



Avertissement

Ce document est le fruit d'un long travail et a été validé par l'auteur et son directeur de mémoire en vue de l'obtention de l'UE 28, Unité d'Enseignement intégrée à la formation initiale de masseur kinésithérapeute.

L'IFMK de Nancy n'est pas garant du contenu de ce mémoire mais le met à disposition de la communauté scientifique élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : secretariat@kine-nancy.eu

Liens utiles

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F23431>

MINISTÈRE DE LA SANTÉ
RÉGION GRAND EST
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE DE NANCY

**EFFET DE LA REPROGRAMMATION POSTURALE GLOBALE SUR LA FORCE
MUSCULAIRE DU BICEPS BRACHIAL : UN PROTOCOLE EXPERIMENTAL À
CAS UNIQUE**

Sous la direction de Monsieur HUCKER Mathieu

Mémoire présenté par **Maxence FRISCH**,
étudiant en 4^{ème} année de masso-kinésithérapie,
en vue de valider l'UE 28
dans le cadre de la formation initiale du
Diplôme d'État de Masseur-Kinésithérapeute

Promotion 2017-2021.



UE 28 - MÉMOIRE
DÉCLARATION SUR L'HONNEUR CONTRE LE PLAGIAT

Je soussigné(e), **FRISCH Maxence**

Certifie qu'il s'agit d'un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Je certifie, de surcroît, que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Conformément à la loi, le non-respect de ces dispositions me rend passible de poursuites devant le conseil de discipline de l'ILFMK et les tribunaux de la République Française.

Fait à Nancy, le **29/04/2021**

Signature

REMERCIEMENTS

A ma famille, qui a toujours été là pour me soutenir dans les bons comme dans les mauvais moments.

A mes parents, sans qui je ne serais pas qui je suis aujourd'hui. Merci pour tous les sacrifices que vous avez fait pour moi. Merci de m'avoir permis de faire ce que j'aime et d'avoir toujours veillé sur moi.

A mes amis, sans qui ces années n'auraient pas été aussi belles. Merci pour tous ces moments de rires et de joies qui resteront de très bons souvenirs et qui en amèneront encore beaucoup d'autres.

A mes tuteurs tout au long de ma formation, qui m'ont apporté tout leur savoir et ont toujours eu un œil bienveillant pour me permettre de progresser en tant que futur professionnel de santé.

A David SCHEIDT et Nicolas MATTA, posturologues, pour le temps précieux qu'ils m'ont accordé.

A Hélène MARINHO, ma référente au sein de l'institut. Merci pour votre bienveillance et votre disponibilité tout au long de ces quatre années. Merci pour vos conseils qui m'auront permis d'avancer tout au long de ma formation, et particulièrement pendant l'écriture de ce mémoire.

A Mathieu HUCKER, sans qui ce mémoire n'aurait pas pu être réalisé. Merci d'avoir été disponible dès que j'en avais besoin. Merci pour ton accompagnement, tes conseils, ton soutien tout au long de l'écriture de ce mémoire.

RÉSUMÉ / ABSTRACT

Effet de la reprogrammation posturale globale sur la force musculaire du biceps brachial : un protocole expérimental à cas unique

Introduction : Les différents auteurs s'accordent à dire que la posture est régie par plusieurs facteurs que peuvent être la proprioception et l'extéroception. L'activité physique et la force musculaire permettraient d'améliorer celle-ci ainsi que le contrôle postural. De plus, il existerait un lien entre la posture et les actions du membre supérieur. Cependant, très peu d'études viennent traiter de l'impact de la posture sur la force musculaire. Afin d'améliorer le Système Tonique Postural (STP), le Masseur-Kinésithérapeute (MK) dispose de plusieurs outils de rééducation. La Reprogrammation Posturale Globale (RPG) peut en faire partie. Ainsi, cette étude a pour objectif d'étudier l'effet de la RPG sur la force musculaire du biceps brachial pour mettre en lien une potentielle relation entre le STP et la force musculaire.

Matériel et méthode : Cette étude a été réalisée à l'aide d'un protocole expérimental à cas unique à ligne de bases multiples incluant quatre participants. La RPG a été introduit à différents moments selon les sujets. Les critères d'inclusion et d'exclusion ont été établis au préalable. Les mesures se sont déroulées sur sept semaines (du 12 février 2021 au 27 mars 2021) avec comme critères d'évaluations la force maximale développée et la stabilité de la contraction.

