations vertébrales**

#### **3.3.1 Préférences des chiropraticiennes**

Dans cette étude, il a été possible d'observer que certaines chiropraticiennes avaient une préférence marquée pour un type de patron particulier. C'est le cas de la troisième chiropraticienne (C03) qui a utilisé l'oscillation complète lors de l'ensemble des enregistrements. Contrairement à C03, la deuxième chiropraticienne (C02) a utilisé l'ensemble des types de patrons et la répartition de l'ensemble des patrons était relativement uniforme. Ces constatations impliquent d'explorer quels facteurs peuvent influencer le choix du type de patron choisi pour un patient ou pour l'ensemble des patients rencontrés. Nous savons que les thérapies manuelles en chiropratique comportent une très grande variété de techniques et d'approches différentes

auprès de la population adulte, mais est-ce aussi applicable chez les enfants (Clijsters, Fronzoni, & Jenkins, 2014) ?

### **3.3.2 Formations universitaires et supplémentaires**

Il est possible de se questionner à savoir si l'établissement où la formation universitaire reçue peut influencer le type de patron de mobilisation vertébrale effectué. Dans le cas de cette étude, l'échantillon composé de chiropraticiennes a reçu leur formation de doctorat de premier cycle en chiropratique de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Elles ont cependant reçu des formations post graduées à leur cursus initial de différentes sources. En effet, la moitié d'entre elles (n=3) ont suivi un diplôme supplémentaire appelé « Diplôme in Clinical Chiropractic Pediatrics » (DICPP). Elles ont toutes suivi des formations supplémentaires ayant une réglementation et un encadrement différents. Il est possible de se questionner à savoir si ces formations supplémentaires enseigneraient des techniques de mobilisation différentes que celles enseignées dans le programme académique de l'UQTR. Il pourrait être intéressant d'effectuer une étude qui pourrait évaluer si cette incidence et cette variabilité sont présentes.

### **3.3.3 Réflexion sur les patrons des mobilisations vertébrales**

Une autre question concernant le choix du type de mobilisation vertébrale effectué concerne les facteurs déterminant le choix d'un patron pour un patient ou pour une condition particulière. Il est à se questionner si les cliniciens utilisant l'application graduelle utilisent cette technique dans des cas où une certaine douceur est de mise, comme lorsque le patient est symptomatique ou lorsque le patient est très jeune. En est-il de même avec les deux patrons utilisant un mouvement oscillatoire, est-ce que le clinicien choisit ce patron afin de pouvoir suivre

la respiration du patient en douceur et avec fluidité ? Ces différents résultats soulèvent pour l'instant plus de questionnements que de réponses. Cependant ces nouvelles données pavent la voie pour des avenues futures en recherche autant clinique que fondamentale.

### **3.4 Effets secondaires rapportés**

Dans cette étude, 18,20 % des tuteurs légaux ont rapporté la présence d'effets secondaires immédiatement après le traitement de leur enfant. Les effets secondaires rapportés étaient tous considérés mineurs et comprenaient des pleurs, l'observation d'inconfort ou de la douleur chez l'enfant ou de la fatigue. Dans la revue de Corso et coll. (2020), il est rapporté que les effets secondaires après un traitement contenant des manipulations articulaires se trouvent entre 0,3 et 22,22 % ce qui implique des effets secondaires de légers à modérés. Nos résultats démontrent une certaine concordance à ceux cités dans l'étude de Corso et coll. (2020). Dans une autre étude, Dolbec et coll. (2023) ont rapporté que 30 % des tuteurs légaux ont déclaré des effets secondaires après le traitement de leur enfant recevant des mobilisations vertébrales. Cette étude a aussi été conduite auprès de chiropraticiens du Québec et utilisait le même questionnaire d'effets secondaires immédiats. Dans l'étude de Dolbec et coll. (2023), les effets secondaires étaient cependant évalués immédiatement après le traitement et 48 heures après ce dernier. Cet écart entre notre étude et celle de Dolbec et coll. (2023) pourrait être expliqué par la différence de temporalité d'évaluation des effets secondaires.

Il est essentiel de se questionner concernant les facteurs influençant la déclaration de ces effets secondaires. Chez l'adulte n'ayant aucune limitation fonctionnelle, il est facile de le questionner sur les effets secondaires ressentis, alors que chez la population pédiatrique, surtout

d'âge préscolaire, il est presque impossible d'avoir ce type d'information. Dans notre étude, ce sont les tuteurs qui ont rapporté les effets secondaires puisque la plupart des enfants étaient âgés de moins d'un an. En effet, seulement les enfants ayant développé la capacité de s'exprimer et la compréhension de l'information demandée peuvent répondre aux questions. Il est d'ailleurs rapporté dans la littérature que les enfants peuvent rapporter leurs signes et symptômes à compter de l'âge de cinq ans seulement (Varni, Limbers, & Burwinkle, 2007). De plus, le tuteur légal (mère, père, autre) ayant répondu au questionnaire peut avoir introduit des biais cognitifs ou autres et influencé les résultats attendus. Des auteurs belges ont rapporté que les réactions à la manipulation vertébrale peuvent être relativement courantes, mais sont de nature bénigne et de courte durée cependant les femmes sont plus susceptibles de rapporter les effets secondaires en comparaison avec les hommes (Cagnie, Vinck, Beernaert, & Cambier, 2004).

### **3.5 Limites et forces**

#### **3.5.1 Les limites**

Comme mentionné dans l'article, l'équipe de recherche a rencontré des problématiques de calibration ainsi qu'en ce qui concerne le positionnement adéquat du capteur en bout de doigt. Ces problématiques techniques constituent la plus grande limite de cette étude. De plus, cette étude nous a permis d'identifier visuellement cinq patrons de mobilisations différents, mais nous avons un faible échantillonnage de chiropraticiens participants à l'étude (n=6). Il ne peut donc pas être exclu que d'autres patrons puissent être identifiés si un échantillon plus important de chiropraticiens est évalué. Il serait aussi intéressant de voir si d'autres professions de la santé effectuant des mobilisations vertébrales auprès de la population pédiatrique utilisent les mêmes

patrons que ceux identifiés. En ce qui concerne l'échantillon d'enfants, la plupart des enfants étaient âgés de moins d'un an (n=31). Il serait intéressant de savoir si les proportions des patrons diffèrent lorsque la population à différentes étapes de leur développement physique. Finalement, nous avons approché des cliniciens favorables à la collaboration en recherche clinique et reconnaissant la nécessité de documenter dans le domaine de la thérapie manuelle en pédiatrie principalement en ce qui a attiré à la sécurité des soins. Ces attitudes collaboratrices contribuent largement à la mise en œuvre de tels projets de recherche ainsi qu'à l'avancement des connaissances dans ces domaines respectifs. Le recrutement ciblé de chiropraticiens ayant un intérêt marqué pour la pédiatrie conférait une composition d'échantillon de convenance, ce qui fait en sorte que le clinicien généraliste n'était pas représenté dans cette étude. En effet, la plupart des chiropraticiens au Québec traitent des enfants sans toutefois baser l'ensemble de sa pratique privée sur ce type de population en allant chercher des formations avancées dans cette discipline.

### **3.5.2. Les forces**

Ce projet de recherche comporte de nombreuses forces. Nous avons eu une grande facilité à recruter les chiropraticiennes, l'ensemble des cliniciennes étaient motivées à participer et à faire avancer les données probantes dans leurs champs d'intérêt principal. Ce type de recrutement ciblé augmente l'efficacité de recrutement ainsi que les qualifications (formations) de la population ciblée (Newman & Lyon, 2009). D'ailleurs, les six chiropraticiennes nous ont mentionné l'intérêt marqué de la part des tuteurs légaux face à leur participation dans cette étude ce qui en retour a permis d'avoir accès à une taille d'échantillon nous permettant une

collecte de données et d'entamer des analyses préliminaires pouvant mener à des études ultérieures.

### **3.6 Les différentes perspectives**

#### **3.6.1 Les perspectives en recherche**

Ce projet de recherche a permis de mettre en lumière de nombreux défis techniques et populationnels reliés à une étude clinique faite auprès de la population pédiatrique d'âge préscolaire. La prochaine étape serait de poursuivre dans la même lignée, mais en laboratoire. En effet, les problématiques techniques doivent être abordées et résolues avant les défis reliés à la population dans les milieux naturels. La communauté scientifique devra trouver une manière plus réaliste d'effectuer la calibration du matériel de mesure de manière plus juste et fidèle. Dans l'étude, nous avons utilisé l'aspect antérieur de la cuisse d'un chercheur afin d'effectuer la calibration, mais comme mentionné dans l'article, cette méthode a été très inconcluante. Plusieurs questions se posent. Est-ce qu'une autre partie du corps d'un adulte pourrait être utilisée afin de modifier la texture et s'approcher de celle d'un enfant ? Tel que les loges thénar et hypothénar de la main, ou encore l'aspect antérieur de l'avant-bras. Est-ce qu'un objet ou un matériel pourrait remplacer la surface d'un tissu humain nécessaire pour la calibration comme un matériau fait de gel semi-solide ? Est-ce qu'il y aurait une méthode plus éthique d'effectuer la calibration de capteurs sur un enfant ? Dans un autre ordre d'idées, est-ce qu'une correction de l'algorithme de calibration pourrait être envisageable ? Est-ce qu'un algorithme instrumenté pourrait venir évaluer la raideur d'un enfant ? Cette étude de faisabilité à contribuer à générer

des questionnements et des hypothèses nécessaires afin d'améliorer la recherche clinique dans ce domaine.

