

Effet d'un maintien immobile en posture assise pendant 20 minutes sur les amplitudes articulaires dorso-lombaires et la force des muscles spinaux

Fanny Busque

▶ **To cite this version:**

Fanny Busque. Effet d'un maintien immobile en posture assise pendant 20 minutes sur les amplitudes articulaires dorso-lombaires et la force des muscles spinaux. Sciences de l'Homme et Société. 2018. dumas-02088798

HAL Id: dumas-02088798

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02088798

Submitted on 3 Apr 2019

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

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

Effet d'un maintien immobile en posture assise pendant 20 mn sur les amplitudes articulaires dorso-lombaires et la force des muscles spinaux

MÉMOIRE DE RECHERCHE
Pour l'obtention du Master 2 Ergonomie, Santé et Risques Professionnels

2017- 2018

Présenté par :

Fanny BUSQUE

Sous la direction d'Alain HAMAOUI
LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE DE LA POSTURE ET DU MOUVEMENT
Université JF CHAMPOLLION, Albi

Institut National Universitaire Jean François CHAMPOLLION
ALBI

LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE DE LA POSTURE ET DU MOUVEMENT
Institut National Universitaire Jean François CHAMPOLLION, Albi

MÉMOIRE DE RECHERCHE
Pour l'obtention du Master 2
Ergonomie, Santé et Risques Professionnels

Effet d'un maintien immobile en posture assise pendant 20 mn sur les amplitudes articulaires dorso-lombaires et la force des muscles spinaux

Présenté par :
Fanny BUSQUE

Sous la direction d'Alain HAMAOUI

Année 2017-2018

Remerciements :

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur Alain Hamaoui ; mon tuteur de stage, qui m'a accueilli dans ces locaux et qui m'a encadré tout au long de mon mémoire. Il a su me conseiller et m'aiguiller dans ce travail.

Je tiens à remercier Nadège Lemeunier grâce à qui j'ai eu l'opportunité d'obtenir ce stage et Charlène Chéron qui a toujours été là pour moi quand j'avais besoin d'elle.

Je remercie également mes tuteurs de stage qui m'ont suivi tout au long de ce travail Nadia Chadourne et Cédric Albinet.

Je remercie Jennifer Giusti et Gregory Lenfant pour leur compréhension dans mon avancée clinique tout au long de cette année et pour l'aménagement horaire de mes astreintes.

Je remercie les deux établissements qui m'ont permis de faire ce master. L'Institut Franco-Européen de Chiropraxie pour leur financement et les arrangements horaires qu'ils m'ont accordé ;ainsi que l'Institut Universitaire Jean François Champollion pour avoir accepté mon chevauchement entre le M1-M2.

Et pour finir, je remercie mes amis et ma famille qui m'ont soutenu durant tout ce parcours ainsi qu'à tous les sujets qui se sont prêtés à ce protocole expérimental

Sommaire

I. Avant -propos : 6

II. Introduction 7

A. Cadre théorique 7

1. Anatomie du rachis : 7

2. Physiologie articulaire : 8

3. Anatomie musculaire des muscles spinaux 9

4. L'amplitude articulaire dans la littérature 9

5. La force musculaire dans la littérature 11

6. Lien possible entre mobilité articulaire, force maximale 12

7. Lien possible entre mobilité articulaire, force maximale et échauffement 13

B. Problématique et hypothèses : 15

III. Matériels et méthodes : 16

A. Sujets 16

B. Environnement expérimental 16

C. Matériels 16

1. Crayon dermographique : 16

2. Inclinomètre 16

3. Table 17

4. Sangle : 17

5. Dynamomètre 17

6. Siège de repos incliné à 30° 18

D. Protocole expérimental : 18

IV. Analyse des données 24

V. Résultats : 24

B. Mobilité colonne thoracique (valeurs moyenne) 27

C. Mobilité colonne thoracique (valeurs médiane) 27

D. Force muscles spinaux (valeur moyenne) 28

E. Force muscles spinaux (valeur médiane) 28

VI. Discussion : 29

VII. Conclusion 32

VIII. Bibliographie : 33

IX. Annexes : 36

Figure 1: Courbures rachidiennes *7*
Figure 2: Cage thoracique vue postérieure *8*
Figure 3: Cage thoracique vue latérale *8*
Figure 4: Amplitudes articulaires dans le plan sagittal du rachis thoracique *8*
Figure 5: Repère anatomique de C6 en haut, C7 au milieu et T1 en bas *19*
Figure 6: Repère anatomique de L4 ..... *19*
Figure 7: Repère antomique de L5 ..... *20*
Figure 8: Récapitulation du protocole et des résultats *25*

Tableau 1: Tableau de caractéristiques anthropologiques des sujets *25*
Tableau 2: Données des amplitudes de mouvements des mouvements de flexion/ extension au niveau T1-L1 et L1-S1 après un échauffement et après une immobilité prolongé *26*
Tableau 3: Données de la force maximale des muscles spinaux après un échauffement et après une immobilité prolongé *26*
Tableau 4: Amplitude de mouvement du rachis thoracique et lombaire aves les valeurs moyennes : en degrés, les moyennes et les écart-types sont représentés *27*
Tableau 5: Amplitude de mouvement du rachis thoracique et lombaire aves les valeurs médianes : en degrés, les médianes et les écart-types sont représentés *27*
Tableau 6: Force des muscles spinaux en extension aves les valeurs moyennes : en kilogrammes, les moyennes et les écart-types sont représentés *28*
Tableau 7: Force des muscles spinaux en extension aves les valeurs médianes : en kilogrammes, les médianes et les écart-types sont représentés *28*

I. Avant -propos :

La performance est un sujet d'actualité, qui va toucher de nombreux domaines : le commerce, l'industrie, le sport, la santé…

La performance physique est très recherchée notamment dans la compétition. Les athlètes de haut niveau veulent se rapprocher de leurs performances physiques maximales et optimales. Pour ce faire, ils s'entrainent dur, tous les jours pour en arriver à ce stade. Avant de rentrer sur le terrain, ils s'échauffent pour éviter les blessures telles que les claquages musculaires ou encore les blessures articulaires.

Mais que peut-on dire des professionnels comme les pompiers, secouristes, militaires qui vont parcourir plusieurs kilomètres immobiles dans des camions, hélicoptères ou voitures et qui vont devoir être au maximum de leurs capacités pour intervenir directement en arrivant sur les lieux.

Dans un souci de performance financière et de rentabilité, de nombreuses entreprises préconisent l'échauffement au travail pour éviter les blessures musculaires et articulaires. Mais ce dernier est-il vraiment utile ou doit-il être proposé à un public spécifique ?

Le but de cette étude va être de déterminer l'effet d'un maintien immobile en station assise sur deux déterminants de la performance : les amplitudes articulaires et la force musculaire, avec un focus au niveau du tronc, qui intéresse tout particulièrement les chiropracteurs.

Pour cette étude pilote, les paramètres spécifiquement étudiés sont :

- La force des muscles spinaux thoraciques et lombaires
- Les amplitudes articulaires en flexion-extension de la colonne thoraco-lombaire.

Les valeurs de ces deux variables dépendantes seront comparées entre une condition de référence, où le sujet effectuera les tests après une période d'échauffement standardisée, et une seconde condition ou le sujet maintiendra une posture assise semi-inclinée pendant 20mn avant les tests. Pour ce travail, seuls des sujets sains seront explorés.

II. Introduction

A. Cadre théorique

1. Anatomie du rachis :

Le rachis vertébral chez l'adulte présente quatre courbures dans le plan sagittal une courbure cervicale, une thoracique, une lombaire et enfin une sacrale. Les courbures thoracique et sacrale sont concaves antérieurement, on parle alors de cyphose physiologique. Tandis que les courbures cervicales et lombaires sont concaves postérieurement, on parle alors de lordose physiologique. Les courbures augmentent la flexibilité de la colonne vertébrale, davantage que celle fournie par les disques intervertébraux. Lorsque la charge sur la colonne vertébrale est notablement augmentée, les disques intervertébraux et les courbures sont comprimés (Prométhée ; 2006).

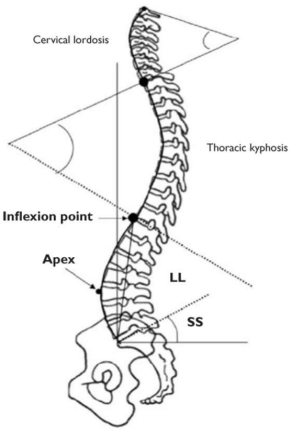


Figure 1: Courbures rachidiennes

Les courbures rachidiennes permettent une flexibilité active et dynamique.

- La courbure sacrée, qui est fixe du fait de la soudure définitive des vertèbres sacrées, est plus accentuée chez la femme.
- La lordose lombaire présente une angulation moyenne comprise entre 50° et 60°degrés.
- La cyphose thoracique présente une angulation moyenne comprise entre 35° et 40° degrés.

La colonne vertébrale thoracique est composée de 12 vertèbres superposées, formant le mur postérieur de la cage thoracique (Prométhée ; 2006). Chez le sujet sain, ces vertèbres sont organisées harmonieusement en une courbure appelé « cyphose thoracique » convexe postérieurement. Interposé entre deux vertèbres se trouve un disque inter vertébral secondé par deux articulations inter-zygapophysaire, plus postérieures, orientés dans un plan frontal et inclinés supérieurement et antérieurement.

La colonne thoracique a un double rôle (Prométhée ; 2006) :

-Transmission des forces le long du rachis

-Segment rigide et stable où prend appui les éléments de la cage thoracique assurant la mécanique respiratoire.

