

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

UN PROTOCOLE BASE SUR LE TEST DIT
« DE LA CHAISE IMAGINAIRE » ENGENDRE-
T-IL UN GAIN DE FORCE DU MUSCLE
QUADRICEPS ?

Mémoire présenté par Charlotte ZSITKO
étudiante en 3^{ème} année de masso-kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de
Masseur-Kinésithérapeute 2013-2014

SOMMAIRE

Page

SOMMAIRE

RESUME

1. INTRODUCTION.....	1
2. METHODE DE RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES	2
3. GENERALITES.....	2
3.1. La contraction isométrique.....	2
3.2. Physiologie.....	4
3.2.1. Modes aérobie/anaérobie.....	4
3.2.2. Fibres musculaires	5
3.3. Différence entre le gain de force et le gain d'endurance musculaire.....	6
3.4. L'utilité d'un renforcement musculaire.....	7
3.5. Description de la position de la chaise.....	8
4. MATERIEL ET METHODE.....	11
4.1. Population.....	11
4.2. Matériel.....	11
4.3. Protocole.....	12
4.3.1. Première mesure.....	13
4.3.1.1. Mesure de la force maximale volontaire en isométrique du quadriceps.....	13
4.3.1.2. Mesure du temps de maintien de la chaise.....	15
4.3.2. Protocole à domicile.....	16
4.3.3. Deuxième, troisième et quatrième mesures	16
5. ANALYSE STATISTIQUE.....	17

5.1. Pour le paramètre force du quadriceps.....	17
5.2. Pour le paramètre temps de maintien de la chaise.....	18
5.3. Pour le calcul du gain.....	18
6. RESULTATS.....	18
6.1. Présentation de la population témoin.....	18
6.2. Présentation de la population test.....	19
6.3. Résultats pour la population test.....	19
6.3.1. Force du quadriceps.....	19
6.3.2. Temps de maintien de la chaise.....	21
6.3.3. Taux d'assiduité du protocole.....	22
6.3.4. Ressenti des sujets par rapport au protocole.....	22
6.4. Résultats pour la population témoin.....	22
6.4.1. Force du quadriceps.....	22
6.4.2. Temps de maintien de la chaise.....	23
6.5. Comparaison population témoin, population test.....	23
7. DISCUSSION.....	24
7.1. Discussion sur le protocole et les résultats statistiques.....	24
7.2. L'avis des sujets.....	25
7.3. Les critères d'arrêt du maintien de la chaise.....	26
7.4. Utilisation dans la pratique de ce protocole.....	28
7.4.1. Les inconvénients de ce protocole.....	28
7.4.2. Les avantages de ce protocole.....	29
7.4.3. Les indications de ce protocole.....	29
7.5. Ouverture.....	30
8. CONCLUSION.....	30

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

Une étude antérieure a mis en évidence un **gain du temps de maintien postural**, à la suite d'un protocole de renforcement musculaire basé sur le test de la chaise imaginaire. Nous souhaitons reprendre ce suivi pour objectiver le **gain de force du quadriceps**.

L'intérêt étant d'observer si cet exercice simple, qui consiste en une contraction statique du quadriceps, peut avoir des résultats satisfaisants s'il est donné en tant que renforcement.

Pour notre étude deux populations de sujets sains sont nécessaires. Nous mesurons la force du quadriceps de ces individus et leur temps de maintien de la chaise :

- une population test de trente individus, réalise l'exercice quotidiennement pendant **6 semaines à 75% du temps de maintien maximal** calculé au premier jour. Nous l'avons suivie **toutes les 2 semaines**.
- Une population témoin de vingt individus, que nous avons vue toutes les 3 semaines pendant 6 semaines, durant lesquelles nous ne leur avons donné aucun exercice particulier.

Les résultats montrent des gains significatifs de **31.4 % de la force** et de **64.7% de l'endurance** dans la population test, qui ne se retrouvent pas dans la population témoin.

La chaise, exercice simple, permet donc d'augmenter la force du quadriceps. Il peut ainsi être facilement proposé dans un cadre sportif ou en complément d'une séance de kinésithérapie comme exercice à domicile pour un patient. Les modalités de la position font que celui-ci ne pourra cependant pas être donné pour tout le monde.

Enfin il faudrait poursuivre l'étude en ciblant une population précise pour laquelle il faut renforcer les quadriceps ou encore vérifier que le gain de force se retrouve de façon satisfaisante dans les différentes courses du quadriceps.

MOTS CLEFS : dynamomètre, quadriceps, renforcement, test de la chaise, endurance

KEYWORDS : dynamometer, quadriceps muscle, strengthening, sit-wall test, endurance

1. INTRODUCTION :

Au cours d'une prise en charge kinésithérapique, le praticien demande une participation du patient à sa rééducation pour obtenir les meilleurs résultats possibles. Couramment, le kinésithérapeute donne donc **des exercices à effectuer à domicile**. Dans cette optique, nous avons réalisé notre étude sur un exercice qui pourrait facilement être donné en complément ou à la suite d'une prise en charge kinésithérapique. Il s'agit du test de la chaise imaginaire. Celui-ci consiste à être dos contre un mur, genou et hanche à 90° de flexion et à tenir le plus longtemps possible la position. Ce test est aussi nommé dans la littérature **test de Killy**, du nom de Jean-Claude Killy et en Anglais « **sit-wall test** ». Il est notamment fréquemment utilisé dans les bilans de lombalgies [1] ou encore pour des entraînements sportifs, tels que ceux pour le ski.

En 2008/2009, un étudiant en kinésithérapie a réalisé son mémoire sur la « mesure du gain d'endurance des quadriceps à la suite d'un protocole basé sur la position du test dit « de la chaise imaginaire » » [2]. Il a mis en place un protocole, consistant à réaliser quotidiennement la position de la chaise, durant 75% du temps de maintien maximal de l'individu. Au terme de son étude, il s'est rendu compte qu'après deux mois, les personnes ayant réalisé l'exercice 5 à 7 jours par semaine ont pu voir leur **endurance augmenter de 95%**.

L'objectif principal de ce mémoire est d'évaluer les effets du protocole par rapport à un éventuel gain de force du quadriceps. Nous allons aussi suivre régulièrement les sujets se prêtant à l'étude, afin d'analyser au bout de combien de temps les gains musculaires apparaissent.

Nous réalisons nos tests chez des **sujets sains**. Si cet exercice simple permet un gain important de force du quadriceps, l'intérêt sera alors de l'intégrer par la suite dans une prise en charge masso-kinésithérapique pour **des populations cibles**, patients ou sportifs.

2. METHODE DE RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES :

Notre étude tend à répondre à la question suivante : **un protocole de renforcement basé sur le test de la chaise imaginaire, engendre-t-il un gain de force du muscle quadriceps ?** Pour commencer notre bibliographie, nous recherchons les mémoires déjà réalisés sur le sujet grâce au site de l'école de kinésithérapie de Nancy. C'est ainsi que nous avons trouvé celui de monsieur Reichling. Puis nous réalisons nos investigations à partir de serveurs à la bibliothèque universitaire de la faculté de médecine de Brabois, à la bibliothèque universitaire de la faculté de sport de Nancy et à réeDoc. Nous poursuivons ensuite sur internet, à partir des moteurs de recherches suivant : Kinedoc, Carole, Sudoc, Kinésithérapie Scientifique, Google Book, Pubmed.

Les mots clés que nous utilisons sont les suivants : **dynamomètre, quadriceps, renforcement, test de la chaise, endurance** (dynamometer, quadriceps muscle, strengthening, sit-wall test, endurance).

Pour faire notre sélection documentaire, nous nous concentrons sur les écrits les plus récents, exceptés lorsqu'il n'y a pas de nouveauté sur les points recherchés. Pour une question de compréhension nous sélectionnons des documents uniquement en français et en anglais. Enfin le coût des documents fait aussi parti de nos critères de sélection. Les documents sélectionnés sont des thèses, des études parues dans des articles, des livres.

3. GENERALITES :

3.1. La contraction isométrique :

Il existe différents modes de contraction musculaire [3] : **concentrique, excentrique et isométrique.**

Pour notre mémoire, nous nous intéressons au travail statique. Ce mode de contraction se caractérise par un **gain important de force musculaire** mais peu de gain de volume. En

effet, lors d'une telle contraction, on note une diminution de la vascularisation par compression des petits vaisseaux sanguins ce qui **limite l'hypertrophie**. Le travail statique ne réalise pas de balayage articulaire, il est donc intéressant à utiliser lors d'œdème ou d'inflammation articulaire par exemple. Ce type de contraction présente l'avantage de ne demander souvent aucun matériel spécifique et d'être plus **facilement contrôlable** que le travail dynamique, car une fois la position adoptée il n'y a pas de mouvements à vérifier [4].

Cependant à la suite d'un renforcement statique, **la pression articulaire** est localisée constamment au même endroit de la surface articulaire, ce qui peut engendrer des douleurs [3].

De plus, des lacunes s'observent dans ce renforcement par la **spécificité angulaire** [4] : le gain de force se retrouve principalement dans la position dans laquelle un muscle est renforcé. C'est pour cela qu'il y a un intérêt à l'utiliser couplé à un travail dynamique. Il faut noter que d'après certaines études, plus le muscle travaille en position raccourci, plus le phénomène de spécificité angulaire est important [5].