### **3.6.2 Les perspectives en enseignement**

Bien que d'autres études soient nécessaires pour confirmer les résultats préliminaires obtenus et mesurer de façon valide les caractéristiques force-temps des mobilisations vertébrales pédiatriques, certaines applications en enseignement sont déjà envisageables à moyen terme. Les résultats de ce projet de recherche pourront, à moyen terme, être intégrés à certains cursus universitaires offrant un programme touchant la thérapie manuelle tels que la chiropratique ou encore la physiothérapie lorsque ces derniers seront validés.

En ce qui concerne le programme de chiropratique de l'Université du Québec à Trois-Rivières, ce dernier a pris un virage vers l'intégration et le développement de systèmes de rétroaction. En effet, ce virage a pour objectif, entre autres, d'optimiser l'enseignement des techniques chiropratiques. Dans une optique à plus long terme, les patrons de mobilisations vertébrales identifiés dans cette étude pourront être ajoutés au cursus d'enseignement à titre de patrons existants. Ces derniers pourront possiblement être enseignés de manière pratique. La chercheuse et co-auteure de cette étude Isabelle Pagé s'est dernièrement munie de mannequins de tailles variables, dont des mannequins pédiatriques (bébé, bambin et jeune enfant). Lors de l'apprentissage des mobilisations possibles en pédiatrie, les cinq types de mobilisations pourront être pratiqués. Une meilleure connaissance des mobilisations vertébrales utilisées chez les jeunes enfants permettra donc d'accroître l'excellence de l'enseignement et la formation des futurs chiropraticiens au Québec.

## Chapitre 4 – Conclusion

En conclusion, le projet de recherche présenté dans ce mémoire a recueilli plusieurs informations concernant la faisabilité de récolter des données sur les caractéristiques force-temps des mobilisations vertébrales pédiatriques chez la population préscolaire. Cette collecte a pu être menée à terme grâce à un capteur flexible et mince adapté pour l'application de basses pressions et un programme d'acquisition et d'analyse développé par notre équipe de recherche. Très peu de données probantes sont disponibles en ce qui concerne les thérapies manuelles chez la population pédiatrique et notre étude renforce le fait que d'autres études devront être effectuées en laboratoire puisque de nombreux défis devront être résolus avant de mener à terme des études de plus grande envergure dans les milieux cliniques (Côté et al., 2021; Meyer et al., 2013).

Cette étude a permis d'identifier cinq patrons de mobilisations vertébrales utilisés par des chiropraticiennes en pratique privée. Certains patrons sont utilisés plus fréquemment que les autres tels que le contact soutenu de la force ainsi que l'oscillation complète par les cliniciennes participant au projet de recherche. Les résultats suggèrent également que certains chiropraticiens utilisent un patron de mobilisation vertébrale particulier dans leur pratique courante. Cette étude est la toute première à identifier les patrons de mobilisations vertébrales chez les enfants, ce qui est une innovation en soi. Cependant, ce type de nouveauté amène toujours son lot de questionnements et de défis.

Cette étude, bien qu'elle visait à évaluer la faisabilité de notre protocole expérimental, a permis d'approfondir nos connaissances dans le domaine, vaste et peu exploré, qu'est la pédiatrie

en thérapie manuelle. Cette étude a permis une ouverture de nombreuses avenues vers de futures perspectives de recherche. Malgré les nombreux défis et problématiques rencontrés, les résultats préliminaires pourraient déjà être intégrés aux cursus universitaires de programmes en thérapie manuelle comme la chiropratique et la physiothérapie.

## Références bibliographiques

- Alcantara, J., Ohm, J., & Kunz, D. (2009). The Safety and Effectiveness of Pediatric Chiropractic: A Survey of Chiropractors and Parents in a Practice-Based Research Network. *EXPLORE*, 5(5), 290-295. doi:<https://doi.org/10.1016/j.explore.2009.06.002>
- Barnes, P. M., Bloom, B., & Nahin, R. L. (2008). Complementary and alternative medicine use among adults and children: United States, 2007.
- Black, L. I., Clarke, T. C., Barnes, P. M., Stussman, B. J., & Nahin, R. L. (2015). Use of complementary health approaches among children aged 4-17 years in the United States: National Health Interview Survey, 2007-2012. *Natl Health Stat Report*(78), 1-19.
- Brasaitė, I., Kaunonen, M., & Suominen, T. (2015). Healthcare professionals' knowledge, attitudes and skills regarding patient safety: a systematic literature review. *Scand J Caring Sci*, 29(1), 30-50. doi:10.1111/scs.12136
- Byfield. (2004). Techniques Skills in Chiropractic. *Edinburgh, UK.: Churchill Livingstone*.
- Cagnie, B., Vinck, E., Beernaert, A., & Cambier, D. (2004). How common are side effects of spinal manipulation and can these side effects be predicted? *Man Ther*, 9(3), 151-156. doi:10.1016/j.math.2004.03.001
- Carnes, D., Mars, T. S., Mullinger, B., Froud, R., & Underwood, M. (2010). Adverse events and manual therapy: a systematic review. *Man Ther*, 15(4), 355-363. doi:10.1016/j.math.2009.12.006
- Chu, E. C.-P., Trager, R. J., Lee, L. Y.-K., & Niazi, I. K. (2023). A retrospective analysis of the incidence of severe adverse events among recipients of chiropractic spinal manipulative therapy. *Scientific Reports*, 13(1), 1254.
- Clijsters, M., Fronzoni, F., & Jenkins, H. (2014). Chiropractic treatment approaches for spinal musculoskeletal conditions: a cross-sectional survey. *Chiropractic & manual therapies*, 22(1), 1-10.
- Cook, C. E., Rhon, D. I., Bialosky, J., Donaldson, M., George, S. Z., Hall, T., . . . Lluch, E. (2023). Developing manual therapy frameworks for dedicated pain mechanisms. *JOSPT Open*, 1(1), 48-62.
- Corso, M., Cancelliere, C., Mior, S., Taylor-Vaisey, A., & Côté, P. (2020). The safety of spinal manipulative therapy in children under 10 years: a rapid review. *Chiropr Man Therap*, 28(1), 12. doi:10.1186/s12998-020-0299-y
- Côté, P., Hartvigsen, J., Axén, I., Leboeuf-Yde, C., Corso, M., Shearer, H., . . . Yu, H. (2021). The global summit on the efficacy and effectiveness of spinal manipulative therapy for the prevention and treatment of non-musculoskeletal disorders: a systematic review of the literature. Retrieved from <https://open.library.ubc.ca/collections/52383/items/1.0395898>
- Dammann, O. (2006). Evidence-based child neurology. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(7), 622-624.
- Dolbec, A., Doucet, C., Pohlman, K. A., Sobczak, S., & Pagé, I. (2023). Assessing adverse events associated with chiropractic care in preschool pediatric population: a feasibility study.