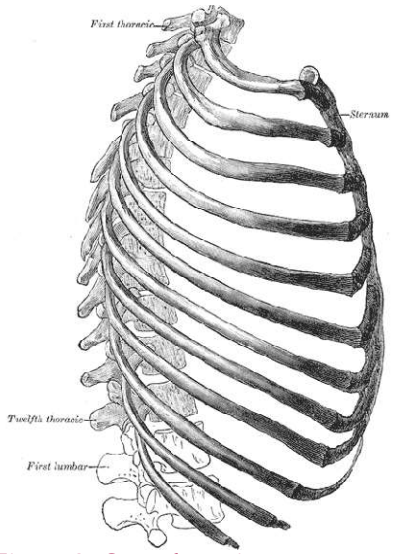


Figure 2: Cage thoracique vue postérieure

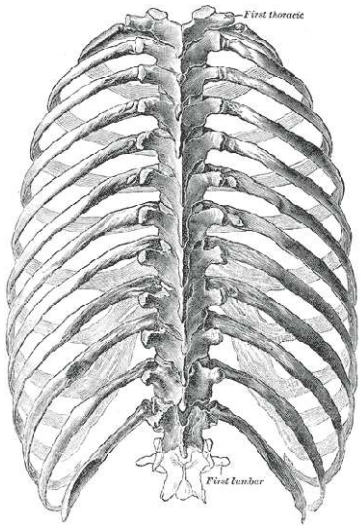


Figure 3: Cage thoracique vue latérale

2. Physiologie articulaire :

Concernant les mouvements articulaires du rachis thoracique :

- Pendant la flexion du rachis thoracique, les vertèbres s'inclinent vers l'avant et ceci de T1 à T12, écrasant le disque inter-vertébral à sa partie antérieure et chassant le nucléus pulposus en arrière. Ce mouvement est limité par la mise en tension des capsules articulaires et des structures ligamentaires postérieures aux corps vertébraux

- Pendant le mouvement d'extension, les vertèbres s'inclinent vers l'arrière, écrasant le disque à sa partie postérieure et chassant le nucléus pulposus en avant. Ce mouvement se retrouve limité par le contact des apophyses articulaires postérieures, le ligament longitudinal antérieur et la mise en tension des fibres antérieures de l'annulus fibrosus.

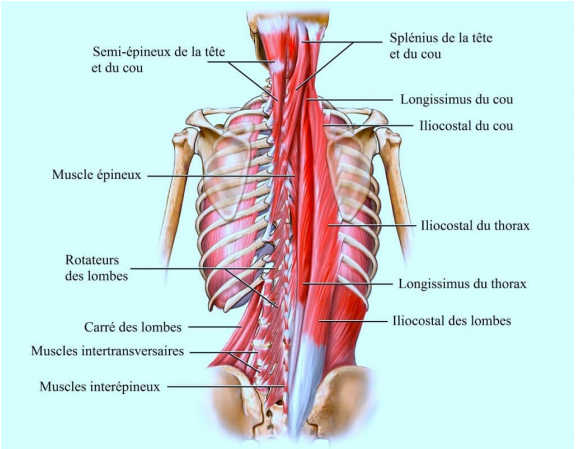


Figure 4: Amplitudes articulaires dans le plan sagittal du rachis thoracique

L'association de la flexion et de l'extension du rachis dorsal permet d'obtenir en moyenne un mouvement d'environ 6 degrés par segment. Le mouvement est d'en moyenne 4 degrés au niveau du rachis dorsal supérieur, 6 degrés au niveau de la partie moyenne du rachis dorsal et 12 degrés au niveau des deux segments dorsaux inférieurs. L'extension est plus limitée que la flexion du fait de la butée des apophyses articulaires et des apophyses épineuses les unes sur les autres. L'auteur (Kapandji, 2007) admet un total de 45 degrés pour la flexion et de 25 degrés pour l'extension ; mais il attire l'attention sur les importantes variations en fonction de l'âge et des individus. D'autres auteurs comme Gone et al. (1987) admettent un total de 6 degrés pour T10-11, 9 degrés pour T11-12 et 10 degrés pour T12-L1.

Le rachis dorsal est en lien étroit avec la cage thoracique, ainsi, chaque vertèbre dorsale s'articule à une paire de côtes ce qui limite considérablement les amplitudes de mouvements en comparaison au rachis cervical ou lombaire.

3. Anatomie musculaire des muscles spinaux



Ils sont composés de 2 couches distinctes :

Couche profonde :

- les muscles (mm.) transversaires épineux
- les multifides
- les rotateurs
- Les mm.sous épineux de la tête

Leurs rôles sont d'assurer le maintien de la position debout (posture) et de participer aux mouvements de la colonne vertébrale

Couche superficielle : muscles érecteurs spinaux

- Ilio costalis
- Epineux
- Long dorsal

En contraction unilatérale, ils participent à l'inclinaison latérale et en contraction bilatérale ils font l'extension du tronc.

Tous ces muscles sont difficilement dissociables. Ils seront donc testés globalement lors de cette étude.

4. L'amplitude articulaire dans la littérature

La colonne vertébrale thoracique est considérée comme ayant une gamme restreinte de mouvement (ROM) pendant la flexion et l'extension par rapport à celle du rachis cervical et lombaire ; notamment en raison de sa liaison étroite avec la cage thoracique ce qui complique les mesures des ROM thoracique (Kuo, 2009). De nombreuses études ont mesuré les

amplitudes de mouvements dans le plan sagittal sur des cadavres à l'aide de radiographie. (Morita, 2014). Les études sur les cadavres ont le désavantage de ne peut être pas refléter précisément la mobilité potentielle des sujets vivants, à cause des modifications post mortem et parce qu'ils sont habituellement mesurés sans la musculature rachidienne. (White, 1978 ; Takata, 1991). Ces études ont toutes fois l'avantage de pouvoir mesurer précisément la mobilité, contrairement aux études sur des sujets vivants qui sont limitées par la précision des instruments utilisés et par l'identification palpatoire des structures. La validité et la fiabilité des goniomètres modernes ainsi que les techniques pour mesurer les amplitudes de mouvement du rachis sont bien résumées dans les *AMA's Guides to the evaluation of permanent impairment.*

Certains auteurs ont étudié la variabilité entre les sexes au niveau des ROM thoraciques. Il a été prouvée que l'inclinaison de la colonne vertébrale augmente significativement avec le vieillissement chez les deux sexes (Fon, 1980 ; Boyle 2002) et en particulier chez les femmes (Ensrud, 1997). Ils ont également constaté une diminution significative de l'angle de la cyphose lombaire, mais pas thoracique, au cours du vieillissement chez les femmes, alors que ce n'était pas le cas chez les hommes.

Une perte de ces amplitudes de mouvements peut avoir de lourdes conséquences sur notre santé. Les amplitudes de mouvements spinaux influence notre capacité à fonctionner. Certains auteurs ont démontré que cette perte de mobilité thoracique peut causer des déficiences fonctionnelles plus ou moins importantes en commençant par des lombalgies (Nagai, 2015), jusqu'à des incapacités dans les activités de la vie quotidiennes qui altèrent la qualité de vie des patients (Nevitt, 1998 ; Martin, 2002 ; Miyakoshi, 2003) ou encore être un prémices de la maladie de Parkinson (Schenkman, 2001). Une perte de l'amplitude des mouvements thoraciques qui perdure peut avoir de graves répercussions sur la santé des individus.

5. La force musculaire dans la littérature

Les muscles extenseurs du rachis ont un rôle très important au niveau de la biomécanique du corps. Leurs rôles sont d'assurer le maintien de la posture debout et vont participer aux mouvements de la colonne vertébrale. La force musculaire des extenseurs est plus grande chez les hommes (Sinaki, 2001). Certains auteurs ont montré une diminution de la force musculaire des extenseurs du rachis chez les personnes âgée (Doherty, 2003 ; Frontera, 2000). On retrouve même une réduction de 50% des muscles du rachis entre la troisième et la sixième décennie (Limburg, 1991). La diminution de la force est en partie due à la diminution de la taille des muscles, la force diminue plus rapidement que la masse musculaire (Anderson, 2014). Cette diminution est associée à une mauvaise performance physique au niveau de la contraction musculaire (Singh, 2003) qui va être un déterminant dans la cyphose lombaire ainsi que sa mobilité. La corrélation de force musculaire extenseur du tronc avec cyphose thoracique dans les études antérieures a été trouvé inverse significative corrélation dans certaines études (Mika, 2005 ; Sinaki, 2005) ou aucune corrélation (Eagan, 2001). Il a été prouvé que l'entraînement physique régulier améliore l'hypertrophie de la musculature du tronc, la force et l'endurance chez les adolescentes (Peltonen, 1998).

Chez les jeunes adultes, le genre semble être le seul prédicteur pour l'extenseur lombaire et la force musculaire, alors qu'il était le sexe et l'âge chez les personnes âgées adultes (Singh, 2013). D'autres auteurs (Graves, 1990 ; Roy, 2003) ont évalué l'extension du tronc isométrique de l'homme et de la femme. Ces résultats suggèrent que le poids des muscles extenseurs spinaux dépend également de l'intensité de l'activation musculaire. Il a été rapporté par (Tan, 1993) que l'efficacité neuromusculaire augmenté pour le muscle erector spinales pendant des efforts maximaux, lorsque le tronc fléchissait de 0 à 35 °.

La diminution accélérée entre la force musculaire et le vieillissement est bien établie (Doherty, 2003 ; Frontera, 2000). La force musculaire des lombaires diminue avec l'âge chez les 2 sexes. La force musculaire de l'extenseur du tronc est plus grande chez les hommes mais décline aussi plus rapidement avec l'âge, environ deux fois plus vite que pour la déclinaison de celui des femmes. (Sinaki, 2001). Certains auteurs ont montré que les patients

lombalgiques chroniques possédaient une force maximale inférieure des extenseurs du dos et ainsi une plus petite activité musculaire (Frontera, 2000).

Pour résumer la force musculaire varierait en fonction de l'âge et du sexe. De plus, la contraction serait plus performante lorsque le tronc est fléchi entre 0 et35°.

6. Lien possible entre mobilité articulaire, force maximale

Certains auteurs ont démontré une corrélation significative entre la force du muscle extenseur lombaire, l'angle de la fibre du muscle, l'âge et le sexe. Le genre et l'âge ont été identifiés comme déterminant le plus fort de la force des muscles extenseurs chez les personnes âgées. Cependant, le genre était le seul déterminant de la force musculaire chez les jeunes (Singh, 2013).

