



**HAL**  
open science

# Place de l'utilisation des chaînes myofasciales (PGCM) dans la stratégie rééducative globale des lombalgies

Barbara Gosse

## ► To cite this version:

Barbara Gosse. Place de l'utilisation des chaînes myofasciales (PGCM) dans la stratégie rééducative globale des lombalgies. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-04142225

**HAL Id: dumas-04142225**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04142225>**

Submitted on 26 Jun 2023

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

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

**Institut de formation en Masso-Kinésithérapie Niçois**

Mémoire soutenu et présenté par **Barbara GOSSE**

Année 2021-2022

***Place de l'utilisation des chaînes myofasciales (PGCM)  
dans la stratégie rééducative globale des lombalgiques***

Sous la direction de Monsieur Patrick NENERT

Axe 2 : Soins primaires et évaluation des pratiques professionnelles en masso-kinésithérapie

Master Ingénierie de la Santé – Parcours RECLINT

Jury :

CHOPLIN Arnaud, PhD – HDR en Sciences de l'Éducation – Directeur de l'IFMKN

NENERT Patrick – Formateur de l'IFMKN – Directeur de Mémoire

MANGEL Anthony – Formateur de l'IFMK – Masseur-kinésithérapeute D.E.

**Liste des abréviations :**

PGCM : Physiothérapie Globale des Chaines Myofasciales

SNC : Système Nerveux Central

MKDE : Masseur-Kinésithérapeute Diplômé d'Etat

IIP : Indice d'instabilité posturale

IP : Indice de Puissance

ICP : Indice de Contrôle de Puissance

CPP : Comité de Protection des Personnes

F : Femme

H : Homme

$\Delta$  : différence entre l'IIP obtenu après la séance de PGCM (IIP3) et l'IIP obtenu avant cette dernière (IIP2)

## Table des matières

AVANT-PROPOS.....	1
INTRODUCTION.....	4
1 Principes et efficacité de la physiothérapie globale des chaînes myofasciales .....	4
1.1 Place de la PGCM dans la littérature .....	4
1.2 Méthode de la revue bibliographique sur la PGCM .....	5
1.2.1 Définition des mots-clés .....	5
1.2.2 Sources des données .....	5
1.2.3 Recherche et sélection des études.....	6
1.2.4 Critères d'inclusion/exclusion .....	6
1.3 Résultats de la revue bibliographique sur la PGCM.....	6
1.4 Discussion .....	8
2 La physiologie de la posture.....	9
2.1 Méthode d'étude de la physiologie posturale .....	9
2.1.1 Définition des mots clés .....	9
2.1.2 Sources de données.....	9
2.1.3 Recherche et sélection des études.....	9
2.1.4 Critères d'inclusion/exclusion .....	10
2.2 Résultats.....	10
2.3 Discussion .....	11
2.3.1 La posture : concepts généraux .....	11
2.3.2 La posture est au carrefour des fonctions motrices, sensibles et sensorielles ...	12
2.3.3 Les récepteurs périphériques impliqués dans le contrôle postural : le système vestibulaire .....	13
2.3.4 Les récepteurs périphériques impliqués dans le contrôle postural : la vision ....	14
2.3.5 Les récepteurs périphériques impliqués dans le contrôle postural : le système proprioceptif .....	15

2.3.6	Les récepteurs périphériques impliqués dans le contrôle postural : le tact .....	17
2.3.7	Les ajustements posturaux.....	17
2.3.8	Physiologie des ajustements posturaux : le contrôle segmentaire.....	18
2.3.9	Physiologie des ajustements posturaux : le contrôle cérébral .....	19
2.3.10	La capacité posturo-cinétique : lien entre posture et mouvement .....	19
2.3.11	Modifier la posture pour corriger le mouvement.....	21
2.3.12	Conclusion.....	22
3	Problématique et justification.....	23
	METHODE.....	24
1	Etude expérimentale .....	24
2	Choix de l’outil de mesure.....	24
2.1	Introduction.....	24
2.2	Méthode .....	24
2.2.1	Définition des mots-clés .....	25
2.2.2	Sources des données .....	25
2.2.3	Recherche et sélection des études.....	25
2.2.4	Critères d’inclusion/exclusion .....	25
2.3	Résultats.....	26
2.4	Discussion.....	28
4	Identification des données à recueillir .....	29
5	Population.....	31
6	Taille de l’échantillon.....	33
7	Durée de l’étude.....	33
8	Schéma thérapeutique.....	33
9	Objectif principal.....	36
10	Objectifs secondaires .....	36
11	Considérations éthiques.....	37

12	Préalable administratif.....	37
	RESULTATS .....	38
1	Mise en place de l'étude .....	38
2	Identification de la population.....	39
3	Résultats posturographiques bruts .....	40
4	Résultats relatifs à la perception des patients .....	41
4.1	Résultats bruts.....	42
4.2	Analyse thématique.....	43
5	Analyse statistique des résultats posturographiques.....	44
5.1	Définition de l'hypothèse nulle H0 et de l'hypothèse alternative H1.....	44
5.2	Choix du test statistique.....	44
5.3	Recueil des données.....	45
5.4	Calcul statistique.....	46
5.5	Interprétation statistique .....	46
	DISCUSSION.....	47
1	Interprétation des résultats posturographiques .....	47
2	Interprétation des résultats relatifs à la perception des patients .....	47
3	Limites de l'études .....	48
3.1	Diversité de l'échantillon étudié .....	48
3.2	Taille de l'échantillon étudié .....	48
3.3	Fluctuations inter et intra-individus.....	48
4	Perspectives d'amélioration.....	49
	CONCLUSION .....	50
	BIBLIOGRAPHIE .....	1
	Annexe n°1 : formulaire de consentement .....	1
	Annexe n°2 : Avis favorable du CPP .....	5
	Annexe n°3 : cahier d'observation .....	9



## **Résumé :**

### **INTRODUCTION**

La littérature fait état d'une efficacité rééducative chez le lombalgique, dès lors qu'une approche globale est employée. Or, en l'état actuel la compréhension du mode d'action reste peu explicitée. Les dernières publications argumentent en faveur d'un effet en lien avec le vecteur de l'intégration sensorimotrice. Dans ce contexte, nous proposons d'explorer les modifications de l'intégration sensorimotrice induites par la méthode de rééducation PGCM au travers d'un de ses paramètres. L'indice d'instabilité posturale (IIP) devient notre outil de mesure.

### **METHODE**

Dans le cadre de séances de rééducation prescrites et habituellement réalisées, une étude préliminaire prospective monocentrique a été réalisée lors d'une séance de kinésithérapie, avec 16 patients lombalgiques chroniques, diagnostiqués selon les critères de la HAS.

La notion d'intégration sensorimotrice est évaluée au moyen d'une analyse stabilométrique, outil habituellement utilisé dans ce type de rééducation.

Les IIP sont mesurés à trois reprises : deux fois avant une séance de PGCM puis une fois après cette dernière. Le recueil des données permet de comparer les IIP par un T de Student avec un risque  $\alpha$  de 5 %.

### **RESULTATS**

Une différence des IIP obtenus avant et après la séance de PGCM a été retrouvée avec une tendance générale d'amélioration de l'IIP. Cette différence est cependant statistiquement non significative.

### **DISCUSSION**

La PGCM semble agir sur l'IIP sans pour autant permettre une sensibilité statistiquement significative, l'hypothèse d'une action sur le système d'intégration sensorimotrice ne peut être écartée en raison d'une éventuelle modification d'autres paramètres de l'intégration sensorimotrice telle que la perception.

**Mots clés :** méthode de rééducation globale, posturographie, lombalgie, intégration sensorimotrice, proprioception

## **Abstract:**

### **INTRODUCTION**

Scientific literature underlines rehabilitation efficiency for patients with low back pain as soon as a global approach is used. But as it is, the reason of why it is efficient is not spelled out. The most recent publications make a case for an impact linked with sensorimotor integration's driver. In that respect, we decided to explore the changes of sensorimotor integration due to global physiotherapy approach through one of its parameters. We chose the Postural Instability Index (PII) as our measurement tool.

### **METHOD**

As part of prescribed and usually carried out rehabilitation sessions, a monocentric prospective preliminary study was done on a 4-week timeframe. There were 16 patients suffering from chronic low back pain, diagnosis made upon HAS criteria.

The concept of sensorimotor integration was assessed with a stabilometric analysis which is a tool currently used in this kind of rehabilitation.

The PII were measured 3 times: twice before a PGCM session and one afterwards. The data collect allowed us to compare the PII averages with a Student's T-test, with a 5% significance level.

### **RESULTS**

A difference was found between the PII collected before and after the global physiotherapy session with an PII's positive general trend. However, this difference is not statistically significant.

### **DISCUSSION**

The global physiotherapy does not seem to have a short-term impact on PII. Thus, the assumption of an action on the sensorimotor integration system can't be dropped since there are changes of other-sensorimotor integration parameters such as perception.

**Key words:** global physiotherapy, posturography, low back pain, sensorimotor integration, proprioception

## AVANT-PROPOS

Selon Maurice Merleau-Ponty, « le corps est le véhicule de l'être au monde » : avoir un corps c'est pour un vivant se joindre à un milieu défini, se confondre avec certains projets et s'y engager continuellement » [1].

La notion de corps intervient dans de nombreuses disciplines et présente différentes définitions. Il peut désigner par exemple l'organisme ou la partie matérielle d'un être.

De même en psychologie, le corps n'est pas pour soi un assemblage d'organes juxtaposés dans l'espace. Nous le tenons dans une possession indivise et nous connaissons la position de chacun de ses membres par un schéma corporel où ils sont tous enveloppés. La notion de schéma corporel reste cependant ambiguë.

Le schéma corporel a dans un premier temps été défini comme un résumé de notre expérience capable de donner un commentaire et une signification à l'intéroceptivité et à la proprioceptivité du moment [1]. Il s'agit là d'une association d'images provenant de chaque sens, fortement établies et constamment prêtes à jouer. Ainsi cette représentation physiologique ne pouvait être qu'un centre d'images au sens classique. Pourtant en psychologie nous constatons bien que le schéma corporel dépasse cette dimension associationniste.

Le schéma corporel n'est donc plus le résultat des associations établies au cours de l'expérience mais une prise de conscience globale de la posture dans un monde intersensoriel [1]. Burger-Prinz et Kaila le définissent comme le savoir du corps propre, terme d'ensemble, et de la relation mutuelle de ses membres et de ses parties. Cette approche du schéma corporel présente toutefois de nouvelles limites. En effet chez l'anosognosique par exemple, le membre paralysé ne compte plus dans son schéma corporel. De même, la douleur chronique et récidivante est à l'origine d'une réorganisation cérébrale importante au niveau des représentations motrices et sensorielles des muscles [2]. Les personnes atteintes de lombalgie chronique présentent donc une altération de leur schéma corporel. C'est pourquoi les psychologues considèrent le schéma corporel comme dynamique : le corps nous apparaît comme posture en vue d'une certaine tâche actuelle ou possible [1].

Si le corps peut être une forme et s'il peut y avoir devant lui des figures privilégiées devant lesquelles le corps est polarisé par ses tâches vers elles, le schéma corporel est finalement une manière d'exprimer que le corps est au monde [1].

Cette expression du corps au monde est le fruit d'une union complexe entre perception et mouvement.

D'après le dictionnaire médical, la perception ou le sensible est un ensemble d'opérations psychologiques qui codent et coordonnent les diverses sensations liées à la présence d'un objet extérieur, leur donnent une signification et permettent une prise de connaissance [3]. On distingue ainsi la perception de la sensation : le sensible n'est pas l'effet immédiat d'un stimulus étant donné qu'il est accessible à des influences centrales.

En effet le sensible est ce que l'on saisit avec les sens mais ce « avec » n'est pas seulement instrumental, l'appareil sensoriel n'est pas seulement un conducteur, même à la périphérie l'impression physiologique se trouve engagée dans des relations centrales [1]. En effet, une excitation est perçue lorsqu'elle atteint un organe sensoriel qui est en accord avec elle. La fonction de l'organisme dans la réception des stimuli est pour ainsi dire de concevoir une certaine forme d'excitation. Le cerveau devient le lieu d'une mise en forme assurant une réorganisation de l'excitation la faisant ressembler à la perception qu'elle va susciter. Le sujet peut ainsi détourner son attention des stimuli s'inscrivant sur ses surfaces sensorielles.

Or des lésions centrales peuvent modifier l'organisation spatiale des données et la perception des objets. La localisation confuse de l'excitation s'explique par un nivellement des excitations qui n'arrivent plus à s'organiser en un ensemble stable se traduisant à la conscience par un message brouillé [1].

Les organes des sens sont donc des moyens d'accès au monde uniquement si l'on tient compte de la notion de perception. Et sans perception il est impossible de concevoir quelconque mouvement. Ce n'est jamais notre corps objectif que nous mouvons mais notre corps perceptif puisque c'est le corps qui se lève vers les objets à saisir et qui les perçoit [1].

Nous pouvons citer par exemple un patient piqué par un insecte qui trouve l'endroit de la pique non pas par des coordonnées axiales dans un monde objectif, mais par sa main perceptive suivant les indications de son corps perceptif sur la zone douloureuse.

L'opération a lieu entièrement dans l'ordre perceptif, elle ne se passe dans un monde objectif que pour le spectateur.

Le mouvement est donc une relation : relation entre le corps, la décision et le monde [1].

Un mouvement est appris lorsque le corps l'a compris c'est-à-dire lorsqu'il l'a « incorporé » à son monde, et mouvoir son corps c'est viser à travers lui les choses, c'est le laisser répondre à leurs sollicitations qui s'exercent sur lui sans aucune représentation. L'acquisition d'un mouvement est bien la saisie d'une signification mais aussi la saisie motrice d'une signification motrice [1].

Ainsi, si la motricité est directement liée à la perception, l'émergence de mouvements pathologiques pourrait s'expliquer par une altération cette dernière.

Rééduquer un mouvement ou une posture pourrait donc passer par une rééducation de la perception. C'est d'ailleurs cette approche qui semble être proposée par des méthodes de kinésithérapie globale telle que la physiothérapie globale des chaînes myofasciales (PGCM).

# INTRODUCTION

## 1 Principes et efficacité de la physiothérapie globale des chaînes myofasciales

### 1.1 Place de la PGCM dans la littérature

A l'exemple de la médecine, la spécialisation des pratiques séduit une part importante de la population des kinésithérapeutes, qui se tournent alors vers la multitude des formations complémentaires très spécifiques qui leur sont proposées [4]. En parallèle d'un discours unanime de la profession qui affiche une volonté de traiter la « globalité » d'un patient, cette tendance à la spécialisation pourrait avoir l'effet inverse et segmenter le patient et sa plainte [5]. Dans cette course à la spécialisation quelle place peut-on encore accorder aux approches globales en rééducation ?

La notion de globalité en kinésithérapie se rapproche de la conception Hippocratique selon laquelle « l'origine des maladies est dans tout le corps » [4]. Il s'agit déjà une vision restrictive par rapport aux médecines holistiques, très en vogue dans les thérapies non conventionnelles où la globalité concerne les états physique, émotionnel, mental et spirituel. C'est aussi une conception restrictive par rapport à une conception de la santé conforme à la constitution de l'OMS et sa vision couvrant les aspects bio-psycho-sociaux et environnementaux.

Ainsi l'approche globale kinésithérapique tend à s'éloigner des symptomatologies très localisées, identifiées par la prescription et envisage la possibilité d'attribuer les origines d'un déficit à des lésions plus éloignées dans l'espace et dans le temps [5]. L'objectif est de rééduquer le corps dans sa totalité [6–8]. Les atteintes somatiques du patients sont prises en charge non pas de manière segmentaire mais de façon simultanée dans une approche globale de la personne [5].

Une approche globale est proposée dans différentes méthodes et techniques kinésithérapiques, mais notre propos concernera uniquement les techniques basées sur l'étirement des chaînes myofasciales associant de la thérapie manuelle à un travail dynamique respiratoire, parmi lesquelles : la *méthode Mézières* et la *Rééducation Posturale Globale* [6,8]. Ces différentes

méthodes sont regroupées sous l'appellation de physiothérapie globale des chaînes myofasciales (PGCM) et ont pour caractéristique d'agir sur la posture.

Afin d'évaluer ces pratiques kinésithérapiques, il est nécessaire d'étudier les mécanismes d'action ainsi que les preuves d'efficacité de la PGCM. L'objectif de cette revue bibliographique est donc d'analyser les données de la littérature concernant les méthodes de PGCM en se concentrant sur les modes d'action et sur les intérêts que présentent ces techniques rééducatives. Une seconde revue de la littérature sur la physiologie posturale permettra par la suite de comprendre comment la PGCM peut agir sur la posture.

## **1.2 Méthode de la revue bibliographique sur la PGCM**

La revue de la littérature a été réalisée selon les lignes directrices de la méthode PRISMA.

### 1.2.1 Définition des mots-clés

Les mots-clés ont préalablement été déterminés à l'aide du *Grand Dictionnaire Terminologique* et du site *TermSciences*. Aidés des recherches effectuées, nous avons utilisé les mots-clés suivants :

- *Méthode Mézières*
- *Mézières method*
- *Mézières concept*
- *Rééducation posturale globale*
- *Global postural rehabilitation*
- *Global postural reeducation*
- *Globale postural re-education*

### 1.2.2 Sources des données

Les recherches effectuées entrent dans le domaine de la santé et en particulier de la kinésithérapie. Nous avons donc interrogé des bases de données scientifiques, spécialisées dans la médecine et la kinésithérapie. Ainsi *PubMed*, *Google Scholar*, *PEDro* et *LiSSa* ont été consultés.

### 1.2.3 Recherche et sélection des études

Seules les études en anglais et en français ont été retenues. L'onglet « citation » de *Google Scholar* n'a pas été sélectionné durant les recherches.

La fonction « recherche avancée » ainsi que l'opérateur logique « OR » ont été utilisés afin de diminuer les bruits de la recherche. Ainsi nous avons pu cibler les articles qui possédaient les mots clés dans le titre ou bien l'abstract grâce à l'équation de recherche suivante : « *(mézières concept[Title/Abstract]) OR (méthode mézières[Title/Abstract]) OR (mézières method[Title/Abstract]) OR (global postural rehabilitation[Title/Abstract]) OR (global postural reeducation[Title/Abstract]) OR (global postural re-education[Title/Abstract])* ».

### 1.2.4 Critères d'inclusion/exclusion

L'objectif de cette revue bibliographique était d'évaluer les méthodes de PGCM d'un point de vue scientifique. Seuls les articles traitant de l'efficacité ou bien expliquant les mécanismes sous-jacents ont été inclus.

