MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE
DE NANCY

LE GAINAGE : UNE AUTRE TECHNIQUE D'EVALUATION DU RATIO FLECHISSEURS/EXTENSEURS DU RACHIS ?

Mémoire présenté par **Jean Philippe DE JESUS GONCALVES**
Etudiant de 3ème année en Masso-Kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
de Masseur-Kinésithérapeute
2011/2012

SOMMAIRE

RESUME

1. INTRODUCTION 1

1. 1. Définition des chaînes musculaires 3

1. 1. 1. La chaîne droite antérieure du tronc 3

1. 1. 2. La chaîne droite postérieure du tronc 4

1. 2. Les fonctions de ces chaînes 5

1. 3. Lien entre les chaînes musculaires et le gainage 7

2. METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE 9

3. LES TESTS ISOMETRIQUES ET ISOCINETIQUES DU RACHIS 10

3. 1. Les tests isométriques utilisés par les masseurs-kinésithérapeutes 10

3. 1. 1. Le test de SHIRADO 10

3. 1. 2. Le test de SORENSEN 12

3. 2. Les tests isocinétiques 13

3. 2. 1. Quelques rappels 13

3. 2. 2. Résultats obtenus en évaluation isocinétique 15

4. MATERIEL ET METHODE 16

4. 1. Population 16

4. 2. Critères d'exclusion 16

4. 3. Matériel requis 17

4. 4. Protocole 17

4. 4. 1. Pré-test 17

4. 4. 2. Méthode 18

4. 5. Analyse statistique 20

5. RESULTATS 21

5. 1. Données générales 21

5. 2. Résultats des temps de gainage 21

6. DISCUSSION 25

6. 1. Prédominance de la chaîne droite postérieure 25

6. 2. Les variables significatives 26

6. 3. Les biais. 28

7. CONCLUSION 29

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

Les rachialgies constituent une part importante de la prise en charge du masseur-kinésithérapeute. Le déséquilibre musculaire est présenté comme un facteur principal d'apparition des lésions à l'origine de cette douleur. Certains tests comme le SHIRADO et le SORENSEN permettent d'évaluer la force musculaire des fléchisseurs et des extenseurs du tronc. Cependant, le déséquilibre musculaire observable au travers du ratio fléchisseurs du rachis/extenseurs du rachis n'est analysé qu'à travers des exercices isocinétiques. Or ces exercices sont difficilement réalisables par la majorité des masseurs-kinésithérapeutes qui ne possèdent pas de tels appareils de mesure.

Notre étude vise donc à définir une norme d'endurance des muscles ou plutôt des chaînes musculaires au travers de deux exercices isométriques (gainage antérieur et gainage postérieur) choisis selon les caractéristiques d'équilibre et d'auto-grandissement des chaînes étudiées. Afin de répondre à notre objectif nous avons conçu un appareil de mesure et avons analysé les résultats obtenus à l'aide du logiciel R®.

Cette étude confirme une prédominance de la chaîne des extenseurs chez une population saine. De plus elle tend à prouver que la pratique sportive modifie le ratio dans le sens d'une augmentation du temps de maintien lors du gainage antérieur.

Mots clés : lombalgie, bilan musculaire, chaînes musculaires, gainage, isocinétique.

Key words : low back pain, muscular balance sheet, muscular chains, plank exercise, isokinetic.

1. INTRODUCTION

L'être humain est une machine particulièrement complexe. La confrontation aux activités multiples et variées de la vie quotidienne a permis de mettre ses capacités adaptatives en avant d'un point de vue physiologique mais également anatomique.

En prenant exemple sur la structure rachidienne, KAPANDJI I.A. (1) nous explique que les modifications structurelles sont le fruit du développement de l'être humain. Biomécaniquement, tout en répondant à la double contrainte de mobilité et de stabilité, le rachis doit «assurer ses trois fonctions: statique, cinétique et protectrice» (2). Les courbures rachidiennes dans le plan sagittal, cyphoses et lordoses, sont l'expression de cette adaptation. Malgré cette capacité adaptative, le mal de dos constitue un tiers de la patientèle d'un kinésithérapeute en milieu urbain (3).

Le kinésithérapeute, principal acteur de la prise en charge de cette pathologie, s'attache alors à déterminer et traiter les causes du mal de dos, dont les origines sont multiples et complexes. Le déséquilibre musculaire fait partie de celles-ci. De nombreux tests d'évaluation de la force musculaire, plus ou moins validés par les instances telle que la Haute Autorité de Santé ont ainsi été établis.

Les tests de SHIRADO et SORENSEN, par exemple, permettent d'évaluer la force-endurance, en contraction isométrique, d'un groupe de muscles. Le test de SHIRADO est un

test d'évaluation d'endurance statique des abdominaux (4). Le test de SORENSEN permet d'établir l'endurance statique des muscles érecteurs du dos (5). A chacun d'eux correspond une norme ou temps moyen établi suivant le sexe. Pour le SHIRADO: il est respectivement de 85sec +/- 44 pour les femmes et 183sec +/- 69 pour les hommes (4). Pour le test de SORENSEN: le temps moyen est de 240sec +/- 109 pour les femmes et 171sec +/- 50 pour les hommes (6).

Par rapport à un éventuel déséquilibre musculaire, certaines études font état d'un ratio fléchisseurs du rachis/extenseurs du rachis normalement inférieur à 1 (7). Au travers d'une synthèse de la littérature effectuée par BEIMBORN et MORRISEY (8) il ressort que les extenseurs lombaires d'un sujet sain sont supérieurs aux fléchisseurs (ratio extenseur/fléchisseur compris entre 1,0 et 2,0). Il est important de noter que ces résultats décrivent la force, en mode concentrique et isocinétique des muscles fléchisseurs et extenseurs du rachis. Ces mesures ont été réalisées à partir de répétitions de flexion et extension du rachis sur des vitesses préréglées. Paradoxalement, la littérature n'aborde pas l'étude d'un ratio fléchisseurs/extenseurs du rachis suivant le mode isométrique alors qu'en pratique les principaux tests utilisés sont le SHIRADO et le SORENSEN. Il nous semble alors intéressant d'évaluer ce ratio suivant ce mode de contraction. De plus, l'évaluation d'une unité fonctionnelle telle que la chaîne antérieure ou la chaîne postérieure du tronc nous semble plus pertinent que l'évaluation d'un simple groupe de muscles.

1. 1. Définition des chaînes musculaires

Les chaînes musculaires décrites par BUSQUET représentent un circuit en continuité de direction et de plan permettant la propagation des forces organisatrices du corps (9). Ces forces sont générées par un ensemble de muscles travaillant en synergie et transmettant leur force au squelette par l'intermédiaire des structures molles telles que les aponévroses, tendons, ligaments, capsules... L'ensemble de ces différents éléments forme une unité fonctionnelle.

1. 1. 1. La chaîne droite antérieure du tronc

La chaîne droite antérieure (CDA) permet l'enroulement du tronc (fig. 1). Selon BUSQUET L. elle unit la première vertèbre thoracique (T1) au sacrum en faisant relais via le sternum, le pubis et le coccyx (10). Au niveau musculaire nous y trouvons notamment le droit de l'abdomen. Plus précisément, la chaîne musculaire droite antérieure au niveau du tronc est constituée des intercostaux moyens, des grands droits de l'abdomen, des muscles du périnée. Un relais est assuré au niveau de la ceinture scapulaire par le petit pectoral, au niveau du membre supérieur par le grand pectoral et grand rond, au niveau cervical par les scalènes et le sterno-cleïdo-occipito-mastoïdien et au niveau du membre inférieur par le psoas-iliaque. Le rôle de cette chaîne est l'enroulement (flexion globale de la colonne vertébrale) en dynamique et elle participe à la stabilité du tronc en association avec la chaîne postérieure.

1. 1. 2. La chaîne droite postérieure du tronc

La chaîne droite postérieure (CDP) est constituée par la colonne vertébrale, les disques intervertébraux et les muscles para-vertébraux (10). Caractérisé par des muscles courts, le système droit postérieur (fig. 2) agit comme un ressort, ou un rappel élastique, qui équilibre l'action du système droit antérieur. La chaîne droite postérieure au niveau du tronc est constituée des para-vertébraux, petits dentelés postéro-supérieurs et postéro-inférieurs. Des relais sont assurés au niveau de la ceinture scapulaire par le trapèze, au niveau du membre supérieur par le grand dorsal et le grand-rond, au niveau cervical par le splénius et le trapèze supérieur et au niveau du membre inférieur par le grand fessier. Le rôle de cette chaîne est de dérouler l'ensemble de la colonne vertébrale (extension globale de la colonne vertébrale) en dynamique et de participer à la stabilité du tronc en association avec la chaîne antérieure. Cependant l'action coordonnée des chaînes antérieure et postérieure permet l'équilibre entre flexion et extension, avec redressement des courbures et auto-grandissement.