Ce type de contraction engendre une plus faible sollicitation des composantes élastiques du muscle (tendon et tissu conjonctif péri musculaire) que les autres modes de contraction. Une saturation rapide de la progression caractérise également ce mode de renforcement. D'un point de vue psychologique la monotonie du travail peut engendrer le risque d'une mauvaise observance de la part du patient [3].

Il faut noter que le travail statique maximal est contre-indiqué en cas de pathologie cardio-vasculaire et d'hypertension. En effet, un effort dépassant 70% de l'effort maximal, provoque une compression des vaisseaux, donc un arrêt de perfusion sanguine musculaire pendant la contraction musculaire. Cela entraîne une augmentation des résistances périphériques et de la pré charge et donc pour le cœur une augmentation de la charge hémodynamique (dangereux notamment en cas de dysfonctionnement ventriculaire) [6].

Il existe deux formes de travail statique [7] :

- **P'isométrie maximale** : 95-110% de la force maximale concentrique, la contraction durant 3 à 6 secondes.
- **L'isométrie totale** : 50-90% de la force maximale concentrique, la contraction étant maintenue jusqu'à la fatigue.

Le test de la chaise, se rapproche donc d'un **mode de contraction isométrique totale**, puisque le sujet doit poursuivre son effort dans le temps jusqu'à épuisement.

3.2. Physiologie :

3.2.1. Modes aérobie/ anaérobie :

Pour se contracter, le muscle utilise l'**adénosine triphosphate (ATP)** comme source d'énergie. Cependant l'ATP disponible dans notre organisme est limitée. Il existe donc des filières énergétiques permettant la resynthèse d'ATP. Selon le type d'effort, la filière énergétique mise en jeu est différente. Il en existe trois sortes (tab. I).

Dans tous les cas, les substrats consommés servent pour les cellules musculaires qui vont transformer cette énergie chimique en énergie mécanique [8], ce qui permettra le mouvement musculaire. Si notre activité musculaire augmente, les mécanismes de transformation d'énergie s'accélèrent pour assurer les fonctions exigées par l'organisme.

Pour tout exercice, ces trois voies sont mises en jeu, mais dans des proportions différentes et c'est toujours la voie anaérobie alactique qui est mise en place en première.

Tableau I : les différentes filières énergétiques [8]

	Anaérobique alactique	Anaérobique lactique	Aérobique
Type d'effort	Effort très bref (20 à 30 secondes) ou au début de l'exercice	Effort court (30 à 180 secondes) ou au début de l'exercice ou lorsque la voie aérobie n'apporte plus assez d'énergie	Effort long, mise en route longue de cette voie (environ 1 minute)
Consommation d'oxygène	Effort supérieur aux possibilités d'apport d'oxygène	Effort supérieur aux possibilités d'apport d'oxygène	Consommation d'oxygène
Substrats	ADP et créatine phosphate	Glucose, glycogène	Acide gras libre, glucide, lipide, protéine
Mode de consommation du substrat	Production d'1 mole d'ATP (pour 1 mole de créatine phosphate), mais épuisement rapide des substrats	Glycolyse qui s'accompagne de la synthèse de 3 moles d'ATP (pour 1 mole de glycogène), accumulation d'acide lactique, la glycolyse cesse lorsque la quantité d'acide lactique est trop importante	Glycolyse avec oxygène, dans le cycle de Krebs, synthèse de 38 moles d'ATP (pour 1 mole de glucose) cette production d'ATP est illimitée

3.2.2. Fibres musculaires : [5]

Les muscles sont composés de différentes sortes de fibres musculaires : **type I, IIa et IIb** [5]. Selon le nombre et le type de fibres composant un muscle, celui-ci sera différent. Aucun muscle n'est donc identique à un autre. A cela s'ajoute le fait qu'un muscle peut lui-même changer au cours du temps, avec la croissance de l'individu et sa musculation, c'est le concept de la plasticité musculaire. Les fibres musculaires ont des caractéristiques

particulières d'un point de vue physiologique et physique (tab. II). Elles sont innervées par les motoneurones de la corne antérieure de la moelle épinière, qui sont eux aussi différents selon le type de fibres qu'ils innervent.

Tableau II : les différents types de fibres musculaires

	Type I	Type IIa	Type IIb
Type de contraction	Tonique lente	Tonico-phasique rapide	Phasique rapide
Résistance à la fatigue	Bonne résistance	Fatigables	Fatigables
Type de métabolisme	Aérobique	Mixte	Anaérobique
Vascularisation	Réseau capillaire dense, riche en mitochondries	Peu de capillaires et peu de mitochondries, riche en glycogènes	Peu de capillaires et peu de mitochondries, riche en glycogènes
Type d'activité	Activité posturale, exercice de longue durée	Activité gestuelle, efforts brefs et intenses	Activité gestuelle, efforts brefs et intenses
Vitesse de conduction du motoneurone	60 à 80 mètres par seconde	80 à 100 mètres par seconde	100 à 120 mètres par seconde
Temps de contraction-décontraction	100 millisecondes	50 millisecondes	30 millisecondes

Pour le quadriceps, d'après la littérature, en moyenne, la proportion de fibres de type I est entre 48 à 55% et entre 45 à 52% pour celles de type II (dans les fibres II, la répartition est de l'ordre de 50% pour la catégorie a et b) [9].

3.3. Différence entre le gain de force et le gain d'endurance musculaire :

La force musculaire maximale volontaire est la force maximale maintenue lors d'une contraction isométrique brève de 1 à 5 secondes. Le renforcement d'un muscle entraîne une

augmentation du diamètre, du nombre et du pourcentage de recrutement de ses fibres musculaires et améliore leur synchronisation. Un gain de force touche surtout les fibres de **type rapide IIa et IIb**. De plus il y a développement du tissu conjonctif l'enveloppant et du réseau vasculaire péri musculaire lors d'un renforcement [4].

L'endurance musculaire est le temps maximal durant lequel un muscle peut travailler pour une proportion donnée de la force maximale de ce muscle. L'endurance sollicite principalement les fibres de **type I et IIa non fatigables** [10]. A noter : l'endurance cardio-respiratoire, qui conditionne les apports énergétiques de l'organisme, entre aussi en jeu dans un effort d'endurance [7].

Ainsi, travailler en endurance ou en force engendre des modifications structurelles différentes au sein d'un muscle. C'est en cela que se pose l'intérêt de ce mémoire, puisque nous avons vu qu'avec le protocole utilisé, nous obtenons un gain d'endurance du quadriceps (d'après l'étude précédente), mais l'évolution de la force musculaire n'a pas été étudiée.

3.4. L'utilité d'un renforcement musculaire :

Depuis toujours, la force est une qualité physique valorisée dans les différentes sociétés, à travers les guerriers, les champions sportifs... [8]

Le renforcement musculaire concerne aussi les personnes ayant perdu de la force musculaire. Cette perte peut survenir dans divers cas : immobilisation prolongée, sédentarité, problèmes d'innervation motrice, cancers, traitements médicaux, pathologies chroniques par exemple dans le cas d'une broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) [11], au cours du vieillissement... [4] Dans tous les cas, l'amyotrophie apparaît lorsque la dégradation des protéines musculaires devient plus importante que leur synthèse.

Pour notre mémoire, nous nous intéressons au renforcement du quadriceps, qui est l'un des muscles les plus puissants du corps humain. [12] Il a une place importante dans de

nombreuses prises en charges kinésithérapiques car il est essentiel dans la **fonctionnalité quotidienne**. Il est par exemple indispensable pour une marche sans boiterie.

Ainsi, à la suite de la pose d'une prothèse de hanche, la récupération d'une bonne force au niveau du quadriceps aura des répercussions positives d'un point de vue fonctionnel [4]. De même pour les prothèses de genou, le déficit des quadriceps peut être de l'ordre de 30 à 40%, le renforcement de ce muscle est alors une des priorités. Sur une gonarthrose non opérée, nous retrouvons également souvent un déficit de force du quadriceps (et des ischio-jambiers).

Chez la personne âgée, une amyotrophie musculaire, appelée sarcopénie, apparaît classiquement [13]. A partir de 40 ans, la perte musculaire est en moyenne de 5% tous les 10 ans, ce processus s'accéléralant après 65 ans. Le renforcement musculaire chez la personne âgée doit donc être curatif mais aussi préventif, un renforcement de l'ensemble de la musculature des membres inférieurs permet de diminuer le risque de chute.

Dans le cas d'une lombalgie, plusieurs études montrent également une baisse de la force du quadriceps [7].

Par conséquent, nous voyons d'après cette liste non exhaustive, que le quadriceps est souvent concerné au cours d'une prise en charge rééducative du membre inférieur ou d'ordre fonctionnelle.

3.5. Description de la position de la chaise :

Dans la position de la chaise, le sujet a les membres supérieurs le long du corps et la tête relâchée contre le mur.

Les membres inférieurs sont placés à 90° de flexion de genou. Dans cette position, la zone de contact de la patella est **postéro supérieure** (fig. 1) et la **surface de contact fémoro-patellaire est de 12.03 cm²** (tab. IV).