Les articles décrivant les principes de la méthode, les études de cas et les écrits rédigés dans le cadre d'un master ou d'une thèse ont été exclus.

## 1.3 Résultats de la revue bibliographique sur la PGCM

Les premières recherches ont permis d'identifier 198 articles à partir des différentes bases de données. Après la suppression des doublons, les 133 articles restants ont été étudiés en fonction des titres et abstracts permettant de retenir 53 articles selon les critères d'inclusion et d'exclusion prédéfinis. Une analyse plus précise de ces articles a enfin permis d'inclure 38 études dont 2 méta-analyses [9,10], 2 revues systématiques [11,12] et 3 revues de la littérature [13–15].

Les étapes de la revue de la littérature sont schématisées par le diagramme de flux PRISMA ci-dessous (figure n°1).

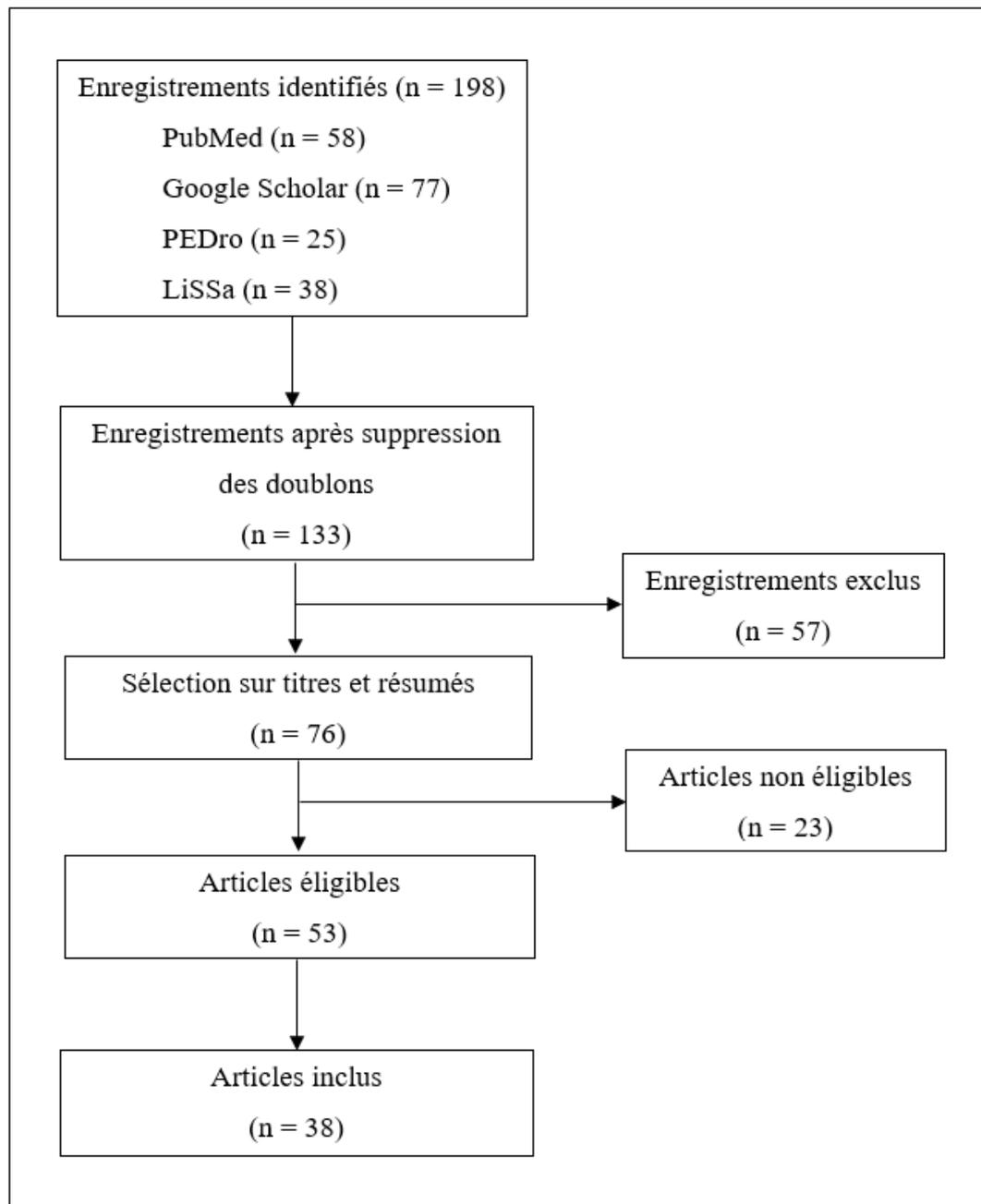


Figure n°1 : Diagramme de flux PRISMA de la revue de la littérature sur la PGCM

## 1.4 Discussion

Les articles inclus dans cette revue de la littérature mettent en évidence une efficacité de la PGCM dans le traitement de nombreuses pathologies [13]. L'amélioration de la douleur et de la fonction est retrouvée dans plusieurs articles.

Un grand nombre d'études apportent un intérêt de ces méthodes globales dans le traitement des pathologies musculosquelettiques [10–12,14] avec en premier lieu le traitement de la lombalgie [15–26]. La cervicalgie [27–30] et la spondylarthrite ankylosante [9,31–33] ont également fait l'objet de plusieurs études mettant en évidence une efficacité des méthodes de PGCM dans l'évolution clinique de ces pathologies. De même les techniques globales semblent intéressantes dans le traitement de la fibromyalgie [34], de l'incontinence urinaire d'effort [35,36] ainsi que certains troubles temporo-mandibulaires [37].

Si la majorité des articles identifiés traitent de l'efficacité des méthodes globales dans des pathologies musculosquelettiques, certaines études mettent en évidence un intérêt dans le traitement de maladies neurodégénératives [38–41] et respiratoires avec notamment une amélioration des capacités respiratoires des patients souffrant de BPCO [42] et de la maladie de Parkinson [43].

Enfin, l'équilibre et la marche [44] semblent être améliorés par ces techniques [45,46].

Les articles identifiés semblent donc être en faveur d'une efficacité de la PGCM dans le traitement de diverses pathologies. Cette constatation est d'ailleurs confirmée par 2 méta-analyses [9,10] ainsi que 2 revues systématiques [11,12] et 3 revues de la littérature [13–15].

Néanmoins les études relevées présentent un faible niveau de preuves. Il est donc nécessaire de garder un esprit critique face à ces résultats.

La revue de la littérature effectuée semble donc en faveur d'une efficacité des méthodes de PGCM dans le traitement d'un certain nombre de pathologies. En revanche aucun mécanisme sous-jacent n'est mis en avant pour tenter d'expliquer ces résultats.

La globalité a pour objectif d'améliorer la fonctionnalité du mouvement. Cela passe par une réharmonisation de la posture et du mouvement [6]. Nous pouvons ainsi émettre l'hypothèse

que les méthodes de PGCM agissent sur un des paramètres de la physiologie de la posture et du mouvement.

Il est donc nécessaire de rappeler le lien existant entre la posture et le mouvement afin de découvrir les mécanismes pouvant les influencer.

## **2 La physiologie de la posture**

### **2.1 Méthode d'étude de la physiologie posturale**

Une revue de la littérature a été menée afin de comprendre la physiologie du contrôle postural.

#### 2.1.1 Définition des mots clés

Les mots clés ont été définis à partir du site *TermSciences*, du *Grand Dictionnaire Terminologique* ainsi que des recherches préliminaires.

Les mots clés suivant ont été utilisés :

- *Postural control*
- *Posture control*

#### 2.1.2 Sources de données

Le contrôle postural relève du domaine de la biologie et de la médecine. En conséquence, nous avons utilisé la base de données *PubMed*, principal moteur de recherche de données bibliographiques biomédicales.

#### 2.1.3 Recherche et sélection des études

Seules les études en anglais et en français ont été retenues.

La fonction « recherche avancée » ainsi que l'opérateur logique « OR » ont été utilisés afin de diminuer les bruits de la recherche. Ainsi les articles retenus possèdent les mots clés dans le titre. La recherche cible uniquement les études relatant les principes physiologiques du contrôle

postural, nous avons donc sélectionné uniquement les revues, méta-analyses, revues systématiques ainsi que les livres-documents.

#### 2.1.4 Critères d'inclusion/exclusion

L'objectif de cette revue bibliographique était de comprendre les mécanismes physiologiques de la posture. Ainsi seuls les revues, méta-analyses, revues systématiques ainsi que les livres-documents traitant du fonctionnement du contrôle postural ont été inclus.

Les essais cliniques et articles étudiant l'effet d'un traitement ou bien d'une pathologie sur le contrôle postural ont été exclus. Les écrits réalisés dans le cadre d'un master ou d'une thèse ont également été exclus des recherches.

## 2.2 Résultats

Les premières recherches ont permis d'identifier 157 résultats. Après l'analyse des titres et abstracts et l'application des critères d'exclusion nous avons retenu 11 articles. Ces 11 articles ont été étudiés de manière plus précise afin d'inclure les articles les plus pertinents en lien avec la thématique abordée, soit 8 articles.

En complément de ces 8 articles nous avons dû réaliser d'autres recherches concernant le fonctionnement de certains capteurs périphériques ainsi que les bases physiologiques de la motricité. La même méthodologie de recherche a été utilisée que pour le contrôle postural mais en utilisant les mots clés suivants :

- *Vestibular physiology*
- *Visual physiology*
- *Voluntary movement*

Enfin le *Dictionnaire de l'académie de l'Académie de Médecine* a été consulté.

## 2.3 Discussion

### 2.3.1 La posture : concepts généraux

D'après le dictionnaire médical de l'Académie de Médecine, la posture correspond à « une attitude définie en fonction de la disposition des différents segments corporels les uns par rapport aux autres à un moment donné, en corrélation avec la morphologie générale de l'individu et la nécessité de la résistance antigravitaire » [47]. Chaque posture est une position d'équilibre du corps. Les finalités de la posture sont d'une part la lutte contre la gravité assurant le maintien de l'équilibre et d'autre part la réalisation de mouvements grâce à la stabilisation de certaines articulations [48,49].

Chez l'Homme, la station érigée est la position de référence. Elle sert de référence consciente ou non pour le maintien postural comme pour le changement de posture et/ou l'exécution d'une activité motrice [49]. Son maintien est possible grâce à la contraction des muscles posturaux compensant les forces de pesanteur [48].

Il est courant de parler de posture globale, pourtant celle-ci est le fruit d'une superposition de sous-systèmes ayant pour but de maintenir l'équilibre en compensant les perturbations internes et externes.

Le contrôle postural humain a souvent été comparé à un modèle de pendule inversé. Ce modèle présente toutefois des limites en raison du caractère flexible du corps [48].

Une posture ne peut être considérée comme un ensemble figé. C'est un ensemble dynamique polyarticulé par l'intermédiaire d'un important système musculaire [50]. Elle doit répondre à la complexité biomécanique du corps et doit faire face à la forte instabilité que représente la station érigée [49].

Un sujet valide en position debout subit constamment des oscillations dues à des forces externes mais également internes [48]. Nous pouvons citer par exemple les variations de volume du caisson abdominal et thoracique lors de la respiration ou encore les battements cardiaques.

Les mouvements volontaires des différents segments ajoutent des contraintes supplémentaires en termes de maintien de l'équilibre. Ces nouvelles sources d'instabilité devront donc être compensées par une combinaison de différents ajustements posturaux [49].

Le contrôle postural est donc assuré par le système nerveux central (SNC). Ce dernier est muni de plusieurs systèmes de détection périphérique de toutes ces oscillations, changements de position et déstabilisations ainsi que de programmes moteurs prédéfinis [49]. La qualité du maintien postural et de l'exécution du mouvement dépend donc des informations sensorielles perçues et des ajustements posturaux mis en place.

Le contrôle postural est un prérequis indispensable à l'exécution d'un grand nombre d'actes en fournissant une base stabilisée pour l'action.

Il permet en effet d'une part, de donner une valeur de référence afin de planifier la trajectoire du mouvement et d'autre part, d'assurer la bonne exécution d'une tâche motrice en préservant l'orientation du segment corporel mobilisé [48,49].

Le maintien de l'équilibre postural est majoritairement inconscient.

Afin de pouvoir faire face aux multiples situations et simplifier la commande nerveuse, le cerveau utilise un certain nombre de combinaisons motrices, en partie innées et en partie acquises. Elles sont en nombre limité et stockées dans un répertoire qui comprend en principe les éléments de réponse appropriés aux situations usuelles. Ce répertoire est flexible et de nouvelles stratégies peuvent être apprises alors que d'autres sont inhibées car devenues inutiles ou néfastes en fonction du contexte. C'est le principe de la neuroplasticité avec un fonctionnement cérébral selon le principe « utilise-le ou oublie-le ! » [51].

Ceci met en évidence la notion de double tâche : une tâche primaire, motrice ou cognitive et une tâche secondaire, le contrôle postural [48].

### 2.3.2 La posture est au carrefour des fonctions motrices, sensibles et sensorielles

La posture est le fruit de deux grandes fonctions nerveuses : d'une part les voies motrices et d'une autre part les voies sensibles.

D'un point de vue physiologique, la posture se construit selon deux mécanismes correspondant à deux périodes du contrôle postural :

- Dans un premier temps : une boucle ouverte constituée des afférences sensorielles issues des systèmes vestibulaires, proprioceptifs, visuels, tactiles [48,50,52].
- Dans un second temps : une boucle fermée correspond à un contrôle en feedback. Le signal d'erreur rapporté par les afférences sensorielles sera compensé par des efférences motrices : les ajustements posturaux [48-50,52,53].

### 2.3.3 Les récepteurs périphériques impliqués dans le contrôle postural : le système vestibulaire

Le sens de l'équilibre joue un rôle dans le contrôle de la posture, les mouvements réflexes, la perception du mouvement dans l'espace et le contrôle autonome.

L'appareil vestibulaire est situé dans l'oreille interne au niveau du labyrinthe. Il comprend deux organes : les otolithes et les canaux semi-circulaires.

Le fonctionnement des otolithes dépend de la gravité, on parle de gravicepteurs. Ils détectent les accélérations linéaires [54]. L'homme possède deux otolithes de chaque côté de la tête : l'utricule (horizontal) et le saccule (vertical). Les cellules réceptrices des otolithes sont incluses dans la membrane otolithique, qui contient les otoconies, sortes de cristaux solides. Lors d'une déviation de la tête de sa position de repos, les otoconies glissent sur la membrane otolithique et produisent une force de cisaillement sur les cellules réceptrices, qui induisent un message nerveux.

Contrairement aux otolithes, le système canalaire ne dépend pas de la gravité. C'est un système de coordonnées sensorielles intrinsèque qui constitue un cadre spatial pour la coordination de nombreux réflexes et d'interactions sensorielles. Il permet d'informer le cerveau des accélérations angulaires de la tête [54]. Il est formé de 6 canaux semi-circulaires (3 de chaque côté) tapissés de cils et remplis d'endolymphe. Lors d'un mouvement de la tête, un courant endolymphatique est généré infléchissant les cils des cellules réceptrices, les cellules ciliées. L'orientation des canaux semi-circulaires suit 3 principes fonctionnels indépendants : une symétrie bilatérale (les deux labyrinthes étant en miroir l'un de l'autre), un mode opératoire

réciproque (lors d'une rotation de la tête, les récepteurs d'un canal donné sont excités, et ceux du canal controlatéral coplanaire inhibés), une orthogonalité mutuelle des canaux.

Cette disposition forme un système de coordonnées physiques particulièrement adapté à la détection des accélérations angulaires dans l'espace tridimensionnel [54].

Les informations sensibles issues du vestibule sont transmises aux noyaux intégrateurs gris centraux du tronc cérébral appelés noyaux vestibulaires par le nerf vestibulo-cochléaire (nerf crânien VIII) [54].

Les noyaux vestibulaires sont les points de départ de différentes voies [54] :

- Les voies vestibulo-oculaires responsables de l'oculo-céphalogyrie
- Les voies d'association internucléaires
- Les voies vestibulo-spinales
- Les voies vestibulo-cérébelleuses assurant la coordination du mouvement selon les variations de la posture
- Les voies coeruleo-vestibulaires : elles modifieraient les réflexes vestibulo-oculaires et vestibulo-spinaux selon les différents niveaux de vigilance
- Les voies en lien avec d'autres nerfs crâniens
- Les projections vestibulaires corticales

Dans le cadre de la structure générale des mécanismes posturaux, les voies vestibulaires et leurs coordonnées tridimensionnelles intrinsèques fournissent probablement un guide pour l'organisation de divers systèmes sensoriels et moteurs, ainsi que des transformations sensorimotrices [54].

#### 2.3.4 Les récepteurs périphériques impliqués dans le contrôle postural : la vision

La vision est dédiée à la perception de la lumière et à l'intégration d'informations visuelles à l'origine d'impressions sensorielles (formes, couleurs, déplacements, textures, contrastes, reliefs) [55]. Elle possède un rôle très important dans le maintien de la posture [48,50,56,57].

L'image se forme au niveau cérébral par l'intermédiaire de récepteurs sensibles à la lumière, de lentilles permettant la convergence de la lumière sur ces récepteurs et de voies nerveuses

transmettant l'information aux centres nerveux supérieurs permettant son traitement pour la perception visuelle [55].

Les informations visuelles sont captées par la rétine. En traversant la cornée et le cristallin, les rayons lumineux convergent vers la rétine. Celle-ci est composée entre-autre de photorécepteurs : les cônes et les bâtonnets. Ils vont permettre de traduire l'information lumineuse en information nerveuse, on parle de phototransduction. L'information nerveuse va ensuite être transmise au cortex occipital par l'intermédiaire du nerf optique [55].

Une fois que l'information visuelle a parcouru les voies visuelles pour arriver jusqu'à l'aire corticale, un traitement complémentaire de l'information est nécessaire. Il existe 2 voies de traitement de l'information visuelle [55] :

- La voie ventrale, occipito-temporale (voie du « what »)
- La voie dorsale, occipito-pariétale (voie du « where »)

La voie ventrale permet d'identifier un objet, elle est essentiellement impliquée dans la perception de la forme et de la couleur, soit les caractéristiques de base de reconnaissance d'un objet.

La voie dorsale permet d'apprécier la position dans l'espace et l'orientation de l'objet. En condition normale, cette voie n'intervient que de façon complémentaire pour reconnaître un objet.