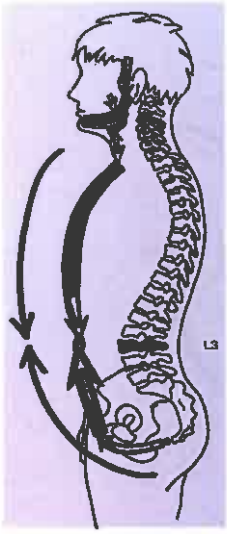


Figure 1 : la chaîne droite antérieure

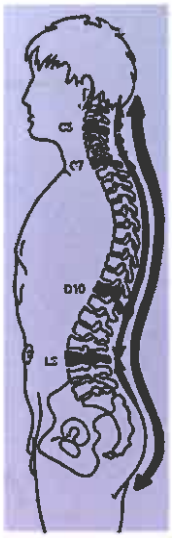


Figure 2 : la chaîne droite postérieure

1. 2. Les fonctions de ces chaînes

BUSQUET L. nous explique le principe d'équilibre de ces chaînes : «lors de l'enroulement le système droit antérieur enroule le tronc, le replie sur lui-même, en concentre le volume. Avec le système droit postérieur, il trouve son équilibre, celui-ci agissant comme un ressort emmagasinant l'énergie qu'il libérera lors du redressement» (10). La chaîne droite antérieure effectue donc une flexion du rachis tandis que la chaîne droite postérieure provoque l'extension de celui-ci.

Au niveau du rachis, dans le plan sagittal, les chaînes droites antérieure et postérieure fonctionnent sur ce principe d'équilibre : les systèmes droits agissent comme une poutre composite à distance de la colonne vertébrale et assurent la mobilité rachidienne antéro-postérieure. La chaîne agoniste antérieure (composée de muscles synergiques) répond donc en longueur et en tonicité à la chaîne antagoniste postérieure. Nous pouvons considérer ces deux chaînes comme des bretelles attachées sur les mêmes points fixes : lorsque les bretelles avants sont tendues, les postérieures sont détendues et inversement. L'organisme humain fonctionnant à l'économie et selon la règle de moindre douleur, un équilibre des tensions est recherché.

La notion d'équilibre est également présente au travers du «systéme anti-gravitationnel et d'auto-grandissement» (10), qui ne représente qu'un rôle secondaire pour les muscles composant ces chaînes. La dépense énergétique que la contraction permanente susciterait serait beaucoup trop importante, engendrant des contractures. Ces fonctions dépendent

essentiellement du couplage fascias-pressions intra-thoraciques et intra-abdominales. De là à dire que les muscles ne participent pas à la lutte contre la gravitation en gardant l'équilibre il y a un pas que L. BUSQUET ne franchit pas. En effet, il nous explique dans ces différents ouvrages (9 et 10) que les muscles participent directement ou indirectement à l'auto-grandissement et/ou à lutter contre la gravité. Par exemple le carré des lombes participe à l'auto-grandissement par redressement de la colonne lombaire. Cette composante de délordose lombaire, nécessaire à l'auto-grandissement est également possible par l'action des muscles épi-épineux, portion thoracique du long dorsal et sacro-lombaire. Tous trois, participent à tracter L3 (troisième vertèbre lombaire) vers l'arrière, réduisant la lordose lombaire.

Le système droit antérieur de par sa tonicité et sa contraction permet de maintenir voire d'augmenter la pression intra-abdominale qui présente un double avantage : créer un point fixe (bassin) pour les muscles de la chaîne postérieure et ainsi faciliter leur action d'érecteur du rachis et favoriser le recul de L3.

C'est donc en essayant de prendre en compte le principe d'équilibre de ces chaînes et leurs fonctions que nous avons déterminé notre protocole de test. L'objectif de ce travail est d'établir une norme d'endurance statique des chaînes antérieure et postérieure du tronc et étudier le ratio chaîne musculaire antérieure/chaîne musculaire postérieure.

1. 3. Lien entre les chaînes musculaires et le gainage

Le gainage antérieur (fig. 3) permet d'évaluer l'endurance musculaire de la chaîne antérieure. Les consignes d'exécution sont décrites en annexe 1. Comme nous l'avons expliqué dans l'introduction, le système droit antérieur occupe une place importante dans la statique rachidienne. Au travers de sa tonicité ou sa contraction, il participe à maintenir une pression intra-abdominale. Le choix de cet exercice pour l'évaluation de la chaîne musculaire antérieure repose sur les principes dictés par Bernadette DE GASQUET (22) sur le renforcement de la sangle abdominale :

- toujours partir d'un rachis en position d'étirement et le maintenir,
- ne pas générer de forces dirigées vers le bas (travailler plutôt à l'horizontal),
- réaliser des contractions des droits uniquement en isométrie et jamais en raccourcissement.

Le gainage postérieur (fig. 4) permet d'évaluer l'endurance musculaire de la chaîne postérieure. Les consignes d'exécution sont décrites en annexe 2. La chaîne droite postérieure provoque par sa contraction l'extension du rachis et l'auto-grandissement. Notre étude cherchant à respecter la principe d'équilibre entre les chaînes musculaires, il nous est apparu cohérent d'évaluer la chaîne postérieure suivant les mêmes principes de travail isométrique et en position d'étirement. Le gainage postérieur tel qu'il est décrit en annexe 2 répond à cet objectif.

Figure 3 : gainage antérieur

Figure 4 : gainage postérieur

Nous aborderons dans une première partie les études présentant des protocoles d'évaluation des muscles du rachis et les résultats obtenus.

Dans une seconde partie, du matériel d'évaluation à la méthode de mesure proprement dite, nous détaillerons le protocole d'évaluation des chaînes musculaires.

Dans une troisième partie, nous décrirons les résultats de ce protocole de mesures et le traitement statistique de ceux-ci.

L'analyse des résultats, la comparaison de ceux-ci avec ceux recueillis au cours d'autres tests et une analyse plus centrée sur des cas particuliers observés au cours de cette étude seront abordés dans une quatrième partie.

2. METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

En nous basant sur l'Evidence Based Practice et dans le but de justifier les techniques utilisées lors de cette étude, nous effectuons une recherche bibliographique sur plusieurs bases de données :

- base de données des recommandations de bonnes pratiques : HAS, PEDro,

- base de données spécifiques : Cochrane, Pubmed, Reedoc,

- des revues : EM consulte (Elsevier-Masson, Kinésithérapie la Revue), Kiné Actualité, Kinédoc, Kinésithérapie Scientifique, Spine, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.

Mots clés : lombalgie, bilan musculaire, chaînes musculaires, gainage, isocinétique.

Key words : low back pain, muscular balance sheet, muscular chains, plank exercise, isokinetic.

L'ensemble de ces mots a été croisé (exemple : chaînes musculaires et bilan musculaire).

Suivant les recommandations de l'A.N.A.E.S. (Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé) nous sélectionnons les articles de cette façon : dans un premier temps à partir du titre et du résumé nous effectuons un premier tri ensuite dans un second temps, en fonction de la méthodologie et de la validité de l'étude (fig. 5) nous utilisons l'article ou non.

Grâce à cette méthodologie, les articles retenus sont majoritairement de grade B (études de cohorte et études randomisées contrôlées) mais nous présentons également certains articles de grade A (recommandations et revue systématique de la littérature) et d'autres de grade C (avec un faible niveau de preuve). Voir annexe 3

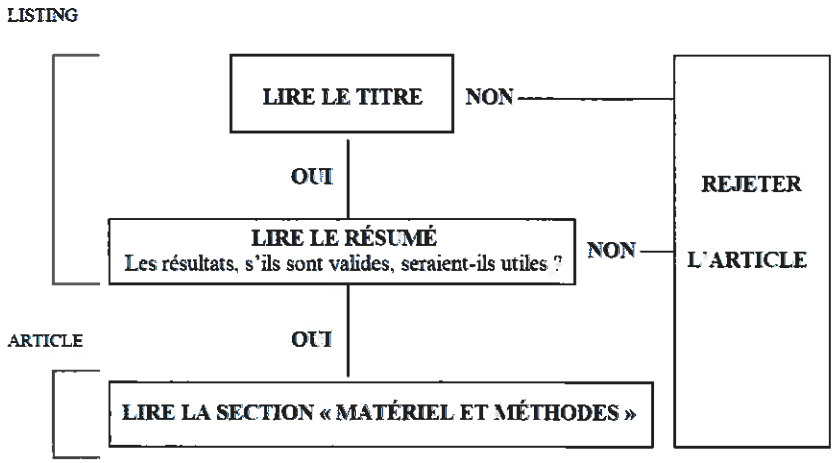


Figure 5 : méthodologie de sélection des articles selon l' A.N.A.E.S.