Figure 1 : vue postérieure de la patella représentant les zones de contact selon l'angle de flexion [14]

Pour l'articulation fémoro-tibiale, la zone de contact est postérieure (fig. 2).

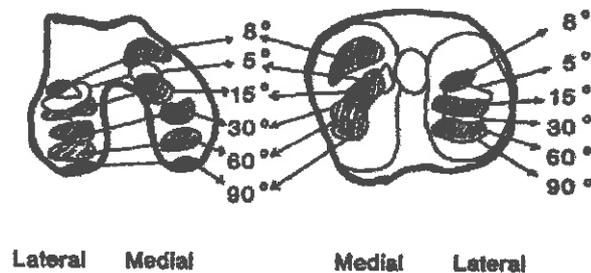


Figure 2 : zone de contact fémoro-tibiale selon l'angle de flexion [15]

A 90° de flexion de genou, lors de la contraction isométrique du quadriceps, la force s'appliquant sur le **ligament patellaire** est de **1039 kg/cm²** (tab. III), et celle s'appliquant sur la patella est de **208 kg**, soit **17,29 kg/cm²** (tab. IV). Sachant qu'il s'agit d'un ordre d'idée car selon les différents auteurs, les valeurs varient.

Tableau III : force sur le ligament patellaire selon l'angle de flexion [16]

Angle de flexion du genou	Force sur le ligament patellaire (en kg/cm ²)
5°	6.4
15°	854
30°	1073
60°	1209
75°	1170
90°	1039

Tableau IV : les compressions sur l'articulation fémoro-patellaire

Angle de flexion du genou	Contact fémoro-patellaire (cm ²)	Forces de compressions (kg)	Force de compression par surface (kg/cm ²)
0°	2,53	0	0
15°	4,21	128	30,40
45°-50°	8,49	208	24,50
60°	8,57	210	24,50
75°	9,43	216	22,91
90°	12,03	208	17,29

Lors du test de la chaise, les contraintes sur le ligament patellaire sont donc importantes. En cas de fragilité préexistante, l'exercice sera par conséquent déconseillé pour éviter d'augmenter l'usure ligamentaire.

Par contre, pour les forces de compressions par surface au niveau de l'articulation fémoro-patellaire, nous constatons qu'elles sont moins importantes à 90° que pour des degrés de flexions plus faibles, car la surface de contact est plus grande à 90°. De plus, au cours des activités courantes de la vie quotidienne, l'articulation subit aussi des contraintes importantes (tab. V). Nous pouvons donc supposer que réaliser cette position pendant quelques minutes ne pourra pas être responsable d'une usure précoce de l'articulation. Nous noterons également qu'aucun des sujets s'étant prêtés au protocole ne s'est plaint de douleur aux genoux.

Tableau V : forces sur l'articulation fémoro-patellaire selon les activités

Activités	Forces de compression
Marche	42kg
Montée d'escalier	175kg
Descente d'escalier	174kg
Accroupissement	420N (~420 kg) [17]

4. MATERIEL ET METHODE :

4.1. Population :

Notre étude porte sur des sujets volontaires, la tranche d'âge acceptée étant de 18 à 65 ans. Nous avons deux populations :

- la **population test**, de **30 individus** âgés de 19 à 52 ans. Nous prenons les premiers individus qui se sont portés volontaire, sachant qu'ils s'engagent à suivre le protocole et à venir pour réaliser les mesures **toutes les 2 semaines durant 6 semaines**.

- La **population témoin**, de **20 individus** âgés de 19 à 29 ans. Nous la constituons une fois notre population test complète, sachant que la population témoin s'engage à venir pour faire les mesures **toutes les 3 semaines** et à ne pas s'entraîner au test de la chaise.

Les sujets ayant des douleurs aux genoux et toutes contre-indications à la pratique du sport sont exclus. Notre dynamomètre ayant un plafond à 52kg, nous excluons également toute personne ayant une force de quadriceps supérieure.

4.2. Matériel :

- Lors de la mesure de la force du quadriceps, le matériel utilisé est le suivant :

- **Un dynamomètre** : il permet de mesurer la force maximale du muscle (ici le quadriceps) à l'angle dans lequel il est placé (ici à 90°). Nous utilisons un dynamomètre type peson : Peson Luxe Digital ©, de la marque Mack2, d'une capacité maximale de 52kg et d'une précision à 20g près.

- **Une table** : sur laquelle le sujet est assis.

- **Un espalier** : pour attacher le point fixe du dynamomètre.

- **Une chaîne** : résistante à 55kg, pour relier le dynamomètre à un point fixe.

- **Une sangle inextensible** : résistante à 55kg, placée autour de la cheville pour relier le dynamomètre au membre inférieur, avec une protection placée à l'avant de la cheville pour éviter que la sangle ne provoque de douleurs ou ne blesse le sujet.

- **Un goniomètre** : pour positionner le genou dans l'angle de flexion désiré (ici 90°) avant de prendre la mesure.

- **Un livre** : qui sert de plan dur pour mettre la cuisse à l'horizontale.

- **Un mètre ruban** : pour mesurer le bras de levier.

- Lors de la mesure du temps de maintien de la position dite de la chaise imaginaire, le matériel utilisé est le suivant :

- **Un chronomètre** : pour mesurer le temps maintenu par le sujet.

- **Un goniomètre** : pour vérifier que le sujet est bien à 90° de flexion de genou.

- **Un mur** : contre lequel se tient le sujet.

- **Un coussin** : placé au sol, sous les fesses du sujet, en cas de chute.

4.3. Protocole :

Les mesures sont réalisées à une température la plus constante possible, ici comprise entre 18 et 22°C. En effet, les changements de températures peuvent avoir un impact sur les performances. D'après la littérature, en ambiance chaude (37°C), l'endurance d'un sujet réalisant un exercice peut être diminuée d'un tiers par rapport à la réalisation de ce même exercice à température confortable (18°C) [18].

Chaque sujet est pris en charge l'un après l'autre, nous réalisons les mesures dans le calme, en limitant les distractions extérieures, ceci dans le but de rendre les tests **les plus reproductibles possibles**.

4.3.1. Première mesure :

Pour notre étude, nous récoltons deux mesures pour chaque sujet :

- **la force maximale volontaire en isométrique en chaine ouverte du quadriceps à 90°.** Ceci dans le but de mesurer l'évolution de la force avec le protocole, à l'angle dans lequel le sujet se renforce.

- **Le temps de maintien de la position de la chaise imaginaire.** C'est à partir de celui-ci que nous donnons au sujet le temps quotidien de l'exercice.

Nous commençons par réaliser la mesure de la force maximale volontaire en isométrique à 90°, pour éviter une fatigue musculaire engendrée par le test de la chaise, pouvant diminuer la valeur de la force maximale. Entre la mesure de la force et l'exercice de la chaise, nous laissons **un temps de repos de 5 minutes**. En effet d'après la littérature [19], lors d'un travail de force, la durée de récupération entre les séries serait comprise entre 2 et 5 minutes pour revenir à une force optimale. Ainsi 5 minutes de repos nous paraissent le temps adéquat pour ne pas avoir d'impact sur le maintien de la chaise.

4.3.1.1. Mesure de la force maximale volontaire en isométrique du quadriceps :

Nous mesurons la force maximale d'un seul des quadriceps. Ce choix répond à une question de temps pour la prise des mesures. Arbitrairement nous choisissons le quadriceps du membre inférieur dominant de l'individu, désigné par celui que le sujet place en avant pour se rattraper suite à une poussée dans son dos.

L'installation du sujet doit être le plus **reproductible** possible [20]. Le sujet est assis sur une table kinésithérapique, sans dossier, les membres inférieurs écartés de la largeur des épaules, les segments fémoraux horizontaux et genou testé à 90° de flexion, sans pantalon pour faciliter les mesures d'angles. Pour avoir la cuisse à l'horizontale, nous plaçons une cale sous celle-ci jusqu'au niveau du creux poplité. Le bassin du sujet ne doit pas bouger, ne pas se

rétroverser, pour ne pas aider à faire le mouvement, pour cela nous mettons le sujet en délordose lombaire en lui demandant de croiser ses avant-bras sur son ventre et de faire le dos rond. Nous sanglons la cheville du sujet, genou à 90° de flexion. Nous plaçons le dynamomètre perpendiculairement entre la sangle de la cheville et un barreau de l'espalier (fig. 3).