Les données visuelles seront pour le cerveau une information supplémentaire concernant la position de la tête dans l'espace, l'évaluation des distances et la position des membres lorsqu'ils se situent dans le champ de vision. Elles permettent de donner les informations tridimensionnelles du milieu environnant afin de construire un référentiel dans lequel évoluer [57].

### 2.3.5 Les récepteurs périphériques impliqués dans le contrôle postural : le système proprioceptif

La proprioception correspond à la sensibilité de l'organisme à la position de chacun de ses membres et à son propre mouvement [58].

D'un point de vue physiologique on scinde la proprioception en deux composantes : la statesthésie et la kinesthésie.

La statesthésie informe de manière consciente le système nerveux central des positions statiques des membres. La kinesthésie fournit quant à elle une information dynamique inconsciente concernant les déplacements des segments.

La proprioception dépend de récepteurs mécaniques, les propriocepteurs, localisés dans le muscle squelettique, les tendons et aponévroses, les articulations, le derme palmaire et plantaire [59]... Les plus importants sont les fuseaux neuromusculaires, sensibles à l'allongement (amplitude, vitesse de l'étirement), situés dans les muscles squelettiques ; les organes tendineux de Golgi, sensibles à la tension, localisés à la jonction myotendineuse ; les corpuscules de Pacini, sensibles aux déformations mécaniques et à la pression, localisés dans les aponévroses, le derme palmaire et plantaire [59].

Ces différents canaux fournissent des informations complémentaires au cerveau par les voies proprioceptives ascendantes.

La voie lemniscale transmet les informations proprioceptives conscientes au cortex pariétal. Elles correspondent aux données de la statesthésie.

Les voies spino-cérébelleuses transmettent les informations kinesthésiques inconscientes au cervelet. Les caractéristiques géométriques et biomécaniques fournies permettent au cervelet de calculer la commande motrice nécessaire à la réalisation du mouvement programmé, ici le maintien de la posture.

Ainsi, deux systèmes proprioceptifs parallèles coexistent au sein du système nerveux : l'un conscient, élaborant une représentation sensori-motrice du corps, l'autre inconscient, dévolu à un contrôle plus fin, capable de coder les paramètres dynamiques du mouvement.

Le traitement de ces informations sensorielles participerait au rétrocontrôle des mouvements des membres ainsi qu'au maintien de la posture en actualisant la progression de la réalisation d'un mouvement et en le corrigeant, au besoin.

Il est à noter que la vision et la proprioception des membres inférieurs constituent les modalités les plus sensibles pour la perception des oscillations corporelles chez le sujet debout, le seuil de détection du système vestibulaire étant comparativement plus élevé.

### 2.3.6 Les récepteurs périphériques impliqués dans le contrôle postural : le tact

L'information haptique est cruciale pour renseigner les propriétés physiques du support : configuration, orientation, rigidité, compliance et stabilité. Elle provient des mécanorécepteurs sous-cutanés, des fuseaux neuromusculaires, des organes tendineux de Golgi ainsi que des récepteurs articulaires [49].

En station érigée les mécanorécepteurs de la sole plantaire sont les plus sollicités. Ils détectent les oscillations de basse fréquence permettant l'utilisation d'une stratégie d'équilibration par la cheville.

L'ajout d'un support supplémentaire par l'utilisation de la pulpe des doigts par exemple apporte un référentiel complémentaire réduisant encore les oscillations posturales.

### 2.3.7 Les ajustements posturaux

Les informations sensorielles issues de ces différents récepteurs vont permettre d'une part de détecter les déséquilibres mais également d'informer le SNC de la position des segments pour initier un mouvement [49,50].

Ainsi, les déséquilibres perçus par les récepteurs sensitifs permettent l'élaboration d'une commande motrice assurant une contraction musculaire [49]. On parle d'ajustements posturaux compensateurs ou réactionnels. Ils correspondent à des modifications posturales permettant de maintenir une posture à la suite d'un déséquilibre. On les caractérise d'ajustements rétroactifs (*feedback*) [49,53].

Ces réactions compensatrices se traduisent, suivant l'importance de la perturbation, soit par une simple réorganisation de la répartition des activités toniques en fonction de la situation nouvelle (réaction d'adaptation statique), soit par des mouvements correcteurs (réflexes d'équilibration).

En parallèle à ces mécanismes compensatoires existent des ajustements posturaux anticipateurs (APA).

Les ajustements posturaux anticipateurs correspondent à des mécanismes de pro-action (*feedforward*), ils précèdent le mouvement et permettent de modifier la posture pour faciliter la réalisation du mouvement et minimiser les perturbations posturales engendrées par le mouvement à venir [48–50,53]. Les APA sont spécifiques du mouvement à venir et diffèrent

d'une tâche à l'autre. Avant l'exécution d'un mouvement le SNC consulte des informations stockées en mémoire concernant le corps et l'environnement afin de se faire une représentation des conséquences de la situation (modèle interne) [50]. Ce mode est le résultat d'un apprentissage et d'un nombre de répétitions important : le SNC apprend à anticiper.

Les ajustements posturaux anticipateurs ou compensateurs sont issus de deux types de commandes : un contrôle segmentaire et un contrôle cérébral [48].

Le tonus postural est régulé essentiellement par des circuits neuronaux situés dans la moelle spinale et le tronc cérébral.

### 2.3.8 Physiologie des ajustements posturaux : le contrôle segmentaire

Une grande partie des contractions musculaires sont induites par des réflexes présents au niveau de la moelle spinale [49,52,53,56]. Le contrôle postural ne déroge pas à cette règle, en effet plusieurs réflexes sont à la base des ajustements posturaux compensateurs [48] :

- Le réflexe d'étirement
- Les réflexes toniques labyrinthiques (issus des otolithes) qui augmentent le tonus musculaire des membres du côté où la tête est inclinée
- Le réflexe tonique du cou qui augmente le tonus des extenseurs des membres du côté où la tête est tournée
- La réaction de support positive : co-contraction des muscles jambiers induite par le contact du pied au sol. Déclenchée par les informations cutanées plantaires et la proprioception des muscles intrinsèques, elle aurait pour but de raidir les articulations du pied et la cheville afin de supporter le poids du corps
- Les réflexes de redressement présents chez l'homme mais très peu étudiés

Le contrôle segmentaire reste néanmoins peu élaboré. C'est pourquoi il est suppléé par un contrôle cérébral.

### 2.3.9 Physiologie des ajustements posturaux : le contrôle cérébral

Le SNC joue un rôle primordial dans le maintien de la posture [48,57].

Les commandes motrices du contrôle postural échappent majoritairement au contrôle volontaire, elles empruntent donc les voies extra-pyramidales.

Deux structures s'avèrent primordiales dans l'initiation des messages moteurs posturaux : le cervelet et le tronc cérébral, plus particulièrement la substance réticulée [48,49,53,56].

En effet le cervelet est le centre régulateur des informations sensibles vestibulaires et proprioceptives inconscientes. Il élabore des messages nerveux moteurs en direction des muscles pour rétablir un équilibre dans le cadre d'ajustements posturaux compensateurs [49].

De même, il sera sollicité dans tous les mouvements volontaires afin d'assurer la coordination et les programmes posturaux nécessaires au bon déroulement de ce dernier. Il s'agira dans ce cas d'APA [49].

Le tronc cérébral est également indispensable dans le contrôle postural en raison de la présence des noyaux gris et noyaux rouges, véritables carrefours d'informations sensibles et motrices impliquées dans les ajustements posturaux [49].

### 2.3.10 La capacité posturo-cinétique : lien entre posture et mouvement

D'un point de vue biomécanique, pour qu'un acte moteur soit efficace, il faut que l'action de ces différentes forces soit régulée par le SNC, en tenant compte à la fois des contraintes biomécaniques du système articulaire et des contraintes de l'acte moteur. D'après les lois mécaniques, tout mouvement induit une perturbation endogène de l'équilibre corporel. Pour la bonne exécution des actes moteurs, ces déséquilibres devront être compensés [49,50]. Ceci met en évidence l'existence de deux types d'activité musculaire durant l'exécution d'un mouvement volontaire : une activité cinétique et une activité posturale [60].

Un mouvement ne peut se concevoir indépendamment du contexte postural [50]. C'est pourquoi l'exécution d'un mouvement fait intervenir deux chaînes musculaires : la chaîne focale ou cinétique et la chaîne posturale.

L'action de la chaîne cinétique ou focale est dévolue à l'exécution du mouvement volontaire. Elle concerne la musculature impliquée directement dans le mouvement à effectuer (par exemple les fléchisseurs du coude pour amener quelque chose à la bouche).

Dans le domaine du contrôle moteur, certains auteurs différencient posture et mouvement, la production de l'un perturbant le contrôle de l'autre [50].

Dans cette perspective, lors de la production d'un acte moteur, une stratégie est mise en jeu par les sujets, afin de minimiser et/ou de compenser les déséquilibres posturaux produits par le mouvement [50,61]. Cela consiste en la production d'ajustements posturaux dont le but est la création de ce que Bouisset appelle la capacité posturo-cinétique, supposée dépendre de l'état actuel du système sensorimoteur [60].

Ainsi, la chaîne posturale assure un contrôle des perturbations durant la totalité de l'activité motrice par l'intermédiaire d'ajustements posturaux. Ces ajustements posturaux seront contemporains du mouvement mais pourront également le précéder ou le suivre [49,50,56,61].

S'ils précèdent le mouvement, on parlera d'ajustements posturaux anticipateurs [49]. Ceux-ci sont d'une importance cruciale dans la cinétique motrice. Les ajustements posturaux anticipateurs assurent la transition entre un état stable, celui de la posture initiale, et un état transitoire, celui du mouvement [61].

Plusieurs dizaines de millisecondes avant le début d'un mouvement intentionnel, il se produit une redistribution de l'activité des noyaux moteurs dans les différents segments de la moelle. Celle-ci peut commencer par une désactivation des muscles participant au maintien postural puis, différents muscles seront activés selon une séquence reproductible. La séquence des APA est spécifique du mouvement effectué [60].

L'importance des APA est corrélée à celle de la perturbation de l'équilibre postural induite par l'exécution du mouvement volontaire [50]. Plus la vitesse du mouvement à venir est élevée, plus les APA seront rapides et nombreux.

Les APA permettent ainsi de stabiliser les segments à immobiliser diminuant ainsi les réactions de compensation qui représentent une perte d'efficacité motrice. En définitive ils permettent d'optimiser la performance motrice.

Il existe des liens très étroits entre la posture et le mouvement, la motricité est issue d'une coordination extrêmement précise entre la chaîne posturale et cinétique [60,61]. La performance de la chaîne cinétique, par exemple la vitesse ou la force développée, est fonction de la capacité de l'organisme à s'opposer à la perturbation grâce aux ajustements posturaux.

La performance d'un geste dépend donc de la qualité de cette coordination entre posture et mouvement [61]. Ceci fait ainsi émerger la notion de capacité posturo-cinétique [61].

La capacité posturo-cinétique correspond à l'habileté de l'organisme à développer une contre-perturbation sous forme d'ajustement postural suite la perturbation de la posture induite par le mouvement [60].

Elle dépend de la configuration de la chaîne posturale et de l'état de fonction du système postural.

### 2.3.11 Modifier la posture pour corriger le mouvement

La capacité posturo-cinétique est un facteur limitant de la performance [52,60]. Pour autant il s'agit d'une fonction modifiable. En effet les activités posturales peuvent diminuer avec la fatigue [49], l'état psychologique, le vieillissement [50,57] ou encore l'alitement alors qu'elles sont améliorées au long de la croissance et par l'entraînement [57,60]. Une stimulation inadéquate des systèmes posturaux impliqués dans le contrôle de la posture peut également être la cause d'une régression du contrôle postural.

La modulation de la capacité posturo-cinétique d'un individu semble donc être une solution dans la rééducation de la posture et par conséquent, la rééducation du mouvement.

Une première piste de rééducation correspond à la modification des appuis pour corriger la dynamique des chaînes musculaires.

Lors de l'exécution d'un mouvement volontaire, les forces issues de la chaîne focale se propagent le long de la chaîne posturale et sont transférées jusqu'aux surfaces d'appui. Les ajustements posturaux progressent à partir des surfaces d'appui.

Par ailleurs, le rôle fonctionnel des APA est modifié selon le nombre, la localisation et la surface des appuis en contact avec le sujet. Un système stable par exemple, nécessite une perturbation plus importante pour être déséquilibré qu'un système instable. Les ajustements posturaux mis en jeu dans le maintien d'un équilibre sont donc en lien avec stabilité initiale. En d'autres termes

l'augmentation de la stabilité de la posture initiale, réduit l'amplitude et la durée des APA aboutissant à une modification de la capacité posturo-cinétique [60].

Il est également à noter que la présence et l'importance des APA sont directement liées aux informations sensorielles, perçues par le sujet, issues de la perturbation à venir [49]. Un problème au niveau des capteurs sensoriels ou bien au niveau de l'intégration centrale des informations sensibles peut être à l'origine d'une diminution des APA et par conséquent de la capacité posturo-cinétique [50,57,60].

Enfin l'entraînement améliore la capacité posturo-cinétique et représente par conséquent une autre piste de rééducation. L'entraînement et la répétition permettent d'affiner un geste grâce à la mémorisation des schémas moteurs mis en jeu [57]. En effet l'apprentissage moteur passe par une communication importante entre la motricité et la perception du mouvement [62]. Lors d'un mouvement, les afférences sensorielles apportent un feedback sensoriel permettant d'évaluer la performance du geste. La répétition et la reconnaissance de l'efficacité d'un geste permettent au SNC de créer un programme moteur cinétique et postural qui sera déclenché à chaque exécution du geste [62]. Chaque nouvelle expérience motrice perçue positivement par l'organisme actualise la capacité posturo-cinétique d'un individu grâce à la mise en place de nouveaux programmes moteurs. L'entraînement permet d'augmenter et d'actualiser le répertoire de stratégies assurant le contrôle postural.

### 2.3.12 Conclusion

Ces recherches démontrent qu'une réharmonisation de la posture et du mouvement passe par une modification de la capacité posturo-cinétique ; fruit d'une coordination entre système sensoriel et système moteur [60].

Les deux revues de la littérature effectuées permettent donc d'élaborer deux constats. D'une part, les méthodes de rééducation globales agissent au niveau de la posture et d'autre part, la posture peut être influencée par une modification de la capacité posturo-cinétique.

Les résultats obtenus par les techniques de PGCM pourraient donc être issus d'une modification des paramètres sensorimoteurs.

### **3 Problématique et justification**

La littérature montre une efficacité des méthodes de physiothérapie globale des chaînes myofasciales sur les symptômes de plusieurs maladies [9–16,18–46] et suggère que ces techniques agissent par une modification de l'intégration sensorimotrice et notamment de la capacité posturo-cinétique [47–50,53–61]. Cette capacité posturo-cinétique peut être définie par l'habilité de l'organisme à développer un ajustement suite à la perturbation de la posture induite par le mouvement [60,63]. Elle trouve son origine dans le rétrocontrôle fin et continu exercé par le système nerveux central (SNC), à partir des informations sensorielles, sur les actions motrices. Cette capacité est intégrée par apprentissage et peut être perturbée par différents types de lésions [60,63–65].

Les méthodes de PGCM visent à une réorganisation de la posture debout. La posture étant le fruit d'une intégration sensori-motrice [60,66], nous pouvons émettre l'hypothèse que les techniques de PGCM modifient l'intégration sensorimotrice.

Notre étude tentera ainsi de déterminer si les méthodes de physiothérapie globale des chaînes myofasciales agissent au niveau de l'intégration sensori-motrice.

# **METHODE**

## **1 Etude expérimentale**

Pour tenter de répondre à cette problématique, nous envisageons de tester la validité de l'hypothèse selon laquelle les techniques de PGCM modifient l'intégration sensorimotrice, en étudiant la variation des paramètres posturographiques, eux-mêmes issus d'une intégration neurosensorielle, à la suite d'une séance de PGCM. Dans le cadre de cette étude, le fait de disposer de paramètres mesurés à des temps différents nous oriente ainsi sur une méthodologie expérimentale.

## **2 Choix de l'outil de mesure**

### **2.1 Introduction**

La coordination entre la posture et le mouvement est liée à la notion de capacité posturo-cinétique [60,63]. Cette aptitude de l'organisme à coordonner la posture et le mouvement est le fruit d'une intégration sensorimotrice. La capacité posturo-cinétique est particulièrement sollicitée lors du maintien l'équilibre postural.

Ce dernier est de plus en plus étudié par le biais de la posturographie.

L'équilibre postural étant régi par une intégration sensori-motrice, l'objectif de cette revue de la littérature est de déterminer si la posturographie est un outil pertinent dans l'évaluation de l'intégration sensori-motrice.

### **2.2 Méthode**

La revue de la littérature a été réalisée selon les lignes directrices de la méthode PRISMA.

### 2.2.1 Définition des mots-clés

Les mots-clés ont préalablement été déterminés à l'aide du *Grand Dictionnaire Terminologique* et du site *TermSciences*. Aidés des recherches effectuées, nous avons utilisé les mots-clés suivants :

- *Posturographie*
- *Posturography*
- *Sensorimoteur / sensori-moteur*
- *Sensorimotor*
- *Sensory motor*

### 2.2.2 Sources des données

Nous avons interrogé les bases de données spécialisées dans les domaines scientifiques de la médecine et de la kinésithérapie. Nous avons ainsi consulté les moteurs de recherche *PubMed*, *Google Scholar*, *PEdro* et *LiSSa*.

### 2.2.3 Recherche et sélection des études

Seules les études en anglais et en français ont été retenues. L'onglet « citation » de *Google Scholar* n'a pas été sélectionné durant les recherches.

La fonction « recherche avancée » ainsi que les opérateurs logiques « AND » et « OR » ont été utilisés afin de diminuer les bruits de la recherche. Ainsi nous avons pu cibler les articles qui présentaient les mots clés dans le titre ou bien l'abstract grâce à l'équation de recherche suivante : « *((posturographie[Title]) AND (sensorimoteur[Title])) OR ((posturographie[Title]) AND (sensori-moteur[Title])) OR ((posturography[Title]) AND (sensory[Title/Abstract]) AND (motor[Title/Abstract])) OR ((posturography[Title]) AND (sensorimotor))* ».

### 2.2.4 Critères d'inclusion/exclusion

L'objectif de cette revue bibliographique était d'étudier si la posturographie pouvait s'avérer être un outil pertinent dans l'évaluation du système sensorimoteur. Ainsi les articles traitant de

l'intérêt de la posturographie en tant qu'outil d'évaluation ont été inclus. En raison du faible nombre d'études se concentrant directement à la posturographie, nous avons inclus les articles utilisant cette méthode d'analyse comme outil d'évaluation.