3. LES TESTS ISOMETRIQUES ET ISOCINETIQUES DU RACHIS

3. 1. Les tests isométriques utilisés par les masseurs-kinésithérapeutes

3. 1. 1. Le test de SHIRADO

Selon ITO (4), la reproductibilité de ce test est bonne (CCI = 0,95). La fiabilité inter-examinateurs (CCI = 0,88) l'est aussi (10). Pour rappel les valeurs moyennes mesurées sont de : 85sec +/- 44 pour les femmes et 183sec +/- 69 pour les hommes (4).

Lors de ce test, le sujet est placé en décubitus, hanches et genoux fléchis à 90°, les mollets reposant sur un tabouret. Les membres supérieurs sont croisés sur le buste, mains à hauteur des épaules (fig. 6). Il est demandé au sujet de décoller les scapulas (les angles inférieurs ne touchent plus le sol) par redressement du tronc et flexion du rachis cervical et de maintenir cette position le plus longtemps possible. Le chronomètre est arrêté dés que les pointes des scapulas touchent de nouveau le sol.

Figure 6 : test de SHIRADO

Une étude a révélé l'activité éléctromyographique et les contraintes de compression discale lors d'exercices dits de sit up et de curl up (12). Le curl up consiste à relever uniquement le haut du dos, scapulas incluses, alors que le sit up oblige la flexion de la totalité du rachis. Même si le curl up est réalisé avec les hanches à 60° de flexion (contre 90° pour le SHIRADO), nous pouvons considérer l'exercice de SHIRADO comparable à un curl up. Nous remarquons à travers cette étude que le curl up minimise l'activité du psoas, mais surtout la compression discale (1991 Newton en curl up et 3350 Newton en sit up) d'où la légitimité pour les masseurs kinésithérapeutes d'utiliser ce test à des fins d'évaluation des muscles fléchisseurs du tronc.

3. 1. 2. Le test de SORENSEN

Ce test permet d'évaluer l'endurance des muscles para-spinaux. Il ressort d'une étude que le test de SORENSEN représente également un indicateur prédictif des lombalgies (14 et 15) : le temps de maintien est diminué par rapport à la norme, en lien avec une diminution des fibres de type I (fibres endurantes).

Le test de SORENSEN consiste à maintenir la position procubitus, tronc suspendu dans le vide, le plus longtemps possible (fig. 7). Les épines iliaques antéro-supérieures sont placées en bord de table et les mains sont croisées sur les épaules. Les membres inférieurs sont maintenus, fixés sur la table par des sangles ou par le thérapeute. Le test est stoppé dés lors que le patient ne respecte plus la rectitude du tronc. Cependant, il est toléré une perte momentanée de la rectitude. «Le chronomètre s'arrête dés que survient le 3ème affaissement» (16).

Le temps de maintien de ce test est un critère important mais c'est surtout l'évolution de ce temps au fur et à mesure de la prise en charge kinésithérapique qui sera un facteur de prédiction sur l'amélioration des qualités physiques du patient. Comme le rappelle TRUDELLE P. (17), ce test est «le moins cher et le plus facile à mettre en oeuvre chez le lombalgique».

Pour rappel, le temps moyen au test de SORENSEN est de 240sec +/- 109 pour les femmes et 171sec +/- 50 pour les hommes (6).

Figure 7 : test de SORENSEN

3. 2. Les tests isocinétiques

3. 2. 1. Quelques rappels

Il nous semble important avant d'aborder l'intérêt des tests isocinétiques de préciser les différents paramètres liés à leur réalisation, notamment la notion de positionnement du patient (fig. 8). Au niveau du rachis, il est possible de faire ces tests suivant deux positions : demi-assise (sur Biodex® par exemple) ou la position debout (sur Cybex® ou Con-Trex®). Bien évidemment, la position d'évaluation influence nettement les résultats. Les fléchisseurs et extenseurs de hanche sont plus ou moins recrutés selon que le patient est placé en position debout ou semi-assise : c'est en position érigée qu'est atteint le développement maximal de force.

En isocinétisme, la représentation biomécanique du mouvement de flexion/extension du rachis est simplifiée. Considérée comme une seule articulation, son axe de rotation est projeté plus ou moins haut sur le rachis lombaire selon les auteurs. Certains placent l'axe de rotation en regard des têtes fémorales, d'autres plus nombreux le situent en regard des épines iliaques postéro-supérieures (soit au niveau de L5-S1), et d'autres encore en regard de L2-L3 (18). Ces variations de hauteur ne sont pas sans conséquence sur les résultats mesurés. Plus le centre est placé bas, plus le recrutement des fléchisseurs et extenseurs de hanche est favorisé. Au contraire, un centre de rotation placé plus haut, au niveau de L2-L3, permet d'isoler la composante rachidienne de flexion/extension. Une étude a cependant permis de définir L5-S1 comme l'axe de rotation reflétant au mieux la répartition des amplitudes pelviennes et rachidiennes lors du mouvement de flexion/extension (18).

Le choix de la vitesse imposée par l'appareil isocinétique fait également parti des paramètres à régler. En mode concentrique, la plupart des auteurs proposent une vitesse de 30°/sec à 120°/sec. Une étude a évalué que la vitesse fonctionnelle pour le rachis lombaires en flexion/extension lors des mouvements de la vie quotidienne était d'environ 120°/sec (19). Les appareils plus modernes permettent l'évaluation de la force suivant le mode excentrique, cela nécessite cependant un réglage de vitesse à la baisse afin de ne pas être délétère.

Figure 8 : installation du patient en position debout

3. 2. 2. Résultats obtenus en évaluation isocinétique

Les extenseurs du rachis d'un sujet sédentaire sain sont normalement supérieurs en force aux fléchisseurs (8). La synthèse de BEIMBORN et MORRISSEY en 1988 démontre une supériorité des extenseurs lombaires sur les fléchisseurs sur le sujet sain dans 19 études différentes. Ils présentent ainsi un ratio extenseurs/fléchisseurs compris entre 1,0 et 2,0 avec en moyenne 30% de force en plus pour les extenseurs (8). Plus souvent présenté dans ce sens, le ratio fléchisseurs/extenseurs est normalement inférieur à 1 (0,7 en l'absence de correction de gravité et 0,5 lorsque cette correction est appliquée). La correction est réalisée soit directement lors du mouvement par une facilitation des muscles lors de leur contraction soit après que le test contre-pesanteur ait été réalisé grâce à l'ordinateur.

En comparaison au sujet sain, le sujet lombalgique présente un rapport fléchisseurs/extenseurs des muscles du tronc supérieur à 1, caractérisant la supériorité des fléchisseurs sur les extenseurs (20).

Les résultats validés pour les non sportifs (21) sont : une valeur des extenseurs supérieure à celle des fléchisseurs; un ratio fléchisseurs/extenseurs en moyenne inférieur à 0,8 (0,5 à 0,7 si correction de gravité).

4. MATERIEL ET METHODE

4. 1. Population

Notre étude porte sur un groupe de 49 étudiants de l'Institut Lorrain de Formation De Masseurs-Kinésithérapeutes de Nancy, tous volontaires. Cette population est constituée de 21 filles et 28 garçons. L'âge moyen de notre population est de 20,86±1,81 ans.

4. 2. Critères d'exclusion

Sont exclus du protocole, tout étudiant présentant une pathologie d'origine musculaire, ostéotendineuse ou osseuse.

4. 3. Matériel requis

- une table de massage non réglable en hauteur,
- un mètre,
- un crayon dermographique,
- un chronomètre,
- l'appareil de mesure comprenant le support, le fil à plomb et l'électrode.

4. 4. Protocole

4. 4. 1. Pré-test

Un pré-test avec un goniomètre fabriqué spécifiquement pour les mesures nous a permis d'observer de nombreux «défauts» de conception, qui risquaient de biaiser nos résultats. Le goniomètre, ne prenait pas suffisamment en compte l'augmentation de lordose lombaire, significative d'une faiblesse des abdominaux. De plus l'axe du goniomètre avait tendance à se décentrer lorsque le sujet commençait à s'écarter de la position demandée. Après mûre réflexion et suite à de nombreuses discussions avec des masseurs-kinésithérapeutes et des étudiants de 3ème année de l'I.L.F.M.K., nous avons réussi à mettre au point un autre appareil de mesure, toujours de conception personnelle qui a réussi à satisfaire à nos exigences et passer le cap du pré-test. Afin d'éviter une description fastidieuse et très certainement moins explicite, nous préférons vous présenter cet appareil de mesure lors de la

soutenance de ce mémoire. Quelques photos en annexe 4 permettent d'apprécier cet appareil de mesure et d'en comprendre l'idée générale de fonctionnement.