Certains auteurs ont constaté que la diminution de la force du muscle dorsal pendant le vieillissement était liée à une augmentation de l'angle de cyphose lombaire chez les hommes et chez les femmes. Nous avons également constaté une diminution significative de l'angle de la cyphose lombaire, mais pas thoracique, au cours du vieillissement chez les femmes, alors que ce n'était pas le cas chez les hommes. En revanche, l'inclinaison de la colonne vertébrale augmente significativement avec le vieillissement chez les deux sexes. (Wang, 2012). Pour Kasukawa (2017), la force de l'extenseur du dos et l'angle de la cyphose thoracique étaient significativement associés à l'angle de la cyphose lombaire chez les hommes et les femmes. Chez les hommes, l'angle de cyphose lombaire et la force des fléchisseurs de la hanche ont eu un effet significatif sur l'inclinaison de la colonne vertébrale, alors que chez les femmes, l'inclinaison de la colonne était significativement associée à l'âge et à l'angle de cyphose lombaire. Plusieurs études ont démontré une corrélation inverse entre la force des muscles extenseurs et l'hypercyphose thoracique (Itoi, 1994 ; Sinaki, 1996). La force de l'extenseur du dos a montré une corrélation négative significative avec la cyphose thoracique mais une corrélation positive avec l'activité physique (Sinaki, 1996).

La mobilité réduite de la colonne vertébrale peut entraîner une augmentation de la cyphose et de la faiblesse des muscles para vertébraux ainsi qu'un développement de la fonction physique altérée (Burger, 1997). Des études antérieures sur la force des extenseurs du dos (Limburg, 1991 ; Sinaki, 1996 ; Itoi, 1990 ; Cutler, 1993 ; Petrie, 1993 ; Sinaki, 2002), que l'augmentation de la mobilité spinale par le renforcement des m. extenseurs du dos peut être bénéfique pour les patients souffrant d'ostéoporose et ainsi maintenir ou améliorer leur qualité de vie. Une autre étude a démontré que le programme d'entraînement de force dynamique sur 10 semaines était efficace pour la force d'extension de la colonne vertébrale et la force du muscle dorsal, mais qu'il n'y a aucun changement sur l'endurance du muscle dorsal.

Selon Meakin (2013), les forces appliquées par les muscles extenseurs seraient plus grande sur les processus épineux qui ont une plus grande courbure sagittale (lordose). La capacité d'un muscle est liée à sa taille, il a été supposé que la taille des muscles extenseurs chez un sujet serait liée à la taille de leur lordose lombaire ce qui provoque un générateur de force.

7. Lien possible entre mobilité articulaire, force maximale et échauffement

L'échauffement pour (Weineck, 1998) représente « toutes les mesures permettant d'obtenir un état optimal de préparation psycho-physique et motrice (kinesthésique) avant un entrainement ou une compétition, qui jouent en même temps un rôle important dans la prévention des lésions ». C'est une phase de transition entre le repos et l'effort qui vise à préparer physiquement et mentalement la personne à son activité.

L'augmentation de la température a pour effet d'accroitre l'efficacité mécanique lors de contractions à vitesses élevées (Bell, 2009). Pour Joch (2001) une augmentation de la température corporelle de 2° permet une plus grande efficacité des réactions chimiques de l'organisme. Cette élévation s'obtient avec un enchainement d'exercices dont l'intensité augmente progressivement durant 20 minutes (Cometti, 2006). Au repos, les muscles et les tendons sont à la température de 36°C. Cette augmentation la température va déterminer de nombreuses réactions dans l'organisme. La performance maximale musculaire se situe entre 38,5°C et 39°C (Israel, 1977). Selon Cometti G. et coll. (2006), l'augmentation de la

température musculaire diminue la viscosité dans les muscles et les articulations ce qui va provoquer une diminution des résistances de l'articulation et ainsi une meilleure fluidité du mouvement.

Bishop (2003) montre l'évolution de la température musculaire (T°m) et de la température corps (T°c) à la suite d'un exercice physique. L'évolution de la T°m est relativement rapide (3 à 5 minutes suffisent), c'est elle qui joue le rôle le plus important dans la performance sportive. La T°c augmente quand la T°m la dépasse.

D'autres études (Binkhorst, 1977 ; Bergh, 1979) n'ont trouvé presque aucun effet de la température musculaire sur la force maximale, par contre ils ont constaté l'influence de l'élévation de la température musculaire sur la puissance et la force aux vitesses rapides. L'échauffement a donc une influence plus marquée sur les performances impliquant une vitesse d'exécution élevée (Cometti, 2006). L'élévation de la température musculaire impose à l'organisme de stoker de la chaleur. Hors cette capacité est limitée. Au cours d'efforts de longue durée la quantité de chaleur va augmenter et l'organisme risque de ne plus pouvoir encaisser l'augmentation de la température pour éviter l'hyperthermie qui est un facteur limitant pour la performance.

La recherche montre des résultats contradictoires concernant les effets de l'échauffement sur la raideur musculaire. Ce résultat est probablement dû aux difficultés associées à l'exploration des propriétés mécaniques de chaque muscle (Magnusson, 2000 ; McNair, 1996).

Au-delà de l'augmentation de la température du muscle et du tendon, l'échauffement va produire une augmentation de liquide synovial qui va ainsi permettre d'augmenter les amplitudes articulaires (Wiktorsson-Moller, 1983).
Des chercheurs parlent de l'effet de l'échauffement actif sur l'augmentation de la température et par conséquent sur l'élasticité tendineuse et musculaire (Pilardeau, 1987 ; Dellal, 2008 ; Vrijens, 1991) alors que d'autres ont constaté une diminution de la raideur musculaire et articulaire (Buchthal, 1944 ; Wright, 1961). Pour d'autres auteurs, une élévation de la température musculaire entraine la rupture des ponts stables myosine qui est la cause principale de la diminution de la raideur (Cometti G.et coll., 2006).

B. Problématique et hypothèses :

L'immobilité pourrait réduire la capacité des amplitudes articulaires de mouvements du système musculo-squelettique. En effet, la viscosité du liquide synovial dans les articulations est assez importante chez un individu au repos ce qui augmente la résistance dans l'articulation et diminue la fluidité du mouvement (Cometti, 2006 ; Wiktorsson-Moller, 1983).

L'immobilité pourrait également réduire la capacité de la production de force musculaire du système musculo-squelettique. Au repos, les muscles et les tendons sont à la température de 36°C or nous savons que la performance maximale musculaire se situe entre 38,5°C et 39°C (Israel, 1977). Certains auteurs ont montré que les patients lombalgiques chroniques possédaient une force maximale inférieure des extenseurs du dos (Frontera, 2000), qui pouvait conduire à des déficiences fonctionnelles impactant leurs vies quotidiennes (Nevitt, 1998 ; Martin, 2002 ; Miyakoshi, 2003).

Le but de ce mémoire sera donc d'évaluer l'effet d'un maintien postural immobile de durée limitée (20mn) en station assise sur les amplitudes articulaires et la force musculaire du tronc. Deux hypothèses sont envisagées : dans le premier cas, le temps restreint d'immobilisation serait insuffisant pour avoir un effet significatif sur la fonction du système musculo-squelettique. Dans le second cas, les effets de l'immobilisation affecteraient rapidement les fonctions de mobilité et de force au niveau du tronc.

III. Matériels et méthodes :

A. Sujets

Douze sujets volontaires ont participé à cette étude. Ces sujets n'avaient aucuns antécédents médicaux de l'appareil rachidien et étaient asymptomatiques. La moyenne (± écart-type) d'âge, de taille et de poids était de 24,25 ±2,05 ans, 1,69 ± 0,08m ; 63,33 ± 7,69 kg dont l'IMC était de 22,21± 2,09(Annexe e). Le groupe expérimental était composé à stricte égalité d'autant de filles que de garçons.

Le recrutement s'est déroulé sur la base du volontariat, en expliquant que l'étude se déroulait au laboratoire PoM (Physiologie de la posture et du mouvement) sur Albi.

Ils ont tous suivi le même protocole expérimental que nous détaillerons plus loin. Tous les participants ont complété un formulaire de consentement libre et éclairé après avoir été informés du protocole expérimental conformément à la loi Jardet de bioéthique. (Annexe a)

B. Environnement expérimental

Cette étude s'est déroulée au sein du laboratoire PoM (Physiologie de la posture et du mouvement) sur Albi. Chaque sujet fut reçu seul pendant 1 heure dans une salle réservée à l'ensemble des expérimentations, c'est-à-dire dans une pièce ou la température et l'intensité lumineuse était contrôlée.

C. Matériels

1. Crayon dermographique :



Le crayon dermographique était utilisé pour identifier les structures mesurées, soit les vertèbres T1, L1, S1. Une fois la vertèbre identifiée, il était plus facile pour l'examinateur de prendre les mesures avant et après immobilité au même endroit. La palpation n'étant pas extrêmement fiable (Billis, 2003 ; Seffinger, 2004) le but de la manœuvre était de garantir la comparaison avant et après la posture assisse.

2. Inclinomètre



L'inclinomètre à bulle utilisé était de la marque (Baseline® Bubble® Inclinometer, Fabrication Enterprises, New York, US), a montré sa fiabilité et sa validité dans plusieurs études Pringle, R. Kevin. (2003) ; Bedekar, Nilima,

MayuriSuryawanshi, SavitaRairikar, ParagSancheti, et AshokShyam. 2014). Son but était de mesurer les angles de la flexion thoraciques et lombaires puis de l'extension de celles-ci. Il était placé au niveau des vertèbres T1, L1 et S1. (Voir Chapitre : repère anatomique).

3. Table



La table utilisée était de la marque (Table de massage pliante C3200M61P, Ecopostural, Castellón de la Plana, Espagne), le sujet se positionnait à plat ventre avec la tête au niveau de l'emplacement pour le visage. Elle a été choisie de manière à pouvoir fixer les sangles et ainsi de mesurer la force des muscles spinaux.

4. Sangle :



Les sangles utilisées étaient les suivantes (Sangle d'immobilisation Thorax et Bassin PRS55, Procomedic, France). Leur but étant de fixer le sujet à la table de manière à isoler la force de ces muscles spinaux. Ces sangles de contre appuis étaient positionnées au niveau des chevilles, de l'articulation sacro-iliaque ainsi que du creux axillaire pour isoler les fibres musculaires au maximum et concentrer l'action de l'extension au niveau du tronc. Leur positionnement sur le corps a été défini à la suite de pré-tests, incluant des enregistrements EMG, qui visaient à déterminer la configuration offrant le plus haut niveau de production de force musculaire. C'est ainsi qu'a été choisi l'ajout d'une sangle au niveau des chevilles, qui permettait une production de force plus élevée.

5. Dynamomètre



Le dynamomètre utilisé était de la marque (Dynamomètre électronique HANDIFOR modèle 100, tractel). Son rôle était de mesuré la force des spinaux en kg, lors de l'extension du rachis. Il était sensible aux efforts de tractions et était fixé à la sangle du creux axillaire grâce à deux « S » accroché aux extrémités des deux sangles. Sa fiabilité n'a pas été sans faille puisque 3 mesures n'ont pas étés prise en raison d'un voltage de pile pas assez puissants.