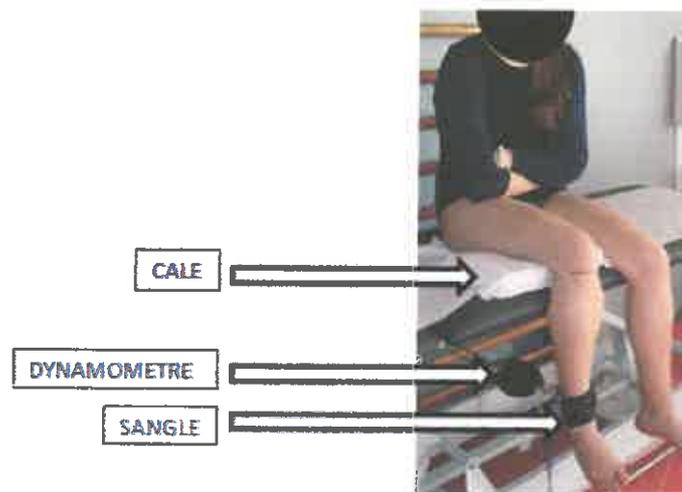


Figure 3 : installation du patient

Consigne donnée au sujet : « poussez le **plus fort possible** contre la sangle, en réalisant un mouvement d'extension de genou et uniquement ce mouvement, sans prendre d'élan. Vous devez tenir **pendant 3 à 5 secondes**, nous vous indiquerons lorsque vous pourrez relâcher. » Durant la contraction, nous n'encourageons pas l'individu.

Nous demandons une première contraction, qui n'est pas prise en compte, pour vérifier que le sujet comprenne bien le mouvement. Puis nous réalisons au moins trois mesures par individu avec **30 secondes de pause** entre chaque contraction pour éviter une fatigue musculaire entre les différentes mesures [21]. Les trois résultats **doivent varier de moins de 10%** [22] pour être valables. Si ce n'est pas le cas nous refaisons des mesures jusqu'à avoir un résultat significatif et nous gardons le meilleur score réalisé.

Nous repérons ensuite l'interligne articulaire du genou et l'endroit où nous avons mis la sangle de cheville, puis nous mesurons la distance entre ces deux repères : c'est le bras de levier (fig. 4).

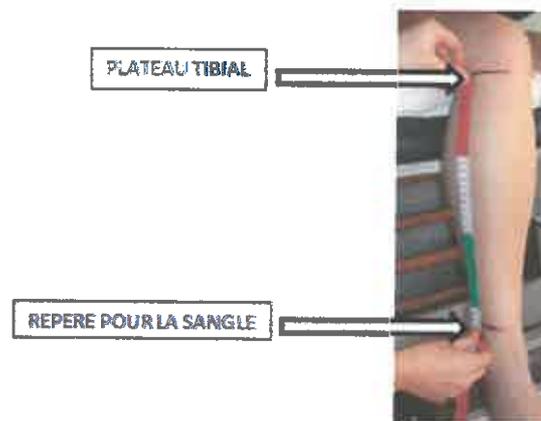


Figure 4 : prise de mesure du bras de levier

Pour le calcul du moment de force, nous utilisons la formule suivante :

MOMENT FORCE (Newton mètre) = FORCE (Newton) x DISTANCE (mètre) x SIN DE L'ANGLE DE FLEXION

avec : $\sin 90^\circ = 1$ et : **FORCE (Newton) = MASSE (en kg) x g (avec $g=9.81 \text{ m.s}^{-2}$)**

donc à 90° : **MOMENT FORCE (Nm) = MASSE (kg) x g x DISTANCE (m)**

4.3.1.2. Mesure du temps de maintien de la chaise :

Le patient se place dans la position dite de la chaise imaginaire[2] (fig. 5), c'est-à-dire contre un mur, genou fléchi à 90° , sans pantalon pour faciliter la vérification de l'angle de flexion des genoux avec un goniomètre, les bras ballants le long du corps, la nuque détendue, tête posée mais non plaquée contre le mur pour ne pas aider au maintien, pieds nus pour éviter de glisser en chaussette, mais avec un haut car sinon le contact entre la peau et le mur pourrait aider au maintien de la position. Le sujet garde le regard à l'horizontal pendant toute la tenue de la position. Lors de la mesure, nous n'encourageons pas le patient.



Figure 5 : la position de la chaise imaginaire

Consigne donnée au patient : « tenez cette position de la chaise, **le plus longtemps possible**. Nous démarrons le chronomètre dès que vous êtes dans la bonne position, nous vous indiquerons quand, et nous l'arrêtons lorsque vous lâchez la position. » Durant l'exercice, **nous ne parlons pas au patient**, le patient arrête une fois qu'il est au maximum de ses capacités, en se laissant glisser le long du mur.

Une fois ces deux mesures réalisées et les fiches d'informations (voir annexe I, II et III) complétées par le sujet, nous donnons les consignes pour le protocole à domicile pour la population test.

4.3.2. Protocole à domicile :

Le sujet s'engage à tenir la position de la chaise durant **75% de son temps** réalisé lors de la première mesure, une fois par jour tous les jours et cela **pendant six semaines**.

4.3.3. Deuxième, troisième, et quatrième mesures :

Nous réalisons les mesures sur la population test **toutes les deux semaines**, afin d'avoir un suivi sur l'évolution de la force et de l'endurance du quadriceps des sujets se prêtant à l'étude. Pour une question de temps, nous ne réalisons que trois mesures pour la population témoin : au début, à **trois semaines** et à **six semaines**.

Pour avoir une bonne reproductibilité, nous effectuons les mêmes mesures, dans le même ordre et selon le même protocole. A noter que le mur contre lequel se tient le sujet a aussi son importance. En effet, dans l'exercice de la chaise, la fonction du quadriceps étant la sustentation, plus les adhérences contre l'appui postérieur sont importantes, plus le genou sera bloqué et moins le quadriceps aura d'action. Un mur avec plus d'adhérence, par exemple crépi, facilite donc le travail du sujet, d'où l'importance de tester toujours sur un même plan postérieur [23].

5. ANALYSE STATISTIQUE :

5.1. Pour le paramètre force du quadriceps :

Pour l'analyse statistique du paramètre force du quadriceps, les tests de normalité confirment que les résultats suivent une loi paramétrique (Skewness et Kurtosis).

Une ANOVA est réalisée pour comparer les valeurs entre le début du test (S0) et après 6 semaines (S6).

Une ANOVA à mesures répétées est réalisée pour comparer les valeurs obtenues au début du test (S0), puis au bout de 2 semaines (S2), puis de 4 semaines (S4), et de 6 semaines (S6) pour le groupe test et obtenues au début du test (S0), puis au bout de 3 semaines (S3) et de 6 semaines (S6) pour le groupe témoin.

Les comparaisons post hoc sont réalisées à l'aide du test de HSD de Tukey.

Les valeurs sont considérées comme significative si $p < 0.05$ et comme tendance significative si p est compris entre 0.10 et 0.5

5.2. Pour le paramètre temps de maintien de la chaise :

Pour l'analyse statistique du paramètre temps de maintien de la chaise, nous faisons un test non paramétrique, car les valeurs ne suivent pas une loi normale.

Le test de Friedman a été réalisé pour comparer les valeurs obtenues à S0, S2, S4 et S6 pour le groupe test et à S0, S3 et S6 pour le groupe témoin.

Les comparaisons post hoc ont été réalisées à l'aide du test de Wilcoxon.

Les valeurs sont considérées comme significative si $p < 0.05$ et comme tendance significative si p est compris entre 0.10 et 0.5.

5.3. Pour le calcul du gain :

Afin d'objectiver le gain entre S0 et S6, nous calculons l'évolution de ce dernier, grâce à la formule suivant :

Pour la force : $((\text{force à S6} - \text{force à S0}) / \text{force à S0}) \times 100$

Pour le temps de la chaise : $((\text{temps à S6} - \text{temps à S0}) / \text{temps à S0}) \times 100$

Ce gain est ensuite comparé entre le groupe témoin et le groupe test. Pour la force, un test paramétrique est utilisé, le test de Student. Pour le temps, un test non paramétrique est utilisé, le test de Mann-Whitney.

6. RESULTATS :

6.1. Présentation de la population témoin :

La population témoin finale est composée de **18 individus** (tab. VI), nous avons donc eu deux abandons dus à des problèmes de santé et à une entorse. Parmi eux nous comptons 13 femmes et 5 hommes (annexe VI).

Tableau VI : présentation de la population témoin

	Moyenne	Ecart-type	Maximum	Minimum
Age (année)	21.9	2.9	29	19
Taille (centimètre)	171	9.1	188	156
Poids (kilogramme)	63.6	11.9	91	49
Sport (heures par semaine)	2.9	2.3	8	0

6.2. Présentation de la population test :

La population test finale est composée de **26 individus** (tab. VII), nous avons donc eu 4 abandons dus à des problèmes non liés au protocole. Sauf pour un, atteint d'une hernie hiatale, qui trouvait que l'exercice augmentait ses douleurs, nous lui avons donc dit d'arrêter notre protocole. Notre population comprend 18 femmes et 8 hommes (annexe V).

Tableau VII : présentation de la population test

	Moyenne	Ecart-type	Maximum	Minimum
Age (année)	26	2.1	52	18
Taille (centimètre)	168.6	2.1	187	153
Poids (kilogramme)	61	1.4	85	46
Sport (heures de par semaine)	2	1.1	10	0

6.3. Résultats pour la population test :

6.3.1. Force du quadriceps :

Dans la population test, les résultats montrent qu'à la suite du protocole, nous avons une augmentation de la force du quadriceps (fig. 6). L'analyse ANOVA à mesures répétées montre une différence significative pour les mesures à S0, S2, S4 et S6 ($f=23.2$, $p<0.00001$).