4. 4. 2. Méthode

- ***Les deux tests sont réalisés sans encouragement verbal*** de la part du thérapeute si ce n'est lors de la première sortie de la «zone de tolérance» afin de préciser au sujet si celui-ci doit ajuster sa position vers le haut ou vers le bas.

- ***Les tests sont réalisés dans un ordre aléatoire***: un tirage au sort est réalisé lors de la première mesure afin de déterminer quel gainage est évalué en premier. De plus il s'écoule une semaine au minimum entre les deux mesures. Une seule mesure est effectuée par test afin de réduire au maximum les interférences liées à l'apprentissage.

- ***Pour chaque individu*** nous demandons au travers d'un questionnaire ***le sexe, l'âge, la taille, le poids, la pratique ou non d'une activité physique et/ou sportive et la fréquence de celle-ci par semaine,*** ainsi que ***le motif d'arrêt du test (D= Douleur, F=Fatigue).***

- ***Placement de l'électrode pour le gainage antérieur*** : pulpe du II sur l' E.I.P.S. (Epine Iliaque Postéro-Supérieure) du sujet et pulpe du IV sur l' E.I.P.S. controlatérale, main à plat, la pulpe du III indique l'emplacement. Marquage avec crayon dermographique.

- ***Placement de l'électrode pour le gainage postérieur*** : à mi-distance de la ligne rejoignant les deux E.I.A.S. (Epine Iliaque Antéro-Supérieure) à l'aide du mètre. Marquage avec le crayon dermographique.

- ***Particularités des personnes présentant une ptôse abdominale*** : lors du gainage postérieur, nécessité d'adapter l'emplacement de l'électrode : placée plus bas vers la symphyse pubienne, perpendiculairement au lieu initialement prévu.

- ***Description donnée au sujet des consignes d'exécution du test.***

- ***Réalisation du test de façon temporaire*** pour vérifier la compréhension des consignes et pré-régler la hauteur du plomb.

- ***Réglage de la hauteur du plomb*** : le trait indiquant le centre de la «zone de tolérance» se trouve en regard du bord supérieur du tube fixé sur l'électrode.

- ***Repos pour le sujet (1mn).***

- ***Réalisation du test :*** nous réajustons si besoin la hauteur du fil à plomb. Le chronomètre est déclenché dés que le sujet est immobile.

- ***Consignes verbales pendant le test :*** si le sujet «sort» de la zone de tolérance, nous lui précisons verbalement comment celui-ci doit s'ajuster (vers le haut ou vers le bas).

- ***Arrêt du chronomètre*** : dés que le sujet «sort» une seconde fois de la dite zone. Le temps de maintien est noté en secondes. Le temps maximal pour chaque gainage est limité à 180 secondes.

- ***Recueil des données :*** sur tableau Excel® (annexe 5) et en parallèle sur papier.

4. 5. Analyse statistique

Pour chaque individu, les données taille et poids ont été traduites en Indice de Masse Corporelle (poids / (taille ^{2}), lui-même transformé en catégories : maigre, normal, en surpoids et obésité modérée (annexe 6). Le niveau de pratique en nombres d'heures est traduit en classification: sportif, non sportif et peu sportif selon des critères décrits en annexe 7.

Toutes les données sont présentées en moyenne ± écart-type. Pour l'étude de l'objectif principal, nous avons utilisé un test Anova. L'analyse de la variance (ANOVA) est une méthode statistique qui permet d'étudier la modification de la moyenne d'un phénomène étudié (dans notre cas précis il s'agira de plusieurs phénomènes que sont le temps de maintien lors du gainage antérieur, le temps de maintien lors du gainage postérieur et le ratio temps de

maintien gainage antérieur/ temps de maintien sur gainage postérieur) selon l'influence d'un ou de plusieurs facteurs que sont le sexe, l' Indice de Masse Corporelle (I.M.C.), la cause d'arrêt et le niveau de pratique sportive.

Cette analyse de variances est pratiquée sur les moyennes des différentes données générales présentées en annexe 5 et sur les résultats obtenus aux tests de gainage antérieur et gainage postérieur grâce au logiciel R® ($p<0.05$ traduisant une différence significative entre les moyennes et $p<0.1$ montrant une tendance).

5. RESULTATS

5. 1. Données générales

L'âge moyen de notre population est de 20,86±1,81 ans. La taille moyenne est de 1,74±0,1m pour un poids moyen de 60,16±13,64 kg. De ce fait après calcul, cette population présente un Indice de Masse Corporelle moyen de 21,61±2,72.

5. 2. Résultats des temps de gainage

La population étudiée affiche un temps de maintien moyen de 65,43±38,92 secondes au test de gainage antérieur. Il est respectivement de 68,79±41,33 secondes chez les garçons et 60,95±35,95 secondes chez les filles.

Le test ANOVA réalisé à l'aide du logiciel R® fait apparaître une différence significative entre la cause d'arrêt et le temps de maintien ($p<0.05$ avec $p=0.0119$). Cette différence est particulièrement significative chez les filles (fig. 9) puisque $p<0.05$ avec $p=0.00357$. A l'inverse, il n'existe pas de différence significative entre le temps moyen de maintien et la cause d'arrêt chez les garçons ($p>0.05$ avec $p = 0.325$).

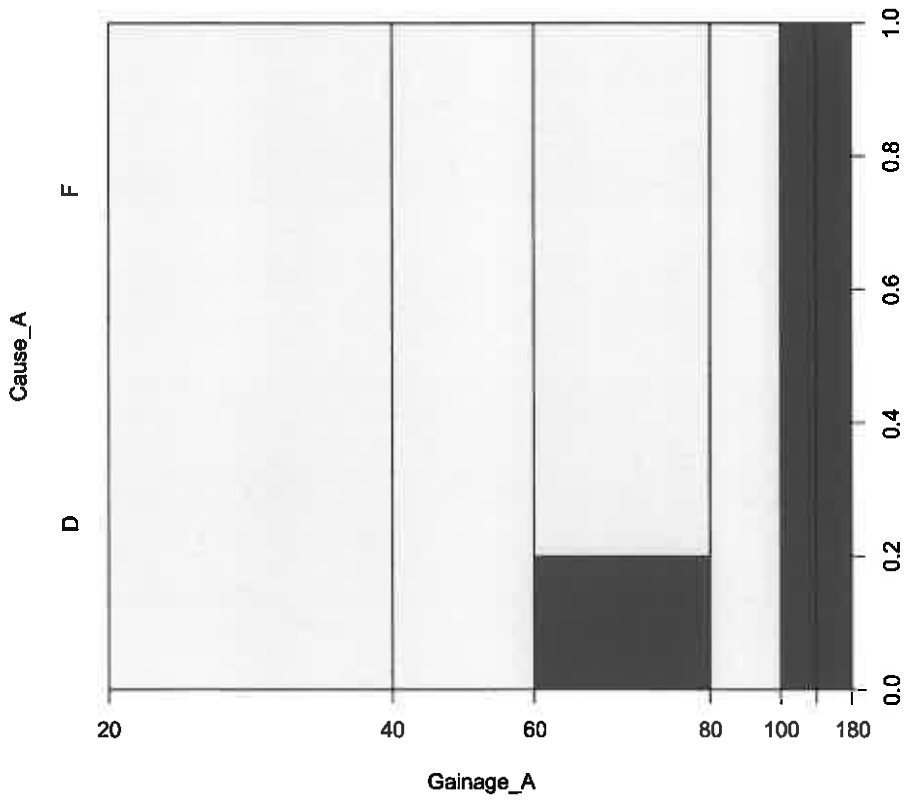


Figure 9 : temps de maintien au gainage antérieur et cause d'arrêt (population féminine)

La population étudiée affiche un temps de maintien moyen de 77,14±44,47 secondes au test de gainage postérieur. Il est respectivement de 81,61±46,85 secondes chez les garçons et 71,19±41,45 secondes chez les filles.

L'ANOVA test fait apparaître une différence significative (fig. 10) entre le temps de maintien moyen au gainage postérieur et la cause d'arrêt ($p<0.05$ avec $p= 0.047$). Cette différence significative ne se retrouve pas dans l'analyse des populations isolées. Par contre il existe une certaine tendance chez les filles : $p = 0.073$.