- Doucet, C., Dubuc, É., Imbeau, C., Pohlman, K. A., & Blanchette, M.-A. (2022). Chiropractic pediatric patient management and interdisciplinary collaboration: a descriptive cross-sectional study of chiropractors in Quebec. *Chiropractic & manual therapies*, 30(1), 54.
- Eldridge, S. M., Chan, C. L., Campbell, M. J., Bond, C. M., Hopewell, S., Thabane, L., & Lancaster, G. A. (2016). CONSORT 2010 statement: extension to randomised pilot and feasibility trials. *BMJ*, 355, i5239. doi:10.1136/bmj.i5239
- Ernst, E., & Fugh-Berman, A. (2002). Complementary and alternative medicine: what is it all about? *Occupational and Environmental Medicine*, 59(2), 140-144.
- Esmail, N. (2017). *Complementary and alternative medicine*: Fraser Institute.
- Evans, D. W., & Breen, A. C. (2006). A Biomechanical Model for Mechanically Efficient Cavitation Production During Spinal Manipulation: Prethrust Position and the Neutral Zone. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 29(1), 72-82. doi:https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2005.11.011
- Funabashi, M., & Carlesso, L. C. (2021). Symptoms patients receiving manual therapy experienced and perceived as adverse: a secondary analysis of a survey of patients' perceptions of what constitutes an adverse response. *J Man Manip Ther*, 29(1), 51-58. doi:10.1080/10669817.2020.1761139
- Funabashi, M., Pohlman, K. A., Mior, S., O'Beirne, M., Westaway, M., De Carvalho, D., . . . Vohra, S. (2018). SafetyNET Community-based patient safety initiatives: development and application of a Patient Safety and Quality Improvement Survey. *J Can Chiropr Assoc*, 62(3), 130-142.
- Gaboury, I., Johnson, N., Robin, C., Luc, M., O'Connor, D., Patenaude, J., . . . Xhignesse, M. (2016). Complementary and alternative medicine: Do physicians believe they can meet the requirements of the Collège des médecins du Québec? *Canadian Family Physician*, 62(12), e772-e775.
- Gevers-Montoro, C., Romero-Santiago, B., Medina-García, I., Larranaga-Arzamendi, B., Álvarez-Gálovich, L., Ortega-De Mues, A., & Piché, M. (2024). Reduction of Chronic Primary Low Back Pain by Spinal Manipulative Therapy is Accompanied by Decreases in Segmental Mechanical Hyperalgesia and Pain Catastrophizing: A Randomized Placebo-controlled Dual-blind Mixed Experimental Trial. *The Journal of Pain*. doi:https://doi.org/10.1016/j.jpain.2024.02.014
- Gorrell, L. M., Brown, B. T., Engel, R., & Lystad, R. P. (2023). Reporting of adverse events associated with spinal manipulation in randomised clinical trials: an updated systematic review. *BMJ Open*, 13(5), e067526.
- Gorrell, L. M., Nyirö, L., Pasquier, M., Pagé, I., Heneghan, N. R., Schweinhardt, P., & Descarreaux, M. (2023). Spinal manipulation characteristics: a scoping literature review of force-time characteristics. *Chiropr Man Therap*, 31(1), 36. doi:10.1186/s12998-023-00512-1
- Gorrell, M. L. M., Nyirö, L., Pasquier, M., Pagé, I., Heneghan, N. R., Schweinhardt, P., & Descarreaux, M. (2023). Spinal mobilization force-time characteristics: A scoping literature review. *PLoS One*, 18(11), e0289462. doi:10.1371/journal.pone.0289462
- Groeneweg, R., Rubinstein, S. M., Oostendorp, R. A. B., Ostelo, R. W. J. G., & van Tulder, M. W. (2017). Guideline for Reporting Interventions on Spinal Manipulative Therapy: Consensus on Interventions Reporting Criteria List for Spinal Manipulative Therapy (CIRCLe SMT).

- Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 40(2), 61-70. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.10.013>
- Gyer, G., Michael, J., Inklebarger, J., & Alam, I. I. (2022). Effects of biomechanical parameters of spinal manipulation: A critical literature review. *Journal of integrative medicine*, 20(1), 4-12.
- Gyer, G., Michael, J., Inklebarger, J., & Tedla, J. S. (2019). Spinal manipulation therapy: Is it all about the brain? A current review of the neurophysiological effects of manipulation. *Journal of integrative medicine*, 17(5), 328-337.
- Hengeveld, E., & Banks, K. (2013). *Maitland's Vertebral Manipulation: Management of Neuromusculoskeletal Disorders-Volume 1* (Vol. 1): Elsevier Health Sciences.
- Herzog, W. (2010). The biomechanics of spinal manipulation. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 14(3), 280-286. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2010.03.004>
- Herzog, W., Kevorkian, P., Russell, B., & Alcantara, J. (2022). Comparison of Forces Exerted by a Chiropractor on Children and Adults During High-Speed, Low-Amplitude Spinal Manipulations: A Feasibility Study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 45(6), 389-399. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2022.09.003>
- Humphreys, B. K. (2010). Possible adverse events in children treated by manual therapy: a review. *Chiropractic & osteopathy*, 18, 1-7.
- Lardon, A., Cheron, C., Pagé, I., Dugas, C., & Descarreaux, M. (2016). Systematic augmented feedback and dependency in spinal manipulation learning: a randomized comparative study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 39(3), 185-191.
- Lascurain-Aguirrebeña, I., Newham, D., & Critchley, D. J. (2016). Mechanism of Action of Spinal Mobilizations: A Systematic Review. *Spine*, 41(2). Retrieved from [https://journals.lww.com/spinejournal/fulltext/2016/01150/mechanism\\_of\\_action\\_of\\_spinal\\_mobilizations\\_\\_a.15.aspx](https://journals.lww.com/spinejournal/fulltext/2016/01150/mechanism_of_action_of_spinal_mobilizations__a.15.aspx)
- Marchand, A.-A., Mendoza, L., Dugas, C., Descarreaux, M., & Pagé, I. (2017). Effects of practice variability on spinal manipulation learning. *Journal of Chiropractic Education*, 31(2), 90-95.
- Marchand, A. M. (2015). A Proposed Model With Possible Implications for Safety and Technique Adaptations for Chiropractic Spinal Manipulative Therapy for Infants and Children. *J Manipulative Physiol Ther*, 38(9), 713-726. doi:10.1016/j.jmpt.2013.05.015
- Mercier, M.-A., Rousseau, P., Funabashi, M., Descarreaux, M., & Pagé, I. (2021). Devices used to measure force-time characteristics of spinal manipulations and mobilizations: A mixed-methods scoping review on metrologic properties and factors influencing use. *Frontiers in Pain Research*, 2, 755877.
- Meyer, S., Gortner, L., Larsen, A., Kutschke, G., Gottschling, S., Gräber, S., & Schroeder, N. (2013). Complementary and alternative medicine in paediatrics: a systematic overview/synthesis of Cochrane Collaboration reviews. *Swiss Med Wkly*, 143, w13794. doi:10.4414/smw.2013.13794
- Miller, J. E., & Benfield, K. (2008). Adverse Effects of Spinal Manipulative Therapy in Children Younger Than 3 Years: A Retrospective Study in a Chiropractic Teaching Clinic. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 31(6), 419-423. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2008.06.002>
- Moorman, A. C., & Newell, D. (2022). Impact of audible pops associated with spinal manipulation on perceived pain: a systematic review. *Chiropractic & manual therapies*, 30(1), 1-11.

- Newman, D. A., & Lyon, J. S. (2009). Recruitment efforts to reduce adverse impact: Targeted recruiting for personality, cognitive ability, and diversity. *Journal of applied psychology, 94*(2), 298.
- Novel, N. A. (2023a). Large Loadpad®. Retrieved from <https://www.novelusa.com/loadpad>
- Novel, N. A. (2023b). Small Loadpad®. Retrieved from <https://www.novelusa.com/buttonsens>
- OMS. (2013). *Stratégie de l’OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023*: Organisation mondiale de la Santé.
- Ordre des chiropraticiens du Québec. (2023). Le doctorat en chiropratique. Retrieved from <https://www.ordredeschiropraticiens.ca/fr/la-profession-chiropratique/la-formation-des-chiropraticiens/le-doctorat-en-chiropratique/>
- Paediatrics, R. C. o., & Committee, C. H. E. A. (2000). Guidelines for the ethical conduct of medical research involving children. *Archives of Disease in Childhood, 82*(2), 177-182. doi:10.1136/adc.82.2.177
- Parnell Prevost, C., Gleberzon, B., Carleo, B., Anderson, K., Cark, M., & Pohlman, K. A. (2019). Manual therapy for the pediatric population: a systematic review. *BMC Complement Altern Med, 19*(1), 60. doi:10.1186/s12906-019-2447-2
- Penza, C. W., Horn, M. E., George, S. Z., & Bishop, M. D. (2017). Comparison of 2 Lumbar Manual Therapies on Temporal Summation of Pain in Healthy Volunteers. *J Pain, 18*(11), 1397-1408. doi:10.1016/j.jpain.2017.07.007
- Phelan, A., Phelan, K., & Foley, M. (2020). Effectiveness of Maitland spinal mobilisation therapy in the treatment of non-specific low back pain—a prospective study of clients attending a single treatment centre in the Republic of Ireland. *Phys Ther Rehabil, 7*, 1-7.
- Pickar, J. G., & Bolton, P. S. (2012). Spinal manipulative therapy and somatosensory activation. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 22*(5), 785-794. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.01.015>
- Pohlman, K. A., Carroll, L., Tsuyuki, R. T., Hartling, L., & Vohra, S. (2020). Comparison of active versus passive surveillance adverse event reporting in a paediatric ambulatory chiropractic care setting: a cluster randomised controlled trial. *BMJ Open Quality, 9*(4), e000972.
- Liste des professions réglementées, Chapitre C-26, art. 37 C.F.R. (2015).
- Snodgrass, S. J., Rivett, D. A., & Robertson, V. J. (2006). Manual forces applied during posterior-to-anterior spinal mobilization: a review of the evidence. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 29*(4), 316-329.
- Swait, G., & Finch, R. (2017). What are the risks of manual treatment of the spine? A scoping review for clinicians. *Chiropr Man Therap, 25*, 37. doi:10.1186/s12998-017-0168-5
- Tekscan®. (2008). *Best Practices for Electrical Integration of the FlexiForce Sensor [B]*(Vol. 1, pp. 11). Retrieved from <https://www.tekscan.com/sites/default/files/FLX-Best-Practice-Electrical-Integration-RevB.pdf>
- Todd, A. J., Carroll, M. T., Robinson, A., & Mitchell, E. K. L. (2015). Adverse Events Due to Chiropractic and Other Manual Therapies for Infants and Children: A Review of the Literature. *J Manipulative Physiol Ther, 38*(9), 699-712. doi:10.1016/j.jmpt.2014.09.008
- Triano, J., & Schultz, A. B. (1997). Loads transmitted during lumbosacral spinal manipulative therapy. *Spine (Phila Pa 1976), 22*(17), 1955-1964. doi:10.1097/00007632-199709010-00003