Les articles qui ne présentaient à aucun endroit l'objectif de l'utilisation de la posturographie ainsi que les écrits rédigés dans le cadre d'un master ou d'une thèse ont été exclus.

### **2.3 Résultats**

Les recherches sur les différentes bases de données ont mis en évidence 87 résultats. A ces 87 résultats se sont rajoutés 2 enregistrements supplémentaires issus d'autres sources. La suppression des enregistrements doublons a ensuite permis d'obtenir 81 résultats. La sélection de ces articles s'est ensuite poursuivie par l'application des critères d'exclusion permettant d'identifier 43 articles. Après lecture de ces 43 articles, 20 articles éligibles ont été retenus. Enfin, 17 articles ont été inclus dans cette revue de la littérature.

Les étapes de la revue de la littérature sont schématisées par le diagramme de flux PRISMA ci-dessous (figure n°2).

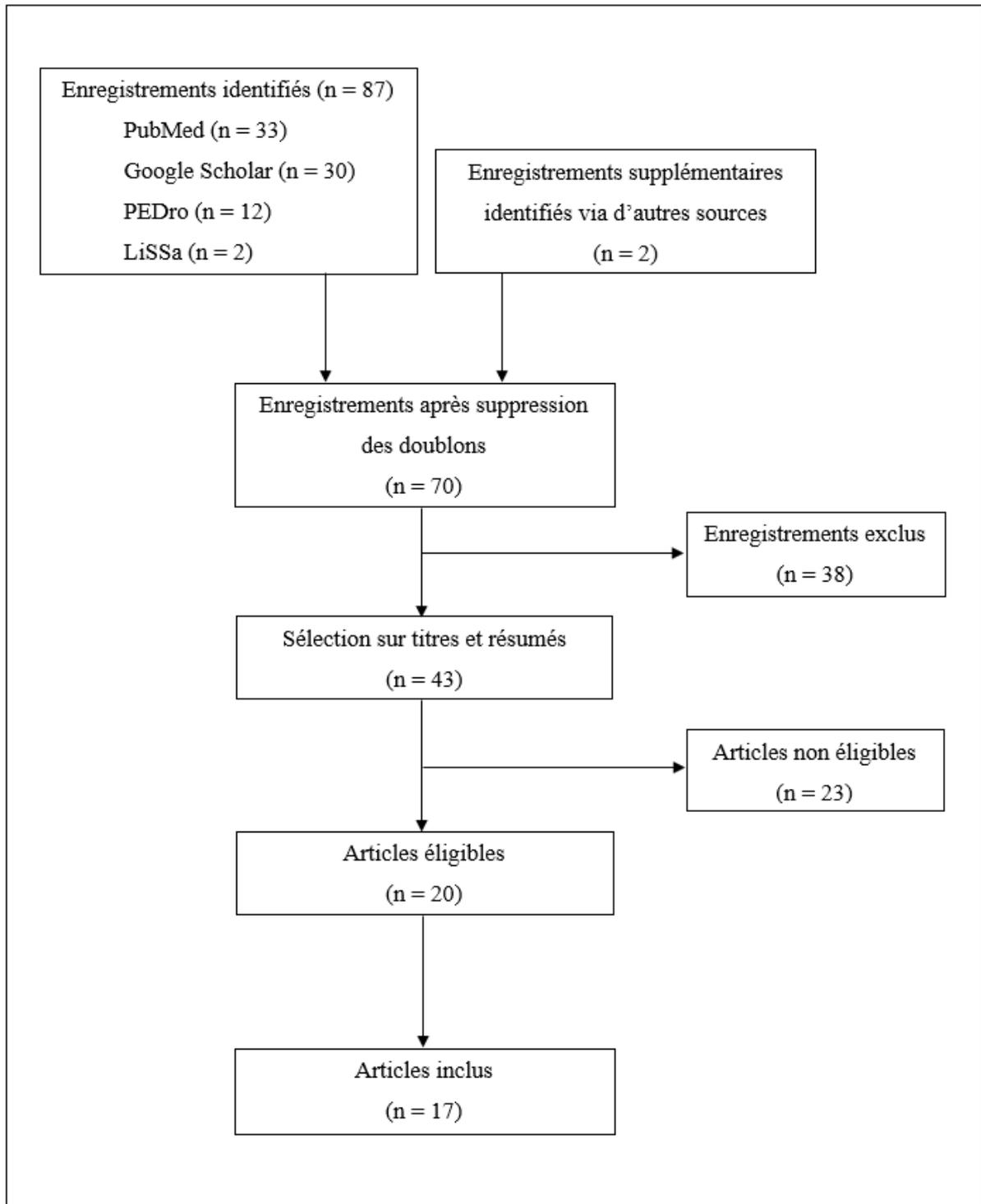


Figure n°2 : Diagramme de flux PRISMA de la revue de la littérature sur la posturographie

## 2.4 Discussion

La posturographie étudie le contrôle postural à l'aide de plateformes de force. Celles-ci sont composées d'un plateau rigide reposant sur plusieurs transducteurs qui transforment la force appliquée en un signal électrique [67].

La mesure des forces et moments exercés au niveau de la plateforme permet d'en déduire les coordonnées du centre des pressions et de suivre ses variations dans le temps [67]. L'analyse posturographique correspond à l'analyse de l'amplitude des variations du centre de pression.

L'usage de la posturographie se démocratise de plus en plus en raison des nombreuses possibilités d'évaluation permises par cet outil.

L'utilisation la plus représentée dans la littérature concerne l'analyse de l'équilibration [68–70].

L'équilibration ou contrôle postural dépend des données sensorielles, des capacités motrices et des capacités adaptatives du SNC [71]. Les performances d'équilibration sont ainsi étudiées d'un point de sensoriel mais également moteur [70,72,73]. En effet, de nombreux articles soulignent l'intérêt de la posturographie dans l'étude des entrées sensorielles [67,73–76]. Celle-ci permet de quantifier de manière objective les différentes entrées sensorielles, et ainsi d'identifier d'éventuels déficits [69]. La capacité du SNC à intégrer ces informations sensibles et à adapter le contrôle postural en fonction est également évaluée par la posturographie [73,77,78]. En effet le centre de pression est le reflet de l'activité musculaire au cours du contrôle postural [75].

La posturographie est ainsi présentée comme le gold standard pour différencier les composantes sensorielles, motrices et les adaptations centrales impliquées dans le contrôle postural [79].

La synthèse de cette revue de la littérature permet donc de considérer la posturographie comme un outil objectif et quantitatif d'évaluation de la fonction sensorimotrice et des mécanismes d'adaptation du SNC impliqués dans le contrôle postural [78,80–83].

## 4 Identification des données à recueillir

La posturographie est un outil pertinent dans l'évaluation de la posture debout et de ses variations [68]. Elle permet d'objectiver la modification des stratégies posturo-cinétiques au travers de paramètres chiffrés [78,80–83]. Nous l'utiliserons pour analyser les effets des séances de PGCM sur l'intégration sensorimotrice. Une modification significative des paramètres posturo-cinétiques serait le signe d'une modification de l'intégration sensorimotrice.

L'étude envisagée est une étude monocentrique. Les séances de physiothérapie globale des chaînes myofasciales seront effectuées par un MKDE expert dans ce type de méthode. Les paramètres posturographiques seront mesurés et calculés par une plateforme de force stabilométrique *Multitest équilibre (FRAMIRAL)* par l'intermédiaire du logiciel *PosturoPro*.

Le paramètre posturographique étudié sera l'indice d'instabilité posturale (IIP). Les données recueillies seront totalement anonymisées et retranscrites dans un cahier d'observation. Seuls le sexe, l'âge et les valeurs des IIP seront relevés.

L'IIP permet d'avoir en quelque sorte une « note globale » du sujet et d'avoir rapidement une idée du niveau de contrôle postural de la personne [84].

Ce dernier est calculé à partir de deux autres valeurs qui varient en sens inverse : l'indice de puissance (IP) et l'indice de contrôle postural (ICP).

L'indice de puissance correspond à la dépense énergétique globale dépensée par le sujet pour maintenir son équilibre. Ce dernier est calculé par l'intégrale de la surface sous la courbe du graphique des puissances en fonction des fréquences [84]. Plus l'IP est élevé, plus le sujet est instable.

L'indice de contrôle postural est calculé quant à lui à partir des temps d'annulation. Les temps d'annulation correspondent aux temps pendant lesquels le sujet ne fournit aucun effort pour s'équilibrer. La courbe des temps d'annulation est représentée par un graphique en deux dimensions comportant le temps en ordonnée et les fréquences en abscisse. L'ICP correspond alors à l'intégrale des surfaces de ces temps d'annulations [84]. Ainsi plus l'ICP est élevé, meilleur est le contrôle postural du sujet.

Théoriquement, l'analyse des indices de puissance (IP) et des indices de contrôle postural (ICP) se fait dans trois bandes de fréquence : 0,05-0,5 Hz, 0,5-1,5 Hz, 1,5-10 Hz.

Ces trois bandes de fréquence correspondent aux différentes boucles de régulation du contrôle postural : les boucles courtes, boucles de la proprioception, ont un temps de latence très court et correspondent à une fréquence des oscillations posturales très élevées tandis que les boucles longues, boucles de régulation de la réticulée, du cervelet, du système visuel et de l'oreille interne, possèdent un temps de latence entre le récepteur sensoriel et l'effecteur élevé. La fréquence des oscillations posturales est alors moins importante [84].

Il a été démontré que la bande de fréquence 0,05-0,5 Hz correspondait aux boucles de régulations faisant intervenir le système visuel [85]. La bande de fréquence 0,5-1,5 Hz correspondait aux boucles de régulation faisant intervenir la réticulée et le cervelet tandis que celle de 1,5-10 Hz faisait intervenir le système proprioceptif [85].

Dans le cadre de l'étude, nous nous intéressons uniquement au système proprioceptif. En réalisant un bilan posturographique classique il faudrait se concentrer seulement sur les données de fréquences élevées, correspondant aux boucles de régulation proprioceptives. Cependant il est possible de modifier les paramètres du bilan posturographique afin de cibler le plus possible la proprioception : un bilan comportant une séquence d'enregistrement dans le noir et sur plateau stable favoriserait la sollicitation du système proprioceptif. En effet l'obscurité supprimerait l'usage de la boucle de régulation visuelle tandis que la mesure sur plateau stable limiterait l'utilisation du système vestibulaire, très sollicité par une forte instabilité [86,87]. L'IIP ainsi calculé, serait donc représentatif du système proprioceptif et ce sans se préoccuper des bandes fréquences.

Ainsi, une variation de l'indice d'instabilité posturale (IIP) est un moyen simple permettant d'objectiver une modification au niveau de l'intégration sensorimotrice [88,89].

Description du bilan posturographique :

Le bilan consiste à enregistrer les variations de la projection de centre de pression des pieds du patient sur plateau stable. Le patient se tient debout, les yeux fermés pour favoriser la mise en jeu de l'entrée somesthésique. La séquence d'enregistrement dure 45 secondes. L'analyse des variations du centre de pression durant le bilan par le logiciel *PosturoPro* permettra le calcul de l'indice d'instabilité posturale [87].

La littérature signale différents effets de la posturographie qui peuvent amener des biais à notre étude.

- L'effet du premier essai : les réactions posturales sont améliorées par une meilleure gestion du stimulus permise par l'apprentissage par la répétition. Une perturbation de l'équilibre entraîne des réactions posturales dont l'amplitude diminue rapidement entre la première perturbation et les suivantes [90,91]. Ce phénomène est lié à ce que l'on appelle « l'effet du premier essai ». La réduction des réactions posturales à la suite de la première perturbation fait référence à la notion d'adaptation avec l'initiation d'une réponse généralisée [91].

L'étude du contrôle postural doit donc prendre en compte l'effet du premier essai afin de limiter les biais [91]. L'analyse posturographique comportera ainsi 3 bilans stabilométriques dont le premier aura pour objectif l'initiation d'une réponse généralisée et donc la suppression de l'effet du premier essai. Ce premier bilan sera exclu des calculs statistiques. Les résultats des 2 bilans suivants auront ainsi une valeur significative plus importante et feront l'objet d'une analyse statistique.

- L'influence de la fatigue sur la dégradation des paramètres posturographiques est décrite dans la littérature. Pour atténuer l'effet de la fatigue relative à la séance de soins sur le test n°3, nous respecterons un temps de repos de 5 min entre la fin de la séance de soins et le début du test n°3 [92].

## **5 Population**

Plusieurs études prouvent l'efficacité des méthodes globales dans le traitement de la lombalgie chronique [10,14,18]. Nous souhaitons constituer une cohorte comparable à celles des études qui ont permis de valider l'efficacité des méthodes de rééducation globales [10,14,18]. Ainsi nous avons repris les critères d'inclusion et d'exclusion utilisés [10,14,18]. Ces critères d'inclusion et d'exclusion permettront d'obtenir une population relativement homogène afin d'obtenir des résultats les plus reproductibles possible tout en limitant les biais liés à d'autres pathologies ou phénomènes dégénératifs importants.

Le choix de la population s'appuie également sur les propriétés physiopathologiques de la douleur chronique. En effet, la douleur chronique et récidivante entraîne une réorganisation cérébrale importante au niveau des représentations motrices et sensorielles des muscles [2]. Cette propriété physiopathologique explique ainsi la pertinence et l'intérêt de mettre en évidence une réintégration sensori-motrice chez des patients atteints lombalgiques chroniques.

Enfin, les critères d'inclusion et d'exclusion ont été élaborés de manière à écarter les populations les plus vulnérables et ainsi limiter les risques.

Critères d'inclusion :

- Obtention du consentement éclairé par écrit avant l'initiation de toute procédure liée à l'étude
- Homme ou femme appartenant à la tranche d'âge 18 à 65 ans
- Sujets présentant les symptômes d'une lombalgie non spécifique chronique diagnostiquée conformément aux critères de la HAS soit une douleur datant de plus de 3 mois caractérisée par une origine mécanique [93]

Critères de non-inclusion :

- Sujets présentant une radiculalgie accompagnée de troubles moteurs ou sensitifs
- Sujets présentant des troubles de l'équilibre de quelque nature qu'ils soient.
- Sujets présentant une fragilité contre-indiquant l'utilisation des outils de mesure et des techniques proposées : lésions non cicatrisées, grossesse ou post partum récent...

Critères d'exclusion :

- Sujets développant des complications lors du traitement : radiculalgies, vertiges, lésions...
- Sujets présentant un changement important dans un éventuel traitement médical associé pouvant interférer avec les résultats.

## 6 Taille de l'échantillon

Nous souhaitons analyser les résultats à un niveau de confiance de 95 % avec une amplitude d'au plus 0,50. L'échantillon devra donc inclure au moins 16 sujets.

$$\text{En effet, } IC = [f - \frac{1}{\sqrt{n}}; f + \frac{1}{\sqrt{n}}]$$

$$\text{Ainsi, l'amplitude de l'IC} = \frac{2}{\sqrt{n}}$$

$$\text{De plus, l'amplitude de l'IC} \leq 0,50 \text{ soit } \frac{2}{\sqrt{n}} \leq 0,50$$

$$\text{On en déduit donc } n = 16$$

## 7 Durée de l'étude

La réalisation des 3 bilans posturographiques en prenant en compte les 5 minutes de repos durerait environ 10 minutes. A cela s'ajoute la durée de la séance de PGCM soit 45 minutes. Au total, le déroulement du protocole expérimental durerait environ une heure par patient. Il est à noter qu'une séance classique de PGCM dure en général 45 minutes. En conciliant les contraintes liées à la disponibilité des patients ainsi que les contraintes matérielles et temporelles, nous pouvons estimer évaluer 16 patients sur une période de quatre semaines.

## 8 Schéma thérapeutique

Pour chaque patient inclus, l'intervention se réalisera sur une seule et unique séance afin d'analyser l'impact de la PGCM sur l'IIP à court terme. Leur projet thérapeutique ne sera pas impacté par l'étude : la fréquence, la périodicité, ainsi que la durée des séances resteront inchangées.

L'intervention consiste à réaliser 2 bilans posturographiques avant une séance de rééducation globale et un à la suite de celle-ci afin de comparer les indices posturographiques à l'issue de la séance.