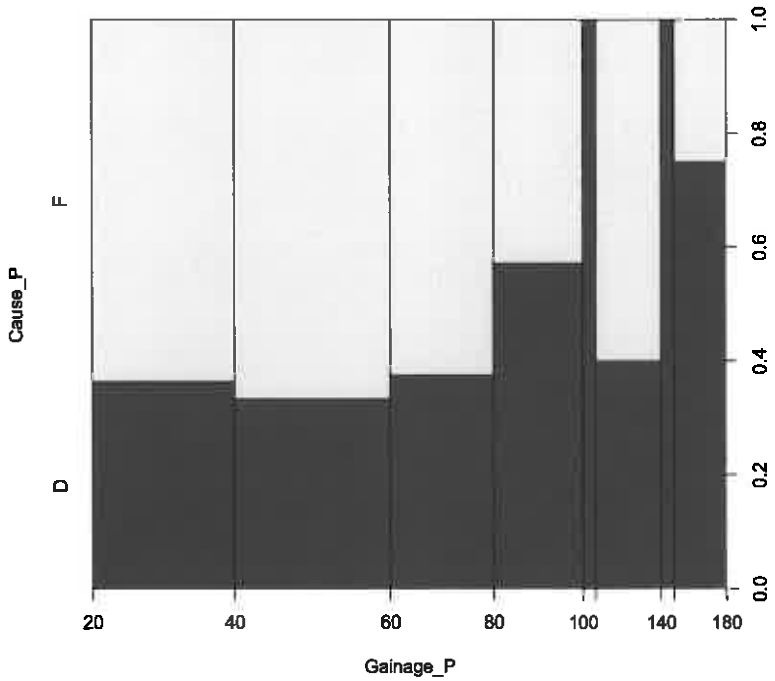


Figure 10 : temps de maintien au gainage postérieur et cause d'arrêt

Il existe également une différence non-significative mais présentant une tendance entre le temps de maintien moyen et le niveau de pratique sportive : p = 0.0699. Cette tendance se retrouve uniquement chez les garçons lorsque les populations sont étudiées de façon isolée: p= 0.0714.

Le ratio chaîne droite antérieure/chaîne droite postérieure calculé à partir de cette formule : temps de maintien au gainage antérieur/temps de maintien au gainage postérieur, a permis d'établir un ratio moyen de 1,12±0,96. Il est respectivement de 1,16±1,1 pour la population masculine et 1,07±0,76 pour la population féminine. Seule cette dernière présente une tendance à une différence significative (fig. 11) entre le ratio et le niveau de pratique sportive (p=0.063).

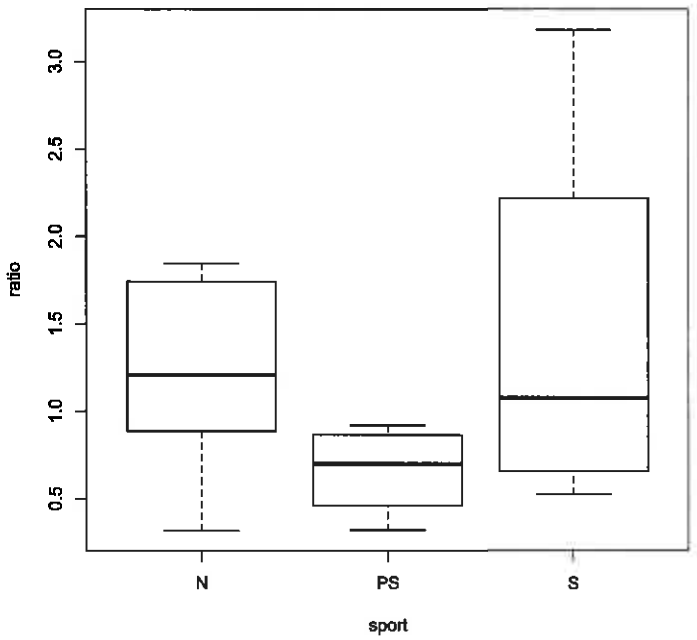


Figure 11 : niveau de pratique sportive et ratio (boites à moustache)

6. DISCUSSION

6. 1. Prédominance de la chaîne droite postérieure

Notre étude montre un temps de maintien moyen nettement supérieur lors du gainage postérieur. La chaîne droite postérieure du tronc étant évaluée lors du gainage postérieur, il est intéressant de noter que les résultats de notre étude sont en adéquation avec certaines études (8 et 21) qui démontrent une prédominance nette des extenseurs du rachis chez une personne saine.

Cette prédominance est en contradiction avec la valeur du ratio supérieur à 1 (1,12±0,96). Une explication réside dans une valeur d'écart type du ratio élevée, presque égale à la valeur moyenne du ratio. Cela traduit en fait une dispersion des ratios et surtout certains sujets présentent un ratio élevé (4,33) se qui tend à tirer la moyenne vers le haut.

De ce fait les données générales ne nous donnent que quelques informations et ne nous permettent pas d'expliquer des différences significatives entre les différentes populations entre elles : sportifs et non sportifs, femmes et hommes....

6. 2. Les variables significatives

A la lecture du tableau de corrélation (annexe 8) il apparaît qu'il existe des corrélations entre différentes variables. Seule la corrélation entre le poids et le temps de maintien lors du gainage postérieur présente une valeur significative ($p = 0.47$). Cette corrélation est positive. Cela signifie que plus le poids est élevé plus le temps de maintien au gainage postérieur est élevé. Cette corrélation significative «tend» à être significative ($p = 0.067$) lorsque nous étudions les variables I.M.C. et le temps de maintien au gainage postérieur. Ces deux corrélations positives sont à minorer au vu d'une faible dispersion des valeurs de poids et d' I.M.C.

Une autre corrélation tend à être significative : entre le temps de pratique sportive et le temps de maintien au gainage antérieur (fig. 12). Cette corrélation est positive, signifiant que plus le temps de pratique sportive est élevé, plus le temps de maintien au gainage antérieur est élevé.

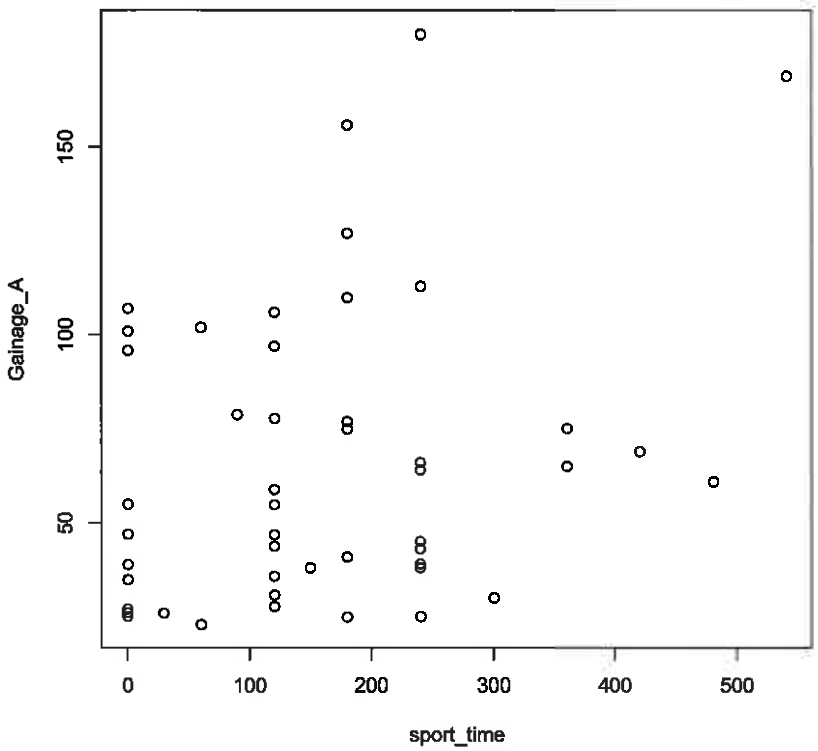


Figure 12 : temps de maintien en gainage antérieur et temps de pratique sportive

Les variables «cause d'arrêt» et «niveau de pratique sportive» sont les seules à présenter des différences significatives ou tendant à être significatives sur le temps de maintien au gainage ou sur le ratio. Pourtant il semble difficile de déterminer des valeurs de références car selon le sport pratiqué nous observons une sollicitation plus importante de la chaîne musculaire antérieure ou de la chaîne postérieure. Si une augmentation importante des extenseurs peut être observée chez des sportifs de vitesse de haut niveau (23), il est également possible d'observer l'inverse (18).