6. Siège de repos incliné à 30°

Le siège permettait au sujet de se maintenir dans une posture assise quasi immobile pendant une durée de 20min. Il était incliné à 30° de manière à bien relâché les tensions au niveau du dos et réduire l'activité des muscles posturaux. Il a déjà été utilisé dans plusieurs études dans le même laboratoire. Ce siège est un siège passager d'avion, modulaire dont on peut modifier un certain nombre de paramètre : l'inclinaison du dossier, assise, les accoudoirs, la hauteur du plancher ainsi que les mousses. Cette position à 30°permet au sujet de décontracter ses muscles abdominaux. Le dos incliné vers l'arrière étant soutenu par le dossier, ces muscles peuvent se relâcher complètement. Grâce à l'appui-tête, les muscles du plan ventral de la nuque (scalènes, sterno-cleido-mastoïdiens) peuvent également se détendre. Ce repos qui immobilise le système articulaire et diminue l'activité des muscles squelettiques et du cœur devrait s'accompagner d'une diminution de l'activité proprioceptive.

D. Protocole expérimental :

Tout d'abord, une série de pré-tests a été réalisées sur 3 sujets, avant de réaliser l'expérimentation. Ils ont ainsi permis de définir la durée de cette dernière, de préciser les consignes ainsi que d'appréhender la logistique. Le but de ce protocole était de tester les amplitudes de mouvements thoraciques et lombaires ainsi que la force musculaire des muscles spinaux dans deux conditions expérimentales différentes qui sont après un repos et après un échauffement.

Le sujet est accueilli au laboratoire par l'expérimentateur qui le dirige vers la salle d'expérimentation. Le protocole se déroule en différentes parties :

Première partie : consentement éclairé

Conformément à la loi Jardé de bioéthique, les sujets ont eu une information préalable sur l'ensemble du protocole auquel ils allaient participer. Une fois le sujet accueilli, le protocole expérimental a été expliqué et un consentement éclairé a été délivré à l'oral et à l'écrit. (Annexes a)

Seconde partie : Échauffement :

Une fois l'accord signé au consentement, le sujet s'échauffait activement pendant une durée de 5min et reproduisant les mêmes gestes que l'expérimentateur. Le but étant d'échauffer les différentes chaines articulaires et musculaires. Chaque participant a réalisé le même échauffement que les autres sujets.

Troisième partie : Mesures pré-expérimentale :

Le sujet devait se mettre en sous vêtement et enlever les bijoux pouvant entraver les différentes mesures de manière à ce que l'expérimentateur marque à l'aide d'un crayon dermographique, la peau en regard des apophyses épineuses de T1, L1 et S1. T1 était marqué en position assise et L1 et S1 était marqué en décubitus ventral.

Repères anatomiques :

T1 :c'est une vertèbre proéminente comme la septième vertèbre cervicale. Pour les distinguer l'une de l'autre, nous posons nos doigts sur ce que nous pensons être C7 et T1. T1 est relié à une côte ce qui va limiter sa mobilité. Nous avons demandé au patient d'effectuer une rotation latérale de la tête : nous ressentons une rotation de la part de C7, T1 restant immobile. Une double vérification a été réalisée grâce à la méthode suivante : pour vérifier si l'on a précédemment trouvé C7, nous posons nos doigts sur ce que nous pensons être C6 et C7. Nous demandons au patient une flexion puis une extension de la nuque. La vertèbre C6 « s'enfonce » lors de l'extension et « ressort » lors de la flexion. Cette méthode a été décrite par Lewis et Valentine(2010)



Figure 5: Repère anatomique de C6 en haut, C7 au milieu et T1 en bas

L1 : Pour trouver L1, le but est de trouver la vertèbre L4 grâce aux crêtes iliaques (partie la plus supérieure du bassin). Le thérapeute place son index sur la face externe de l'os coxal puis le fait glisser jusqu'à l'aplomb de la crête iliaque, puis place ses



Figure 6: Repère anatomique de L4

pouces à l'horizontale dans la continuité de l'index. Puis on remonte de 3 segments pour trouver L1. Une double vérification était réalisée grâce a la vertèbre T12 (de forme arrondie) alors que L1 a une forme plutôt rectangulaire. Cette méthode a été adaptée à partir de recherches antérieures (Kellis, Adamou, Tzilios et Emmanouilidou, 2008)

S1 : Pour trouver S1 il faut trouver la vertèbre L5. En repérant l'Epine Iliaque Postéro- Supérieure (EIPS), nous pouvons nous servir de ces points pour y poser l'index à gauche et l'annulaire à droite, le majeur se trouvera sur L5, à longueur de main égale. Il nous suffit ensuite de descendre d'un niveau pour tomber sur S1. Cette méthode a été adaptée à partir de recherches antérieures (Kellis, 2008)



Figure 7: Repère anatomique de L5

Quatrième partie : Mesures

Mesure de la mobilité rachidienne thoracique

Toutes les mesures ont été prises deux fois de manière à ce que le sujet comprenne bien le mouvement à faire. La valeur la plus forte a été sélectionnée pour les données. Le sujet se place debout, et l'expérimentateur place les goniomètres sur les différentes marques notées précédemment. Respectivement T1-L1, L1-S1. Puis il sera demandé au patient d'établir une flexion au maximum de ses capacités. C'est-à-dire de se pencher en avant en essayent de toucher le sol sans plier les genoux.



Flexion thoracique



Flexion lombaire

Puis il était demandé au sujet de se pencher en arrière au maximum de ses capacités, sans plier les genous. Les bras devait rester en position neutre. Les mesures étaient évaluer grâce au goniomètre au niveau de T1-L1 et L1-S1.



Extension thoracique



Extension lombaire

Mesures de la force

Une fois les amplitudes de mouvements réalisés, le sujet était invité à s'allonger sur le ventre sur une table de massage. Il était ensuite sanglé au niveau des chevilles, du bassin ainsi qu'au niveau du creux axillaire pour éviter les compensations musculaires et isoler les muscles spinaux au maximum. Le capteur de force était placé au niveau du creux axillaire entre les 2 côtés de la sangle. Il était demandé au sujet de procéder à une inspiration maximale pendant que l'examinateur serre la sangle du thorax. Le dynamomètre était ainsi placé entre 6 et 7 de prétention, valeur qui a été déduite du résultat final. Il était ensuite demandé au sujet de faire une extension du rachis au maximum des capacités du sujet deux fois, de manière à ce qu'il comprenne bien le mouvement attendu. Il ne devait pas s'aider de ses bras.



Positionnement du patient



Mesure de la force des spinaux en extension maximale

Cinquième partie : la phase de repos

Une fois les mesures terminés le sujet se positionné sur un siège incliné durant 20 min. Le siège était doté d'accoudoirs d'un dossier et d'un appuie tête de manière a être soutenu et permettre de se détendre au maximum.



Sujet pendant la phase de repos

Sixième partie : Mesures après repos

Les mesures étaient de nouveaux réalisés dans le même ordre que précédemment : les amplitudes de mouvements puis la force musculaire, selon le même protocole.

IV. Analyse des données

Plusieurs variables dépendantes permettant d'évaluer la mobilité thoracique et lombaire ainsi que la force musculaire des muscles spinaux ont été utilisé dans cette étude.
La liste des variables analysées est la suivante :

- Amplitude articulaire T1-L1 (°) : en flexion et en extension
- Amplitude articulaire L1-S1 (°) : en flexion et en extension
- Force des spinaux en extension (kg)

La variable indépendante correspond au niveau d'activité avant le test (échauffement, ou repos de 20mn)
L'analyse statistique comportait en premier lieu le test W de Shapiro-Wilk, effectué pour chaque variable dépendante et qui visait à déterminer si la distribution des données était normale. En cas de distribution normale, la différence inter-conditions (après échauffement, après repos) était estimée à l'aide d'un test de Student appareillé (Flexion T1-L1, Flexion L1-S1, Extension T1-L1). Lorsque le critère de normalité n'était pas vérifié, ce test était remplacé par le test non paramétrique de Wilcoxon (extension L1-S1, force des mm. spinaux). Le niveau de significativité est fixé à $p<0,05$.

Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide des logiciels R et Excel.

V. Résultats :

Les données de base des participants étaient les suivantes. Elles ont été récoltées auprès d'eux, en même temps que leur consentement :

	SEXE	AGE	POIDS	TAILLE	IMC	Profession	SPORTIF (h/sem)	
Sujet 1	F	24	52	153	22,21	Étudiant IFEC	Oui	2-3h/sem
Sujet 2	G	22	65	177	20,75	Étudiant IFEC	Oui	10h/sem
Sujet 3	G	23	61	174	20,15	Étudiant IFEC	Oui	4-5h/sem
Sujet 4	F	25	64	169	22,41	Étudiant IFEC	Oui	2-3h/sem
Sujet 5	G	22	75	180	23,15	Étudiant M1	Oui	14h/sem
Sujet 6	G	25	69	170	23,88	Auto-entrepreneur	Non	/
Sujet 7	F	25	63	168	22,32	Étudiant IFEC	Oui	1h30/sem
Sujet 8	F	22	68	170	23,53	Étudiant IFEC	Oui	2h/sem
Sujet 9	F	26	53	174	17,51	Étudiant IFEC	Oui	1-2h/sem
Sujet 10	F	25	55	157	22,31	Étudiant IFEC	Non	/
Sujet 11	G	23	75	170	25,95	Étudiant M1	Oui	4-5h/sem
Sujet 12	G	29	60	164	22,31	SALARIE	Oui	10h/sem

Tableau 1: Tableau de caractéristiques anthropologiques des sujets

En raison d'une aberration dans les résultats d'un sujet, probablement liées à un problème dans la chaine de mesure, il a été exclu de l'étude. Pour rappel, en raison de la panne d'un instrument de mesure il nous manque 3 valeurs pour la force musculaire ainsi, les amplitudes de mouvements ont été étudiées sur 11 sujets et la force musculaire sur 9 sujets.