Résultats : Les mesures obtenues montrent une amélioration significative de la force musculaire chez trois participants sur quatre. De plus, une amélioration de la qualité de contraction est retrouvée chez trois participants sur quatre. Il semblerait ainsi y avoir un lien entre le STP et la force musculaire développée.

Conclusion : Des biais sont à prendre en compte et certaines améliorations pourraient être effectuées. A ce jour, très peu d'études traitent de la RPG et de ses effets. Il semblerait intéressant de réaliser d'autres études pour confirmer ou infirmer nos hypothèses.

Mots clés : Force musculaire, posture, Reprogrammation Posturale Globale, système tonique postural.

Effect of global postural reprogramming on biceps's brachial muscle strength: a single-case experimental design

Background : The different authors agree with the fact that posture is regulated by several factors such as proprioception and exteroception. In addition, physical activities and muscular strength would allow improving posture and postural control. In addition, there would be a link between posture and the actions of the upper limb. However, few studies deal with the impact of posture on muscle strength. In order to improve the postural tonic system, physiotherapist has several rehabilitation tools. Global Postural Reprogramming (GPR) can be one of them. Therefore, the aim of this study is to investigate the effect of GPR on the muscle strength of the biceps brachial in order to find a potential relationship between the postural tonic system and muscle strength.

Methods : This study was realized with a single-case experimental design including four participants. GPR was introduced at different times depending on the person. Inclusion and exclusion criteria were established beforehand. Measures were conducted over seven weeks (February 12, 2021 to March 27, 2021) with maximal developed strength and contraction stability as criteria.

Results : The measurements obtained show a significant improvement in muscle strength with three out of four participants. Moreover, an improvement in the quality of contraction is found in three participants out of four. There seems to be a link between the postural tonic system and the muscle strength developed.

Conclusion : Some biases need to be considered and some improvements could be made. At this time, few studies deal with GPR and its effects. It seems interesting to carry out other studies to confirm or refute our hypotheses.

Key words : muscle strength, posture, global postural reprogramming, postural Tonique system

SOMMAIRE

ABRÉVIATIONS

1. INTRODUCTION.....	1
1.1. Contextualisation.....	1
1.2. Question de recherche	3
1.3. Hypothèses de recherche	4
1.4. Objectifs de recherche	4
1.5. Prérequis	4
1.5.1. Neurophysiologie du système tonique postural	4
1.5.1.1. Le tronc cérébral	5
1.5.1.2. Le cervelet.....	6
1.5.1.3. Le cortex	6
1.5.2. Les éléments constitutifs du système tonique postural.....	6
1.5.2.1. La peau	6
1.5.2.2. Les articulations	7
1.5.2.3. Les muscles	7
1.5.2.4. Les fascias.....	8
1.5.3. Les capteurs du système tonique postural.....	9
1.5.3.1. Le capteur plantaire.....	9
1.5.3.2. Le capteur oculaire.....	10
1.5.3.3. L'appareil manducateur	11
1.6. Principe de prise en charge de la Reprogrammation Posturale Globale.....	11
2. MATÉRIEL ET MÉTHODE	13
2.1. Stratégie de recherche documentaire.....	13
2.2. Méthode.....	13
2.2.1. Explication de l'étude expérimentale en cas unique.....	13
2.2.2. Description de la population	14
2.2.3. Déroulement de l'étude.....	15

2.2.4.	Modalités de réalisation des prises de mesures	19
2.3.	Matériel nécessaire à l'étude	19
3.	RÉSULTATS	20
3.1.	Effet de la RPG.....	21
3.2.	Résultats de la force maximale du biceps brachial.....	22
3.2.1.	Résultats du Sujet 1.....	22
3.2.2.	Résultats du Sujet 2.....	25
3.2.3.	Résultats du Sujet 3.....	28
3.2.4.	Résultats du Sujet 4.....	30
3.3.	Résultats de la stabilité des contractions isométriques.....	33
3.3.1.	Résultats Sujet 1.....	33
3.3.2.	Résultats Sujet 2.....	34
3.3.3.	Résultats Sujet 3.....	34
3.3.4.	Résultats Sujet 4.....	35
4.	DISCUSSION	35
4.1.	Interprétation des résultats.....	35
4.1.2.	Interprétation des résultats du critère principal.....	36
4.1.3.	Interprétation des résultats du critère secondaire.....	37
4.2.	Limites et intérêts de notre étude	38
4.3.	Point de vue éthique et déontologique	40
4.4.	Perspective d'approfondissement et ouverture.....	41
5.	CONCLUSION.....	42