6. 3. Les biais.

Le premier biais réside dans la population étudiée. En effet à la lecture du tableau Excel® recensant les données générales, nous observons que tous les hommes (hormis deux individus présentant une obésité modérée selon la classification I.M.C.) sont classés «normaux». Notre effectif est de ce fait déséquilibré. Lors du test ANOVA en séparant hommes et femmes nous n'avons donc pas pris en compte ce facteur I.M.C.

Le deuxième biais possible réside dans la non-prise en compte de l'aspect motivationnel des individus. Il nous est difficile de mesurer la motivation des participants. Il était obligatoire de présenter notre objet de recherche aux élèves de l' I.L.F.M.K. afin de solliciter leur participation. Mais la simple connaissance de l'objet de recherche n'influence-t-elle pas notre population? Ceux qui ont participé à notre étude ne présentaient-ils pas une motivation identique et de ce fait les mêmes caractéristiques psychologiques?

De même nous n'avons pas différencié le type de pratique sportive pour chaque individu. Notre étude ne différencie pas 2H de natation de 2H de marche intensive. Or comme nous l'avons vu précédemment, selon la pratique sportive, une chaîne musculaire peut être privilégiée par rapport à l'autre.

7. CONCLUSION

L'étude du ratio chaîne antérieure/chaîne postérieure ne nous permet pas de rendre compte d'une prédominance de la chaîne d'extension. Par contre le temps moyen de maintien au gainage postérieur est nettement supérieur à celui du gainage postérieur.

Notre hypothèse de départ : établir une norme à l'aide de deux tests que sont les gainages antérieur et postérieur, n'est pas validée. Nos résultats seraient beaucoup plus représentatifs avec une population plus équilibrée en terme de classification d' I.M.C.

Par contre cette étude nous a permis de mettre en corrélation le niveau de pratique sportive et le temps de maintien lors des tests de gainage. Il serait intéressant de réaliser ces tests sur une population de sédentaires puis, suite à un cycle de pratiques physiques, réévaluer ces mêmes individus suivant les mêmes modalités. En plus d'être un exercice d'évaluation de la force endurance des chaînes musculaires, le gainage peut alors faire parti d'un programme de rééquilibration des chaînes. Mais faut-il rééquilibrer tous les déséquilibres du ratio fléchisseurs/extenseurs observés pour prévenir le risque de lombalgie ? En première intention cela semble logique. Si ce principe est efficace concernant le genou, il n'est pas scientifiquement prouvé concernant le rachis. En effet une étude (24) a démontré «qu'un déficit musculaire des ischio-jambiers était un facteur de risque de lésion musculaire de ces mêmes muscles ischio-jambiers et que la correction de ce déficit permettait de diminuer le risque lésionnel». Pourtant au niveau du rachis cela ne semble pas si simple du fait de la

caractéristique même de la lésion : la lombalgie ne concerne pas uniquement le muscle. Interviennent dans le processus algique : le disque intervertébral, les vertèbres, les muscles….En pratique, en nous appuyant sur l'étude de Takemasa (25) nous pensons qu'il ne faut pas rééquilibrer systématiquement tous les déséquilibres des ratios fléchisseurs/extenseurs observés lors des bilans musculaires chez le patient lombalgique. Néanmoins nous estimons que le gainage peut et doit être utilisé comme technique de bilan mais aussi comme exercice de renforcement lorsque celui-ci est nécessaire. Cet exercice présente effectivement l'avantage de respecter les principes de fonctionnement des chaînes musculaires. De plus, il respecte les recommandations, prises en compte de plus en plus par les masseurs-kinésithérapeutes sur le renforcement de la sangle abdominale, à savoir : une gymnastique normo ou hypo-pressive abdominale en accord avec les principes de Mme DE GASQUET.

BIBLIOGRAPHIE

1. KAPANDJI I.A. -Physiologie articulaire, tome 3: rachis, ceinture pelvienne, rachis lombal, rachis dorsal, rachis cervical, tête- 6ème éd. Paris: Maloine, 2007. 329 p. ISBN 978-2-224-02649-3

2. CHANTEPIE A., PEROT J.F. -Cahiers d'ostéopathie n° 5, Techniques structurelles rachidiennes- Maloine, 2010. 176 p. ISBN 978-2-224-03108-4

3. HAUTE AUTORITE DE SANTE -Prise en charge masso-kinésithérapeutique dans la lombalgie commune: modalités de prescription- H.A.S. Mai 2005 – 7 pages

4. ITO T., SHIRADO O., SUZUKI H., et coll. -Lumbar trunk muscle endurance testing. An inexpensive alternative to a machine for evaluation- Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1996, vol 77, p.75-79

5. BIERING-SORENSEN F. -Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period- Spine, 1984, n°9 – p.106-119

6. MARIEN Y., VOISIN P., VANHEE J.L. -Evaluation de la fatigue musculaire lors de la contraction isométrique de la chaîne postérieure dorso-lombo-pelvienne- Annales de kinésithérapie, Masson, 1995, tome 22, n°5, p.211-215

7. DUBOST J.B., GRASHIFF Y., DENANS C. et coll. -Inclusion de tests isocinétiques du rachis lombaires, lors de stages de formation à la manutention de personnels hospitaliers- Annales de kinésithérapie, Masson, 2001, tome 28, n° 8, p.379-384

8. BEIMBORN D.S., MORRISEY M.C. -A review of the litterature related to trunk muscle performance- Spine, 1988; 13(6): 655-60

9. BUSQUET L. -Les chaînes musculaires, tome 1: tronc , colonne cervicale et membres supérieurs- 5è éd. Paris: Frison Roche, 2005. 159 p. ISBN 2-87671-349-7

10. BUSQUET L. -Traité d'ostéopathie myotensive, tome 1: les chaînes musculaires, tronc et colonne cervicale- 2ème tirage. Paris, Maloine, 1985.170 p.

11. CHAN R. -Endurance times of trunk muscles in male intercollegiate rowers in Hong Kong- Archives Physical Medicine and Rehabilitation 2005; 86:2009-12

12. AXLER C., Mc GILL S. -Low back loads over a variety of abdominal exercices: searching for the safest abdominal challenge- Med Sci Sports exerc 1997; 78:8-18

13. DEMOULIN C., VANDERTHOMMEN M., DUYSENS C., CRIELAARD J.M. - L'évaluation de la musculature rachidienne par le test de Sorensen : revue de littérature et analyse critique- Revue du Rhumatisme 2006; 73:39-46

14. MOREAU C., GREEN B., JOHNSON C., MOREAU S. -Isometric back extension endurance tests : a review of the litterature- Journal of Manupulative Physiological Therapeutics 2001; 24: 110-22.

15. BIERING-SORENSEN F., THOMSEN C.E., HILDEN J. -Risk indicators for low back trouble- Scand J Rehab Med 1989;21:151-7

16. MATON F. -Comment évaluer et tester son gainage abdominal?- In I.R.B.M.S. (En ligne).<http://www.irbms.com/rubrique/kinesitherapie/comment-evaluer-et-tester-son-gainage-abdominal.php>

17. TRUDELLE P. -Evaluation des muscles paravertébraux chez le lombalgique : le test de Sorensen et les autres tests usuels- Kinesithérapie, les annales, Novembre-décembre 2001; p.13-33

18. ANDERSSON E., SWARD L., THORSTENSSON A. -Trunk muscle strength in athlètes- Med Sci Sport Ex 1988;20(6):587-93

19. SMITH S., MAYER T., GATCHEL R., BECKER T. -Quantification of lumbar function. Part 1 : Isometric and multispeed isokinetic trunk strenght measures in sagittal and axial planes in normal subjects- Spine 1985;10:757-64.

20. KERKOUR K., MEIER J.L. -Evaluation comparative isocinétique des muscles du tronc de sujets sains et de lombalgiques- Annales de kinésithérapie, 1994; 21 (1): 27-31

21. POCHOLLE M., CODINE P. -Isocinétisme et médecine sportive- Masson 1998. 208 p. ISBN 2225829004

22. DE GASQUET B. -Abdominaux : arrêtez le massacre- 1ère édition Paris, Robert Jauze, 2003; 191p. ; ISBN 2-86214-042-2

23. FAURE P., CHAMOUN M., BONNEL F. -Isokinetic measurement of trunk muscles strenght in sportsmen- Isocinétisme et rachis, XXIXème EMPR, Montpellier, FRANCE. Masson, 2001: 45-63 ; ISBN 9782294005893

24. CROISIER JL, GANTEAUME S, BINET J, GENTY M, FERRET JM. -Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players : a prospective study- Am J Sports Med. 2008 Aug;36(8):1469-75. Epub 2008 Apr 30. PMID: 18448578[PubMed - indexed for MEDLINE]

25. TAKEMASA R., YAMAMOTO H., TANI T. -Trunk muscle strength in and effect of trunk muscle exercises for patients with chronic low back pain : the differences in patients with and without organic lumbar lesions- Spine 1995 ; 20:2522-30.