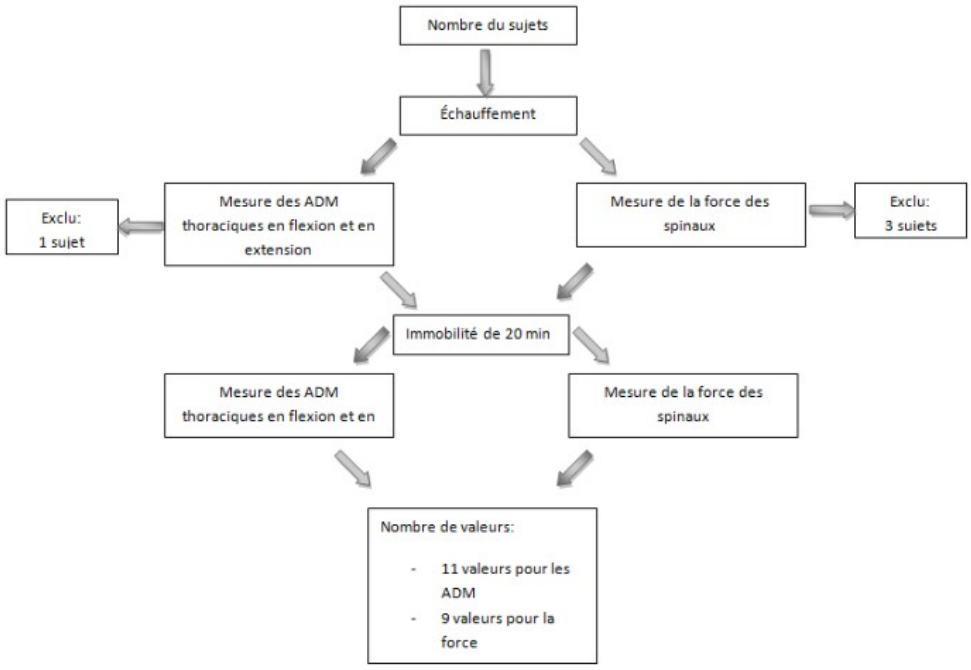


Figure 8: Récapitulation du protocole et des résultats

Données Nettes	FL T1-L1 (°)		FL L1-S1 (°)		EXT T1-L1 (°)		EXT L1-S1 (°)	
	Echauffement	Immobilité	Echauffement	Immobilité	Echauffement	Immobilité	Echauffement	Immobilité
S1	15	25	40	40	45	45	20	10
S2	40	40	50	60	20	15	5	10
S3	45	55	50	40	40	45	20	15
S4	30	35	55	45	55	45	20	10
S5	35	30	45	35	30	30	20	10
S6	35	35	35	30	45	55	5	10
S7	25	25	55	65	45	35	20	25
S8	30	30	35	40	45	50	20	20
S9	35	45	55	35	30	40	25	30
S10	35	20	50	50	30	45	45	45
S12	25	15	45	50	20	25	15	10
Moyenne	31,82	32,27	46,82	44,55	36,82	39,09	19,55	17,73
Ecart Type	8,15	11,48	7,51	10,83	11,46	11,79	10,60	11,48

Tableau 2: Données des amplitudes de mouvements des mouvements de flexion/ extension au niveau T1-L1 et L1-S1 après un échauffement et après une immobilité prolongé

	Force spinaux nette	
	Échauffement	Immobilité
S1	19,4	13,5
S2	20	18,2
S3	22,6	27
S4	14,9	23
S5	13	14,2
S6	20,6	25,5
S7	7,8	10,8
S8	19,8	24,9
S9		
S10		
S11		
S12	22,5	20,6
Moyenne	17,84	19,7444444
Ecart type	4,947249516	5,87156519

Tableau 3: Données de la force maximale des muscles spinaux après un échauffement et après une immobilité prolongé

A. Mobilité colonne thoracique (valeurs moyenne)

Les tests de la mobilité de la colonne thoracique et lombaire dans le plan sagittal ne révèlent aucune variation significative des amplitudes de mouvements de flexion ou d'extension ($p>0,05$), quel que soit le niveau considéré, avec les valeurs moyenne.

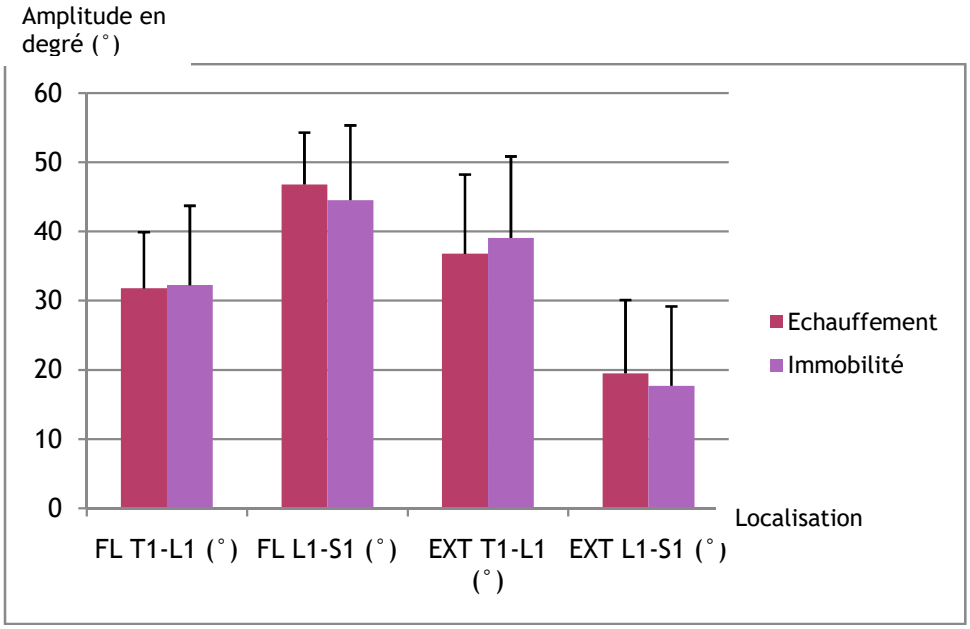


Tableau 4: Amplitude de mouvement du rachis thoracique et lombaire aves les valeurs moyennes : en degrés, les moyennes et les écart-types sont représentés

B. Mobilité colonne thoracique (valeurs médiane)

Les résultats étant non significatif la médiane a été utilisée plutôt que la moyenne en raison d'un faible échantillon les valeurs extrêmes peut fausser les données.

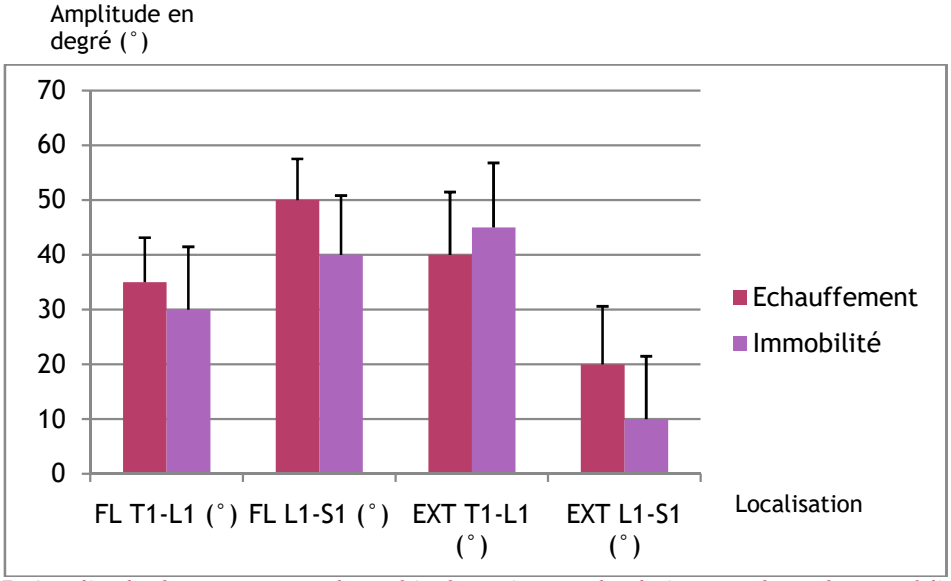


Tableau 5: Amplitude de mouvement du rachis thoracique et lombaire aves les valeurs médianes : en degrés, les médianes et les écart-types sont représentés

C. Force muscles spinaux (valeur moyenne)

Les tests de la force des muscles spinaux en extension ne révèlent aucune variation significative (p>0,05), avec les valeurs moyennes

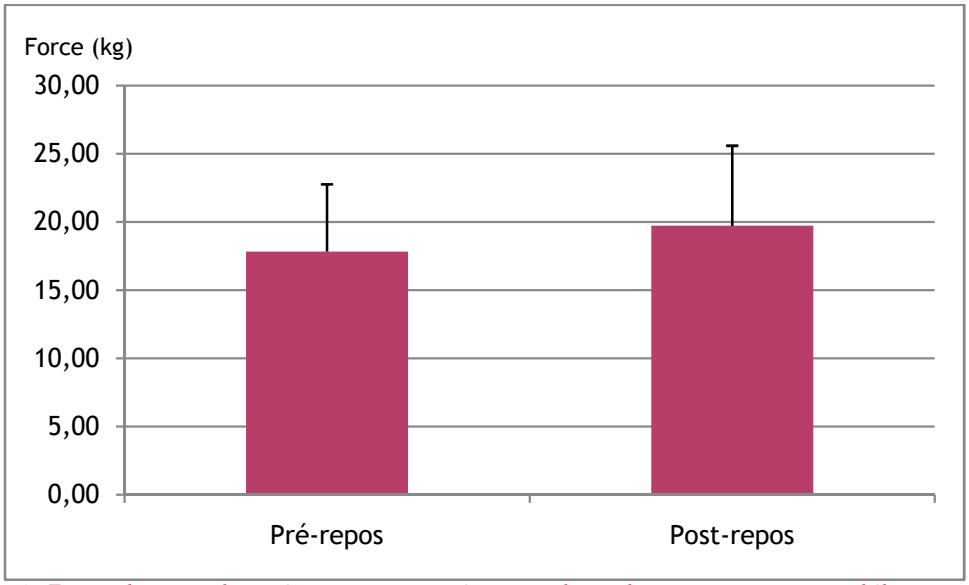


Tableau 6: Force des muscles spinaux en extension aves les valeurs moyennes : en kilogrammes, les moyennes et les écart-types sont représentés

D. Force muscles spinaux (valeur médiane)

Les résultats étant non significatifs la médiane a été utilisée plutôt que la moyenne en raison d'un faible échantillon les valeurs extrêmes pouvant fausser les données