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

ABRÉVIATIONS

CIES : Conseil International d'Étude de la Statique

CPP : Comité de Protection de la Personne

FRS : Fascia Research Therapy

IFMK : Institut de Formation en Masso-kinésithérapie

MK: Masseur-kinésithérapeute

NAP: Nonoverlap of All Pairs

PNNS : Plan National Nutrition Santé

PSP : Processus Stabilisation Postural

RM : Résistance Maximale

RPG : Reprogrammation Posturale Globale

SBS : Semelle de Bio Stimulation

SCED : Single Case Experimental Design

SNC : Système Nerveux Central

STP : Système Tonique Postural

1. INTRODUCTION

1.1. Contextualisation

La définition de la posture a évolué au fil des années et selon les auteurs. D'après Kendal *et al.*, la posture se définit comme « *la disposition relative des parties du corps* » (1). Définition reprise par Pérennou, qui y rajoute la notion d'orientation dans l'espace des segments corporels (2). En 1947, l'American Academy of Orthopaedic Surgeon a introduit le terme de bonne posture et l'a définie comme « *un état d'équilibre musculaire et squelettique qui protège les structures de soutien du corps contre les blessures ou les déformations progressives* » (3). Cette définition sera appuyée par Dwyer et Davis qui parleront « *d'alignement postural optimal* » (1). Dans les 2 cas, le maintien de cette posture optimale permet d'éviter une charge anormale sur les articulations en répartissant uniformément le poids du corps. Cela entraîne une diminution de la consommation d'énergie pour le maintien prolongé de la posture (1,3).

Qu'importe l'activité que nous effectuons, un contrôle postural adéquat est nécessaire. Viseux le définira comme « *l'action d'atteindre, de maintenir ou de restaurer un état d'équilibre pendant toute posture ou activité, et dépend d'une combinaison de contrôle mécanique passifs et actifs* » (4). Ce contrôle est différent pour chaque individu et dépend de plusieurs paramètres.

En effet, le contrôle postural est régi par un processus impliquant plusieurs afférences sensorielles : des afférences visuelles, proprioceptives et vestibulaires qui sont traitées automatiquement (5). Ces informations sensorielles sont perçues différemment par chaque individu. D'après Thalassinos *et al.*, cela serait dû au fait que l'Homme s'appuie sur un cadre de référence égocentré, donc propre à lui-même, ainsi que sur un cadre de référence extéroceptif par le champ visuel. Ils ont ainsi remarqué que suivant l'activité effectuée par la population, un cadre de référence était privilégié par rapport à un autre. Dans leur cas, la population de footballeurs était beaucoup plus dépendante aux afférences visuelles tandis que la population

de danseurs s'appuyait davantage sur les afférences proprioceptives. Le point commun de ces deux populations est que leur contrôle postural reste supérieur à une population sédentaire (6).

D'autres études ont permis de mettre en lien l'activité physique, la force musculaire et le contrôle postural. Tout d'abord, Erdem et Akbas ont décidé d'étudier la différence de posture entre des joueurs de football professionnels et une population sédentaire. Il en découle que les joueurs professionnels possèdent une posture globalement meilleure de tous les segments du corps par rapport à la population sédentaire (3). Il en est de même pour celle de Lamoth et Van Heuvalen datant de 2012, montrant que les personnes âgées ayant pratiqué ou pratiquant une activité physique possèdent un contrôle postural se rapprochant de sujets jeunes en comparaison avec des personnes âgées au profil plus sédentaire (5).

Ces propos sont confirmés par Gomes *et al.* (7) ainsi que par Paillard. Ce dernier montre dans son étude qu'avec l'âge se produit une perte de masse musculaire ainsi qu'un affaiblissement de la contractilité musculaire. Ces deux facteurs induiraient une diminution du contrôle postural (8).

A la vue des études précédemment citées, il semblerait que le contrôle postural ainsi que la posture tendent à se dégrader avec l'âge. Retrouvons-nous ces mêmes caractéristiques en comparant des populations jeunes ?

D'après l'étude de Sahli *et al.*, en comparant une population d'adolescents pratiquant de kung-fu avec une population plus sédentaire, nous retrouvons aussi une différence de posture et de contrôle postural en faveur de la population pratiquant du sport (9). Il en est de même pour l'étude de Walaszek *et al.*, qui montre de nettes améliorations de la posture chez des adolescents pratiquant de judo. Par exemple, nous pouvons retrouver une réduction de la déviation latérale du rachis, une amélioration de la symétrie des omoplates ainsi que de la position du bassin en comparaison avec une population d'adolescents non pratiquant (10).