ANNEXES

ANNEXE 1

Consignes d'exécution du gainage antérieur données au sujet

	Au niveau des M.S.	Au niveau du tronc et de la tête	Au niveau des M.I.
Position	- appui sur coudes et avant bras, - largeur des épaules, - coudes à l'aplomb des épaules	- conservation des courbures physiologiques, - tête en double menton	- appui sur les orteils en extension, - pieds joints (malléoles se touchent), - genoux en extension, -hanche en rectitude

M.S. = Membres supérieurs

M.I. = Membres inférieurs

ANNEXE 2

Consignes d'exécution du gainage postérieur données au sujet

	Au niveau des M.S.	Au niveau du tronc et de la tête	Au niveau des M.I.
Position	- appui sur les coudes et avant-bras, - largeur des épaules, - coudes à l'aplomb des épaules (ou extension maximale si impossible)	- conservation des courbures physiologiques, - tête en double menton	- appui sur les talons, - pieds joints (les malléoles se touchent), - genoux en extension, -hanche en rectitude

M.S. = Membres Supérieurs

M.I. = Membres Inférieurs

ANNEXE 3

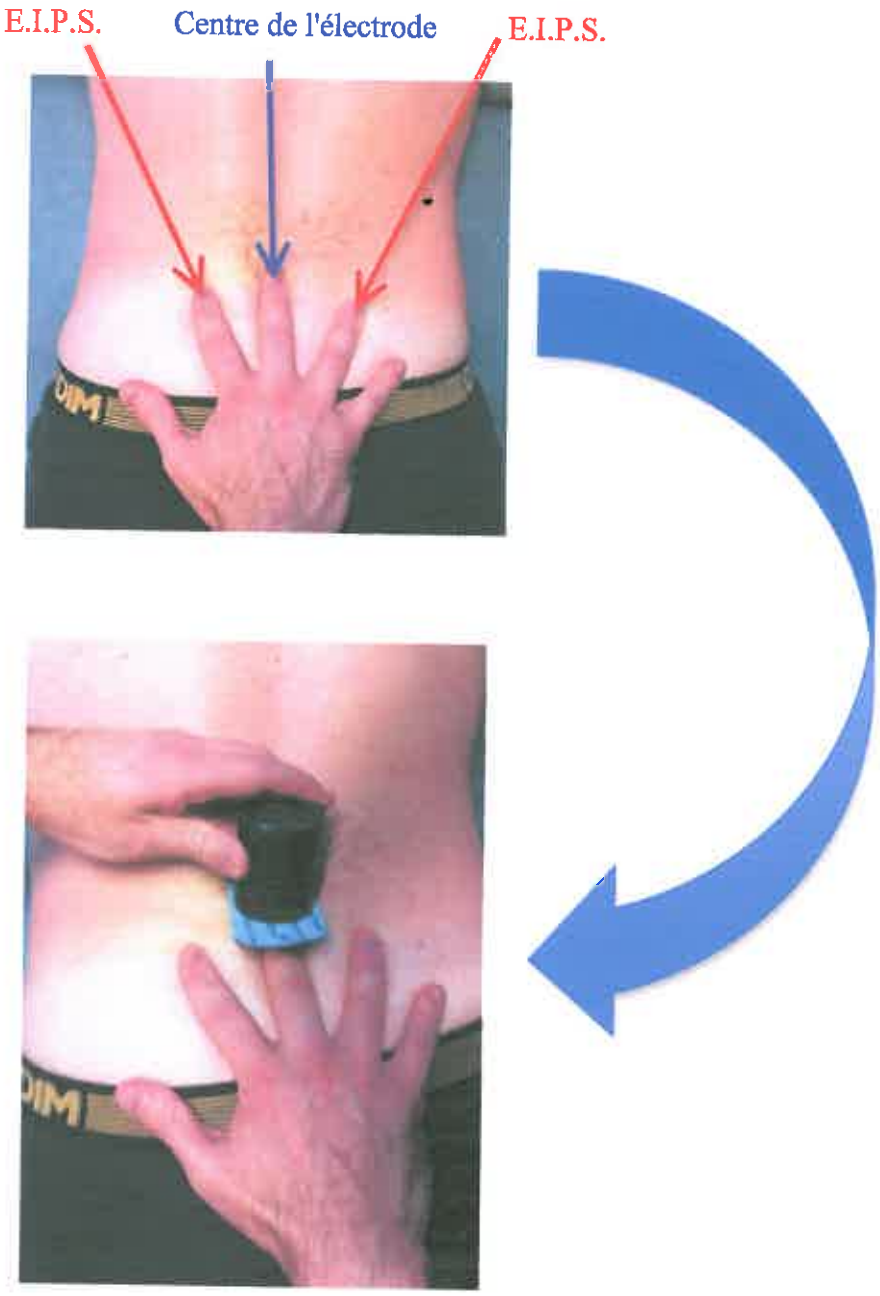
NIVEAU DE PREUVE SCIENTIFIQUE FOURNI PAR LA LITTERATURE	GRADE DES RECOMMANDATIONS
Niveau 1 - Essais comparatifs randomisés de forte puissance. – Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés. - Analyse de décision basée sur des études bien menées.	**A** Preuve scientifique établie
Niveau 2 - Essais comparatifs randomisés de faible puissance. - Études comparatives non randomisées bien menées. - Études de cohorte.	**B** Présomption scientifique
Niveau 3 Études cas-témoin. **Niveau 4** - Études comparatives comportant des biais importants. - Études rétrospectives - Séries de cas. - Études épidémiologiques descriptives. - Avis d'expert.	**C** Faible niveau de preuve scientifique

ANAES / Service Recommandations Professionnelles / Janvier 2000

ANNEXE 4

<u>Repérage et placement de l'électrode pour gainage antérieur</u>

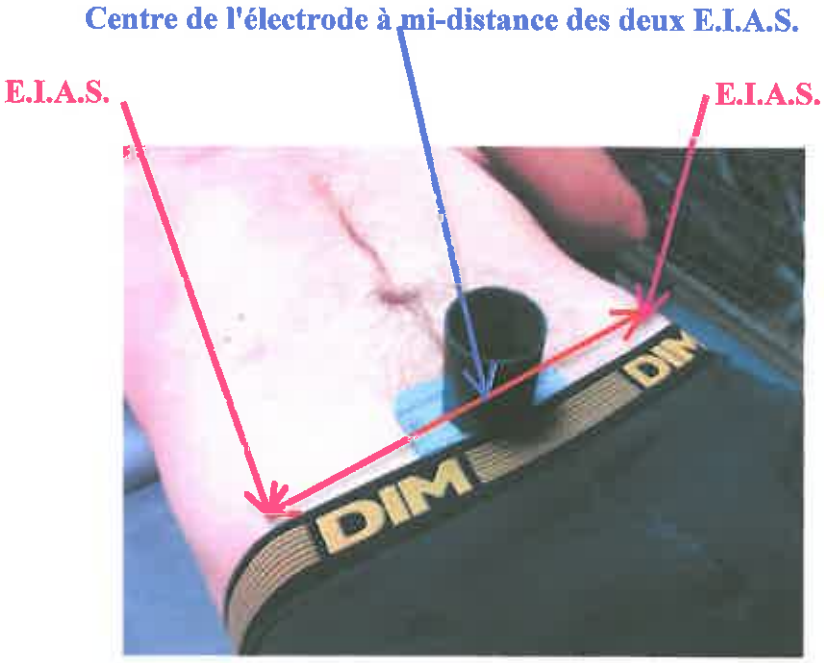
(patient en procubitus)



ANNEXE 4

Repérage et placement de l'électrode pour gainage postérieur

(patient en décubitus)



ANNEXE 4

Lecture de la "zone de tolérance"

(à jour frisant)

	1er cas:	**2ème cas:**	**3ème cas:**
Zone de tolérance	**Non visible**	**Une partie est visible**	**Entièrement visible**
Position du sujet	**Non maintenue dans la zone de tolérance**	**Maintenue dans la zone de tolérance**	**Non maintenue dans la zone de tolérance**
Action du M.K.	**Arrêt du chronomètre ou réajustement verbal si première sortie de zone**	**Aucune**	**Arrêt du chronomètre ou réajustement verbal si première sortie de zone**