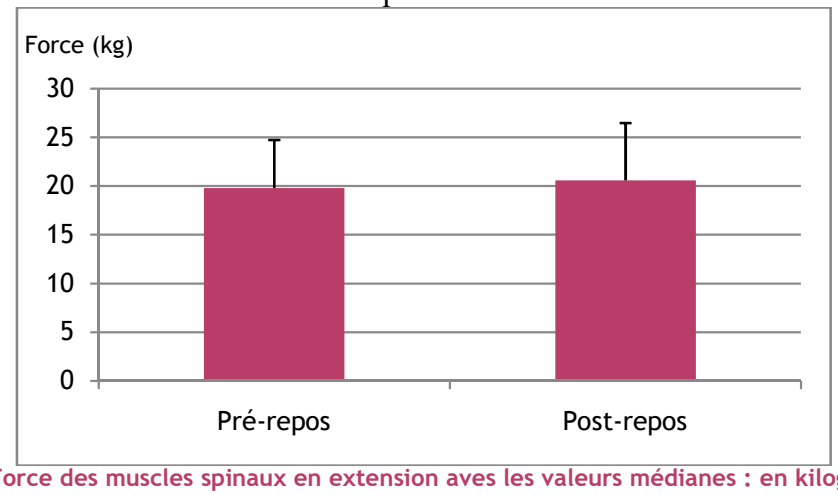


Tableau 7: Force des muscles spinaux en extension aves les valeurs médianes : en kilogrammes, les médianes et les écart-types sont représentés

VI. Discussion :

L'objectif de cette étude pilote était de déterminer si il existait un effet de maintien en posture assise immobile pendant une durée de 20mn sur les amplitudes articulaires et la force des muscles du tronc. Les résultats n'ont montré aucun effet sur les paramètres observés, tant au niveau des amplitudes articulaires que de la force musculaire.

A notre connaissance, cette étude et la première s'intéressant à l'effet d'un maintien immobile pendant une courte durée, la plupart des études publiées s'intéressant aux immobilisations de longue durée.
Ces résultats peuvent s'interpréter de deux manières.
La première serait que l'effet est négligeable. En effet, un repos de 20 minutes ne suffirait pas pour avoir de vrais résultats significatifs sur la force musculaire ainsi que sur les amplitudes de mouvements thoraciques.
La seconde serait que les dispositifs de mesure n'étaient pas suffisamment sensibles. L'inclinomètre à bulle est opérateur-dépendant, pouvant donc faire varier différents éléments de l'intervention d'un essai à un autre, d'autant qu'il a été montré que la palpation manuelle n'était pas fiable entre différents (Billis 2003 ; Seffinger, 2004), ainsi cela diminuer la reproductibilité de l'intervention.
La précision de celle-ci n'est pas suffisante compte tenu des amplitudes de mouvements explorées. Un appareil, comme le rachimètre ou « spinal mouse » est prometteur sur cet aspect, permettant de mesurer avec précision la mobilité sagittale du rachis thoracique et lombaire de façon reproductible et valide (Guermazi, 2006.

Points méthodologique :

Malgré les précautions prises, quelques limitations pourraient être évoquées à l'issue de cette étude. L'expérimentateur recueillant les mesures n'était pas en aveugle, cela pourrait biaiser les encouragements et faire varier le temps de repos entre chaque mesure. Afin de pallier à cela, l'expérimentateur a suivi précisément le protocole établi afin de réduire ces biais et ainsi tous les sujets ont été encouragés de façon standardisée et ont tous eu le même temps de repos identique entre les mesures. Ainsi, ne pas avoir été en aveugle n'a probablement pas eu une grande influence sur les données des amplitudes de mouvements et de force des sujets.

Quant aux participants, la plupart se connaissaient et souhaitaient être meilleur que son prédécesseur, ainsi le facteur motivationnel a du sans doute jouer un grand rôle dans cette étude. Les résultats n'étaient mentionnés en aucun cas au sujet pour pallier à ce biais.
Pour des questions de logistiques, les sujets ne sont pas tous passés à la même heure. Hors nous savons qu'après un repas, le système nerveux parasympathique s'active, le système digestif prend le pas sur l'activité musculaire et la force ce qui a pu fausser quelques résultats. Nous n'avons pas pu prévoir de solutions pour pallier à ce biais.

Quant à l'expérimentation, l'utilisation des inclinomètres et très opérateur-dépendant, pouvant donc faire varier différents éléments de l'intervention d'un essai à un autre, d'autant qu'il a été montré que la palpation manuelle n'était pas fiable entre différents (Billis 2003 ; Seffinger, 2004), ainsi cela diminuer la reproductibilité de l'intervention.
La précision de celle-ci n'est pas suffisante compte tenu des amplitudes de mouvements explorées. Un appareil, comme le rachimètre ou « spinal mouse » est prometteur sur cet aspect, permettant de mesurer avec précision la mobilité sagittale du rachis thoracique et lombaire de façon reproductible et valide (Guermazi, 2006). D'autres paramètres peuvent être discutés tels que l'absence d'expérience du technicien avant cette étude avec les instruments de mesures utilisés.

Pour ne pas rajouter d'autres biais liés à différents opérateurs, un seul expérimentateur a été choisi pour effectuer toutes les mesures. Lors des mesures avec le dynamomètre un souci technique ne nous a pas permis de prendre les mesures sur 3 sujets. Ce qui est un biais supplémentaires à l'étude.
De plus, un sujet avait des résultats d'amplitudes de mouvements thoraciques négatifs, il a été également exclu de l'étude. Ce même sujet n'avait pas pu être mesuré sur la force musculaire des muscles spinaux. Notre explication la plus plausible serait une mauvaise prise de mesures du repère anatomique de la T1 ou une mauvaise position de la tête du sujet pendant que l'examinateur relevé les valeurs sur l'inclinomètre, ce qui a provoqué une extension du rachis et donc une valeur négative.

L'utilisation des inclinomètres manuels posent le problème de la disposition reproductible des instruments d'un examen à l'autre, pouvant alors fausser les analyses et comparaisons des données. Pour pallier à cela, « le marquage de la peau à l'aide d'un produit colorant ou d'un

léger tatouage constitue une solution » (Croissier, 1999). Cette dernière étant la solution utilisé ici, un crayon dermographique a été utilisé pour le repérage des structures anatomiques et permettant de remesurer au même endroit après l'échauffement et après l'immobilité.
Un autre biais était qu'on ne pouvait contrôler ce que les sujets avait fait avant de venir faire l'expérience. Avaient-ils marché pendant 20min ce qui les aurait échauffé ou étaient-ils assis depuis une longue durée ? Pour éviter ce biais nous avons décidé de commencer notre étude par un échauffement musculaire et articulaire de 5minutes. Chaque sujet a suivi le même échauffement ce qui a permis de mettre tous les sujets au même niveau d'endurance. Hors, une élévation de la température du corps s'obtient avec un enchainement d'exercices dont l'intensité augmente progressivement durant 20 minutes (Cometti G, 2006). Ainsi, il se pourrait que l'échauffement ne fût pas assez poussé pour avoir des résultats significatifs.
Le test d de Cohen nous a montré une faible puissance de l'échantillon, il serait intéressant de refaire l'étude avec un échantillon beaucoup plus important de manière à espérer avoir un résultat.

Comme indiqué dans les résultats, il y avait une variabilité entre les sujets avec certains sujets ayant une faible valeur ou au contraire une valeur trop forte. Ainsi, en combinaison avec le faible nombre du sujet lors de l'analyse statistiques il est possible que les valeurs extrêmes ait faussé les résultats c'est pour cette raison que la médiane a été utilisé comme valeur.
Parmi les points positifs de la méthodologie, les sujets ont tous suivi le même protocole d'échauffement qui a permis de les mettre au même niveau physiquement. Les sujets ont tous réalisé le protocole dans la même salle expérimentale où l'ambiance lumineuse et thermique était contrôlée.

Il parait nécessaire de poursuivre cette étude avec des indicateurs de mobilité plus fiables et quelques modifications du protocole expérimental, comme la classification des sujets par genre sexué afin d'éviter les variations liées à la force musculaire ou aux amplitudes de mouvements entre hommes et femmes.

En général, la fonction musculaire se réfère aux mesures de base de la performance : la force, vitesse, endurance, stabilité et coordination. Dans notre étude nous ne nous sommes intéressés qu'à la force il serait intéressant de pousser une prochaine étude sur les autres paramètres la performance de la fonction musculaire.

Les contractions répétées lors de l'extension du rachis peuvent conduire à l'adoption de stratégies pour utiliser les muscles des membres inférieurs par les sujets pour atteindre une plus forte contraction au niveau de la force. Pour limiter ce biais nous avons sanglé le sujet au niveau du bassin et des chevilles. Mais il pourrait être intéressant de poser des capteurs EMG sur le sujet pour comprendre quels muscles sont sollicités lors du mouvement.

VII. Conclusion

Le résultat principal de cette étude suggère qu'un maintien immobile en posture assise sur une période relativement courte (20mn) est sans effet significatif sur les amplitudes articulaires et la force musculaire du tronc. Il reste néanmoins à déterminer s'il est aussi sans effet sur des taches dynamiques plus complexes (transfert assis-debout, initiation de la marche…) qui requièrent davantage de coordination du système musculo-squelettique et d'analyse des informations proprioceptives.