Nous pourrions ainsi en déduire que le contrôle postural n'est pas seulement une question d'âge, mais que l'activité physique et la force musculaire joue un rôle prépondérant dans le maintien d'une bonne posture, tout comme les afférences sensitives. Les auteurs s'accordent à

dire que leur traitement se fait de manière automatique. Cependant, une étude est venue contraster ces propos. En effet, Dierijck *et al.* ont montré que l'exécution de tâches au niveau des membres supérieurs couplée aux réponses posturales nécessitaient une attention partagée. De ce fait, le temps de réponse des deux tâches effectuées simultanément était plus important par rapport aux tâches exécutées seules (11). A la vue de cette étude, il semblerait donc y avoir un lien entre le **Système Tonique Postural (STP)** et des actions périphériques.

En tant que **Masseur Kinésithérapeute (MK)**, la rééducation posturale fait partie intégrante de notre champ de compétences. Pour l'effectuer, le MK dispose de plusieurs outils largement documentés et ayant prouvé leur efficacité. Parmi eux, le renforcement et les étirements musculaires sont les plus communément utilisés (12, 13). Cependant, il est aussi possible d'agir au niveau des récepteurs sensoriels du STP. Dans ce sens, la **Reprogrammation Posturale Globale (RPG)** est une thérapie qui pourrait se montrer intéressante bien qu'elle soit moins étudiée.

A la vue des données de la littérature scientifique, les différents auteurs s'accordent à dire que l'activité physique et la force musculaire jouent un rôle majeur dans le maintien d'une bonne posture. Malgré tout, très peu d'articles traitent de l'impact de celle-ci sur les différents paramètres évoqués. Bien qu'il semblerait que le STP ait un impact direct sur les actions effectuées en périphérie. De ce fait, nous pouvons nous interroger sur l'effet d'une rééducation posturale sur la force musculaire des membres supérieurs. La RPG, permettant la recalibration du STP, agit-elle sur des fonctions périphériques ? De quelle manière cela peut-il se traduire ?

1.2. Question de recherche

A partir des différentes données scientifiques et de la contextualisation, cette étude a pour objectif de répondre à la question suivante : la RPG a-t-elle un impact sur la force musculaire isométrique du biceps brachial chez des sujets actifs ?

1.3. Hypothèses de recherche

Nous émettons l'hypothèse que l'amélioration de la posture par la RPG permet une augmentation de la force isométrique maximale développée par le biceps brachial ainsi qu'une diminution de la variation de celle-ci pendant la phase de contraction.

1.4. Objectifs de recherche

A l'aide d'un protocole expérimental à cas unique, nous avons comme objectif principal d'évaluer et analyser l'efficacité de la RPG sur les mesures dynamométriques de la force musculaire isométrique du biceps brachial chez une population active.

Grâce à ce protocole, nous avons aussi comme objectif secondaire d'évaluer la variation de force musculaire du biceps brachial pendant le temps de contraction.

1.5. Prérequis

1.5.1. Neurophysiologie du système tonique postural

L'Homme utilise des référentiels pour permettre un contrôle optimal de sa posture. Ces référentiels sont de natures différentes (14). Nous y retrouvons le référentiel égo-centré, défini « *comme la représentation interne d'un plan virtuel, appelé plan médian superposé au plan sagittal corporel* » (15). Le référentiel alocentré, quant à lui, est défini comme « *l'espace dans lequel l'individu peut agir* » (16). Enfin, le référentiel géocentré est défini « *à partir de la verticale gravitaire* » permettant d'obtenir « *une verticale subjective* » sur laquelle l'Homme se base pour obtenir une posture érigée (15).

L'utilisation de ces référentiels nécessite un traitement de multiples informations par différentes parties du cerveau permettant ainsi un contrôle adaptable du STP (17).

1.5.1.1. Le contrôle médullaire

Ce contrôle est considéré comme le « *circuit court* » (18). La moelle épinière est ainsi le premier niveau de contrôle de la posture. Il s'agit de réponses à latence courte (environ 50 millisecondes), obtenues après un étirement détecté par les capteurs contenus dans les fibres musculaires ou les tendons. Ces réponses se traduisent par une activité musculaire, comme le réflexe myotatique, pour permettre de retrouver une stabilité posturale. D'autres contrôles viennent ensuite s'ajouter (14, 18).

1.5.1.2. Le tronc cérébral

Le tronc cérébral va regrouper différentes entités : la formation réticulée, le vestibule et les ganglions de la base. Il sera considéré comme le « *circuit long* » de par ses réponses à latences moyennes ou longues (2, 18).