- Triano, J. J. (2001). Biomechanics of spinal manipulative therapy. *The Spine Journal*, 1(2), 121-130. doi:[https://doi.org/10.1016/S1529-9430\(01\)00007-9](https://doi.org/10.1016/S1529-9430(01)00007-9)
- Triano, J. J., Lester, S., Starmer, D., & Hewitt, E. G. (2017). Manipulation Peak Forces Across Spinal Regions for Children Using Mannequin Simulators. *J Manipulative Physiol Ther*, 40(3), 139-146. doi:10.1016/j.jmpt.2017.01.001
- Varni, J. W., Limbers, C. A., & Burwinkle, T. M. (2007). How young can children reliably and validly self-report their health-related quality of life?: an analysis of 8,591 children across age subgroups with the PedsQL 4.0 Generic Core Scales. *Health Qual Life Outcomes*, 5, 1. doi:10.1186/1477-7525-5-1
- Viera, A. J., & Garrett, J. M. (2005). Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Fam med*, 37(5), 360-363.
- Wieland, L. S., Manheimer, E., & Berman, B. M. (2011). Development and classification of an operational definition of complementary and alternative medicine for the Cochrane collaboration. *Altern Ther Health Med*, 17(2), 50-59.
- Zvyagin, P. (2022). Tactile Pressure Sensors Calibration with the Use of High Pressure Zones. *Sensors*, 22(19), 7290.

## Annexes

### Annexe A : Affiche de recrutement pour les chiropraticiens

# Recherche de chiropraticien(ne)s pour participer à un projet de recherche chez la population pédiatrique



Nous sommes actuellement à la recherche de chiropraticien(ne)s pour participer à un projet de recherche **portant sur la mesure des paramètres biomécaniques de la mobilisation vertébrale chez la population pédiatrique pré-scolaire.**

**Pour participer, vous devez avoir une patientèle incluant des enfants de cinq ans et moins.**

Si vous êtes éligible à participer, votre participation consistera à :

- Recevoir un membre de l'équipe durant quelques journées cliniques afin d'effectuer la collecte de données.
- Effectuer les mobilisations vertébrales indiquées chez vos patients enfants participants au projet.

**Une compensation sera offerte pour les chiropraticien(ne)s sélectionné(e)s !**

**Pour en savoir plus :**

- Vous pouvez lire le formulaire d'information et de consentement en [cliquant ici](#) ou en scannant le code QR.
- Pour toutes questions, vous pouvez communiquer avec la responsable de la recherche, Dre Marie-Hélène Vallières, chiropraticienne, étudiante à la maîtrise en sciences biomédicales, sous la supervision des professeures Isabelle Pagé et Chantal Doucet, à l'adresse suivante : **marie-helene.vallieres@uqtr.ca**.

Ce projet a été approuvé par le comité d'éthique de l'UQTR (CER-XXXXXXX)



• We Prove. To Improve.



## Annexe B : Affiche de recrutement pour les participants-enfants



# Recherche de jeunes enfants pour participer à un projet de recherche qui aura lieu à la clinique chiropratique

Nous sommes actuellement à la recherche d'enfants de 5 ans et moins pour participer à un projet de recherche **portant sur les soins de mobilisations vertébrales offerts en chiropratique.**

**Pour participer, votre enfant doit être âgé de 5 ans et moins, être patient à la clinique chiropratique et avoir un traitement de planifier lors de l'une ou l'autres des journées où le projet aura lieu.**

Votre participation ainsi que celle de votre enfant consiste à :

- Enfant : Recevoir son traitement habituel en chiropratique. Le/la chiropraticien(ne) portera des gants instrumentés de capteurs durant les mobilisations vertébrales.
- Parent/tuteur : Remplir un court questionnaire immédiatement suite au traitement. Prévoir un peu plus de temps pour le traitement.

**Un cadeau ludique sera offerte aux enfants sélectionnés !**

### Pour en savoir plus :

- Vous pouvez lire le formulaire d'information et de consentement en [cliquant ici](#) ou en scannant le code QR.
- Pour toutes questions, vous pouvez communiquer avec la responsable de la recherche, Dre Marie-Hélène Vallières, chiropraticienne, étudiante à la maîtrise en sciences biomédicales, sous la supervision des professeures Isabelle Pagé et Chantal Doucet, à l'adresse suivante :

**[marie-helene.vallieres@uqtr.ca](mailto:marie-helene.vallieres@uqtr.ca)**

Ce projet a été approuvé par le comité d'éthique de l'UQTR (CER-XXXXXXXX)



# **Annexe C : Abrégé soumis pour le premier Congrès en thérapie manuelle de Tunisie 2023**

## **Quantification des caractéristiques force-temps des mobilisations vertébrales chez la population pédiatrique d'âge préscolaire : une étude de faisabilité**

M-H. Vallières<sup>1-2</sup>, F. Nougrou<sup>3</sup>, M. Funabashi<sup>4-5</sup>, C. Doucet<sup>4</sup>, I. Pagé<sup>2-4-6</sup>

<sup>1</sup> Département d'anatomie, Université du Québec à Trois-Rivières, Québec, Canada

<sup>2</sup> Groupe de recherche sur les affections neuromusculosquelettiques (GRAN), Université du Québec à Trois-Rivières, Québec, Canada

<sup>3</sup> Département de génie électrique et génie informatique, Université du Québec à Trois-Rivières, Québec, Canada

<sup>4</sup> Département de chiropratique, Université du Québec à Trois-Rivières, Québec, Canada

<sup>5</sup> Canadian Memorial Chiropractic College, Ontario, Canada

<sup>6</sup> Centre Interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale (Cirris), Québec, Canada

**Introduction :** La mobilisation vertébrale est fréquemment utilisée pour traiter les troubles neuromusculosquelettiques chez les enfants.<sup>1</sup> Cependant, il existe peu d'études ayant mesurées les caractéristiques force-temps de la mobilisation pédiatrique.<sup>2-3</sup> Cette étude vise à évaluer la faisabilité de l'utilisation d'un capteur de force au bout des doigts pour mesurer les caractéristiques force-temps de la mobilisation vertébrale administrée par des chiropraticiens à des enfants âgés de 5 ans et moins.

**Matériel et méthode :** Des chiropraticiens traitant couramment de jeunes enfants ont été recrutés. Un capteur (Tekscan®, USA) a été placé sur le bout du doigt des chiropraticiens lors de l'exécution des mobilisations vertébrales chez un patient de ≤5 ans. Avant la collecte de données, le capteur a été calibré à l'aide d'un capteur précalibré (Large Loadpad®, Novel®) positionné sur la cuisse du chercheur. Une analyse descriptive des chiropraticiens et des enfants a été effectuée. Un code MATLAB® a été utilisé pour analyser les données. Dû à des problématiques avec l'exactitude de la calibration, les caractéristiques force-temps n'ont pas pu être extraites. Les courbes force-temps des mobilisations ont été analysées visuellement pour identifier des patrons de mobilisations.

**Résultats :** Six chiropraticiennes et 43 enfants (49 % filles, âgés entre 1 semaine et 48 mois) ont participé à l'étude. Les chiropraticiens ont effectué un total de 55 mobilisations cervicales, 49 mobilisations thoraciques et 47 mobilisations lombopelviennes. L'examen visuel des courbes a résulté en l'exclusion de 100 % des mobilisations cervicales (n=55), 20 % des mobilisations thoraciques (n=10) et 19 % des mobilisations lombopelviennes (n=9). Cinq patrons de mobilisations ont été identifiés : contact soutenu (n=10/77), application graduelle (n=27/77), oscillation partielle (n=23/77), oscillation complète (n=15/77), et impulsion (N=2/77). Un patron prédominant a été identifié pour chaque chiropraticien.