VIII. Bibliographie :

1. Anderson, D.E., Bean, J.F., Holt, N.E., Keel, J.C., Bouxsein, M.L. Computed tomography-based muscle attenuation and electrical impedance myography as indicators of trunk muscle strength independent of muscle size in older adults. Am J Phys Med Rehabil. 2014;93:553–561.
2. Bell MP, Ferguson RA (2009) Interaction between muscle temperature and contraction velocity affects mechanical efficiency during moderate-intensity cycling exercise in young and older women. J ApplPhysiol 107:763–769
3. Bergh U., Ekblom B. (1979) : `'Influence of muscle temperature on maximal muscle strength and power output in human skeletal muscles". Acta PhysiolScand 107: 33-37.
4. Binkhrorst RA., Hoofd L., Vissers ACA. (1977) : `'Temperature and force-velocity relationship of human muscle". J ApplPhysiol 42: 471-478.
5. Bishop D. (2003a): `'Warm up I : potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercice performance". Review Sports Med, 33(6) : 439-54.
6. Boyle JJ, Milne N, Singer KP, Influence of age on cervicothoracic spinal curvature: An ex vivo radiographic survey, Clinical Biomedicals, 2002,Volume 17, Issue 5, Pages 361–367
7. Buchthal F., Kaiser E., Knappeis GG. (1944) : `'Elasticity, viscosity and plasticity in the cross striated muscle fibre [abstract]". Acta PhysiolScand 8 : 1637
8. Burger H, VanDaele PLA, Grashuis K, et al (1997) Vertebral deformities and functional impairment in men and women. J Bone Miner Res 12:152–157
9. Cometti G. et Cometti D. (2006) : `'l'échauffement". UFRSTAPS. Dijon
10. Cutler WB, Friedmann E, Genovese-stone E (1993) Prevalence of kyphosis in a healthy sample of pre and postmenopausal women. Am J Phys Med Rehabil 72:219–225
11. Dellal A. (2008) : `'L'échauffement" In `'De l'entrainement à la performance en football". Editions De Boeck. Bruxelles. Pp. 231-239 ;
12. Determining Permanent Medical Impairment, Ratings using the Guides to the Evaluation of Permanent Impairment (AMA Guides–4th Edition),Injuries on or after,January 1, 2000
13. Doherty TJ: Physiology of aging. Invited review: aging and sarcopenia J ApplPhysiol 2003, 95:1717–1727.
14. Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MN, Willaim JE, Roubenoff R: Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. J ApplPhysiol2000,88:1321–1326.
15. Eagan MS, Sedlock DA: Kyphosis in active and sedentary postmenopausal women. Med Sci Sports Exerc 2001, 33(5):688–695.
16. Edmondston, S., Ferguson, A., Ippersiel, P., Ronningen, L., Sodeland, S., & Barclay, L.
17. (2012). Clinical and radiological investigation of thoracic spine extension motion during bilateral arm elevation. Journal of Orthopaedic& Sports PhysicalTherapy, 42(10)
18. Ensrud KE, Black DM, Harris F, Ettinger B, Cummings SR, Correlates of kyphosis in older women, Journal of the American Geriatrics Society,1997
19. Fon, Gt, Mj Pitt, et AcThies. « Thoracic kyphosis: range in normal subjects ». American Journal of Roentgenology 134, no 5 (1 mai 1980): 979-83.
20. Graves J.E., M.L. Pollock, Carpenter D.M. et al. Quantitative assessment of full range-of-motion isometric lumbar extensionstrength, Spine 15 (4) (1990) 289–294
21. Itoi E, Yamada Y, Sakurai M, et al (1990) Bone mineral density and back muscle strength in spinal osteoporosis. J Bone Miner Metab 8:77–80
22. Itoi E, Sinaki M. Effect of back-strengthening exercise on posture in healthy women 49 to 65 years of age. Mayo Clin Proc. 1994;69(11):1054–1059. Limburg PJ, Sinaki M, Rogers JW, et al (1991) A useful technique for measurement of back strength in osteoporotic and elderly patients. Mayo Clin Proc 66:39–44 ,
23. Johnson KD, Grindstaff TL: Thoracic rotation measurement techniques: clinical commentary. N Am J Sports PhysTher, 2010, 5: 252–256.

24. Kasukawa, Yuji, NaohisaMiyakoshi, MichioHongo, Yoshinori Ishikawa, Daisuke Kudo, Masazumi Suzuki, Takashi Mizutani, Ryouta Kimura, Yuichi Ono, et YoichiShimada. « Age-related changes in muscle strength and spinal kyphosis angles in an elderly Japanese population ». Clinical Interventions in Aging 12 (20 février 2017): 413-20.
25. Kellis, E., Adamou, G., Tzilios, G., &Emmanouilidou, M. (2008). Reliability of spinal range of motion in healthy boys using a skin-surface device. Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics, 31(8), 570e576.
26. Kuo, Yi-liang, Elizabeth A. Tully, et Mary P. Galea. « Sagittal Spinal Posture After Pilates-Based Exercise in Healthy Older Adults ». Spine 34, no 10 (1 mai 2009): 1046-51.
27. Lewis, J. S., & Valentine, R. E. (2010). Clinical measurement of the thoracic kyphosis.
28. A study of the intra-rater reliability in subjects with and without shoulder pain. BMC MusculoskeletalDisorders, 11(1)
29. Limburg PJ, Sinaki M, Rogers JW, Caskey PE, Pierskalla BK: A useful technique for measurement of back strength in osteoporotic and elderly patients. Mayo Clin Proc 1991, 66:39–44
30. Magnusson SP, Aagaard P, Larsson B, Kjaer M. Passive energy absorption by human muscle-tendon unit is unaffected by increase in intramuscular temperature. J ApplPhysiol2000a: 88: 1215–1220.
31. Martin AR, Sornay-Rendu E, Chandler JM et al. (2002) The impact of osteoporosis on quality-of-life: the OFELY cohort. Bone 31:32–36
32. Meakin, Judith R, Jonathan Fulford, Richard Seymour, Joanne R Welsman, et Karen M Knapp. « The relationship between sagittal curvature and extensor muscle volume in the lumbar spine ». Journal of Anatomy 222, no 6 (juin 2013): 608-14.
33. Miyakoshi, N., Itoi, E., Kobayashi, M., Kodama, H. Impact of postural deformities and spinal mobility on quality of life in postmenopausal osteoporosis. Osteoporos Int. 2003;14:1007–1012.
34. Miyakoshi, Naohisa, MichioHongo, ShigetoMaekawa, Yoshinori Ishikawa, YoichiShimada, KyojiOkada, et EijiItoi. « Factors Related to Spinal Mobility in Patients with Postmenopausal Osteoporosis ». Osteoporosis International 16, no 12 (1 décembre 2005): 1871-74.
35. Morita, Daigo, YasutsuguYukawa, HiroakiNakashima, KeigoIto, Go Yoshida, Masaaki Machino, SyunsukeKanbara, ToshikiIwase, et FumihikoKato. « Range of motion of thoracic spine in sagittal plane ». European Spine Journal 23, no 3 (mars 2014): 673-78.
36. Mika A: Is there any relationship between decrease in bone mineral density in women and deterioration in quality of life? Med Rehabil 2005, 9(2):15–19.
37. Nagai, Takashi, John P. Abt, Timothy C. Sell, Karen A. Keenan, Nicholas C. Clark, Brian W. Smalley, Michael D. Wirt, et Scott M. Lephart. « Lumbar Spine and Hip Flexibility and Trunk Strength in Helicopter Pilots with and without Low Back Pain History ». Work 52, no 3 (1 janvier 2015): 715-22
38. Nevitt MC, Ettinger B, and al. The association of radiographically detected vertebral fractures with back pain and function : a prospective study. Ann Interm Med 1998 ; 128 :793-800
39. Pilardeau P. (1987) : ``'Manuel pratique de médecine de sport". Editions Masson. Paris
40. Panjabi MM1, Takata K, Goel V, Federico D, Oxland T, Duranceau J, Krag M ; Thoracic human vertebrae. Quantitative three-dimensionalanatomy ; Spine (Phila Pa 1976). 1991 Aug;16(8):888-901.
41. Peltonen, J. E., S. Taimela, M. Erkintalo, J. J. Salminen, A. Oksanen, et U. M. Kujala. « Back Extensor and Psoas Muscle Cross-Sectional Area, Prior Physical Training, and Trunk Muscle Strength--a Longitudinal Study in Adolescent Girls ». European Journal of AppliedPhysiology and OccupationalPhysiology 77, no 1-2 (1998): 66-71.
42. Petrie RS, Sinaki M, Squires RW, et al (1993) Physical activity, but not aerobic capacity correlates with back strength in healthy premenopausal women from 29 to 40 years of age. Mayo Clin Proc 68:738–742

43. Roy, A. L., T. S. Keller, et C. J. Colloca. « Posture-dependent trunk extensor EMG activity during maximum isometrics exertions in normal male and female subjects ». Journal of Electromyography and Kinesiology 13, no 5 (1 octobre 2003): 469-76.
44. Schenkman M, Clark K, XieT,etal.Spinal movement and performance of a standing reach task in participants with and without Parkinson disease. PhysTher2001;81:1400–11.
45. Michael Schunke, Erik Schulte : Atlas d'anatomie Prométhée : Tome 1, Anatomie générale et système locomoteur, 2006, 77-79
46. Sinaki M, Itoi E, Rogers JW, et al (1996) Correlation of back extensor strength with thoracic kyphosis and lumbar lordosis in estrogen-deficient women. Am J Phys Med Rehabil 75:370–374
47. Sinaki M, Brey RH, Hughes CA, Larson DR, Kaufman KR: Balance disorder and increased risk of falls in osteoporosis and kyphosis: significance of kyphotic posture and muscle strength. Osteoporos Int 2005, 16:1004–1010.
48. Sinaki M, Nwaogwugwu NC, Philips BE, Mokri M: Effects of gender, age and anthropometry on axial and appendicular muscle strength. Am J Phys Med Rehabil 2001, 80(5):330–338.
49. Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, et al (2002) Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. Bone 30:836–841
50. Singh, Devinder Kaur Ajit, Martin Bailey, et Raymond Lee. « Decline in lumbar extensor muscle strength the older adults: correlation with age, gender and spine morphology ». BMC MusculoskeletalDisorders 14 (22 juillet 2013)
51. Singh, Devinder Kaur Ajit, Martin Bailey, et Raymond Lee. « Decline in lumbar extensor muscle strength the older adults: correlation with age, gender and spine morphology ». BMC MusculoskeletalDisorders (2013)
52. Tan J.C., M. Parnianpour, M. Nordin, H. Hofer, B. Willems, Isometric maximal and submaximal trunk extension at differentflexed positions in standing. Triaxial torque output and EMG, Spine 18 (16)
53. Vrijens J. (1991) : `'L'entrainement raisonné du sportif". Editions De Boeck. Bruxelles (1993) 2480–2490
54. Wang, Hua-Jun, Hugo Giambini, Wen-Jun Zhang, Gan-Hu Ye, Chunfeng Zhao, Kai-Nan An, Yi-Kai Li, et al. « A Modified Sagittal Spine Postural Classification and Its Relationship to Deformities and Spinal Mobility in a Chinese Osteoporotic Population ». PLoS ONE 7, no 6 (5 juin 2012).
55. White AA, Panjabi MM. Clinical biomechanics of the spine. Lippincott, Philadelphia, 1978
56. Wiktorsson-Moller M, Oberg B, Ekstrand J, Gillquist J. Effects of warming up, massage, and stretching on range of motion and muscle strength in the lower extremity. Am J Sports Med 11: 249–252, 1983
57. Witvrouw E., Mahieu N., Danneels L., McNair P. (2004) : `'Stretching and injury prevention : an obscure relationship". Sports Med, 34 (7) : 443-449.
58. Wright V., Johns RJ., (1961) : `'Quantitative and qualitative analysis of joint stiffness in normal subjects and in patients with connective tissue disease". Ann Rheum Dis 20: 36-46.