En détail, les comparaisons post hoc donnent :

- une différence significative entre S0 et S2 avec $p = 0.0002$
- une différence significative entre S0 et S4 avec $p = 0.0001$

- une différence significative entre S0 et S6 avec $p = 0.0001$
- une tendance significative entre S2 et S4 avec $p = 0.07$
- une tendance significative entre S2 et S6 avec $p = 0.07$
- une différence non significative entre S4 et S6 avec $p = 0.9999$.

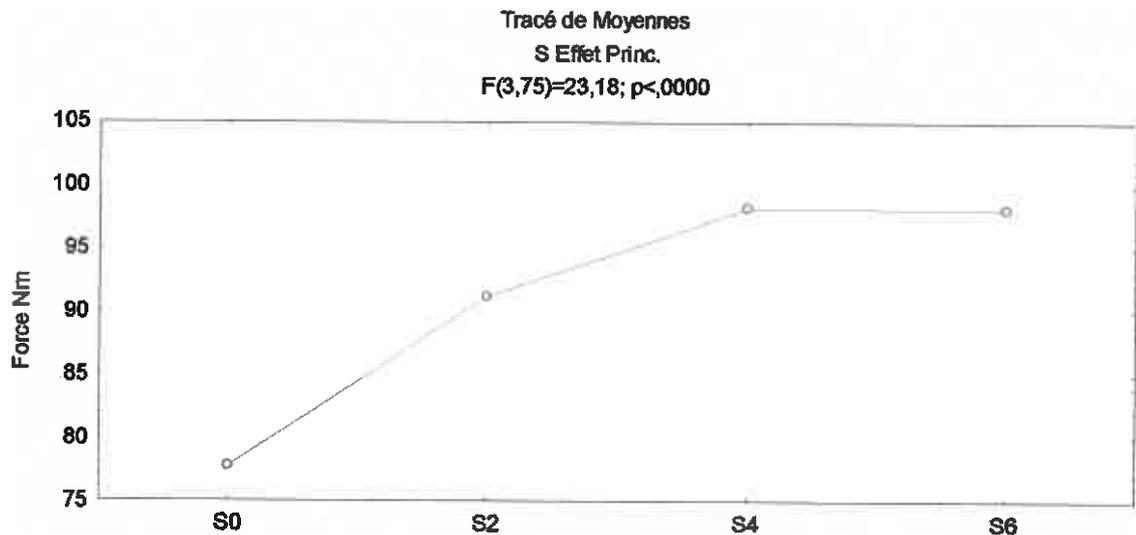


Figure 6 : évolution de la force au cours du protocole

Nous avons un gain moyen de la force du quadriceps de 31,4% +/- 33 % entre S0 et S6.

Pour expliquer l'importance de l'écart-type, nous analysons les résultats en observant les individus cas par cas. Il en ressort que 3 sujets sur 26, soit 11.5%, n'ont pas gagné en force. Deux individus parmi les trois concernés n'ont réalisé l'exercice que 2 jours par semaine, ces deux personnes sont celles qui ont effectué l'exercice le moins souvent parmi les trente sujets participant à l'étude.

Les gains se répartissent de la façon suivante :

- 21,6% entre S0 et S2,
- 8.7 % entre S2 et S4,
- 0.5 % entre S4 et S6.

6.3.2. Temps de maintien de la chaise :

Dans la population test, les résultats montrent qu'à la suite du protocole, nous avons une augmentation du temps de maintien de la chaise (fig. 7).

En détail, les comparaisons post hoc donnent :

- une différence significative entre S0 et S2 avec $p = 0.004$
- une différence significative entre S0 et S4 avec $p = 0.00009$
- une différence significative entre S0 et S6 avec $p = 0.00002$
- une différence significative entre S2 et S4 avec $p = 0.0002$
- une différence significative entre S2 et S6 avec $p = 0.0001$
- une différence significative entre S4 et S6 avec $p = 0.006$.

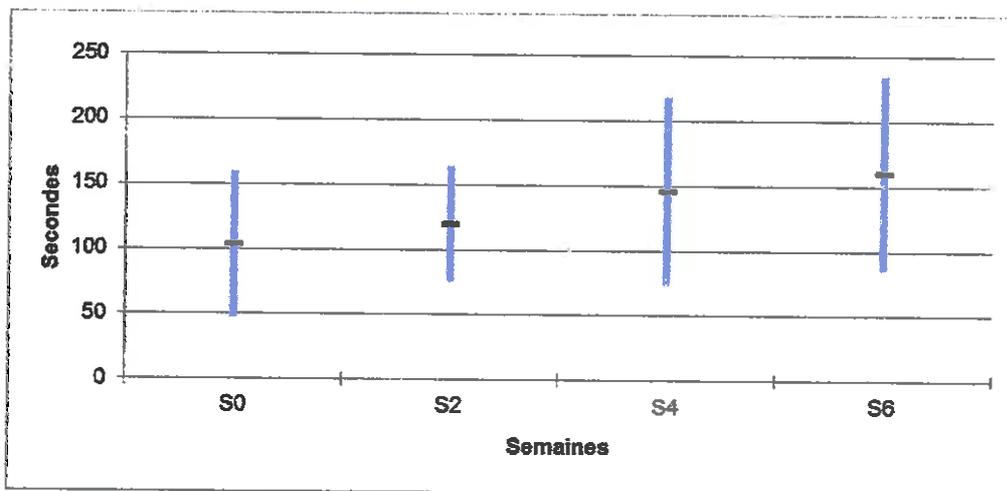


Figure 7 : moyenne et écart-type de l'évolution de l'endurance au cours du protocole

Nous avons un gain moyen du temps de maintien de la chaise de **64.7% +/- 48.6 %** à la suite de ces 6 semaines de protocole.

Les gains se répartissent de la façon suivante :

- 19.7% entre S0 et S2,
- 23.3% entre S2 et S4,
- 14.2% entre S4 et S6.

6.3.3. Taux d'assiduité du protocole :

Le protocole devait être réalisé à domicile tous les jours. Pour voir l'observance des sujets, nous leur avons demandé à chaque mesure le nombre de jours par semaine où ils avaient réalisé le protocole. En moyenne ils l'ont réalisé **6.15 jours sur 7**, avec un écart-type de 1.28, un maximum de 7 jours sur 7 et un minimum de 2 jours sur 7. Ce taux d'observance a été constant tout au long des six semaines.

6.3.4. Ressenti des sujets par rapport au protocole :

Au bout des six semaines de protocole, nous posons la question suivante aux sujets de la population test : « à la suite de ces six semaines, avez-vous trouvé que ce renforcement serait contraignant, dans le cadre d'une rééducation ou d'un entraînement pour un sportif ? ».

A cette question, **84.61% des sujets ont répondu « non »**. Pour les sujets ayant répondu que c'était trop contraignant, les raisons évoquées étaient la lassitude et l'oubli.

6.4. Résultats pour la population témoin :

6.4.1. Force du quadriceps :

Dans la population témoin, les résultats montrent qu'à la suite des six semaines, sans protocole particulier, nous n'avons pas d'augmentation significative de la force du quadriceps. L'analyse ANOVA à mesures répétées montre qu'il n'y a **pas de différence, ni de tendance significative entre les mesures à S0 et S6** ($f=1.46$, $p=0.24$)

Nous avons un gain moyen de la force du quadriceps de **7% +/- 19 %** entre S0 et S6.

6.4.2. Temps de maintien de la chaise :

Dans la population témoin, les résultats montrent qu'à la suite des six semaines, sans protocole particulier, nous n'avons **pas de différence, ni de tendance significative entre les mesures à S0 et S6 du temps de maintien de la chaise** ($p = 0.90$)

Nous avons un gain moyen du temps de maintien de la chaise de 9.8% +/- 48.1 % entre S0 et S6.

6.5. Comparaison population témoin, population test :

D'après les résultats, (fig. 8) nous avons un gain moyen de force du quadriceps de 31% pour le groupe test et de 7% pour le groupe témoin, entre S0 et S6. Le gain est donc significativement ($p = 0.01$) plus important pour le groupe test.

En ce qui concerne le temps de maintien de la chaise, nous avons un gain moyen de 64.7% pour le groupe test et de 9.8% pour le groupe témoin, entre S0 et S6. Le gain est donc significativement ($p = 0.0001$) plus important pour le groupe test.