**Discussion :** Cette étude a permis d'identifier des défis limitant la faisabilité de mesurer les caractéristiques force-temps des mobilisations vertébrales pédiatriques en clinique privée. Le bon positionnement du capteur lors des mobilisations cervicales explique la perte importante des données. Bien que l'algorithme de calibration montra une concordance parfaite entre la force et le voltage, effectuer la calibration sur la cuisse du chercheur peut expliquer un manque d'exactitude. Néanmoins, les résultats démontrent que les mobilisations pédiatriques peuvent être effectuées de différentes façons, mais qu'un patron prédomine chez un même chiropraticien.

**Conclusion :** Cette étude soulève le besoin d'établir des standards pour guider la mesure des caractéristiques force-temps des thérapies manuelles en pédiatrie considérant les défis particuliers associés à ce type de population.

Références :

1. Black LI, Clarke TC, Barnes PM, et al. Use of complementary health approaches among children aged 4–17 years in the United States: National Health Interview Survey, 2007–2012. *National health statistics reports*. 2015 (78):1.
2. Herzog, W., P. Kevorkian, B. Russell and J. Alcantara (2022). "Comparison of Forces Exerted by a Chiropractor on Children and Adults During High-Speed, Low-Amplitude Spinal Manipulations: A Feasibility Study." *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 45(6): 389-399.
3. Triano J, Schultz AB. Loads transmitted during lumbosacral spinal manipulative therapy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997 Sep 1;22(17):1955-64.

## Annexe D : Certification éthique 2022-2023

4009



### CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE AVEC DES ÊTRES HUMAINS

En vertu du mandat qui lui a été confié par l'Université, le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains a analysé et approuvé pour certification éthique le protocole de recherche suivant :

**Titre :** **Évaluation des paramètres biomécaniques des mobilisations vertébrales chez la population pédiatrique préscolaire : une étude transversale de type pragmatique**

**Chercheur(s) :** Marie-Hélène Vallières  
Département de biologie médicale

**Organisme(s) :** Fondation chiropratique du Québec et Fondation canadienne pour la recherche en chiropratique

**N° DU CERTIFICAT :** CER-22-287-07.03

**PÉRIODE DE VALIDITÉ :** Du 27 mai 2022 au 27 mai 2023

#### **En acceptant le certificat éthique, le chercheur s'engage à :**

- Aviser le CER par écrit des changements apportés à son protocole de recherche avant leur entrée en vigueur;
- Procéder au renouvellement annuel du certificat tant et aussi longtemps que la recherche ne sera pas terminée;
- Aviser par écrit le CER de l'abandon ou de l'interruption prématurée de la recherche;
- Faire parvenir par écrit au CER un rapport final dans le mois suivant la fin de la recherche.

Me Richard LeBlanc  
**Président du comité**

Fanny Longpré  
**Secrétaire du comité**

*Décanat de la recherche et de la création*

**Date d'émission :** 27 mai 2022

# Annexe E : Questionnaire initial des chiropraticiens et consentement

## Formulaire d'information et de consentement

### FORMULAIRE D'INFORMATION



Université du Québec  
à Trois-Rivières

**Titre du projet de recherche :** Évaluation des paramètres biomécaniques des mobilisations vertébrales chez la population pédiatrique préscolaire : une étude transversale de type pragmatique

**Mené par :** Marie-Hélène Vallières, étudiante, département d'anatomie, maîtrise en sciences biomédicales, UQTR.

**Sous la direction de :**

- Isabelle Pagé, département de chiropratique, UQTR, professeure.
- Chantale Doucet, département de chiropratique, UQTR, professeure-clinicienne.

**Autres membres de l'équipe de recherche :**

- François Nougrou, département de génie électrique et génie informatique, Université du Québec à Trois-Rivières, Professeur
- Martha Funabashi, Canadian Memorial Chiropractic College, Chercheuse
- Philippe Rousseau, département de chiropratique, Université du Québec à Trois-Rivières, étudiant
- Ahmed Khelifi, professionnel de recherche, Université du Québec à Trois-Rivières

**Source de financement :**

- Fondation chiropratique du Québec
- Fondation canadienne pour la recherche en chiropratique

**Déclaration de conflit d'intérêts :** Aucun.

## Préambule

Votre participation à la recherche, qui vise à mieux comprendre les paramètres biomécaniques de la mobilisation vertébrale chez la population pédiatrique (5 ans et moins), serait grandement appréciée. Cependant, avant d'accepter de participer à ce projet et de signer ce formulaire d'information et de consentement, veuillez prendre le temps de lire ce formulaire. Il vous aidera à comprendre ce qu'implique votre éventuelle participation à la recherche de sorte que vous puissiez prendre une décision éclairée à ce sujet.

Ce formulaire peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au chercheur responsable de ce projet de recherche ou à un membre de son équipe de recherche (marie-helene.vallieres@uqtr.ca). Sentez-vous libre de leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair. Prenez tout le temps dont vous avez besoin pour lire et comprendre ce formulaire avant de prendre votre décision.

## Objectifs et résumé du projet de recherche

L'objectif principal de ce projet de recherche est d'évaluer les paramètres biomécaniques (vitesse, force et surface de contact) des mobilisations vertébrales à la région cervicale, thoracique et lombo-pelvienne chez les enfants de cinq ans et moins consultant en chiropratique. L'objectif secondaire est d'explorer si les paramètres biomécaniques varient entre les différents chiropraticien(ne)s participants au projet de recherche.

Afin d'atteindre ces deux objectifs, entre 60 et 80 enfants consultant de 5 ans et moins et consultant en chiropratique seront recrutés. Ces participants seront divisés en cinq groupes d'âge soit : nouveau-né à 2 mois, 3 à 12 mois, 13 mois à 3 ans, et 4 à 5 ans. Au total, chaque chiropraticien(ne) effectuera entre 10 et 20 traitements avec le système de mesure.

Les chiropraticiens participants au projet de recherche poseront des affiches et des feuillets d'information dans leur clinique privée environ deux semaines avant la première journée de collecte de données prévue à la clinique. Au total, jusqu'à 5 journées seront prévues afin d'atteindre l'objectif de 10 à 20 traitements par chiropraticien(ne). Les parents ou tuteurs légaux d'un enfant de 5 ans et moins consultant

le/la chiropraticien(ne) participant au projet de recherche prendront connaissance de l'étude via ces affiches/feuilles. Les feuilles incluront un code QR dirigeant le parent/tuteur vers le formulaire d'information et de consentement ainsi que les coordonnées pour joindre l'équipe de recherche au besoin. À la suite du consentement, un questionnaire en ligne sera rempli par le parent/tuteur afin de connaître les caractéristiques de l'enfant et permettre d'identifier le/la chiropraticien(ne) traitant. Pour qu'un patient enfant puisse participer, un traitement devra être prévu lors de l'une ou l'autre des journées de collecte de données à la clinique privée du chiropraticien. Lors de ces journées, un membre de l'équipe de recherche se déplacera dans la clinique privée et installera l'équipement dans l'une des salles de traitement. Lors des traitements des enfants dont le parent/tuteur légal a consenti à la participation à l'étude, le chiropraticien traitera l'enfant avec un ou deux capteurs positionnés sur le bout des doigts nécessaires au traitement. Immédiatement après le traitement, le parent/tuteur remplira un questionnaire sur une tablette électronique afin de rapporter si des effets secondaires ont été observés chez l'enfant.

La participation d'un patient au projet de recherche n'influencera pas le traitement octroyé à l'enfant. Le/la chiropraticien(ne) déterminera l'indication d'un traitement et effectuera celui-ci en respectant le code de déontologie de l'Ordre des Chiropraticiens du Québec.

## Nature et durée de votre participation

Votre participation consiste premièrement à remplir un questionnaire en ligne afin de recueillir vos caractéristiques générales et de s'assurer de votre éligibilité (10 minutes). Au besoin, le questionnaire pourra être mis sur pause et rempli à un autre moment.

Suite à l'analyse du questionnaire, un membre de l'équipe vous contactera afin de vous informer si vous êtes éligible à participer. Pour participer, vous devez avoir plus de cinq années d'expérience en pratique, être en mesure de recevoir l'équipe de recherche en clinique durant 5 journées clinique et avoir, en moyenne, au moins 3 traitements d'enfants de 5 ans et moins par journée. Ce contact sera fait par courriel ou par téléphone selon l'indication que vous aurez préalablement fait dans le questionnaire. Si vous êtes éligible, une rencontre sur une plateforme en ligne (Zoom) sera planifiée (30 minutes). Lors de cette rencontre, les différentes étapes du projet seront revues afin de s'assurer que toutes les procédures soient comprises. Vous aurez aussi à visualiser, lors de cette rencontre, une vidéo de familiarisation à propos du système de mesure utilisé. Enfin, les cinq journées de collecte de données à la clinique privée seront planifiées. Selon le nombre d'enfants traités par journée, il est possible que le nombre de journées de collecte de données soit diminué. Les journées de collecte de données peuvent être d'une durée variable selon votre horaire.