Le schéma thérapeutique est décrit ci-après (figure n°3) :

1. Avant de réaliser la séance de PGCM, le patient effectue deux enregistrements successifs des données posturographiques nommés enregistrements n°1 et n°2. Chaque enregistrement a une durée approximative de 45 secondes.
2. Le kinésithérapeute procède ensuite à la séance selon les procédures habituelles propres à la méthode de PGCM qu'il adapte aux caractéristiques de son patient comme il le fait couramment. La séance a une durée comprise entre 45 et 60 minutes.
3. Au terme de la séance de rééducation, le patient bénéficie d'un temps de repos de 5 minutes, afin d'éliminer la fatigue générée par les exercices.
4. Ensuite il est procédé à un dernier enregistrement (enregistrement n°3) des données posturographiques.
5. Enfin la question suivante est posée aux patients : « comment avez-vous perçu le dernier test posturographique (après la séance de PGCM) par rapport à celui d'avant la séance ? »

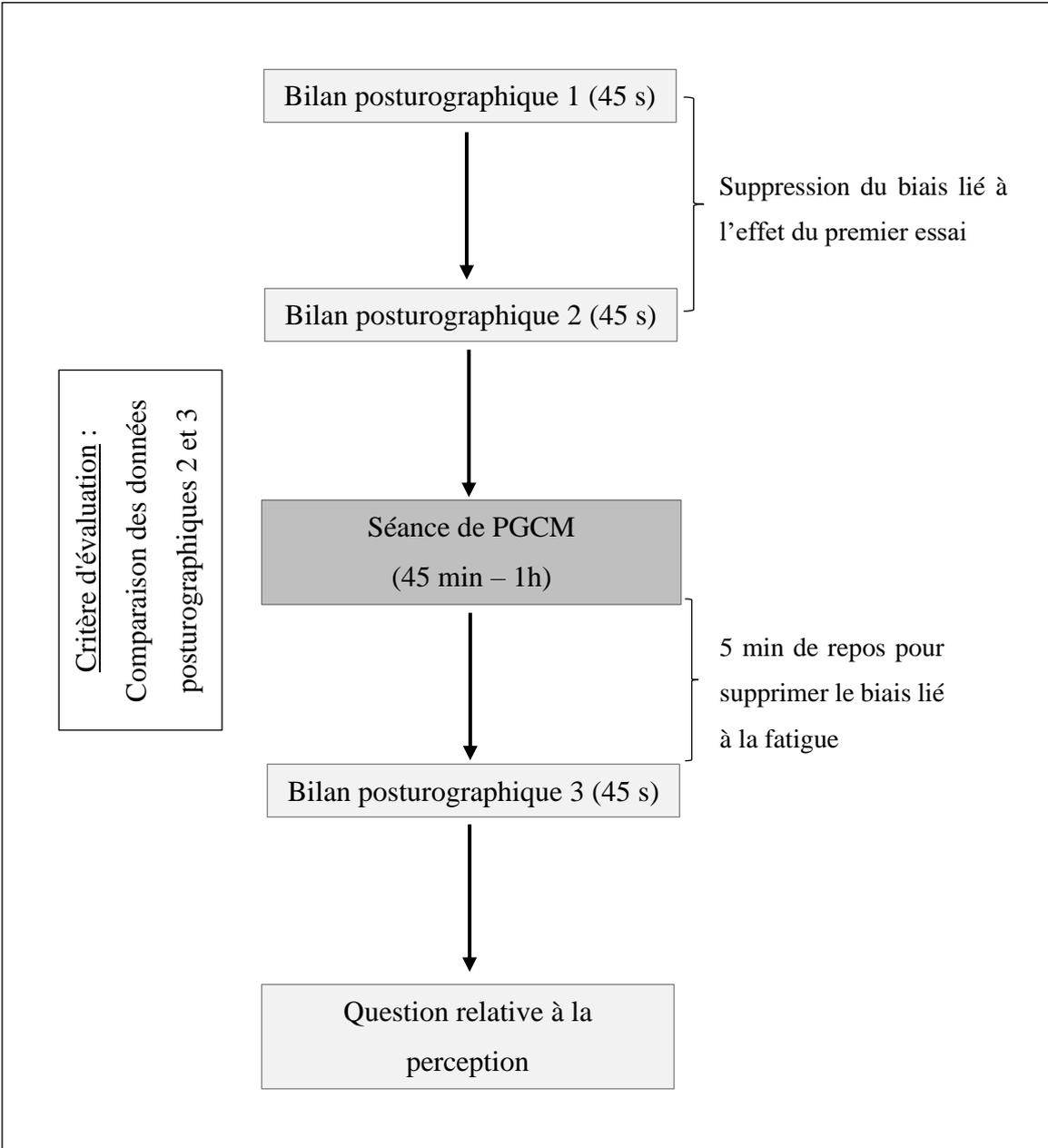


Figure n°3 : Schéma thérapeutique

## 9 Objectif principal

L'analyse des données permettra d'observer s'il existe un lien entre les séances de PGCM, soit des données qualitatives, et les IIP, soit des données quantitatives. En fonction de la taille de l'échantillon étudié, le traitement des données se fera soit par un test de comparaison des moyennes ( $n > 30$ ) ou soit par un test T de student ( $n < 30$ ) avec un risque d'erreur  $\alpha$  de 5%.

Les indices de d'instabilité posturale (IIP) obtenus dans lors des bilans posturographiques seront respectivement comparés avec la formulation de 2 hypothèses :

*H0 = la séance de PGCM n'a pas d'effet sur les indices de stabilité posturale*

*H1 = la séance de PGCM a un effet sur les indices de stabilité posturale*

La mise en évidence d'une différence significative de ces paramètres entre les enregistrements n°2 et n°3 attesterait d'un impact de la PGCM sur les indices de stabilité posturale avec un risque d'erreur de 5%.

A l'inverse une absence de différence significative indiquerait que la séance de rééducation globale n'agit pas sur ces paramètres posturographiques (avec un risque d'erreur de 5%).

## 10 Objectifs secondaires

Une modification des paramètres posturographiques est le signe d'une modification au niveau de l'intégration sensorimotrice. Ainsi nous pourrions démontrer que les méthodes globales agissent au niveau de l'intégration sensorimotrice.

Mettre en évidence un mécanisme d'action d'une pratique clinique est un point de départ dans l'évaluation de cette dernière.

Déterminer si la PGCM agit bien sur un des paramètres de l'intégration sensorimotrice représenterait un atout dans l'évaluation de l'efficacité de ces techniques globales.

## **11 Considérations éthiques**

La participation à l'étude nécessitera un consentement écrit, libre et éclairé (annexe n°1). Les consentements seront collectés en amont de toute expérimentation et après une information précise du contexte, des objectifs, de la procédure et du déroulement de l'étude ainsi que les bénéfices et risques prévisibles pour le répondant. Toutes les données seront anonymisées et conservées pendant une période d'un an puis détruites par la suite.

Aucune rémunération ou compensation ne sera offerte en échange de la participation du sujet à la recherche.

## **12 Préalable administratif**

Le protocole de l'étude est régi par la loi Jardé relative à aux recherches impliquant la personne humaine. Un dossier RIPH 2 pour une recherche de catégorie 3 ainsi qu'une déclaration de conformité CNIL ont été réalisés afin obtenir l'autorisation de la mise en place de l'étude.

Ce dossier a été soumis à un Comité de Protection des Personnes (CPP) désigné de façon aléatoire.

Notre projet de recherche a été validé le 10 novembre 2021 par un CPP autorisant ainsi la tenue de l'étude sur une durée de 2 ans (annexe n°2).

# RESULTATS

## 1 Mise en place de l'étude

Cette étude a été réalisée dans le but d'étudier l'impact de la PGCM sur le contrôle posturographique des patients lombalgiques.

L'étude s'est déroulée sur une période de 4 semaines à partir du 22 novembre 2021. Celle-ci a eu lieu au sein du cabinet de kinésithérapie d'Alain Roussange, MKDE, à l'adresse suivante : 3 rue de l'Hôtel des Postes, 06160 Antibes.

16 patients ont été sélectionnées conformément aux critères d'inclusion et d'exclusion évoqués précédemment à l'aide d'un cahier d'observation présenté en annexe (annexe n°3).

Un consentement écrit, libre et éclairé (annexe n°1) a systématiquement été recueilli avant toute intervention.

Pour chaque participant, l'étude s'est déroulée selon le schéma thérapeutique suivant :

1. Respect des critères d'éligibilité
2. Information et recueil du consentement écrit du participant
3. Réalisation d'un premier bilan posturographique consistant à enregistrer les variations de la projection de centre de pression des pieds du patient sur plateau stable dans le noir pendant 45 secondes
4. Réalisation d'un second bilan posturographique
5. Séance de PCGM d'une durée comprise entre 45 min et 1 heure réalisée par le même MKDE pour chaque patient
6. Repos de 5 minutes
7. Réalisation d'un troisième bilan posturographique
8. Question relative à la perception des patients : « comment avez-vous perçu le dernier test posturographique (après la séance de PGCM) par rapport à celui d'avant la séance ? »

L'investigateur a recueilli pour chaque patient : l'âge, le sexe, les indices d'instabilité posturale déterminés par les 3 bilans posturographiques (notés IIP1, IIP2, IIP3) ainsi que la réponse à la question relative à la perception des patients (annexe n°4).

## 2 Identification de la population

La population étudiée était constituée de 16 patients lombalgiques parmi lesquels 7 femmes et 9 hommes âgés de 19 à 64 ans (figure n°4 et n°5).

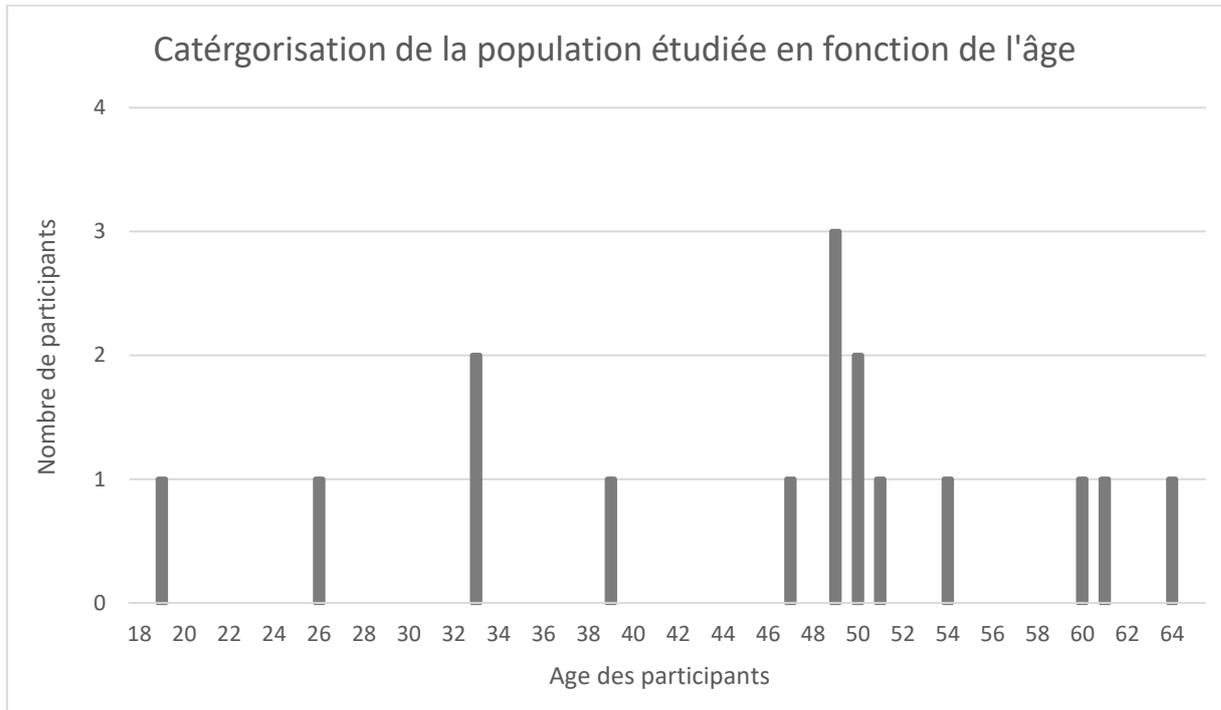


Figure n°4 : catégorisation de la population étudiée en fonction de l'âge

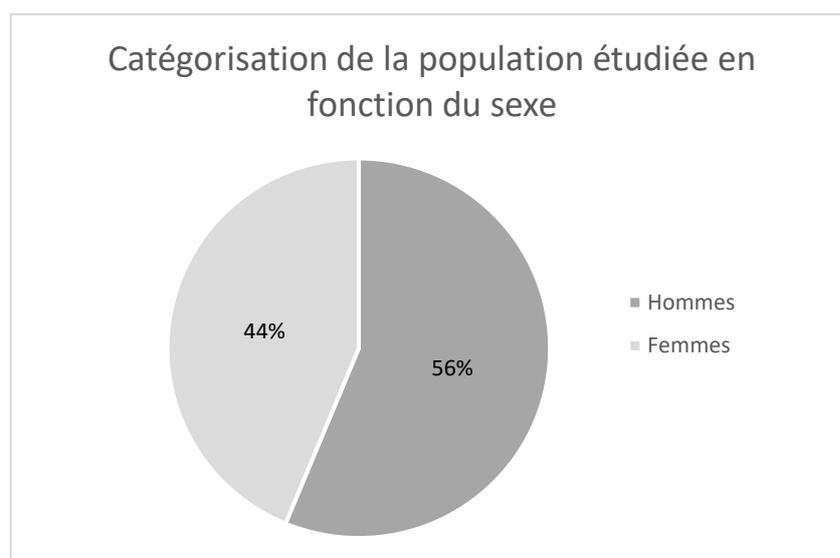


Figure n°5 : catégorisation de la population étudiée en fonction du sexe

### **3 Résultats posturographiques bruts**

Les IIP mesurés sont repris dans le tableau ci-dessous (tableau n°1).

L'IIP1 correspond à la première mesure réalisée dans le but de supprimer le biais lié à l'effet du premier essai. Cette mesure ne sera pas prise en compte dans les calculs statistiques.

L'IIP2 indique les résultats obtenus lors du second bilan posturographique avant la séance de PGCM. L'IIP2 est donc considérée comme étant la mesure de référence préséance de PGCM.

Enfin, l'IIP3 correspond à la mesure réalisée à l'issue de cette dernière.

L'objectif est donc de comparer les valeurs retrouvées à l'issue de la séance soit l'IIP3 par rapport à celles mesurées avant, c'est-à-dire l'IIP2.

Numéro d'identification	Sexe	Age	IIP 1	IIP 2	IIP 3
1	F	39	1,47	1,24	1,36
2	H	33	2,65	2,58	2,62
3	F	49	0,96	1,22	1,01
4	H	50	2,58	2,64	2,34
5	F	33	1,86	2,47	2,15
6	H	61	1,89	1,87	2,05
7	H	50	2,2	2,28	2,01
8	H	54	2,15	2,27	1,76
9	H	47	1,93	2,17	1,58
10	F	60	2,7	2,7	2,17
11	H	51	2,2	2,16	2,22
12	F	49	1,79	2,1	2,01
13	F	49	1,47	1,34	1,71
14	F	26	1,21	0,94	1,99
15	H	19	2,28	1,96	1,44
16	H	64	1,94	1,18	2,11

Tableau n°1 : indices d'instabilité posturale (IIP) mesurés avant la séance de PGCM (IIP1 et IIP2) puis après cette dernière

#### 4 Résultats relatifs à la perception des patients

A l'issue du dernier test posturographique, la question suivante a été posée à tous les participants : « comment avez-vous perçu le dernier test posturographique (après la séance) par rapport à celui d'avant la séance ? ».

## 4.1 Résultats bruts

Les réponses des patients ont été retranscrites dans le tableau ci-dessous (tableau n°2).

Numéro d'identification	Sexe	Age	Comment avez-vous perçu le dernier test posturographique (après la séance) par rapport à celui avant la séance ?
1	F	39	Sentiment d'une différence mais non qualifiable
2	H	33	Impression que « ça bougeait plus » lors du 3ème test
3	F	49	Impression que « ça tanguait plus » lors du 3ème test
4	H	50	Légers déséquilibres lors du 3ème test
5	F	33	Sentiment d'être plus détendue mais pas de différence au niveau des tests
6	H	61	Plus d'instabilité lors du dernier test
7	H	50	Pas de différence mais plus sensation d'être plus relâché et d'avoir une respiration plus calme
8	H	54	Plus de stabilité lors du dernier test
9	H	47	Plus stable lors du dernier test
10	F	60	Sentiment d'être moins stable lors du 3ème test
11	H	51	Pas de différence
12	F	49	Un peu plus de déséquilibres lors du 3ème test
13	F	49	Sentiment d'avoir été plus « droite » durant le 3ème test
14	F	26	Un peu plus instable lors du 3ème test
15	H	19	Pas de différence
16	H	64	Plus instable lors du 3ème test

Tableau n°2 : réponses des patients à la question « comment avez-vous perçus le dernier test posturographique (après la séance) par rapport à celui d'avant la séance ? »

## 4.2 Analyse thématique

L'analyse des propos rapportés par les patients à l'issue du dernier test posturographique a permis de mettre en évidence des réponses récurrentes (figure n°6).

3 occurrences sont ressorties de l'analyse de leurs propos :

- La sensation d'une instabilité plus importante lors du dernier test comparativement au test précédant la séance
- La sensation d'une stabilité plus importante lors du dernier test comparativement au test précédant la séance
- L'absence de différence de stabilité entre les 2 tests

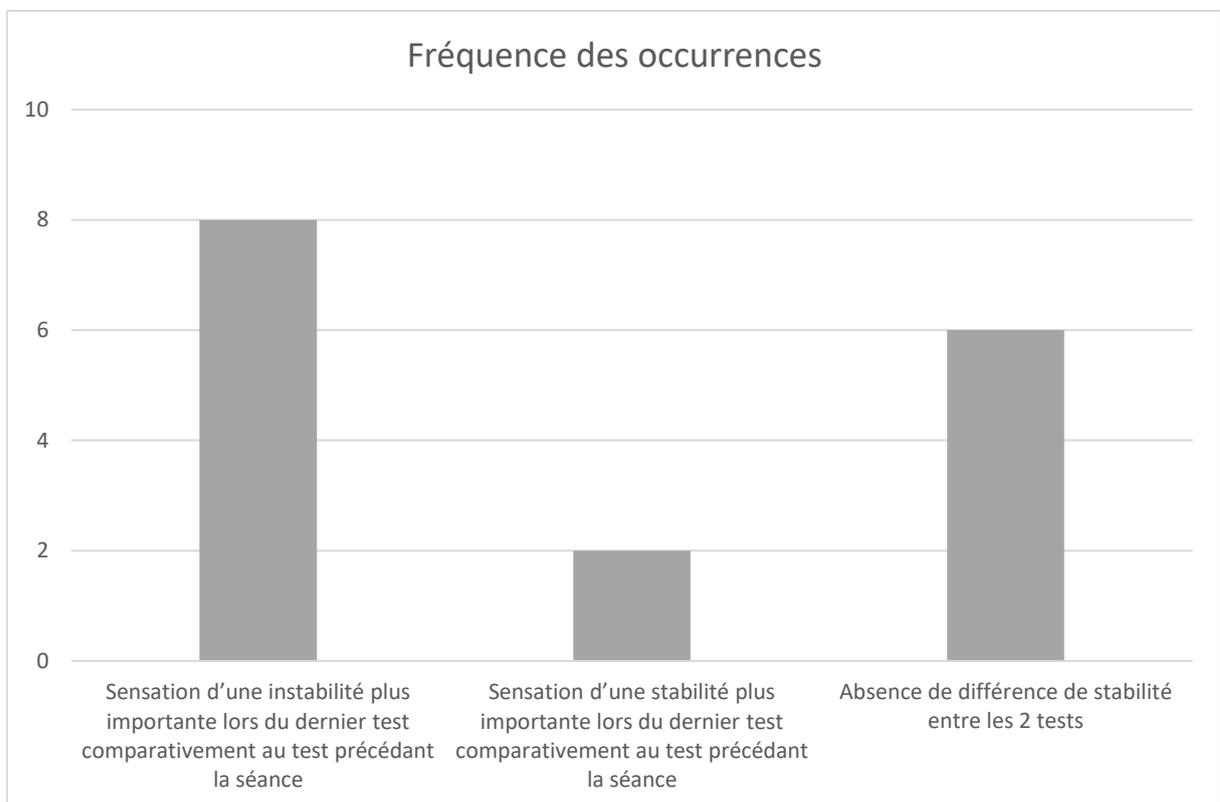


Figure n°6 : fréquence des occurrences retrouvées dans les réponses des patients à la question « comment avez-vous perçus le dernier test posturographique (après la séance) par rapport à celui d'avant la séance ? »

## 5 Analyse statistique des résultats posturographiques

### 5.1 Définition de l'hypothèse nulle H0 et de l'hypothèse alternative H1

L'objectif de cette étude est d'identifier si une séance de PGCM a un impact sur l'indice d'instabilité posturale (IIP). Pour cela, il convient de comparer les IIP mesurés avant (IIP2) et après la séance de PGCM (IIP3). D'un point de vue statistique, cela revient à émettre les hypothèses suivantes :

*H0 = il n'existe pas de différence significative entre les 2 indices d'instabilité posturale*

*H1 = il existe une différence significative entre les 2 indices d'instabilité posturale*

### 5.2 Choix du test statistique

L'analyse des données a pour but d'observer s'il existe un lien entre les séances de PGCM, soit des données qualitatives, et les IIP, soit des données quantitatives. Nous sommes donc dans le cadre de statistiques déductives.