ANNEXE 5

Tableau Excel® de données générales

Âge	Sexe	Taille (m)	Poids (kg)	IMC	Catégorie IMC	Gainage ant. (en sec)	Feuille 1 Cause d'arrêt D= douleur F = fatigue	Gainage post. (en sec)	Cause d'arrêt D= douleur F = fatigue	Ratio	A P.S. min/semaine	N° de pratique
[illegible]	F	1,63	61	[illegible]	N	28	F	40	D	[illegible]	120	N
[illegible]	M	[illegible]	70	[illegible]	N	101	F	28	F	3,607	0	PS
[illegible]	F	1,65	56	[illegible]	N	59	F	180	D	0,328	120	N
[illegible]	F	1,63	49	[illegible]	N	39	F	44	F	0,886	0	PS
[illegible]	M	1,72	64	[illegible]	N	55	F	71	D	0,775	0	PS
[illegible]	M	1,78	65	[illegible]	N	47	F	54	F	0,87	120	N
[illegible]	F	1,69	58	[illegible]	N	27	F	85	D	0,318	0	PS
[illegible]	M	1,93	87	[illegible]	N	25	F	61	D	0,41	240	S
[illegible]	F	1,75	54	[illegible]	N	44	F	56	F	0,786	120	N
[illegible]	M	[illegible]	111	[illegible]	[illegible]	31	F	134	F	0,231	120	N
[illegible]	M	1,72	66	[illegible]	N	156	F	36	F	4,333	180	S
[illegible]	M	1,82	60	[illegible]	N	105	F	44	D	2,318	60	N
[illegible]	M	1,96	88	[illegible]	N	69	F	180	F	0,383	420	S
[illegible]	M	1,79	67	[illegible]	N	61	F	66	F	0,924	480	S
[illegible]	M	1,78	67	[illegible]	N	25	F	53	F	0,472	180	S
[illegible]	M	1,85	72	[illegible]	N	25	F	28	F	0,893	0	PS
[illegible]	F	1,67	65	[illegible]	N	66	F	125	D	0,528	240	S
[illegible]	M	1,83	102	[illegible]	[illegible]	26	F	30	D	0,867	0	PS
[illegible]	M	1,9	84	[illegible]	N	75	F	72	F	1,042	180	S
[illegible]	F	1,63	61	[illegible]	N	97	F	112	D	0,866	120	N
[illegible]	M	1,78	62	[illegible]	N	45	F	132	F	0,341	240	S
[illegible]	M	1,68	64	[illegible]	N	77	F	79	D	0,975	180	S
[illegible]	F	1,68	59	[illegible]	N	38	F	60	F	0,633	240	S
[illegible]	F	1,35	30	[illegible]	N	23	F	25	F	0,92	60	N
[illegible]	F	1,6	61	[illegible]	N	47	F	27	D	1,741	0	PS
[illegible]	F	1,56	54	[illegible]	N	79	F	144	D	0,548	90	N
[illegible]	F	1,74	70	[illegible]	N	33	F	78	F	0,462	120	N
[illegible]	M	1,87	80	[illegible]	N	65	F	180	D	0,361	360	S
[illegible]	M	1,75	68	[illegible]	N	43	F	68	F	0,632	240	S
[illegible]	M	1,79	68	[illegible]	N	30	F	98	F	0,306	300	S
[illegible]	F	1,68	52	[illegible]	N	78	F	88	D	0,886	120	N
[illegible]	F	1,57	47	[illegible]	N	35	F	29	F	1,207	0	PS
[illegible]	F	1,83	63	[illegible]	N	75	F	33	D	2,273	180	S
[illegible]	M	1,83	[illegible]	[illegible]	N	38	F	54	F	0,704	150	N
[illegible]	M	1,83	83	[illegible]	N	55	F	139	F	0,396	120	N
[illegible]	M	1,8	75	[illegible]	N	39	F	71	F	0,549	240	S
[illegible]	F	1,67	53	[illegible]	N	41	F	38	F	1,079	100	S
[illegible]	F	1,85	63	[illegible]	N	96	F	52	F	1,846	0	PS
[illegible]	M	1,88	84	[illegible]	N	110	F	93	F	1,183	180	S
[illegible]	F	1,87	67	[illegible]	N	169	D	53	D	3,184	540	S
[illegible]	M	1,72	63	[illegible]	N	180	D	84	D	2,143	240	S
[illegible]	M	1,88	75	[illegible]	N	75	D	124	D	0,605	360	S
[illegible]	F	1,63	52	[illegible]	N	113	D	52	D	2,173	240	S
[illegible]	M	1,77	69	[illegible]	N	31	D	60	F	0,517	120	N
[illegible]	M	1,74	69	[illegible]	N	106	F	30	F	3,533	120	N
[illegible]	F	1,62	54	[illegible]	N	64	D	93	F	0,688	240	S
[illegible]	M	1,87	87	[illegible]	N	127	F	180	D	0,706	180	S
[illegible]	M	1,85	51	[illegible]	N	107	F	48	D	2,229	0	PS
[illegible]	F	1,72	68	[illegible]	N	26	F	81	D	0,321	30	N
Moyenne	[illegible]	1,7418367	68,163265	[illegible]		65,42857143		77,14285714		1,317	158,5714286	
Ecart type	[illegible]	0,0999952	13,637184	[illegible]		38,92		44,4681534		0,958	129,1962742	
Moyenne filles	[illegible]	1,5880952	57,47619	[illegible]		60,95238095		71,19047619		1,066	131,4285714	
Ecart type	[illegible]	0,0772411	9,9923245	[illegible]		35,93362752		41,44582129		0,759	127,0938511	
Moyenne garçons	[illegible]	1,7871429	72,678571	[illegible]		68,78571429		81,60714286		1,135	178,9285714	
Ecart type	[illegible]	0,0971854	12,961634	[illegible]		41,33454319		46,84832829		1,037	127,868751	
Moyenne M						46		53,25		0,37	75	
Ecart type						23,13727152		26,44963768		0,058	57,44562647	
Moyenne N						#N/A		#N/A		#N/A	#N/A	
Ecart type						#N/A		#N/A		#N/A	#N/A	
Moyenne O						26,5		82		0,549	60	
Ecart type						3,535535906		73,53910524		0,449	84,85281374	
Moyenne P.S.						55		84,33333333		0,912	104	
Ecart type						26,60769127		47,34171623		0,879	39,71291206	
Moyenne S						76,86956522		86,375		1,111	258,75	
Ecart type						44,94948856		44,79597466		1,008	102,5041713	
Moyenne N. S.						55,8		44,2		1,437	0	
Ecart type						32,8964706		20,30763403		0,958		

ANNEXE 6

Classifications selon l'Indice de Masse Corporelle

I.M.C.	Interprétation
Moins de 18,5	Maigreur
18,5 à 25	Corpulence normale
25 à 30	Surpoids
30 à 35	Obésité modérée (classe I)
35 à 40	Obésité sévère (classe II)
Plus de 40	Obésité morbide ou massive (classe III)

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé

ANNEXE 7

Classification des sportifs

	Sportifs	**Peu sportifs**	**Non sportifs**
Temps de pratique	**Supérieur à 150mn/semaine**	**Inférieur à 150mn/semaine**	**Aucun**

ANNEXE 8

Tableau de corrélation des différentes variables

Colonne1	Colonne2	Colonne3	Colonne4	Colonne5	Colonne6	Colonne7	Colonne8
Correlations (data)							
N=49 (Casewise deletion of missing data)							
	Age	Taille	Poids	IMC_valeur	Gainage_A	Gainage_P	ratio
Age							
Taille	0,3001						
	p=,036						
Poids	0,3832	0,813					
	p=,007	p=,000					
IMC_valeur	0,3231	0,4156	0,8647				
	p=,024	p=,003	p=,000				
Gainage_A	-0,2493	-0,1148	-0,1672	-0,1502			
	p=,084	p=,432	p=,251	p=,303			
Gainage_P	0,048	0,2181	0,2849	0,2643	0,0866		
	p=,743	p=,132	p=,047	p=,067	p=,554		
ratio	-0,1616	-0,1298	-0,2224	-0,2324	0,7141	-0,4964	
	p=,267	p=,374	p=,125	p=,108	p=,000	p=,000	
sport_time	-0,0671	0,3154	0,1538	-0,0205	0,274	0,3653	-0,0468
	p=,647	p=,027	p=,291	p=,889	p=,057	p=,010	p=,749