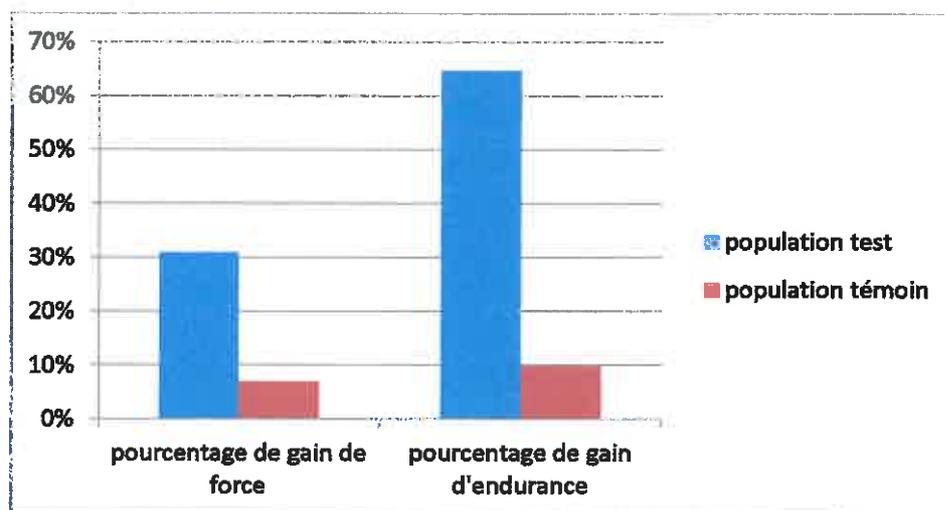


Figure 8 : comparaison du gain de force et d'endurance entre la population témoin et test

7. DISCUSSION :

7.1. Discussion sur le protocole et les résultats statistiques :

D'après les résultats de notre étude, nous pouvons dire qu'à la suite d'un protocole de renforcement consistant à réaliser l'exercice de la chaise à 75% de son temps maximum et cela tous les jours durant six semaines, nous avons une augmentation de 64.7% de l'endurance et de 31,4% de la force du quadriceps. Le gain de force est le plus important entre le premier jour et la deuxième semaine (21,6%).

Cependant il faut nuancer nos résultats par la présence d'écart types importants en ce qui concerne ces gains. Les résultats nous montrent un gain de force moyen du quadriceps de 31% +/- 33 %, ce qui signifie que certains sujets n'ont pas gagné en force. En analysant de plus près les résultats, nous avons constaté que les individus ayant réalisé l'exercice 2 jours par semaine n'ont pas gagné de force. Les sujets ayant gagné le plus de force sont ceux qui l'ont réalisé plus de 5 jours par semaine. Par ailleurs, parmi ces derniers, ceux ne pratiquant que peu de sport hebdomadaire (moins d'une heure en moyenne) ont bénéficié d'un meilleur gain de performance. De façon un peu moins prononcée, nous avons un gain du temps de maintien de la chaise de 64.7% avec un écart-type de +/- 48.6 %.

Lors du protocole, nous avons rencontré quelques difficultés.

- Nous voulions suivre le même protocole entrepris par Reichling [2] pour suivre l'évolution de l'endurance. Cependant nous n'avons pu effectuer le suivi que sur six semaines et non huit, pour être en mesure de pouvoir revoir tous les sujets. Finalement, l'évolution de la force étant plus importante au début, les six semaines ont donc été suffisantes pour constater des changements effectifs.

- En ce qui concerne la mesure de la force du quadriceps, nous avons recherché dans la littérature les différents moyens pour évaluer cette donnée : isocinétisme, calcul de la RM, mesure à l'aide d'un dynamomètre, d'un pèse personne... Pour une question de temps, de

coût et de pratique, nous avons opté pour le dynamomètre. D'après la littérature la fiabilité du dynamomètre est prouvée à un instant t , avec une bonne fiabilité inter-évaluateur [21] [24]. Pour ce qui est du suivi de l'évolution de la force d'un muscle au cours du temps, certaines études montraient une mauvaise fiabilité intra-évaluateur. C'est pourquoi nous avons choisi d'avoir une population témoin pour voir si la force de ses sujets variait ou non au cours de ces six semaines. Les résultats observés montrent que cela n'a pas été le cas.

- Une population de taille plus importante nous aurait permis de faire différentes catégories dans les résultats, selon l'assiduité des individus. En effet, dans ce mémoire, nous avons démontré que les deux sujets n'ayant effectué l'exercice que 2 jours par semaine n'ont pas gagné de force. Par contre nous n'avons pas pu faire différents groupes, par exemple des sujets réalisant l'exercice 4 à 5 jours par semaine et d'autres 6 à 7 jours. Ceci aurait pu être intéressant afin d'analyser si le fait d'effectuer le test seulement 4 jours par semaine provoque, ou non une différence de gain de force importante par rapport à un exercice réalisé quotidiennement.

7.2. L'avis des sujets :

Nous demandons aux sujets lors de chaque rencontre s'ils ont des commentaires à faire vis-à-vis du ressenti de la difficulté au fil du temps.

Après 2 semaines, globalement les sujets trouvent que c'est **assez difficile** d'effectuer les 75% du temps de maintien. Il ressort aussi que la pratique sportive provoque une majoration du ressenti de la difficulté du protocole pour les participants. La facilité d'exécution de l'exercice semble alors dépendre de la fatigue journalière et de la motivation des sujets. Après 4 semaines, environ la moitié des sujets trouve que la difficulté de tenir chaque jour a **diminué**, voire même que l'exercice est devenu très facile. L'autre moitié trouve que la difficulté est **toujours la même**. Après les 6 semaines, seuls 3 sujets sur 26 trouvent que l'exercice est encore dur. Pour les autres, tenir la position est **devenu facile**.

Enfin, nous avons vu que 84.6% des sujets ne trouvent pas que ce protocole soit trop contraignant. Donner cet exercice à domicile à des patients ou à un sportif ne serait alors pas quelque chose de trop excessif.

Nous pouvons donc conclure qu'en ce qui concerne les sujets, le protocole n'est pas trop contraignant.

7.3. Les critères d'arrêt du maintien de la chaise :

Nous avons demandé aux sujets quelles étaient les raisons qui provoquent l'arrêt du maintien de la position. Les deux principales raisons sont **la fatigue et la douleur**, deux notions réelles mais subjectives.

Pour ce qui est de **la douleur**, lors d'une contraction isométrique, la circulation est interrompue, ce qui provoque rapidement **une douleur ischémique qui devient intolérable en quelques minutes**. Ce mal s'arrête une dizaine de secondes après le rétablissement de la circulation [18]. Le seuil tolérable de la douleur dépend aussi des individus et peut être repoussé par habitude.

Pour ce qui est de **la fatigue** il s'agit d'une **fatigue de type aigüe**, c'est-à-dire présente au cours d'un effort plus ou moins important chez un sujet sain et qui disparaît avec le repos. Plusieurs éléments entrent en compte : **la fatigue psychologique, la fatigue musculaire et la fatigue cardio-respiratoire**. Des études montrent qu'un entraînement quotidien permet d'augmenter le seuil de la fatigue musculaire [25].

Pour ce qui est de **la fatigue psychologique**, c'est la motivation et la capacité du sujet à se divertir, qui lui permet de repousser le seuil. Nous avons constaté lors du premier test, que les sujets annonçant vouloir réaliser la meilleure performance de l'étude, sont ceux qui ont tenu globalement le plus de temps. Ils n'étaient pourtant pas plus sportifs que les autres sujets. Le facteur psychologique semble donc être important pour cet exercice. De plus la motivation des sujets a pu augmenter au fil du temps, par l'envie d'améliorer leurs performances à

chaque test. Pour la capacité à se divertir, les participants nous ont rapporté que l'exercice quotidien était plus facile à réaliser quand il faisait autre chose en même temps, comme discuter, regarder la télé... Une étude réalisée sur ce même exercice de la chaise, montre qu'un individu peut être distrait par une focalisation externe (visualiser une ligne imaginaire entre deux pylônes sur un mur en face du sujet avec comme but de garder cette ligne parallèle au sol avec le moins de mouvements possible). Alors une augmentation du temps de maintien de la chaise est associée à ce type de distraction [26].

Pour ce qui est de la **fatigue cardio-respiratoire**, lors d'un effort, de nombreux mécanismes d'adaptation de ce système entrent en jeu. Le muscle cardiaque s'adapte avant même que l'effort ne débute, en augmentant son rythme de contraction. Cette anticipation est possible grâce à la représentation corticale de l'exercice. D'après la littérature, avec l'entraînement, il y a une meilleure adaptation du système engendrant une tachycardie moins importante [27]. Cependant, nous ne pouvons pas dire si notre exercice quotidien a vraiment eu un impact sur l'entraînement cardio-respiratoire. Nous avons seulement constaté subjectivement chez nos sujets un recul de l'essoufflement au fur et à mesure des semaines. Il aurait été intéressant d'objectiver cette dyspnée par une échelle de Borg par exemple. Un test d'effort avant puis à la fin du protocole avec une analyse de la consommation d'oxygène, de la ventilation et du pouls, pourrait être intéressant à réaliser pour mesurer objectivement l'impact.

En plus du **versant musculaire**, d'autres critères d'arrêt de la chaise entrent donc en jeu : **l'aspect psychologique, le seuil de douleur tolérable, la fatigue cardio-respiratoire**. Nous pouvons supposer que tous ces facteurs sont plus ou moins atténués avec l'entraînement quotidien de l'exercice. L'ensemble paraît être en réalité plus ou moins imbriqué et dépendant de l'individu. Il est probable que les sujets les plus essoufflés en fin d'exercice souffraient plus de fatigue cardio-respiratoire. Ceux ayant des tétanisations des quadriceps s'arrêtaient plus par fatigue musculaire alors que pour les autres sujets, la douleur et l'aspect psychologique pouvaient peut-être rentrer davantage en ligne de compte.