La population étudiée est identique dans les 2 recueils de données, les patients sont leurs propres témoins. Les échantillons sont donc non indépendants ce qui justifie l'emploi de la méthode des couples.

L'échantillon étudié étant inférieur à 30, un test T de Student doit être utilisé afin de calculer le paramètre  $t_{calculé}$  avec un risque  $\alpha$  fixé à 5 %.

### 5.3 Recueil des données

Les IIP mesurés avant la séance de PGCM (IIP2) et après cette dernière (IIP3) sont repris dans le tableau ci-dessous (tableau n°3).

Le  $\Delta$  correspond à la différence des IIP post et préséances de rééducation globale.

Numéro d'identification	IIP 2	IIP 3	$\Delta = \text{IIP3} - \text{IIP2}$
1	1,24	1,36	0,12
2	2,58	2,62	0,04
3	1,22	1,01	-0,21
4	2,64	2,34	-0,3
5	2,47	2,15	-0,32
6	1,87	2,05	0,18
7	2,28	2,01	-0,27
8	2,27	1,76	-0,51
9	2,17	1,58	-0,59
10	2,7	2,17	-0,53
11	2,16	2,22	0,06
12	2,1	2,01	-0,09
13	1,34	1,71	0,37
14	0,94	1,99	1,05
15	1,96	1,44	-0,52
16	1,18	2,11	0,93

Tableau n°3 : IIP mesurés lors du 2<sup>nd</sup> et 3<sup>ème</sup> test posturographique ainsi que la différence  $\Delta$  entre ces derniers

## 5.4 Calcul statistique

Soit  $m_{\Delta}$  la moyenne des différences  $\Delta$  :  $m_{\Delta} = -0,036875$

Soit  $n$  l'effectif total :  $n = 16$

Soit  $S$  la variance des différences :  $S = 0,24077$

Soit  $ddl$  le degré de liberté :  $ddl = n - 1 = 15$

D'après le test T de Student et la méthode des couples :

$$t_{calculé} = \frac{m_{\Delta}}{\sqrt{\frac{S^2}{n}}} = \frac{m_{\Delta}}{S} \sqrt{n}$$

$$\text{Donc } t_{calculé} = \frac{-0,036875}{0,24077} \sqrt{16}$$

$$t_{calculé} = -0,61262$$

## 5.5 Interprétation statistique

D'après la table de Student, pour un  $ddl$  de 15 et un risque  $\alpha$  de 5 %,  $t_{théorique} = 2,131$ .

Ainsi  $t_{calculé} < t_{théorique}$ , on ne peut donc pas rejeter l'hypothèse nulle  $H_0$  : la différence entre les IIP réalisés après et avant la séance de PGCM n'est pas statistiquement significative avec un risque de 5 %.

# **DISCUSSION**

## **1 Interprétation des résultats posturographiques**

La compréhension d'un mécanisme d'action de la PGCM représente un atout indéniable dans la démarche d'évaluation de cette technique kinésithérapique.

La littérature suggère que ces méthodes globales agissent au niveau central par le biais de l'intégration sensorimotrice. Néanmoins, aucun article ne semble réellement démontrer cette suggestion.

L'objectif de cette étude était alors d'investiguer l'impact d'une séance de PGCM sur l'intégration sensorimotrice à court terme. D'après la littérature, la posturographie est un moyen d'appréhender la notion d'intégration sensorimotrice avec notamment l'indice d'instabilité posturale.

Les résultats obtenus par cette étude ont permis de mettre en évidence une modification de ce paramètre posturographique à l'issue d'une séance de PGCM. Cependant cette modification s'est révélée être non significative. Dans les conditions de réalisation de l'étude il est donc admis de dire que la PGCM n'a pas d'effet significatif sur l'IIP à court terme soit un des paramètres de l'intégration sensorimotrice.

## **2 Interprétation des résultats relatifs à la perception des patients**

Bien qu'aucune différence significative n'ait pu être mise en évidence entre les IIP, la plupart des patients ont décrit une sensation de stabilisation différente lors de la réalisation du dernier test posturographique après la séance de PGCM. La PGCM semble donc avoir un impact important sur les perceptions des patients.

Par ailleurs, il est important de noter que chez les patients ayant ressenti une différence de stabilité, 40 % des perceptions évoquées contredisent les résultats posturographiques. Il est donc peu probable que la séance de PGCM ait réellement joué un rôle dans leur stratégie de stabilisation.

En effet, ceci témoigne non pas d'un changement d'état mais d'un changement de la perception posturale des participants.

### **3 Limites de l'études**

Bien entendu les résultats retrouvés sont à prendre avec du recul en raison de certains biais.

#### **3.1 Diversité de l'échantillon étudié**

Un premier biais concerne la constitution de la cohorte. La lombalgie est une pathologie très fréquente avec une prévalence cumulée de 70 % en France. Bien que touchant tout type de population, la prévalence de la lombalgie est maximale entre 55 et 65 ans. Les participants à l'étude présentaient des caractéristiques démographiques relativement hétérogènes pouvant impacter les l'interprétation des résultats. En effet, la tranche d'âge étudiée était particulièrement vaste avec des patients âgés de 19 ans à 64 ans. De même le sexe ratio n'était pas égal à un.

#### **3.2 Taille de l'échantillon étudié**

Les résultats sont également à nuancer en raison du faible nombre de participants et de l'amplitude de l'intervalle de confiance. L'échantillon nécessaire a été déterminé par le protocole et établi à 16 patients afin d'analyser les résultats à un niveau de confiance de 95 % avec une amplitude d'au plus 0,50. Cet objectif de 16 participants a bien été atteint, cependant, l'amplitude de l'intervalle de confiance reste trop élevée pour émettre des conclusions généralisables à plus grande échelle.

#### **3.3 Fluctuations inter et intra-individus**

Bien que l'étude ait été réalisée dans des conditions les plus similaires possibles, certaines fluctuations inter et intra-individuelles ont pu avoir un impact sur les résultats retrouvés. En effet, les séances de PGCM ont été réalisées sur des patients lombalgiques présentant des manifestations cliniques et un parcours thérapeutique propres.

La répétition d'un même test introduit le phénomène d'apprentissage. Ce phénomène ne peut être matérialisé mathématiquement par une fonction linéaire. La réalisation du premier test posturographique permet de supprimer l'effet du « premier essai » et ainsi limiter le biais lié à la découverte, mais ne peut en aucun cas servir de référence pour évaluer la notion d'apprentissage.

## **4 Perspectives d'amélioration**

Le questionnement sur les mécanismes d'action de la PGCM nous a amenés à effectuer des recherches sur les bases neurophysiologiques régissant le contrôle postural. Ce dernier est de plus en plus étudié par les scientifiques avec notamment l'utilisation de la posturographie.

A travers ce travail, nous avons analysé l'impact de la PGCM sur un paramètre posturographique dans l'objectif de mettre en évidence une potentielle action sur le système sensorimoteur.

Bien que l'IIP soit un des paramètres les plus adaptés aux circonstances de l'étude, il n'en reste pas moins réducteur en raison de la complexité neurosensorielle du contrôle postural. De même, l'intégration sensorimotrice ne peut être modélisée uniquement par l'IIP. Cette étude représente donc une première approche de compréhension des mécanismes d'action à court terme de la PGCM.

L'aspect monocentrique de l'étude ainsi que son déroulement sur une seule et unique séance appellent également à la réflexion. Le choix d'un protocole réalisé sur une seule séance est argumenté par le caractère particulièrement sensible de la posturographie. L'objectif de ce travail était d'analyser l'impact d'une séance de PGCM sur l'IIP à court terme. L'étude des variations d'IIP directement à la suite de la séance de PGCM permet de limiter les facteurs pouvant influencer ce paramètre posturographique et risquant d'apporter des biais aux résultats.

Néanmoins, une perspective d'amélioration serait de poursuivre ces recherches à plus grande échelle et de manière multicentrique ainsi que d'étudier les modifications de l'IIP sur plusieurs séances, soit à plus long terme.

## CONCLUSION

Les résultats de cette étude semblent donc en faveur d'une modification non significative de l'IIP par la PCGM sur les 16 patients inclus.

Cependant, il est à noter que les différences des IIP n'ont pas suivi le même sens de variation en fonction des patients. En effet, 9 patients ont obtenu un IIP plus faible à l'issue de la séance de PGCM tandis que 7 autres patients ont présenté un IIP plus élevé à la suite de la séance comparativement à la mesure préséance.

Les résultats ont donc été regroupés et étudiés en fonction du sens de variation des différences entre les IIP post et préséance de PGCM. L'analyse des 2 groupes a d'ailleurs démontré une différence significative aussi bien chez les sujets présentant un  $\Delta$  positif que chez ceux présentant un  $\Delta$  négatif avec un risque  $\alpha$  de 5 %.

Il est donc primordial de poursuivre les investigations à plus grande échelle afin de déceler l'existence ou non d'un sens de variation des IIP et ainsi de confirmer ou d'infirmer les conclusions émises par cette étude.

De plus, bien que les résultats globaux de cette étude témoignent d'une modification non significative des IIP à l'issue d'une séance de PGCM, nous ne pouvons exclure une action sur le SNC. En effet, l'IIP ne représente qu'un des paramètres de l'intégration sensorimotrice.

La recherche exploratoire sur le ressenti des patients a d'ailleurs permis de mettre en évidence une modification du ressenti des patients concernant leur stabilisation lors de la réalisation du dernier test posturographique. Ces résultats pourraient ainsi être la preuve d'une modification de la perception des patients. La séance de PGCM aurait donc modifié non pas la stratégie de stabilisation mais le rapport des participants à leur corps. En d'autres termes la PGCM aurait un impact sur la perception des sensations issues du corps, c'est-à-dire la proprioception.

L'investigation du mode d'action de la PGCM pourrait donc se poursuivre par le biais de la posturographie mais également par la dimension de la perception et de la sensation.

En ce sens, Condillac explique que nous conservons le souvenir de certaines sensations ayant fait sur nous vive impression [94]. Ces sensations peuvent avoir d'importantes répercussions.

La douleur par exemple suspend tout désir de se mouvoir [94]. Seul le souvenir ou la découverte de sensations agréables nées du mouvement pourraient alors remettre en question cet abandon du mouvement [94].

Merleau-Ponty caractérise quant à lui le mouvement comme étant une relation entre le corps, la décision et le monde [1].

La kinésithérapie, ou science du mouvement aurait ainsi pour objectif de rétablir cette relation pouvant être altérée par certains évènements. Les résultats de la PGCM sembleraient donc issus d'une réharmonisation du lien existant entre le sujet et son propre corps par le biais de la proprioception.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Merleau-Ponty M. *Phénoménologie de la perception*. Gallimard. 1976.
- [2] Massé-Alarie H, Schneider C. Réorganisation cérébrale en lombalgie chronique et neurostimulation pour l'amélioration du contrôle moteur. *Neurophysiol Clin Neurophysiol* 2011;41:51–60. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2011.03.004>.
- [3] Dictionnaire médical de l'Académie de Médecine n.d. <https://dictionnaire.academie-medecine.fr/index.php?q=perception> (accessed April 26, 2021).
- [4] Mallet D, Duchêne V. *Globalité et médecine moderne*. Laennec 2008;Tome 56:35–49.
- [5] Observatoire national de la démographie des professions de santé (France). *Le rapport 2006-2007*. Paris: La Documentation française; 2008.
- [6] La méthode Mézières est une méthode globale de kinésithérapie. *Méthode Mézières* n.d. <https://www.methode-mezieres.fr/methode-mezieres/une-methode-globale/> (accessed May 9, 2020).
- [7] la méthode – Les chaînes physiologiques – Formation à la Méthode Busquet n.d. <https://www.chaines-physiologiques.com/la-methode/> (accessed September 30, 2020).
- [8] RPG n.d. <https://rpg-souchard.com/> (accessed September 30, 2020).
- [9] Gonzalez-Medina G, Perez-Cabezas V, Marin-Paz A-J, Galán-Mercant A, Ruiz-Molinero C, Jimenez-Rejano JJ. Effectiveness of Global Postural Reeducation in Ankylosing Spondylitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med* 2020. <https://doi.org/10.3390/jcm9092696>.
- [10] Lomas-Vega R, Garrido-Jaut MV, Rus A, del-Pino-Casado R. Effectiveness of Global Postural Re-education for Treatment of Spinal Disorders: A Meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil* 2017;96:124–30. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000575>.
- [11] Ferreira GE, Barreto RGP, Robinson CC, Plentz RDM, Silva MF. Global Postural Reeducation for patients with musculoskeletal conditions: a systematic review of randomized controlled trials. *Braz J Phys Ther* 2016;20:194–205. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0153>.
- [12] Carrasco-Lopez V, Medina-Porqueres I. Intervention using global postural reeducation method in patients with musculoskeletal diseases: systematic review. *Phys Med Rehabil Res* 2016;1:34–40. <https://doi.org/10.15761/PMRR.1000112>.
- [13] Teodori RM, Negri JR, Cruz MC, Marques AP. Global Postural Re-education: a literature review. *Rev Bras Fisioter Sao Carlos Sao Paulo Braz* 2011;15:185–9.
- [14] Vanti C, Generali A, Ferrari S, Nava T, Tosarelli D, Pillastrini P. Rééducation Posturale Globale in musculoskeletal diseases: scientific evidence and clinical practice. *Reumatismo* 2007;59:192–201. <https://doi.org/10.4081/reumatismo.2007.192>.

- [15] Paolucci T, Attanasi C, Cecchini W, Marazzi A, Capobianco SV, Santilli V. Chronic low back pain and postural rehabilitation exercise: a literature review. *J Pain Res* 2019;12:95–107. <https://doi.org/10.2147/JPR.S171729>.
- [16] Lena O, Todri J, Todri A, Gil JLM, Gallego MG. The Effectiveness of the Mézières Method in Elite Rhythmic Gymnastics Athletes With Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *J Sport Rehabil* 2019;1:1–7. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0204>.
- [17] Roussange A. Effet d'un traitement kinésithérapique par la méthode Mézières sur la posture et la lombalgie mécanique non spécifique du jeune golfeur de haut niveau, et étude du plan sagittal. *Kinésithérapie Rev* 2020;20:59–67. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2020.06.006>.
- [18] Lawand P, Lombardi Júnior I, Jones A, Sardim C, Ribeiro LH, Natour J. Effect of a muscle stretching program using the global postural reeducation method for patients with chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Joint Bone Spine* 2015;82:272–7. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2015.01.015>.
- [19] Bonetti F, Curti S, Mattioli S, Mugnai R, Vanti C, Violante FS, et al. Effectiveness of a “Global Postural Reeducation” program for persistent Low Back Pain: a non-randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2010;11:285. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-285>.
- [20] Castagnoli C, Cecchi F, Del Canto A, Paperini A, Boni R, Pasquini G, et al. Effects in Short and Long Term of Global Postural Reeducation (GPR) on Chronic Low Back Pain: A Controlled Study with One-Year Follow-Up. *Sci World J* 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/271436>.
- [21] Di Ciaccio E, Polastri M, Bianchini E, Gasbarrini A. Herniated lumbar disc treated with Global Postural Reeducation. A middle-term evaluation. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2012;16:1072–7.
- [22] Adorno MLGR, Brasil-Neto JP. Assessment of the quality of life through the SF-36 questionnaire in patients with chronic nonspecific low back pain. *Acta Ortop Bras* 2013;21:202–7. <https://doi.org/10.1590/S1413-78522013000400004>.
- [23] Guastala FAM, Guerini MH, Klein PF, Leite VC, Cappellazzo R, Facci LM, et al. Effect of global postural re-education and isostretching in patients with nonspecific chronic low back pain: a randomized clinical trial. *Fisioter Em Mov* 2016;29:515–25. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.029.003.A009>.
- [24] Lawand PA, Jones A, Sardim CC, Ribeiro LH, Lombardi I, Natour J. AB0664 Global postural reeducation to treat chronic low back pain: randomized, controlled trial. *Ann Rheum Dis* 2013;72. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2013-eular.2986>.
- [25] Matos FP, Dantas EHM, de Oliveira FB, de Castro JBP, Conceição MC de SC, Nunes R de AM, et al. Analysis of pain symptoms, flexibility and hydroxyproline concentration in individuals with low back pain submitted to Global Postural Re-education and stretching. *Pain Manag* 2020;10:167–77. <https://doi.org/10.2217/pmt-2019-0053>.
- [26] Cavalcanti IF, Antonino GB, Monte-Silva KK do, Guerino MR, Ferreira AP de L, das Graças Rodrigues de Araújo M. Global Postural Re-education in non-specific neck and

- low back pain treatment: A pilot study. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2020;33:823–8. <https://doi.org/10.3233/BMR-181371>.
- [27] Pillastrini P, de Lima e Sá Resende F, Banchelli F, Burioli A, Di Ciaccio E, Guccione AA, et al. Effectiveness of Global Postural Re-education in Patients With Chronic Nonspecific Neck Pain: Randomized Controlled Trial. *Phys Ther* 2016;96:1408–16. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150501>.
- [28] Amorim CSM de, Gracitelli MEC, Marques AP, Alves VLDS. Effectiveness of global postural reeducation compared to segmental exercises on function, pain, and quality of life of patients with scapular dyskinesis associated with neck pain: a preliminary clinical trial. *J Manipulative Physiol Ther* 2014;37:441–7. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2013.08.011>.
- [29] Pillastrini P, Banchelli F, Guccione A, Di Ciaccio E, Violante FS, Brugnellini M, et al. Global Postural Reeducation in patients with chronic nonspecific neck pain: cross-over analysis of a randomized controlled trial. *Med Lav* 2018;109:16–30. <https://doi.org/10.23749/mdl.v109i1.6677>.
- [30] Somarajan 1 S, Hingarajia 2 DD. Effect of Global Postural Re-Education and Static Stretching on Pain and Disability in Women with Chronic Non-Specific Neck Pain- A Comparative Study. *Indian J Public Health Res Dev* 2021;12:447–53. <https://doi.org/10.37506/ijphrd.v12i1.13887>.
- [31] Coksevim NH, Durmus D, Kuru O. Effects of global postural reeducation exercise and anti-TNF treatments on disease activity, function, fatigue, mobility, sleep quality and depression in patients with active Ankylosing spondylitis: A prospective follow-up study. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2018;31:1005–12. <https://doi.org/10.3233/BMR-170901>.
- [32] Silva EM, Andrade SC, Vilar MJ. Evaluation of the effects of Global Postural Reeducation in patients with ankylosing spondylitis. *Rheumatol Int* 2012;32:2155–63. <https://doi.org/10.1007/s00296-011-1938-3>.
- [33] Fernández-de-Las-Peñas C, Alonso-Blanco C, Morales-Cabezas M, Miangolarra-Page JC. Two exercise interventions for the management of patients with ankylosing spondylitis: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil* 2005;84:407–19. <https://doi.org/10.1097/01.phm.0000163862.89217.fe>.
- [34] Valencia M, Alonso B, Álvarez MJ, Barrientos MJ, Ayán C, Sánchez VM. Effects of 2 Physiotherapy Programs on Pain Perception, Muscular Flexibility, and Illness Impact in Women With Fibromyalgia: A Pilot Study. *J Manipulative Physiol Ther* 2009;32:84–92. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2008.07.003>.
- [35] Fozzatti MCM, Palma P, Herrmann V, Dambros M. [Impact of global postural reeducation for treatment of female stress urinary incontinence]. *Rev Assoc Medica Bras* 1992 2008;54:17–22. <https://doi.org/10.1590/s0104-42302008000100015>.
- [36] Fozzatti C, Herrmann V, Palma T, Riccetto CLZ, Palma PCR. Global Postural Re-education: an alternative approach for stress urinary incontinence? *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2010;152:218–24. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2010.06.002>.