IX. Annexes :

a. Consentement éclairé :

Formulaire de Consentement de participation à une recherche biomédicale pour une personne adulte

Je soussigné·e

M^{e}, M. *(rayer la mention inutile)* (*nom, prénom*)……...

accepte librement et volontairement de participer à la recherchebiomédicale intitulée "Influence d'un repos de 20 mn en posture assise sur la mobilité de la colonne vertébrale et la force des muscles spinaux" dont le PoMLab de l'INU JF Champollion est le promoteur, et qui m'a été proposée par Alain Hamaoui, maître de conférences HDR et investigateur, et Fanny Busque, étudiante de master 2.

Etant entendu que :

- L'investigateur qui m'a informé(e) et a répondu à toutes mes questions, m'a précisé que ma participation est libre et que mon droit de retrait de cette recherche peut s'exercer à tout moment,
- J'ai bien compris que pour pouvoir participer à cette recherche je dois être affilié·e ou bénéficier d'un régime de sécurité sociale. Je confirme que c'est bien le cas,
- Je suis parfaitement conscient·e que je peux retirer à tout moment mon consentement à ma participation à cette recherche et cela quelles que soient mes raisons et sans supporter aucune responsabilité mais je m'engage dans ce cas à en informer l'investigateur. Le fait de ne plus participer à cette recherche ne portera pas atteinte à mes relations avec l'investigateur.
- Si je le souhaite, à son terme, je serai informé(e) par l'investigateur des résultats globaux de cette recherche,

-Mon consentement ne décharge en rien l'investigateur de l'ensemble de ses responsabilités et je conserve tous mes droits garantis par la loi.

-J'ai été informé(e) que mon identité n'apparaîtra dans aucun rapport ou publication et que toute information me concernant sera traitée de façon confidentielle. J'accepte que les données enregistrées à l'occasion de cette étude puissent être conservées dans une base de données et faire l'objet d'un traitement informatisé non nominatif

Fait à

Date : Signature

Signature de l'investigateur qui atteste avoir pleinement expliqué à la personne signataire le but, les modalités ainsi que les risques potentiels de la recherche.

Date : Signature

b. *Planning des expérimentations :*

PLANNING EXPERIMENTATIONS

DATE	JOUR	HEURE	N° Sujet	INDEMNITES		
27/03/2018	Mardi	13h	1	10,00 €	IFEC	F
27/03/2018	Mardi	13H25	2	10,00 €	IFEC	G
27/03/2018	Mardi	14H30	3	10,00 €	IFEC	G
27/03/2018	Mardi	15H30	4	10,00 €	IFEC	F
28/03/2018	Mercredi	12H	5	10,00 €	M1 ergo	G
28/03/2018	Mercredi	12h25	6	10,00 €	Autoentrepreneur	G
28/03/2018	Mercredi	13h00	8	10,00 €	IFEC	F
28/03/2018	Mercredi	13H30	7	10,00 €	IFEC	F
04/04/2018	Mercredi	9h00	9	10,00 €	IFEC	F
04/04/2018	Mercredi	9h30	10	10,00 €	IFEC	F
04/04/2018	Mercredi	12h	11	10,00 €	M1 ergo	G
04/04/2018	Mercredi	17h30	12	10,00 €	Autres	G

c. *Reçu d'indemnité :*

Attestation de versement d'indemnité recherche
PoMLab, INU JF Champollion

Les tests ont été conduits dans les locaux du PoMLab aux dates et horaires suivants:

En application du Code de la santé publique (notamment en ses articles L1121 à 1126 et 1512), une indemnité forfaitaire est versée aux volontaires participants aux expérimentations du PoM Lab. Le montant est calculé sur la base de 10 euros/heure.

Le directeur du PoMLab

Alain Hamaoui

Je soussigné(e),

M^{me}, M^{lle}, M. ….....

domicilié(e) à :.....

reconnais avoir perçu ce jour la somme de 10€ , au titre d'indemnité de participation à des tests expérimentaux au PoMLab de l'INU Champollion (Albi).

Fait à Albi, le

Signature

d. *Fiche donnée :*

Fiche manip

Date :

Numéro de sujet :

Nom: **Prénom:** **Tel:**

Age: **Poids:** **Taille:** **MS Dominant :**

ATCD médicaux :

Situation professionnelle:

Pratique sportive :

Matériel et paramètres d'acquisition :

- 2 inclinomètres Bubble

- 1 capteur de forces

- 1 crayon dermographique, sangles de maintien

Objectifs de l'expérimentation:
Déterminer l'effet d'un repos de 20mn en posture assise sur la mobilité de la colonne vertébrale et la force des muscles spinaux.

Préparation du sujet

☐ Échauffement pendant 5 mn avant le début de l'expérimentation
☐ Repérage et marquage des vertèbres T1, L1, S1
☐ Test des inclinomètres et apprentissage du mouvement de flexion / extension max du tronc
☐ Ajustement des sangles pour la mesure de force des muscles spinaux : sangles au niveau des articulations sacro-iliaques, des chevilles et du creux axillaire
☐ Test du capteur de force et apprentissage du paradigme de contraction résistée des spinaux : contraction résistée d'une durée de 3s .

Expérimentation

☐ Mesure des amplitudes maximales en flexion / extension thoracique et lombaire
☐ Mesure de la force maximale des muscles du tronc : 2 essais de 3s
☐**Repos assis 20mn sur siège avec accoudoirs et dossier incliné à 30°**
☐ Mesure des amplitudes maximales en flexion / extension thoracique et lombaire
☐ Mesure de la force maximale des muscles du tronc : 2 essais de 3s

	FL T1-L1 (°)	FL L1-S1 (°)	EXT T1-L1 (°)	EXT L1-S1 (°)	Prétension	Force spinaux
Pré-repos						
Post-repos						

e. *Données amplitude de mouvements :*

	Données Nettes	FL T1-L1 (°)		FL L1-S1 (°)		EXT T1-L1 (°)		EXT L1-S1 (°)	
		Échauffement	Immobilité	Échauffement	Immobilité	Échauffement	Immobilité	Échauffement	Immobilité
	S1	15	25	40	40	45	45	20	10
	S2	40	40	50	60	20	15	5	10
	S3	45	55	50	40	40	45	20	15
	S4	30	35	55	45	55	45	20	10
	S5	35	30	45	35	30	30	20	10
	S6	35	35	35	30	45	55	5	10
	S7	25	25	55	65	45	35	20	25
	S8	30	30	35	40	45	50	20	20
	S9	35	45	55	35	30	40	25	30
	S10	35	20	50	50	30	45	45	45
	S12	25	15	45	50	20	25	15	10
	Moyenne	31,82	32,27	46,82	44,55	36,82	39,09	19,55	17,73
	Ecart Type	8,15	11,48	7,51	10,83	11,46	11,79	10,60	11,48
	Variance	60,33	119,83	51,24	106,61	119,42	126,45	102,07	119,83
	Coefficient de variation	25,60	35,58	16,04	24,31	31,13	30,17	54,21	64,77
	Médiane	35,00	30,00	50,00	40,00	40,00	45,00	20,00	10,00
	Intervalle de confiance	1,59	2,24	1,46	2,11	2,23	2,30	2,06	2,24
Test de normalité	**W**	0.9492	0.9756	0.8812	0.932	0.9047	0.9246	0.8102	0.7481
	P-valeur	0.6341	0.9365	0.1077	0.4314	0.2109	0.3584	0.01283	0.001963
	Loi Normale	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
T student apparié	**p valeur**	0,86		0,45		0,38			
Wilcoxon	**p-value**							0.326126	
D de cohen	**Puissance**	0,05		0,11		0,10		0,09	
		Faible		Faible		Faible		Faible	

f) Données de la force :

		Force spinaux nette	
		Échauffement	Immobilité
	S1	19,4	13,5
	S2	20	18,2
	S3	22,6	27
	S4	14,9	23
	S5	13	14,2
	S6	20,6	25,5
	S7	7,8	10,8
	S8	19,8	24,9
	S9		
	S10		
	S11		
	S12	22,5	20,6
	Moyenne	17,84	19,7444444
	écart type	4,947249516	5,87156519
	Ecart type p	4,664311575	5,53576475
	variance	21,75580247	30,6446914
	coefficient de variation	26,13873236	28,0370753
	Médiane	19,8	20,6
Test de normalité	**W**	0.8604,	0.9287
	P-valeur	0.09684	0.4694
	Loi Normale	Non	Non
Wilcoxon	**P-valeur**	0.300781	
D de Cohen	**Puissance**	0,183	
		Faible	

RESUME / ABSTRACT

L'objectif de cette étude pilote a été de déterminer s'il existe une différence de performance biomécanique au niveau de l'amplitude de mouvements thoraciques et de la force musculaire des muscles spinaux chez des sujets asymptomatiques jeunes ; dans 2 conditions expérimentales différentes : l'échauffement et l'immobilité.
12 sujets volontaires asymptomatiques ont suivi successivement un échauffement musculaire de 5 minutes puis un repos de 20min. Entre l'échauffement et le repos, la mesure des amplitudes de mouvements dans le plan sagittal du rachis thoraco-lombaire à l'aide de deux inclinomètres à bulles ainsi que la force musculaire maximale des muscles extenseurs du rachis à l'aide d'un dynamomètre à traction positionné à l'aide de sangles au niveau du creux axillaire des patients. Les mesures étaient réévaluées après les 20 minutes de repos.
Les résultats n'ont montré aucuns résultats significatifs que ce soit avant ou après le traitement.
Notre étude n'est pas en accord avec ce qui est écrit dans la littérature. Nous pensons que cela serait dû à un trop faible échantillon pour cette étude.

Mots clés : amplitude de mouvement thoracique, force musculaire maximale des m. spinaux, performance, échauffement, immobilité