Suite à la rencontre sur Zoom, l'équipe de recherche vous enverra des affiches et des feuilles d'information afin que vous les disposiez dans votre salle d'attente au moins deux semaines avant la première journée de collecte de données. Si un parent/tuteur vous questionne par rapport au projet de recherche, vous pourrez mentionner à celui-ci de contacter l'équipe de recherche.

Lors des journées de collecte de données, un membre de l'équipe se déplacera à votre clinique avec le système de mesure, un ordinateur portable et une tablette électronique. Lors de la première journée de collecte de données, vous participerez à une période de familiarisation de 10 minutes avec le système. Afin de nous assurer que vous soyez à l'aise d'exécuter les mobilisations vertébrales en portant les capteurs, une poupée de la grandeur d'un bébé sera utilisée pour la période de familiarisation. Vous traiterez les participants-enfants comme à l'habituel. Vous porterez toutefois les capteurs lors des mobilisations vertébrales.

Le système utilisé est constitué de capteurs miniatures imprimés sur un plastique de l'épaisseur d'une feuille. Ce système est utilisé dans le milieu industriel et a été validé par la compagnie Tekscan®. Notre équipe de recherche a confirmé la capacité de ce système à mesurer les paramètres (ex. force et vitesse) des mobilisations et des manipulations vertébrales chez l'humain. Dans le cadre de cette étude, un ou deux capteurs sera utilisé selon le type de mobilisation que vous effectuerez. Le(s) capteur(s) seront stabilisés sur votre doigt à l'aide d'un doigt en latex. Le doigt en latex protège également le capteur et sera changé entre chacun des patients. L'utilisation du/des capteur(s) ne devrait pas être inconfortable pour l'enfant et ne devrait pas diminuer la qualité des soins octroyés. Toutefois, pour s'assurer de la qualité du traitement, vous pourrez réévaluer l'enfant sans le(s) capteur(s) et juger de la nécessité de répéter la mobilisation vertébrale sans celui ou ceux-ci.

## Risques et inconvénients

Le temps consacré au projet est le seul inconvénient. La durée du traitement d'un participant-enfant peut être légèrement plus longue qu'un traitement habituel (environ 10 minutes de plus). Cela peut occasionner une perte financière puisqu'il est possible que moins de patients puissent être traités lors des journées de collectes de données. S'il y a un retard dans votre horaire, il vous sera possible de ne pas accepter de traiter un participant-enfant avec le système de mesure.

## Avantages ou bénéfices

La contribution à l'avancement des connaissances au sujet des paramètres biomécaniques de la mobilisation vertébrale est le seul bénéfice prévu à votre participation.

## Compensation ou incitatif

Un montant de 10 \$ vous sera remis à chaque traitement offert à l'aide du système de mesure afin de compenser la perte financière encourue par votre participation pour un montant maximal de 200\$ (soit 20 participants-enfants). Un virement sera effectué après la dernière journée de collectes de données prévue avec le participant-chiropraticien.

## Confidentialité

Les données recueillies par cette étude sont entièrement confidentielles et ne pourront en aucun cas mener à votre identification. Votre confidentialité sera assurée par l'attribution d'un code alphanumérique. Les résultats de la recherche, qui pourront être diffusés sous forme d'article scientifique, de mémoire de maîtrise ou de présentations ne permettront pas d'identifier les chiropraticien(ne)s participants au projet de recherche.

Les données recueillies seront conservées sur un serveur sécurisé du laboratoire du département de chiropratique de l'UQTR auquel seuls les chercheurs ont accès. Toutes ces personnes ont signé un engagement à la confidentialité. Les questionnaires remplis par les parents/tuteurs sur la plateforme sécurisée de la banque interactive de questions (BIQ) de l'UQTR seront exportées pour être conservées uniquement sur le serveur sécurisé du laboratoire du département de chiropratique. À l'exception des données identificatoires qui seront supprimées à la fin de l'analyse des données (environ août 2023), les données ne seront pas détruites et pourront être utilisées pour des analyses ultérieures si vous y consentez.

## Participation volontaire

Votre participation à cette étude se fait sur une base volontaire. Vous êtes entièrement libre de participer ou non, de refuser de répondre à certaines questions ou de vous retirer en tout temps sans préjudice et sans avoir à fournir d'explications. Le fait de participer ou non n'affectera en rien les services auxquels vous avez droit. Le chercheur se réserve aussi la possibilité de retirer un participant en lui fournissant des explications sur cette décision. Dans le cas où, 48h avant une journée de collecte de données, aucun tuteur légal n'a consenti à la participation de leur enfant, l'équipe de recherche annulera la journée de collecte de données. Si deux journées doivent être annulées, le/la chiropraticien(ne) sera retiré de l'étude. Dans le cas où vous désirez vous retirer de l'étude, les données recueillies seront conservées à moins que vous demandiez de les détruire.

## Responsable de la recherche

Pour obtenir de plus amples renseignements ou pour toute question concernant ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec Marie-Hélène Vallières à l'adresse courriel suivante : marie-helene.vallieres@uqtr.ca.

## Surveillance des aspects éthiques de la recherche

Cette recherche est approuvée par le comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec à Trois-Rivières et un certificat portant le numéro CER-22-287-07.03 a été émis le 27 mai 2022.

Pour toute question ou plainte d'ordre éthique concernant cette recherche, vous devez communiquer avec la secrétaire du comité d'éthique de la recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières, par téléphone (819) 376-5011, poste 2129 ou par courrier électronique CEREH@uqtr.ca.

J'ai pris connaissance du formulaire d'information.

# Formulaire d'information et de consentement

## CONSENTEMENT DU CHIROPATICIEN(NE)

Veillez indiquer si vous désirez qu'un membre de l'équipe de recherche vous contacte afin qu'il puisse répondre à vos questions avant de signer le formulaire de consentement.

- Oui, je désire être contacté par un membre de l'équipe.
- Non, je désire poursuivre le formulaire.

### Engagement de la chercheuse ou du chercheur

Moi, Marie-Hélène Vallières, m'engage à procéder à cette étude conformément à toutes les normes éthiques qui s'appliquent aux projets comportant la participation de sujets humains.

**En cliquant sur le bouton de participation, vous indiquez :**

- avoir lu l'information;
- être d'accord pour participer.

**Acceptez-vous de participer au présent projet de recherche ?**

- Oui, j'accepte de participer.
- Non, je refuse de participer.

Acceptez-vous que vos données de recherche soient utilisées pour réaliser d'autres projets de recherche portant sur la mobilisation vertébrale chez la population pédiatrique ? Vos données de recherche seront conservées de façon sécuritaire sur le serveur sécurisé du laboratoire de recherche du département de chiropratique de l'UQTR. Afin de préserver votre identité et la confidentialité de vos données de recherche, vous ne serez identifié que par un code alphanumérique. Vos données de recherche seront conservées aussi longtemps qu'elles peuvent avoir une utilité pour l'avancement des connaissances scientifiques. Lorsqu'elles n'auront plus d'utilité, vos données de recherche seront détruites. Par ailleurs, notez qu'en tout temps, vous pouvez demander la destruction de vos données de recherche en vous adressant au chercheur responsable de ce projet de recherche.

Je consens à ce que mes données de recherche soient utilisées à ces conditions:

- Oui
- Non

## QUESTIONNAIRE DES CARACTÉRISTIQUES INITIALES DES CHIROPATICIEN(NE)S

Indiquez votre nom et prénom sous la forme suivante : Prénom Nom.

À quel genre vous identifiez-vous ?

- Femme
- Homme
- Autre genre
- Ne préfère ne pas répondre

Avez-vous obtenu votre diplôme menant à l'exercice de la chiropratique depuis au moins 5 ans (2017 ou avant) ?

- Oui
- Non

Acceptez-vous de recevoir un membre de l'équipe de recherche à votre clinique pour un minimum de 1 demi-journée clinique et un maximum de 5 journées cliniques ?

- Oui
- Non

Est-ce que vos journées cliniques incluent normalement au moins trois traitements chez des enfants de 5 ans et moins ?

- Oui
- Non

À quelle adresse courriel pouvons-nous vous rejoindre (cette information ne sera utilisée que pour que l'équipe de recherche puisse communiquer avec vous) ?

Quel est votre numéro de téléphone (cette information ne sera utilisée que pour que l'équipe de recherche puisse communiquer avec vous) ?

Quelle est l'adresse de votre clinique principale ?

Quelle est l'adresse de votre clinique secondaire (si pertinent)? Sinon écrire non.

Quelle est votre année de graduation d'un programme de chiropratique? Inscrivez votre réponse sous le format suivant : AAAA.

Quel est le nom de l'institution où le diplôme a été émis (nom et pays)?

Avez-vous effectué d'autres études ou certifications dans le domaine de la pédiatrie (nom du programme et année d'obtention du diplôme)?

- Oui  
 Non

Quel est le nombre de traitements octroyés, en moyenne, par semaine (toutes populations confondues)?