- [37] Maluf SA, Moreno BGD, Crivello O, Cabral CMN, Bortolotti G, Marques AP. Global Postural Reeducation and Static Stretching Exercises in the Treatment of Myogenic Temporomandibular Disorders: A Randomized Study. *J Manipulative Physiol Ther* 2010;33:500–7. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2010.08.005>.
- [38] Paolucci T, Zangrando F, Piccinini G, Deidda L, Basile R, Bruno E, et al. Impact of Mézières Rehabilitative Method in Patients with Parkinson’s Disease: A Randomized Controlled Trial. *Park Dis* 2017;2017. <https://doi.org/10.1155/2017/2762987>.
- [39] Todri J, Lena O, Martínez Gil JL. An Experimental Pilot Study of Global Postural Reeducation Concerning the Cognitive Approach of Patients With Alzheimer’s Disease. *Am J Alzheimers Dis Dementiasr* 2020;35. <https://doi.org/10.1177/1533317519867824>.
- [40] Agosti V, Vitale C, Avella D, Rucco R, Santangelo G, Sorrentino P, et al. Effects of Global Postural Reeducation on gait kinematics in parkinsonian patients: a pilot randomized three-dimensional motion analysis study. *Neurol Sci* 2016;37:515–22. <https://doi.org/10.1007/s10072-015-2433-5>.
- [41] Todri J, Lena O, Martínez Gil JL. A single blind randomized controlled trial of global postural re-education: Cognitive effects on Alzheimer disease patients. *Eur J Psychiatry* 2019;33:83–90. <https://doi.org/10.1016/j.ejpsy.2019.01.001>.
- [42] Muralidharan C, Palanivel S, Saranraj S, Dr P. Effect of Global Postural Re-Education Method in the Improvement of Pulmonary Functions in Subjects with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Ann Trop Med Public Health* 2020;23. <https://doi.org/10.36295/ASRO.2020.232362>.
- [43] Rocha LSD, Mineshita L, Sobral L, Magno L, Santos M, Rocha R. Influence of global postural reeducation method on respiratory muscle strength and parkinsonian quality of life. *Man Ther Posturology Rehabil J* 2018;15. <https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2017.15.504>.
- [44] Vitale C, Agosti V, Avella D, Santangelo G, Amboni M, Rucco R, et al. Effect of Global Postural Rehabilitation program on spatiotemporal gait parameters of parkinsonian patients: a three-dimensional motion analysis study. *Neurol Sci* 2012;33:1337–43. <https://doi.org/10.1007/s10072-012-1202-y>.
- [45] Takeda K, Iwai M, Tanabe S, Koyama S, Hamazu Y, Kumazawa N, et al. The effects of combined static and dynamic stretching of anti-gravitational muscles on body flexibility and standing balance: A preliminary study of healthy young participants. *J Bodyw Mov Ther* 2020;24:221–7. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.05.011>.
- [46] Lozano-Quijada C, Poveda-Pagán EJ, Segura-Heras JV, Hernández-Sánchez S, Prieto-Castelló MJ. Changes in Postural Sway After a Single Global Postural Reeducation Session in University Students: A Randomized Controlled Trial. *J Manipulative Physiol Ther* 2017;40:467–76. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2017.06.005>.
- [47] Dictionnaire médical de l’Académie de Médecine n.d. <http://dictionnaire.academie-medecine.fr/index.php?q=posture> (accessed May 4, 2020).
- [48] Ivanenko Y, Gurfinkel VS. Human Postural Control. *Front Neurosci* 2018;12:171. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00171>.

- [49] Sousa ASP, Silva A, Tavares JMRS. Biomechanical and neurophysiological mechanisms related to postural control and efficiency of movement: a review. *Somatosens Mot Res* 2012;29:131–43. <https://doi.org/10.3109/08990220.2012.725680>.
- [50] Massion J. Postural control system. *Curr Opin Neurobiol* 1994;4:877–87. [https://doi.org/10.1016/0959-4388\(94\)90137-6](https://doi.org/10.1016/0959-4388(94)90137-6).
- [51] Kleim J, Jones T. Kleim JA, Jones TA Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *J Speech Lang Hear Res* 51:S225-S239. *J Speech Lang Hear Res JSLHR* 2008;51:S225-39. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/018\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/018)).
- [52] Deliagina TG, Orlovsky GN, Zelenin PV, Beloozerova IN. Neural bases of postural control. *Physiol Bethesda Md* 2006;21:216–25. <https://doi.org/10.1152/physiol.00001.2006>.
- [53] Deliagina TG, Orlovsky GN. Comparative neurobiology of postural control. *Curr Opin Neurobiol* 2002;12:652–7. [https://doi.org/10.1016/s0959-4388\(02\)00376-8](https://doi.org/10.1016/s0959-4388(02)00376-8).
- [54] Sakka L, Vitte E. [Anatomy and physiology of the vestibular system: review of the literature]. *Morphol Bull Assoc Anat* 2004;88:117–26. [https://doi.org/10.1016/s1286-0115\(04\)98134-9](https://doi.org/10.1016/s1286-0115(04)98134-9).
- [55] Prasad S, Galetta SL. Anatomy and physiology of the afferent visual system. *Handb Clin Neurol* 2011;102:3–19. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52903-9.00007-8>.
- [56] Deliagina TG, Zelenin PV, Orlovsky GN. Physiological and circuit mechanisms of postural control. *Curr Opin Neurobiol* 2012;22:646–52. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2012.03.002>.
- [57] Chiba R, Takakusaki K, Ota J, Yozu A, Haga N. Human upright posture control models based on multisensory inputs; in fast and slow dynamics. *Neurosci Res* 2016;104:96–104. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2015.12.002>.
- [58] Dictionnaire médical de l'Académie de Médecine n.d. <http://dictionnaire.academie-medecine.fr/index.php?q=proprioception> (accessed May 4, 2020).
- [59] Tuthill JC, Azim E. Proprioception. *Curr Biol CB* 2018;28. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.01.064>.
- [60] Bouisset S, Do M-C. Posture, dynamic stability, and voluntary movement. *Neurophysiol Clin Neurophysiol* 2008;38:345–62. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2008.10.001>.
- [61] Massion J. Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci Biobehav Rev* 1998;22:465–72. [https://doi.org/10.1016/s0149-7634\(97\)00031-6](https://doi.org/10.1016/s0149-7634(97)00031-6).
- [62] Brooks VB. Motor Control How Posture and Movements are Governed. *Phys Ther* 1983;63:664–73. <https://doi.org/10.1093/ptj/63.5.664>.
- [63] Yiou E, Caderby T, Hussein T. Adaptability of anticipatory postural adjustments associated with voluntary movement. *World J Orthop* 2012;3:75–86. <https://doi.org/10.5312/wjo.v3.i6.75>.

- [64] Gaudez C, Aptel M. Les mécanismes neurophysiologiques du mouvement, base pour la compréhension du geste. *Trav Hum* 2008;Vol. 71:385–404.
- [65] Wallard L, Dietrich G, Kerlirzin Y, Bredin J. Apprentissage moteur et contrôle postural chez l'enfant n.d.
- [66] Peterka RJ, Murchison CF, Parrington L, Fino PC, King LA. Implementation of a Central Sensorimotor Integration Test for Characterization of Human Balance Control During Stance. *Front Neurol* 2018;9. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.01045>.
- [67] Thoumie P. Intérêts et limites de la posturographie pour l'évaluation des troubles de l'équilibre. *Lett Médecine Phys Réadapt* 2012;28:139–44. <https://doi.org/10.1007/s11659-012-0300-9>.
- [68] Van Nechel C. Pourquoi une posturo. *Mumedia* n.d. [https://www.mumedia.be/download/course/posturo\\_why.htm](https://www.mumedia.be/download/course/posturo_why.htm) (accessed May 25, 2021).
- [69] Kharboutly H, Gomes Paiva AF, Thoumie P, Ma J, Bouzit M, Pasqui V. Une nouvelle méthode de posturographie dynamique pour quantifier la qualité de l'équilibre. *Neurophysiol Clin Neurophysiol* 2014;44:506. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2014.09.042>.
- [70] Lui DF, Memon A, Kwan S, Mullett H. Computerized dynamic posturography analysis of balance in individuals with a shoulder stabilization sling. *Eur J Trauma Emerg Surg Off Publ Eur Trauma Soc* 2013;39:635–9. <https://doi.org/10.1007/s00068-013-0309-z>.
- [71] Poblano A, Ishiwara K, de Lourdes Arias M, García-Pedroza F, Marín H, Trujillo M. Motor control alteration in posturography in learning-disabled children. *Arch Med Res* 2002;33:485–8. [https://doi.org/10.1016/s0188-4409\(02\)00397-1](https://doi.org/10.1016/s0188-4409(02)00397-1).
- [72] Kemoun G, Carette P. Place de la posturographie à domicile dans un concept de prévention de la chute de la personne âgée. *NPG Neurol - Psychiatr - Gériatrie* 2010;10:61–4. <https://doi.org/10.1016/j.npg.2009.12.006>.
- [73] Di Nardo W, Ghirlanda G, Cercone S, Pitocco D, Soponara C, Cosenza A, et al. The use of dynamic posturography to detect neurosensorial disorder in IDDM without clinical neuropathy. *J Diabetes Complications* 1999;13:79–85. [https://doi.org/10.1016/s1056-8727\(99\)00032-x](https://doi.org/10.1016/s1056-8727(99)00032-x).
- [74] Lisbonis J-M, Zeitoun A, Robin P, Beltran M. Valeur de la posturographie dynamique sur plate-forme Multitest-Equilibre. *Oto-Rhino-Laryngol Nova* 2000;10:47–8. <https://doi.org/10.1159/000027949>.
- [75] Nechel C van, Toupet M, Bodson I, Kouame E. Progression du contrôle postural lors d'une épreuve impulsionnelle en posturographie multisegment. *Oto-Rhino-Laryngol Nova* 2000;10:40–6. <https://doi.org/10.1159/000027948>.
- [76] Camicioli R, Panzer VP, Kaye J. Balance in the healthy elderly: posturography and clinical assessment. *Arch Neurol* 1997;54:976–81. <https://doi.org/10.1001/archneur.1997.00550200040008>.

- [77] Voorhees RL. Dynamic posturography findings in central nervous system disorders. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg* 1990;103:96–101. <https://doi.org/10.1177/019459989010300114>.
- [78] Olchowik G, Tomaszewski M, Olejarz P, Warchoł J, Różańska-Boczula M. The effect of height and BMI on computer dynamic posturography parameters in women. *Acta Bioeng Biomech* 2014;16:53–8.
- [79] Trueblood PR, Rivera M, Lopez C, Bentley C, Wubenhorst N. Age-based normative data for a computerized dynamic posturography system that uses a virtual visual surround environment. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 2018;138:597–602. <https://doi.org/10.1080/00016489.2018.1429653>.
- [80] Vanicek N, King SA, Gohil R, Chetter IC, Coughlin PA. Computerized dynamic posturography for postural control assessment in patients with intermittent claudication. *J Vis Exp JoVE* 2013. <https://doi.org/10.3791/51077>.
- [81] Wood SJ, Paloski WH, Clark JB. Assessing Sensorimotor Function Following ISS with Computerized Dynamic Posturography. *Aerosp Med Hum Perform* 2015;86. <https://doi.org/10.3357/AMHP.EC07.2015>.
- [82] Polechoński J, Juras G, Słomka K, Błaszczuk J, Małecki A, Nawrocka A. Assessment of Startle Response and Its Prepulse Inhibition Using Posturography: Pilot Study. *BioMed Res Int* 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/8597185>.
- [83] Black F. Clinical status of computerized dynamic posturography in neurology. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;9:314–8. <https://doi.org/10.1097/00020840-200110000-00011>.
- [84] Roussange A. L'incidence d'une préparation physique chez le golfeur Mythe ou réalité ? Point de vue de Posturo-pro 2012. [http://www.framiral.fr/2015/communication/articles/2012\\_Roussange\\_Golf\\_Posturo.pdf](http://www.framiral.fr/2015/communication/articles/2012_Roussange_Golf_Posturo.pdf) (accessed December 7, 2020).
- [85] Dupui P, Montoya R, Lacour M. *Physiologie, techniques, pathologies*. Solal. Marseille: 2003.
- [86] Thoumie P. Intérêts et limites de la posturographie pour l'évaluation des troubles de l'équilibre. *Lett Médecine Phys Réadapt* 2012;28:139–44. <https://doi.org/10.1007/s11659-012-0300-9>.
- [87] Lisbonis J-M, Zeitoun A, Robin P, Beltran M. Valeur de la posturographie dynamique sur plate-forme Multitest-Equilibre. *Oto-Rhino-Laryngol Nova* 2000;10:47–8. <https://doi.org/10.1159/000027949>.
- [88] Teasdale N, Simoneau M. Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. *Gait Posture* 2001;14:203–10. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(01\)00134-5](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00134-5).
- [89] Lacour M, Bernard-Demanze L, Dumitrescu M. Posture control, aging, and attention resources: Models and posture-analysis methods. *Neurophysiol Clin Neurophysiol* 2008;38:411–21. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2008.09.005>.

- [90] Campbell AD, Squair JW, Chua R, Inglis JT, Carpenter MG. First trial and StartReact effects induced by balance perturbations to upright stance. *J Neurophysiol* 2013;110:2236–45. <https://doi.org/10.1152/jn.00766.2012>.
- [91] Tang K-S, Honegger F, Allum JHJ. Movement patterns underlying first trial responses in human balance corrections. *Neuroscience* 2012;225:140–51. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.09.004>.
- [92] Akulwar I. Quantitative Characterization of Postural Sway During Quiet Stance Under Muscle Fatigue in Healthy Young Adults). *Arch Neurol Neurosci* 2019;4. <https://doi.org/10.33552/ANN.2019.04.000591>.
- [93] Haute Autorité de Santé. Prise en charge du patient présentant une lombalgie commune. Haute Aut Santé 2019. [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_2961499/fr/prise-en-charge-du-patient-presentant-une-lombalgie-commune](https://www.has-sante.fr/jcms/c_2961499/fr/prise-en-charge-du-patient-presentant-une-lombalgie-commune) (accessed May 25, 2020).
- [94] Condillac ÉB. *Traité des sensations*. Fayard. Paris: 1984.

# Annexe n°1 : formulaire de consentement

**IFMKN**  
INSTITUT DE FORMATION EN  
MASSO-KINÉSITHÉRAPIE NIÇOIS



## Formulaire de consentement à l'intention des patients

---

### **Participation à la recherche biomédicale :**

#### ***Place de l'utilisation des chaînes myofasciales (PGCM) dans la stratégie rééducative globale des lombalgiques***

Nous sollicitons votre participation à un projet de recherche intitulé : « *Place de l'utilisation des chaînes myofasciales (PGCM) dans la stratégie rééducative globale des lombalgiques* ». Toutefois, avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de lire et de comprendre les renseignements qui suivent. Ce document vous explique le but de ce projet de recherche, ses procédures, avantages, risques et inconvénients. Nous vous invitons à poser toutes les questions aux chercheurs et membres affectés à ce projet de recherche.

#### Présentation des chercheurs et du contexte :

Promoteur : Arnaud CHOPLIN

Mail : [arnaud.choplin@univ-cotedazur.fr](mailto:arnaud.choplin@univ-cotedazur.fr)

Téléphone : 04 89 15 38 90

Qualité : Directeur de l'IFMK Niçois, PHD-HDR, Docteur en Sciences de l'Éducation, Cadre formateur

Investigateur principal : Patrick NENERT

Mail : [patrick.nenert@univ-cotedazur.fr](mailto:patrick.nenert@univ-cotedazur.fr)

Qualité : cadre formateur à l'IFMK Niçois

#### Investigateurs secondaires :

Alain ROUSSANGE :

Mail :

Qualité : masseur-kinésithérapeute DE

Barbara GOSSE :

Mail :

Téléphone :

Qualité : étudiante en 2<sup>ème</sup> cycle à l'IFMK Niçois

Lieu de la recherche : Cabinet de kinésithérapie d'Alain Roussange

3 rue de l'Hôtel des Postes, 06160 Antibes

**Contexte de l'étude et objectif :**

Cette étude est réalisée dans le cadre d'un travail de mémoire de fin d'étude en masso-kinésithérapie. L'objectif est de déterminer si la physiothérapie globale des chaînes myofasciales a un impact sur la capacité posturo-cinétique.