7.4. Utilisation dans la pratique de ce protocole :

7.4.1. Les inconvénients de ce protocole :

Ce protocole ne peut être réalisé qu'en cas d'absence des **contre-indications classiques de la pratique d'un sport** [7] : infection, inflammations locales, hypertension artérielle non équilibrée, maladies cardiaques (si pas de conseil du médecin), ou de toute autre contre-indication sportive donnée par le médecin.

A cela s'ajoutent des **contre-indications plus spécifiques de cette technique** :

- En cas de dysplasie rotulienne préexistante [4], de syndrome fémoro-patellaire, ou d'arthrose fémoro-patellaire, car les contraintes sur la patella sont trop importantes.

- Chez toute personne pour qui le travail statique est déconseillé : par exemple les enfants de moins de 10 ans, à cause de la faible capacité anaérobie de cette population [8]. De même que les personnes ayant des problèmes circulatoires (artérielle, insuffisance veineuse) puisqu'il y a ischémie.

- Durant l'étude que nous avons réalisée, un de nos sujets a arrêté le protocole car l'exercice majorait des douleurs en lien avec les séquelles d'une hernie hiatale. Il serait donc intéressant de compléter ce mémoire en observant les augmentations de pression abdominale que peuvent provoquer l'exercice. Ceci pourrait avoir comme conséquence la contre-indication de l'exercice pour toute personne pour laquelle l'hyperpression abdominale est nocive (problèmes d'incontinences par exemple).

De plus cet exercice présente des inconvénients pour un renforcement musculaire à cause de la spécificité angulaire. Il aurait été intéressant de mesurer l'évolution de la force du muscle à d'autres angles que 90° de flexion de genou. Cela n'a pu être réalisé faute de temps. Lors de notre protocole l'exercice de la chaise a été réalisé de manière exclusive pour tester l'efficacité spécifique de la technique. Dans la pratique, il serait plus intéressant d'intégrer cet exercice au sein d'un programme de renforcement, avec des variations du type de contraction, de l'angle de travail musculaire, du travail global... pour éviter cette spécificité angulaire.

7.4.2. Les avantages de ce protocole :

Ce protocole présente une **simplicité** au niveau de sa réalisation : il ne demande aucun matériel spécifique et la position à maintenir est facilement comprise par le patient. C'est un exercice de **renforcement en chaîne fermée**. Or, comme le quadriceps travaille souvent en chaîne fermée et dans des angles de flexion de genou importants (port de charge, ou dans certains sports comme le ski) ceci rend l'exercice proposé proche du fonctionnel.

Notre étude a permis de démontrer qu'en plus du gain d'endurance (déjà démontré par Bruno Reichling) nous avons à la suite du protocole **un gain de force du quadriceps**. Ce gain est important chez les sujets ayant réalisé le plus régulièrement l'exercice et ceux ne pratiquant que peu de sport. Enfin, ce gain a été le plus important dans l'espace des deux premières semaines. Ceci peut s'expliquer par le fait que le corps n'est pas encore habitué à cet exercice. Nous pouvons aussi supposer un renforcement mental du point de vue de la tolérance à la douleur et à la fatigue et nous avons vu que globalement les sujets considèrent qu'il ne s'agit pas d'un protocole trop contraignant.

7.4.3. Les indications de ce protocole :

Ce renforcement du quadriceps pourrait être utile notamment pour les patients ayant une pathologie chronique et devant faire des exercices d'auto-prise en charge **à domicile**. Les patients lombalgiques chroniques semblent être une population intéressante, car une faiblesse des quadriceps est souvent retrouvée chez ce type de patient. Or ces individus doivent encore plus que les autres, économiser leur rachis en réalisant des gestes de manière ergonomique tel que fléchir les membres inférieurs lors du port de charge, ce qui demande une force dans les cuisses. Il a été également démontré qu'une faible endurance des quadriceps était prédictive de l'apparition de douleur lombaire [28]. Cet exercice pourrait aussi être donné lors de la rééducation d'autres pathologies non chroniques, telle qu'une fin de prise en charge de ligamentoplastie de genou. Ce travail en chaîne fermée du quadriceps est recommandé dans ce type de prise en charge, les exercices du quadriceps en chaîne ouverte mettant en tension les ligaments croisés antérieurs [29]. Nous réalisons ici une liste non exhaustive, à laquelle

nous pouvons ajouter de nombreux cas différents, par exemple la lutte contre la sarcopénie chez les personnes âgées, pour lesquelles l'exercice peut être donné en l'adaptant à l'individu.

De même, ces gains physiques et mentaux sont intéressants à exploiter dans le **domaine du sport** où des améliorations de ces deux paramètres sont constamment recherchées par les entraîneurs et le sportif, avec comme but principal de pouvoir aller plus loin dans ses ressources et dans ses performances. Le test de la chaise est d'ailleurs souvent utilisé dans les concours d'entrées pour intégrer le corps des pompiers, ou encore lors d'entraînements militaires.

7.5. Ouverture :

Nous avons donc vu les bénéfices et les inconvénients de cet exercice sur une population saine. Il serait maintenant intéressant de continuer en recherchant :

- si les résultats sont similaires sur **des populations cibles**, par exemple sur une population lombalgique, ou encore sur des sportifs.
- Si en augmentant au fur et à mesure des semaines le temps de maintien quotidien de la chaise les résultats de gain de force et d'endurance sont plus importants.
- L'évolution de la force à différents angles de flexion du genou, pour voir si le phénomène de **spécificité angulaire** est important.

8. CONCLUSION :

Cette étude permet donc de conclure qu'à la suite d'un protocole de renforcement basé sur un maintien quotidien de la chaise à 75% du temps maximal, nous avons **un gain d'endurance et de force du quadriceps**. Ceci pour une population « saine » âgée de 19 à 52 ans. Nous constatons aussi que ces augmentations apparaissent dès deux semaines de protocole. C'est même à ce moment que l'augmentation est la plus forte en ce qui concerne la force. Cet exercice n'est pas perçu comme trop contraignant chez nos sujets tests. Dès lors, il serait intéressant d'appréhender les bénéfices de cet exercice concernant une population ciblée.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **ANGELLIAUME F., DE PABLO DOMINGUEZ A., ORRIERE B.** Education thérapeutique du rachis : évaluation du patient lombalgique chronique [2è partie]. Kinésithérapie scientifique, décembre 2013, n°549, p. 57-60
- [2] **REICHLING B.** Mesure du gain d'endurance des quadriceps à la suite d'un protocole basé sur la position du test dit « de la chaise imaginaire ». 2008-2009. 44p. Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute : Nancy
- [3] **KOTZKI N., DUPEYRON A.** Renforcement musculaire et reprogrammation motrice. 1e édition. Issy-les-Moulineaux cedex : Elsevier Masson SAS, 2008. 165 p.
- [4] **BENACERRAF R., DE BROUCKER J., DELAHAYE H., DIDIER J.P., DUPONT L., HOUSSIN B., MARQUE P., MERAT J., MIDDLETON P., MOUNIER Y., RIGAUX P. F., ROQUES C.F., SCHMIDT D.** Les stratégies de renforcement musculaire. 1e édition. Paris : Frison-Roche, 1995. p. 2-122
- [5] **MARINI J-F., VAN HOECKE J., MATHIEU C.** Adaptation du muscle à l'entraînement : Le renforcement musculaire. 1^e édition. Paris : I.N.S.E.P.-Publication, 1984. p. 55-78
- [6] **BERNARD J-C., BARD R., PUJOL A., COMBEY A., BOUSSARD D., BEGUE C., SALGHETTI A-M.** Evaluation musculaire de l'adolescent sain. Comparaison avec une population d'adolescents lombalgiques. Annales de réadaptation et de médecine physique, 2008, vol. 51, p.263-273
- [7] **COMETTI G.,** Les Méthodes Modernes De Musculation. Tome 1, Données Théoriques. Bourgogne : UFR STAPS Dijon, 2002. p.212-221

- [8] **DOUTRELOUX J-P., MASSEGLIA M., ROBERT P.** Le muscle de l'entretien à la performance. Paris : édition amphoras s.a., 1995. p. 7-86
- [9] **FRAISE N.** Les muscles de l'amputé tibial. 2007. 29p. Mémoire de médecine physique et de réadaptation : faculté de médecine de Nancy
- [10] **PREFAUT C., SERRES L., GOSSELIN N., VARRAY A.** Evaluation fonctionnelle. Revue des Maladies Respiratoires, mai 2001, Vol 18, N° SUP 2, p. 219
- [11] **SELLERON B.** Le renforcement des quadriceps dans la BPCO [1^è partie]. Kinésithérapie scientifique, novembre 2011, n°526, p. 57-58
- [12] **KIPPERS V., HANRAHAN S., PANDY M.** Biophysical Foundations of Human Movement. 3^e édition. Etats-Unis : Human Kinetics, 2013, p 96 et 97
- [13] **COUILLANDRE A., PORTEROA P.,** Sarcopénie de la personne âgée et réentraînement musculaire. Kinésithérapie, la revue, janvier-février 2011, n°109-110, p. 61
- [14] **MANDRINO A.** Anatomie et biomécanique de l'articulation fémoro-patellaire. Kinésithérapie scientifique, mai 2001, n°411, p. 5-8
- [15] **BRONZINO JD.** The biomedical engineering handbook. 2^{ème} édition. Boca Raton U.S.A.: CRC Press LLC, 2000. Vol.1, p. 20.11-20.12
- [16] **MANSAT C., BONNEL F.** La patella douloureuse et chondropathique : articulation fémoro-patellaire. 1^{ère} édition. Montpellier : sauramps medical, 2011. p.35, 37, 38 et 47