Quel est le pourcentage de traitements octroyés, en moyenne, par semaine à la population pédiatrique?

- 0 à 18 ans  
 0 à 5 ans

# Annexe F : Questionnaire initial des tuteurs légaux et consentement

## Formulaire d'information et de consentement

---

### FORMULAIRE D'INFORMATION



**Titre du projet de recherche :** Évaluation des paramètres biomécaniques des mobilisations vertébrales chez la population pédiatrique préscolaire : une étude transversale de type pragmatique

**Mené par :** Marie-Hélène Vallières, Département d'anatomie, Maîtrise en sciences biomédicales, Université du Québec à Trois-Rivières

**Sous la direction de :**

- Isabelle Pagé, département de chiropratique, UQTR, professeure.
- Chantale Doucet, département de chiropratique, UQTR, professeure-clinicienne.

**Autres membres de l'équipe de recherche :**

- François Nougarou, département de génie électrique et génie informatique, Université du Québec à Trois-Rivières, Professeur
- Martha Funabashi, Canadian Memorial Chiropractic College, Chercheuse
- Philippe Rousseau, département de chiropratique, Université du Québec à Trois-Rivières, étudiant
- Ahmed Khelifi, professionnel de recherche, Université du Québec à Trois-Rivières

**Source de financement :**

- Fondation chiropratique du Québec
- Fondation canadienne pour la recherche en chiropratique

**Déclaration de conflit d'intérêts :** Aucun.

## Préambule

Votre participation à la recherche, qui vise à mieux comprendre les paramètres biomécaniques de la mobilisation vertébrale chez la population pédiatrique (5 ans et moins), serait grandement appréciée. Cependant, avant d'accepter de participer à ce projet et de signer ce formulaire d'information et de consentement, veuillez prendre le temps de lire ce formulaire. Il vous aidera à comprendre ce qu'implique votre éventuelle participation à la recherche de sorte que vous puissiez prendre une décision éclairée à ce sujet.

Ce formulaire peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au chercheur responsable de ce projet de recherche ou à un membre de son équipe de recherche (marie-helene.vallieres@uqtr.ca). Sentez-vous libre de leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair. Prenez tout le temps dont vous avez besoin pour lire et comprendre ce formulaire avant de prendre votre décision.

## Objectifs et résumé du projet de recherche

L'objectif principal de ce projet de recherche est d'évaluer les paramètres biomécaniques (vitesse, force) des mobilisations vertébrales à la colonne vertébrale chez les enfants de cinq ans et moins consultant en chiropratique. L'objectif secondaire est d'explorer si les paramètres biomécaniques varient entre les différents chiropraticien(ne)s participants au projet de recherche.

Afin d'atteindre ces deux objectifs, entre 60 et 80 enfants de 5 ans et moins et consultant en chiropratique seront évalués. Ces participants seront divisés en cinq groupes d'âge soit : nouveau-né à 2 mois, 3 à 12 mois, 13 mois à 3 ans, et 4 à 5 ans. Lors du

prochain traitement d'un enfant participant au projet de recherche, le/la chiropraticien(ne) portera un ou deux petits capteurs sur ses doigts lors de l'exécution des mobilisations vertébrales sur l'enfant. Ces capteurs permettront de mesurer la force, la vitesse et la surface utilisée lors des mobilisations vertébrales. La participation d'un patient au projet de recherche n'influencera pas le traitement octroyé à l'enfant. Le/la chiropraticien(ne) déterminera l'indication d'un traitement et effectuera celui-ci en respectant le code de déontologie de l'Ordre des Chiropraticiens du Québec.

Deux questionnaires seront remplis par le parent ou tuteur de l'enfant. Premièrement, un questionnaire permettant de recueillir des informations générales concernant l'enfant et qui sera rempli immédiatement à la suite du consentement à participer. Deuxièmement, un questionnaire d'environ 5 minutes immédiatement à la suite du traitement et qui permettra de répertorier si un effet secondaire au traitement a été observé (par ex, l'enfant a pleuré ou s'est endormi).

## **Nature et durée de votre participation**

À la suite du consentement à participer, vous aurez à remplir, en ligne, un questionnaire permettant de recueillir les caractéristiques de votre enfant, de connaître le nom du chiropraticien traitant l'enfant et de confirmer l'éligibilité de votre enfant. Ce questionnaire prendra entre 5 et 10 minutes à remplir et peut être mis sur pause au besoin. Un membre de l'équipe de recherche contactera alors le chiropraticien participant au projet de recherche afin de confirmer que l'enfant a un traitement de prévu lors d'une des journées de collectes de données. Si aucun traitement n'est prévu, l'enfant sera exclu du projet de recherche. Vous recevrez un courriel afin de vous informer si l'enfant est éligible ou non à participer.

Lors de la journée de collecte de données, votre enfant recevra le traitement indiqué pour sa condition, et ce, comme à l'habituel. La participation de votre enfant au projet de recherche n'influencera pas les soins reçus, mais il se peut que le traitement à la clinique soit un peu plus long. Prévoyez-vous un 15 minutes de plus. Le/la chiropraticien(ne) portera un ou deux petits capteurs lors des mobilisations vertébrales (voir figure 1). Si aucune mobilisation vertébrale n'est jugée nécessaire par le/la chiropraticien(ne), il n'y aura pas d'enregistrement.

Le système utilisé est constitué de capteurs miniatures imprimés sur un plastique de l'épaisseur d'une feuille. Ce système est utilisé dans le milieu industriel et a été validé par la compagnie Tekscan®. Notre équipe de recherche a confirmé la capacité de ce système à mesurer les paramètres (ex. force et vitesse) des mobilisations et des manipulations vertébrales chez l'humain. Dans le cadre de cette étude, un ou deux capteurs sera utilisé selon le type de mobilisation que le chiropraticien effectuera. Un doigt en latex recouvrira le capteur afin de le stabiliser sur le doigt du chiropraticien. Ce doigt en latex est changé entre chacun des patients afin de s'assurer de sa propreté. L'utilisation du/des capteur(s) ne devrait pas être inconfortable pour l'enfant et ne devrait pas diminuer la qualité des soins octroyés. Toutefois, pour s'assurer de la qualité du traitement, le chiropraticien(ne) réévaluera l'enfant sans le(s) capteur(s) et jugera de la nécessité de répéter la mobilisation vertébrale sans celui-ci ou ceux-ci.

À la suite du traitement, vous remplirez un questionnaire sur une tablette électronique afin de rapporter si un ou des effets secondaires ont été observés chez votre enfant immédiatement après son traitement. Ce questionnaire est d'une durée d'environ 5 minutes.

## **Risques et inconvénients**

Comme tout traitement, la mobilisation vertébrale est associée à des risques pour les patients. Chez les enfants, des effets mineurs tels que de l'inconfort ou des pleurs sont communément rapportés. Des risques plus graves peuvent survenir, mais cela demeure rare. Si vous avez des questions par rapport aux risques potentiels, nous vous invitons à en discuter avec le/la chiropraticien(ne) traitant l'enfant. Le port des capteurs par le/la chiropraticien(ne) ne modifie pas les risques associés au traitement.

Le temps consacré au projet, soit environ 20 minutes (incluant le questionnaire qui sera rempli avant le traitement), demeure le seul inconvénient de votre participation.

## **Avantages ou bénéfiques**

La contribution à l'avancement des connaissances au sujet des paramètres biomécaniques de la mobilisation vertébrale est le seul bénéfice prévu à votre participation.

## Compensation ou incitatif

Des cadeaux de faible coût et adaptés aux enfants de 0 à 5 ans seront disponibles (par ex. gommettes, crayons, balles). L'enfant (ou le parent/tuteur selon l'âge de l'enfant) pourra choisir un cadeau avant le traitement. Ce cadeau a pour but de faciliter l'acceptation et la présence de la chercheuse par l'enfant. Aucun type de compensation ne sera offert au parent/tuteur.

Veuillez noter que, puisque la participation à l'étude ajoute quelques minutes de plus à la durée normale d'un traitement, l'équipe de recherche remettra un montant de 10\$ à la chiropraticienne ou au chiropraticien à la suite du traitement d'un enfant.

## Confidentialité

Les données recueillies par cette étude sont entièrement confidentielles et ne pourront en aucun cas mener à votre identification ou à celle de l'enfant. Votre confidentialité sera assurée par l'attribution d'un code alphanumérique aux fichiers de l'enfant. Les résultats de la recherche, qui pourront être diffusés sous forme d'article scientifique, de mémoire de maîtrise ou de présentations ne permettront pas d'identifier les enfants participants au projet de recherche.