**Procédure ou déroulement de l'étude :**

Pour participer à cette étude, vous devrez réaliser 3 bilans posturographiques d'une durée de 45 secondes chacun : 2 bilans avant votre séance de rééducation puis un dernier bilan à l'issue de cette dernière. Les bilans posturographiques ne modifieront en rien votre prise en charge rééducative.

**Risques et bénéfices :**

Le projet de recherche n'entraîne pas de risque ou de désavantage prévisible pour le répondant, hormis le temps consacré au déroulement de l'étude. Il se peut que vous retiriez un bénéfice personnel de votre participation à ce projet de recherche mais nous ne pouvons pas vous l'assurer. Par ailleurs les résultats obtenus contribueront à l'avancement des connaissances dans le domaine de la physiothérapie globale des chaînes myofasciales.

**Nature des données personnelles recueillies :**

Seuls le sexe, l'âge, les initiales du nom et prénom des participants à l'étude ainsi que la valeur des indices posturographiques seront recueillies.

**Confidentialité :**

L'étude présentée ne demande aucun renseignement personnel supplémentaire. L'accès à l'identité du participant est impossible pour qui que ce soit, même pour les membres de l'équipe de recherche, et pas même à travers la récolte des données. De plus, toute utilisation d'un serveur dans la collecte des données impliquera l'information du participant. Les résultats des bilans seront conservés de façon confidentielle. La procédure de participation à l'étude est entièrement indépendante.

**Conservation des données :**

Les données seront conservées pendant une période de 1 an puis détruites par la suite.

**Compensation :**

Aucune rémunération ou compensation n'est offerte en échange de la participation à ce projet de recherche.

**Participation volontaire et droit de retrait de l'étude :**

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes libre de refuser d'y participer. En aucun cas, le consentement de participer à la recherche, n'implique que le participant renonce à ses droits légaux, ni ne décharge les chercheurs, les promoteurs ou les institutions impliquées de leurs responsabilités légales ou professionnelles.

**Coordonnées :**

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche ou si vous éprouvez un problème que vous croyez lié à votre participation au projet de recherche, vous pouvez communiquer avec le responsable du projet aux coordonnées suivantes :

Téléphone : '

Mail :

Pour toute question d'ordre éthique ou déontologique concernant votre participation au projet de recherche vous pouvez prendre contact avec l'Ordre des Masseurs-Kinésithérapeutes (départemental ou national) aux coordonnées suivantes :

- Conseil Départemental de l'Ordre des Masseurs-Kinésithérapeutes des Alpes-Maritimes :  
Site internet : [www.alpesmaritimes.ordremk.fr](http://www.alpesmaritimes.ordremk.fr)  
Téléphone 04 93 86 55 19  
Adresse : 10 bd Joseph Garnier 06000 NICE  
Mail : [cdo06@ordremk.fr](mailto:cdo06@ordremk.fr)
- Ordre des Masseurs-Kinésithérapeutes :  
Site internet : [www.ordremk.fr](http://www.ordremk.fr)

**Consentement :**

J'ai pris connaissance des informations ci-dessous et j'en comprends le contenu.

J'ai compris que ma participation à cette étude est volontaire et que je suis libre d'arrêter ma participation à l'étude à tout moment.

Je consens à ce que mes données soient utilisées pour les fins de ce projet de recherche.

Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de cette étude de leurs responsabilités.

Je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Après en avoir discuté et avoir obtenu la réponse à toutes mes questions, j'accepte librement et volontairement de participer à la recherche qui m'est proposée.

Identitovigilance :

- Nom : .....
- Prénom : .....
- Date de naissance : .... / .... / ....
- Signature :

Fait à .....

Le .... / .... / .....

Signature du participant, précédée de la mention « lu et approuvée » :

Nom, prénom et signature de l'investigateur :

## Annexe n°2 : Avis favorable du CPP

Avis du Comité de protection des personnes Comité de protection des personnes Sud-Est I sur Demande Initiale\* CPP 2021-121

### Informations CPP

**Nom du CPP** : Comité de protection des personnes Sud-Est I

**Adresse** : CHU de SAINT-ETIENNE - HOPITAL DE BELLEVUE - 25 Boulevard Pasteur Direction des Affaires Médicales & de la Recherche - Pavillon 31 42055 SAINT-ETIENNE France

**Courriel** : cpp.sudest1@chu-st-etienne.fr

**Numéro de téléphone** :

### Informations promoteur

**Organisme** : IFMK Niçois

**Nom et prénom** : CHOPLIN Arnaud

### Investigateur

**Investigateur** : NENERT PATRICK

### Informations dossier

**Numéro SI** : 21.02926.000045

**Numéro national** : 2021-A02465-36

**Règlementation** : Loi Jardé

**Qualification de recherche** : Catégorie 3

**Produit ou acte** : Hors produits de santé (produits non mentionnés à l'article L.5311-11 du code de la santé publique)

**Titre** : Place de l'utilisation des chaînes myofasciales (PGCM) dans la stratégie rééducative globale des lombalgiques

Ce dossier a été étudié en séance le **11/10/2021** 18:00 et mandat a été donné au président du CPP d'émettre l'avis à réception des réponses du déposant aux dernières demandes. Au vu des réponses obtenues, l'avis suivant a donc été émis le **10/11/2021**. C'est la date de la notification de l'avis sur le SI qui fait foi.

### Avis favorable

*Cet avis est valable deux ans. Si vous n'avez pas été en mesure d'inclure des participants dans ce délai, vous pouvez demander au CPP une prorogation de cet avis avant la fin de validité de ce dernier (voir en ce sens l'article R.1123-26 du code de la santé publique).*

## Personnes ayant délibéré

Collège	Catégorie	Nom et prénom
1 <sup>er</sup>	Qualifiés en recherche biomédicale	Pr. Pierre FOURNEL
		Dr Claire BERGER
	Compétents en biostatistique ou épidémiologie	M. Philippe RUSCH
	Médecins généralistes	Dr Isabelle CARRIERE
	Pharmaciens	Dr Fabien FORGES
	Infirmiers	M. Fouad BELMOUNES
2 <sup>ème</sup>	Compétents en questions éthiques	Mme Catherine SOLER
	Psychologues	
	Représentants d'associations agréées de malades et usagers du système de santé	M. François FAISAN Mme Isabelle BRAUD M. Maurice MINAIRE M. Georges BERNE

## Documents analysés par le CPP

Catégorisation	Intitulé	Date de dépôt
ATT - Attestation	COU - 30.06.2021 - V1 - Lettre de demande d'avis.docx	24/09/2021
ATT - Attestation	CVI - 20.09.2021 - V1 - CVI Patrick NENERT.pdf	24/09/2021
ATT - Attestation	CVI - 30.06.2021 - V1 - CV Barbara GOSSE.pdf	24/09/2021
ATT - Attestation	DOC - 20.09.2021 - V1 - Declaration_conformité_cnil_2223591.pdf	24/09/2021
ATT - Attestation	DON - 30.06.2021 - V1 - Description de l'utilisation des données.pdf	24/09/2021
ATT - Attestation	CVI - 30.06.2021 - V1 - CV Alain ROUSSANGE.pdf	24/09/2021
ATT - Attestation	Liste des documents soumis.docx	24/09/2021
ATT - Attestation	DON - 30.06.2021 - V1 - Origine et nature des données nominatives.pdf	24/09/2021
ATT - Attestation	LIS - 30.06.2021 - V1 - Liste investigateurs.pdf	24/09/2021
ATT - Attestation	INF - 30.06.2021 - V1 - Doc d'information et Formulaire de consentement aux patients.pdf	24/09/2021
ATT - Attestation	QUE - 30.06.2021 - V1 - Cahier d'observation.pdf	24/09/2021
ATT - Attestation	RES - 30.06.2021 - V1 - Résumé du protocole.pdf	24/09/2021
ATT - Attestation	RES - 30.06.2021 - V1 - Résumé du protocole 1.pdf	24/09/2021
ATT - Attestation	PRO - 30.06.2021 - V1 - Protocole de recherche.pdf	24/09/2021
ATT - Attestation	CVI - 20.09.2021 - V1 - CV Arnaud CHOPLIN.pdf	24/09/2021
DOC - Autres documents	DOC - 20.09.2021 - V1 - Declaration_conformité_cnil_2223591.pdf	24/09/2021
DOC - Autres documents	2021-A02465-36_0_2021-09-23_05-51-03.pdf	24/09/2021
DOC - Autres documents	DON - 16.10.2021 - V2 - Origine et nature des données nominatives.pdf	16/10/2021
DOC - Autres documents	INF - 16.10.2021 - V2 - Doc d'information et Formulaire de consentement aux patients.pdf	16/10/2021

DOC - Autres documents	<i>DON - 16.10.2021 - V2 - Description de l'utilisation des données.pdf</i>	16/10/2021
DOC - Autres documents	<i>RES - 16.10.2021 - V2 - Résumé du protocole 1.pdf</i>	16/10/2021
DOC - Autres documents	<i>REPONSE 2021-121 = 21.02926.000045 = IFMK Niçois rééducation lombalgiques RIPH 3.docx</i>	16/10/2021
DOC - Autres documents	<i>RES - 16.10.2021 - V2 - Résumé du protocole.pdf</i>	16/10/2021
DOC - Autres documents	<i>QUE - 16.10.2021 - V2 - Cahier d'observation.pdf</i>	16/10/2021
DOC - Autres documents	<i>PRO - 16.10.2021 - V2 - Protocole de recherche.pdf</i>	16/10/2021
DOC - Autres documents	<i>INF - 28.10.2021 - V3 - Doc d'information et Formulaire de consentement aux patients.pdf</i>	29/10/2021
QUE - Echelles/questionnaires	<i>QUE - 30.06.2021 - V1 - Cahier d'observation.pdf</i>	24/09/2021
QUE - Echelles/questionnaires	<i>PRO - 30.06.2021 - V1 - Protocole de recherche.pdf</i>	24/09/2021

• **La réponse du promoteur aux remarque du CPP :**

- 1) **Le lieu de la recherche doit être précisé.** Il ne semble pas être indiqué dans les documents transmis au Comité.

**Réponse :**

La recherche se déroulera dans le cabinet de kinésithérapie d'Alain Roussange, masseur-kinésithérapeute DE, à l'adresse suivante : 3 rue de l'hôtel des Postes, 06160 Antibes.

Les documents ci-dessous ont été mis à jour et précisent maintenant le lieu de la recherche :

- DON - 16.10.2021 - V2 - Description de l'utilisation des données
- DON - 16.10.2021 - V2 - Origine et nature des données nominatives
- INF - 16.10.2021 - V2 - Doc d'information et Formulaire de consentement aux patients
- PRO - 16.10.2021 - V2 - Protocole de recherche
- QUE - 16.10.2021 - V2 - Cahier d'observation
- RES - 16.10.2021 - V2 - Résumé du protocole
- RES - 16.10.2021 - V2 - Résumé du protocole 1

- 2) **Le promoteur mettra en adéquation le protocole et le document de recueil des données** personnelles qui seront recueillies, au regard des informations suivantes :

- Le sexe, l'âge et la valeur des indices posturographiques dans le protocole,
- Les initiales des noms et prénoms, sexe et valeur des indices posturographiques dans le document de recueil des données.

**Réponse :**

Le protocole et le document de recueil de données ont été mis à jour. Les informations recueillies sont donc : le sexe, l'âge, les initiales du prénom et nom des participants à l'étude ainsi que les indices posturographiques.

- 3) **La nature des données personnelles recueillie devra être précisée**, dans la notice d'information au patient.

**Réponse :**

Le paragraphe ci-dessous a été rajouté dans la notice d'information au patient :

« **Nature des données personnelles recueillie** : seuls le sexe, l'âge, les initiales du nom et prénom des participants à l'étude ainsi que la valeur des indices posturographiques seront recueillies. »

- 4) Il sera prévu **un encadré destiné à recueillir « Prénom et date de naissance** du patient dans un souci d'identitovigilance », avant l'apposition d'une signature, dans le formulaire de consentement.

**Réponse :**

Un encadré destiné à recueillir le prénom et la date de naissance suivi de l'apposition d'une signature a été ajouté au formulaire de consentement.

**La liste des documents modifiés (nom – version – date) :**

- DON - 16.10.2021 - V2 - Description de l'utilisation des données
- DON - 16.10.2021 - V2 - Origine et nature des données nominatives
- INF - 16.10.2021 - V2 - Doc d'information et Formulaire de consentement aux patients
- PRO - 16.10.2021 - V2 - Protocole de recherche
- QUE - 16.10.2021 - V2 - Cahier d'observation
- RES - 16.10.2021 - V2 - Résumé du protocole

---

• **La réponse du promoteur à la remarque complémentaire du CPP :**

- 5) Il convient d'ajouter **le nom de la personne** incluse dans l'étude, dans le formulaire de consentement.

Nom ajouté par le promoteur.

---

A Saint-Etienne, le 10/11/2021

Le Président - M. Philippe RUSCH



## Annexe n°3 : cahier d'observation

**IFMKN**  
INSTITUT DE FORMATION EN  
MASSO-KINÉSITHÉRAPIE NIÇOIS

UNIVERSITÉ  
**CÔTE D'AZUR** 

Institut de formation en Masso-Kinésithérapie Niçois

**Place de l'utilisation des chaînes myofasciales (PGCM)  
dans la stratégie rééducative globale des lombalgiques**

**Cahier d'observation**

NOM (1ère lettre) \_\_\_\_\_

PRENOM (1ère lettre) \_\_\_\_\_

NUMERO DE PATIENT \_\_\_\_\_

---

Coordonnées des personnes référentes

Promoteur : Arnaud CHOPLIN

Mail : arnaud.choplin@univ-cotedazur.fr

Téléphone : 04 89 15 38 90

Qualité : Directeur de l'IFMK Niçois, PHD-HDR, Docteur en Sciences de l'Éducation, Cadre formateur

Investigateur principal : Patrick NENERT

Mail : patrick.nenert@univ-cotedazur.fr

Qualité : cadre formateur à l'IFMK Niçois

Investigateurs secondaires :

Alain ROUSSANGE :

Mail : aroussange@gmail.com

Qualité : masseur-kinésithérapeute DE

Barbara GOSSE

Mail : barbara.gosse06@gmail.com

Téléphone : 06 11 69 04 29

Qualité : étudiante en 2<sup>ème</sup> cycle à l'IFMK Niçois

Lieu de la recherche : Cabinet de kinésithérapie d'Alain Roussange

3 rue de l'Hôtel des Postes, 06160 Antibes

Date : _____ / _____ / _____	Numéro de patient : _____
Investigateur : _____	Initiales du patient : _____ / _____

**Critères d'inclusion :**

	OUI	NON
Patient ayant été informé des objectifs et contraintes de l'étude et ayant donné son consentement éclairé par écrit		
Patient âgé de 18 ans à 65 ans		
Patient présentant les symptômes d'une lombalgie non spécifique chronique diagnostiquée conformément aux directives de la HAS soit une douleur > 3 mois caractérisée par une origine mécanique		

Si une case est cochée NON à l'un des critères ci-dessus, le patient ne peut être inclus.

**Critères de non-inclusion :**

	OUI	NON
Sujets présentant une radiculalgie accompagnée de troubles moteurs ou sensitifs		
Sujets présentant des troubles de l'équilibre de quelque nature qu'ils soient		
Sujets présentant une fragilité contre-indiquant l'utilisation des outils de mesure et des techniques proposées : lésions non cicatrisées, grossesse ou post partum récent...		

Si une case est cochée OUI à l'un des critères ci-dessus, le patient ne peut être inclus.

**Critères d'exclusion :**

	OUI	NON
Sujet développant des complications lors du traitement : radiculalgies, vertiges, lésions...		
Sujets présentant un changement important dans un éventuel traitement médical associé pouvant interférer avec les résultats		

Si une case est cochée OUI à l'un des critères ci-dessus, le patient est exclu de l'étude.

Date : _____ / _____ / _____	Numéro de patient : _____
Investigateur : _____	Initiales du patient : _____ / _____

**Eligibilité à l'inclusion dans l'étude :**

	OUI	NON
Les critères d'inclusion sont tous respectés		
Les critères de non-inclusion sont tous respectés		
Les critères d'exclusion sont tous respectés		

**Informations démographiques :**

Date	Age	Genre
____ / ____ / ____	____ ans	<input type="checkbox"/> Homme <input type="checkbox"/> Femme

**Informations posturographiques** : mesure de l'Indice d'Instabilité Posturale (IIP), de l'Indice de Puissance (IP) et de l'Indice de Contrôle Postural (ICP)

IIP1		IIP2		IIP3	
------	--	------	--	------	--

**Informations relatives à la perception** : Comment avez-vous perçu le dernier test posturographique (après la séance) par rapport à celui avant la séance ?

.....

.....

.....

## Annexe n°4 : Résultats bruts

Numéro d'identification	Sexe	Age	IIP 1	IIP 2	IIP 3	Comment avez-vous perçu le dernier test posturographique (après la séance) par rapport à celui avant la séance ?
1	F	39	1,47	1,24	1,36	Sentiment d'une différence mais non qualifiable
2	H	33	2,65	2,58	2,62	Impression que « ça bougeait plus » lors du 3ème test
3	F	49	0,96	1,22	1,01	Impression que « ça tanguait plus » lors du 3ème test
4	H	50	2,58	2,64	2,34	Légers déséquilibres lors du 3ème test
5	F	33	1,86	2,47	2,15	Sentiment d'être plus détendue mais pas de différence au niveau des tests
6	H	61	1,89	1,87	2,05	Plus d'instabilité lors du dernier test
7	H	50	2,2	2,28	2,01	Pas de différence mais plus sensation d'être plus relâché et d'avoir une respiration plus calme
8	H	54	2,15	2,27	1,76	Plus de stabilité lors du dernier test
9	H	47	1,93	2,17	1,58	Plus stable lors du dernier test
10	F	60	2,7	2,7	2,17	Sentiment d'être moins stable lors du 3ème test
11	H	51	2,2	2,16	2,22	Pas de différence
12	F	49	1,79	2,1	2,01	Un peu plus de déséquilibres lors du 3ème test
13	F	49	1,47	1,34	1,71	Sentiment d'avoir été plus « droite » durant le 3ème test
14	F	26	1,21	0,94	1,99	Un peu plus instable lors du 3ème test
15	H	19	2,28	1,96	1,44	Pas de différence
16	H	64	1,94	1,18	2,11	Plus instable lors du 3ème test