- [17] **DUFOUR M., PILLU M.,** Biomécanique fonctionnelle Membres-Tête-Tronc. 1e édition. Issy-les-Moulineaux cedex : Elsevier Masson SAS, 2006. Chapitre 6, Genou, p. 149-200
- [18] **JONES D., ROUND J., De HAAN A.** Physiologie du muscle squelettique. De la structure au mouvement. Traduction et adaptation de l'anglais : SESBOUE, B. 1e édition. Paris : Elsevier SAS, 2005. p. 120 et 128
- [19] **COMETTI-BONHOMME C.** Effets de différents paramètres de récupération lors d'exercices de renforcement musculaire. Avril 2012. page 26. Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'Université : Bourgogne
- [20] **BUCHBAUER J., STEININGER K.** Techniques de renforcement musculaire en rééducation Traumatologie du sport Pathologie de l'appareil locomoteur. 1e édition. Paris : Maloine, 2003. p. 2-7
- [21] **BRUYNEEL A-V., DEAT P., BOUSSION L.** Évaluation de la reproductibilité du test de force isométrique sur balance et par dynamomètre à pression pour les muscles extenseurs de genou. Kinésithérapie la revue, juin 2012, n°126, p. 33-40
- [22] **WUYAM B., BEAUMONT M.** 17ème congrès de BPCO pathologies pleurales de langue française Evaluation du muscle squelettique dans la BPCO. Du vendredi 1er au dimanche 3 février 2013, grand palais de Lille. p. 39
- [23] **DUFOUR M., GENOT C., LEROY A., PENINOU G., PIERRON G.** Kinésithérapie 2 membre inférieur bilans techniques passives et actives. 1^e édition. Paris : Flammarion médecine-sciences, 2007. p. 75-76
- [24] **WHITELEY R., JACOBSEN P., PRIOR S., SKAZALSKI C., OTTEN R., JOHNSON A.** Correlation of isokinetic and novel hand-held dynamometry measures of

knee flexion and extension strength testing. *Journal of Science and Medicine in Sport*, janvier 2012, n°15, p. 444-450

- [25] **MORANA C., PERREY S.** Evaluation de la fatigue musculaire. *Kinésithérapie scientifique*, juin 2009, n°500, p. 5-10
- [26] **LOHSE KR., SHERWOOD DE.** Defining the focus of attention: effects of attention on perceived exertion and fatigue. *Frontiers in Psychology*, novembre 2011, vol. 2, article 332, p. 1-10
- [27] **BISSERIER A.** Réentraînement à l'effort. Le cœur en endurance. *Cahier de kinésithérapie*, septembre 2000, vol. 203, n°3, p.21-25
- [28] **DEMOULIN C., FAUCONNIER C., VANDERTHOMMEN M., HENROTIN, Y.** Recommandations pour l'élaboration d'un bilan fonctionnel de base du patient lombalgique. *Revue Médicale de Liège*, 2005, n°60, p. 661-668
- [29] **MIDDLETON P., BOUSSATON M., POTEL J.F., ROULLAND R., PUIG P.L., TROUVE P., SAVALLI L.** Rééducation des entorses du genou. Janvier 2011. <http://www.generale-de-sante.fr/cers-capbreton/Communication/Publications-medicales/Genou/Reeducation-des-entorses-du-genou>. (page consultée le 29/09/2013)
- [30] **ANGELLIAUME F., DE PABLO DOMINGEZ A., ORRIERE B.** Education thérapeutique du rachis : évaluation du patient lombalgique chronique (2^e partie). *Kinésithérapie scientifique*, décembre 2013, n°549, p. 57-60

ANNEXES

ANNEXE I : le formulaire de consentement

Formulaire de consentement :

Je soussigné né le

- Après avoir reçu oralement toutes les informations nécessaires précisant les modalités de déroulement de cette étude
- J'ai eu la possibilité de poser toutes les questions qui me paraissent utiles pour la bonne compréhension de la note d'information et de recevoir des réponses claires et précises
- J'accepte volontairement de participer à cette étude et je comprends que ma participation n'est pas obligatoire et que je peux la stopper à tout moment sans avoir à me justifier ni encourir aucune responsabilité.

Je donne mon accord pour participer au test dans le cadre du mémoire de 3ème année de kinésithérapie réalisé par [REDACTED] portant sur la force et l'endurance du quadriceps.

Fait à

Le / /

Signature (précédé de la mention « lu et approuvé »)

Signature de l'expérimentateur :

ANNEXE II : fiche de suivi des sujets de la population témoin

Numéro d'anonymat :

A remplir par le sujet :

- Nom :
- Prénom :
- Numéro de téléphone (pour vous contacter pour les prochains tests) :
- Sexe : H F
- Taille (en cm) :
- Poids (en kg) :
- Membre inférieur dominant : Droit Gauche
- Pratique d'un sport ? oui non

Si oui : . Lequel :

. Nombre d'heure par semaine :

- Antécédent au niveau du genou ? oui non

Si oui lequel :

- Problèmes cardio-vasculaire, HTA ? oui non
- Avez-vous actuellement des douleurs aux genoux ? oui non

A remplir par l'observateur :

Mesure du bras de levier (en m) :

Force du quadriceps (en kg) :

Temps de maintien de la chaise (en sec) :

2^{ème} partie : après 3 semaines

Numéro d'anonymat :

A remplir par le sujet :

Changement dans les habitudes sportives (par rapport au test précédent) ? oui non

-si oui quoi ?

A remplir par l'observateur :

Mesure du bras de levier (en m) :

Force du quadriceps (en kg) :

Temps de maintien de la chaise (en sec) :

3^{ème} partie : après 6 semaines

Numéro d'anonymat :

A remplir par le sujet :

Changement dans les habitudes sportives (par rapport au test précédent) ? oui non

-si oui quoi ?

A remplir par l'observateur :

Mesure du bras de levier (en m):

Force du quadriceps (en kg) :

Temps de maintien de la chaise(en sec) :

ANNEXE III : fiche de suivi des sujets de la population test

Numéro d'anonymat :

A remplir par le sujet :

- Nom :
- Prénom :
- Numéro de téléphone (pour vous contacter pour les prochains tests) :
- Sexe : H F
- Taille (en cm) :
- Poids (en kg) :
- Membre inférieur dominant : Droit Gauche
- Pratique d'un sport ? oui non

Si oui : Lequel :

.. Nombre d'heure par semaine :

- Antécédent au niveau du genou ? oui non

Si oui lequel :

- Problèmes cardio-vasculaire, HTA ? oui non
- Avez-vous actuellement des douleurs aux genoux ? oui non

A remplir par l'observateur :

Mesure du bras de levier (en m) :

Force du quadriceps (en kg) :

Temps de maintien de la chaise (en sec) :

2^{ème} partie : après 2 semaines

Numéro d'anonymat :

A remplir par le sujet :

Le protocole a-t-il été respecté ?

– fréquence : jours par semaine

– Remarque du sujet (difficulté, évolution au fil du temps...) :

Changement dans les habitudes sportives (par rapport au test précédent) ? oui non

-si oui quoi ?

A remplir par l'observateur :

Mesure du bras de levier (en m) :

Force du quadriceps (en kg) :

Temps de maintien de la chaise(en sec) :

3^{ème} partie : après 4 semaines

Numéro d'anonymat :

A remplir par le sujet :

Le protocole a-t-il été respecté ?

- fréquence : jours par semaine
- Remarque du sujet (difficulté, évolution au fil du temps...):

Changement dans les habitudes sportives (par rapport au test précédent) ? oui non

-si oui quoi ?

A remplir par l'observateur :

Mesure du bras de levier (en m):

Force du quadriceps (en kg) :

Temps de maintien de la chaise(en sec) :

4^{ème} partie : après 6 semaines

Numéro d'anonymat :

A remplir par le sujet :

Le protocole a-t-il été respecté ?

- fréquence : jours par semaine
- Remarque du sujet (difficulté, évolution au fil du temps...) :

Changement dans les habitudes sportives (par rapport au premier test) ? oui non

-si oui quoi ?

- A la suite de ces 6 semaines, avez-vous trouvé que ce renforcement était
contraignant ? oui non

-si oui pourquoi ?

A remplir par l'observateur :

Mesure du bras de levier (en m) :

Force du quadriceps (en kg) :

Temps de maintien de la chaise(en sec) :

ANNEXE IV : normes du temps de maintien de la chaise

► **Tableau III**

Normes Femmes et Hommes pour le test de la chaise

Femmes (s)	Niveau	Hommes (s)
> 117	Excellent – Expert	> 159
77 à 116	Bon – Intermédiaire	99 à 158
57 à 76	Moyen – Intermédiaire	69 à 98
< 56	Faible – Débutant	< 68

[30]