Les données recueillies seront conservées sur un serveur sécurisé du laboratoire de recherche du département de chiropratique de l'UQTR auquel seuls les chercheurs ont accès. Toutes ces personnes ont signé un engagement à la confidentialité. Les questionnaires remplis par les parents/tuteurs sur la plateforme sécurisée de la banque interactive de questions (BIQ) de l'UQTR seront exportées pour être conservées uniquement sur le serveur sécurisé du laboratoire du département de chiropratique. À l'exception des données identificatoires qui seront supprimées à la fin de l'analyse des données (environ août 2023), les données ne seront pas détruites et pourront être utilisées pour des analyses ultérieures si vous y consentez.

## Participation volontaire

La participation de votre enfant à cette étude se fait sur une base volontaire. Vous êtes entièrement libre de faire participer votre enfant ou non, de refuser de répondre à certaines questions ou de le retirer en tout temps sans préjudice et sans avoir à fournir d'explications. Le fait de participer ou non n'affectera en rien les services auxquels votre enfant a droit. Le chercheur se réserve aussi la possibilité de retirer un participant en lui fournissant des explications sur cette décision (par ex., retard dans l'horaire du ou de la chiropraticien(ne)). De plus, si le chiropraticien juge que l'enfant ne nécessite pas de mobilisations vertébrales lors du traitement, l'enfant sera retiré de la présente étude. Dans le cas où vous désirez vous retirer de l'étude, les données recueillies seront conservées à moins que vous demandiez de les détruire.

## Responsable de la recherche

Pour obtenir de plus amples renseignements ou pour toute question concernant ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec Marie-Hélène Vallières à l'adresse courriel suivante : [marie-helene.vallieres@uqtr.ca](mailto:marie-helene.vallieres@uqtr.ca).

## Surveillance des aspects éthiques de la recherche

Cette recherche est approuvée par le comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec à Trois-Rivières et un certificat portant le numéro CER-22-287-07.03 a été émis le 27 mai 2022.

Pour toute question ou plainte d'ordre éthique concernant cette recherche, vous devez communiquer avec la secrétaire du comité d'éthique de la recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières, par téléphone (819) 376-5011, poste 2129 ou par courrier électronique [CEREH@uqtr.ca](mailto:CEREH@uqtr.ca).

**J'ai pris connaissance du formulaire d'information.**

# Formulaire d'information et de consentement

## CONSENTEMENT PARENTS/TUTEURS

Veillez indiquer si vous désirez qu'un membre de l'équipe de recherche vous contacte afin qu'il puisse répondre à vos questions avant de signer le formulaire de consentement.

- Oui, je désire qu'un membre de l'équipe me contacte.
- Non, je désire poursuivre le formulaire.

### \* Engagement de la chercheuse ou du chercheur

Moi, Marie-Hélène Vallières, m'engage à procéder à cette étude conformément à toutes les normes éthiques qui s'appliquent aux projets comportant la participation de sujets humains.

**En cliquant sur le bouton de participation, vous indiquez :**

- avoir lu l'information;
- être d'accord pour participer.

**Acceptez-vous de participer au présent projet de recherche ?**

- Oui, j'accepte de participer.
- Non, je n'accepte pas de participer.

Acceptez-vous que les données de recherche de votre enfant soient utilisées pour réaliser d'autres projets de recherche portant sur la mobilisation vertébrale chez la population pédiatrique ? Les données de recherche de votre enfant seront conservées de façon sécuritaire sur le serveur sécurisé du laboratoire de recherche du département de chiropratique de l'UQTR ainsi que sur la plateforme sécurisé de la BIQ. Afin de préserver l'identité de votre enfant et la confidentialité de ses données de recherche, votre enfant sera identifié que par un code alphanumérique. Les données de recherche de votre enfant seront conservées aussi longtemps qu'elles peuvent avoir une utilité pour l'avancement des connaissances scientifiques. Lorsqu'elles n'auront plus d'utilité, les données de recherche de votre enfant seront détruites. Par ailleurs, notez qu'en tout temps, vous pouvez demander la destruction des données de recherche de votre enfant en vous adressant au chercheur responsable de ce projet de recherche.

Je consens à ce que les données de recherche de mon enfant soient utilisées à ces conditions :

- Oui
- Non

## QUESTIONNAIRE DES CARACTÉRISTIQUES INITIALES DE L'ENFANT

Le questionnaire est rempli par?

- Mère
- Père
- Tuteur légal
- Autre

Quel est le nom et le prénom de l'enfant (Prénom Nom)?

Quel est l'âge de l'enfant (inscrire si années ou mois)?

Quelle est la date de naissance de l'enfant (sous le format : JJ/MM/AAAA)?

Quel est le sexe de l'enfant?

- Garçon
- Fille
- Indéterminé
- Je préfère ne pas répondre

Quelle est la grandeur de l'enfant (en cm)?

Quel est le poids de l'enfant (veuillez préciser en livres ou en kg)?

Quel est le(s) motif(s) de consultation de l'enfant ? Veuillez cocher tout ce qui s'applique.

- Prévention/bien-être/aucun symptôme
- Maux de tête/migraine
- Douleur au cou
- Douleur au milieu du dos ou au côtes
- Douleur au bas du dos
- Douleur aux extrémités (ex. jambe, pied, main, bras)
- TDA/TDAH
- Autisme
- Difficultés d'allaitement
- Rhume
- Colique
- Problèmes digestifs
- Plagiocéphalie (tête plate)
- Torticolis
- Autre(s)

Quels sont les symptômes présent chez l'enfant ? Veuillez cocher tout ce qui s'applique.

- Aucun
- Inconfort/douleur
- Raideur
- Faiblesse
- Fatigue
- Maux de tête
- Étourdissements
- Engourdissements/picotements
- Nausées/vomissements
- Difficultés à marcher
- Trouble du sommeil
- Irritabilité/pleurs
- Autre(s)

Quel est le prénom et nom du ou de la chiropraticien(ne) traitant?

Date du ou des prochains traitements de l'enfant (en utilisant le format suivant : JJ/MM/AAAA)?

Veillez inscrire votre adresse courriel (Information nécessaire afin que l'équipe de recherche puisse vous contacter afin de vous confirmer l'éligibilité de l'enfant à participer au projet de recherche).

Veillez inscrire tout commentaire ou question relatif à cette étude dans l'encadré ci-dessous.

## Annexe G : Questionnaire des effets secondaires immédiats

### Formulaire d'information et de consentement

#### QUESTIONNAIRE SUR LES EFFETS SECONDAIRES IMMÉDIATS SUITE AU TRAITEMENT DE L'ENFANT

Quel est le numéro du participant (à remplir par le chercheur)?

Quels étaient le ou les motifs de consultation de l'enfant? (à remplir par le chercheur)

- prévention/bien-être/aucun symptôme
- maux de tête/migraine
- douleur au cou
- douleur au milieu du dos ou au côtes
- douleur au bas du dos
- douleur aux extrémités
- TDA/TDAH
- autisme
- difficultés d'allaitement
- rhume
- colique
- problèmes digestifs
- plagiocéphalie
- torticolis
- Autre(s)

Le questionnaire est rempli par?

- Mère
- Père
- Tuteur légal
- Autre

**Les questions suivantes portent sur les nouveaux symptômes que vous auriez pu observer chez l'enfant immédiatement après le traitement.**

Est-ce que l'enfant a eu des pleurs ou de l'irritabilité apparus immédiatement suite au traitement ?

- Oui
- Non

Est-ce que l'enfant a eu des inconforts/douleurs apparus immédiatement suite au traitement ?

- Oui
- Non

Quelle est la localisation de ce ou ces symptômes chez l'enfant?

Est-ce que l'enfant a eu des raideurs apparus immédiatement suite au traitement ?

- Oui
- Non

Quelle est la localisation de ce ou ces symptômes chez l'enfant?

Est-ce que l'enfant a eu des faiblesses apparus immédiatement suite au traitement ?

- Oui
- Non

Quelle est la localisation de ce ou ces symptômes chez l'enfant?

Est-ce que l'enfant a eu de la fatigue apparue immédiatement suite au traitement ?

- Oui
- Non

Est-ce que l'enfant a eu des maux de tête apparus immédiatement suite au traitement ?

- Oui  
 Non

Est-ce que l'enfant a eu des vertiges apparus immédiatement suite au traitement ?

- Oui  
 Non

Est-ce que l'enfant a eu des engourdissements/picottements apparus immédiatement suite au traitement ?

- Oui  
 Non

Quelle est la localisation de ce ou ces symptômes chez l'enfant?

Est-ce que l'enfant a eu des nausées/vomissements apparus immédiatement suite au traitement ?

- Oui  
 Non

Est-ce que l'enfant a eu des difficultés à la marche apparues immédiatement suite au traitement ?

- Oui  
 Non

Est-ce que l'enfant a eu un symptôme, autre que ceux énuméré précédemment, apparus immédiatement suite au traitement ?

- Oui  
 Non

Quelle est la localisation de ce ou ces nouveaux symptômes chez l'enfant?

Quelle est l'intensité de ce symptôme sur une échelle de 0 à 100 (0 étant aucun symptôme et 100 étant la pire présentation de ce symptôme)?