La formation réticulée possède de nombreuses fonctions, dont motrices (18). Elle contribue notamment à la régulation du tonus musculaire postural en intervenant sur les muscles antigravitaires (17). Elle est un point essentiel du contrôle postural pendant une activité. En effet, la formation réticulée est le point de départ des activités mouvantes. Une anticipation posturale est effectuée avant tout mouvement (19).

Le système vestibulaire n'est pas entièrement impliqué dans le contrôle postural. De plus, il est relégué au second plan par rapport au système visuel et somatosensoriel. Il va jouer le rôle de contrôle des fluctuations posturales par la transmission des informations d'accélération et de mouvements de la tête (20). Il aidera aussi au maintien de la fixation visuelle lors d'un mouvement de la tête ou du corps avec l'aide des deux autres systèmes précédemment cités. Il interagit avec les fonctions oculomotrices, cervicollégiennes et spinales pour produire des réponses appropriées aux déséquilibres externes (21).

Les noyaux gris centraux, ou ganglions de la base, sont des structures sous-corticales ayant énormément de fonctions. L'une d'elle est le contrôle inconscient de la posture (18). Ils jouent un rôle dans le modèle postural interne, appelé aussi schéma corporel, ainsi que dans la

programmation motrice (17). C'est-à-dire qu'ils sont impliqués dans les mouvements automatiques de planification permettant ainsi de garder un contrôle postural correct au moment d'effectuer une action.

1.5.1.3. Le cervelet

Le cervelet a un rôle de superviseur de l'activité motrice (18). Il va réguler les actions cognitives et automatiques de la posture en agissant sur le cortex cérébral et le tronc cérébral. De plus, le cervelet reçoit des informations du système vestibulaire et visuel. Ces informations vont permettre une correction des erreurs pouvant affecter les actions motrices telle que la « *coordination des réponses posturales* » (17).

1.5.1.4. Le cortex

Bien que les auteurs s'accordent à dire que le contrôle postural est un processus automatique, des études récentes ont montré une nécessité de l'action du cortex. En effet, de nombreuses ressources cognitives sont utilisées pour permettre une posture adéquate (22). D'après certaines études, les réponses posturales peuvent être modifiées par le cortex cérébral lors de l'exécution de tâches simultanées, de la volonté d'adopter une stratégie spécifique ou grâce à l'apprentissage (23). Enfin, le cortex cérébral aurait une action sur les ajustements posturaux anticipés relatifs à une action (24).

1.5.2. Les éléments constitutifs du système tonique postural

1.5.2.1. La peau

La peau est un des éléments les plus importants du système tonique postural. En effet, elle contient les terminaisons nerveuses des voies de la sensibilité. Ces terminaisons sont inégalement réparties. Elles sont très abondantes aux extrémités (au niveau de la main ou du pied par exemple) et plus pauvres sur le reste du corps (25).

Dans un premier temps, nous retrouvons les terminaisons nerveuses libres. Celles-ci correspondent aux mécanorécepteurs, thermorécepteurs et nocicepteurs. Les plus importants pour le STP sont les mécanorécepteurs.

Dans un second temps, nous retrouvons les terminaisons nerveuses non encapsulées. Celles-ci sont caractérisées par les complexes de Merkel. Ce sont des récepteurs sensibles à la pression qui vont donner des informations sur la forme et la texture (25, 26).

Enfin, la dernière catégorie concerne les terminaisons nerveuses encapsulées. Nous y retrouvons les corpuscules de Meissner, sensibles au toucher, et les corpuscules de Ruffini, sensibles à l'étirement. Il est également possible d'y retrouver les corpuscules de Pacini et les corpuscules de Krause, tous deux sensibles aux vibrations (25).

Tous ces extérocepteurs cutanés envoient des informations aux muscles, mais aussi aux centres supérieurs s'occupant de la stabilité posturale (27). De plus, l'étude de Johansson et Valbo a montré que certains mécanorécepteurs envoyaient aussi des informations relatives aux mouvements des articulations et de leurs positions dans l'espace (28).

1.5.2.2. Les articulations

Les articulations possèdent des récepteurs au niveau de la capsule articulaire et des ligaments. Il est ainsi possible d'y retrouver les corpuscules de Ruffini. Ce sont les récepteurs les plus présents. Ils sont très sensibles et s'activent au moment d'un mouvement articulaire. Ils envoient des informations relatives à la direction et la vitesse de déplacement. Ensuite, les corpuscules de Pacini, peu nombreux au niveau capsulaire, permettent de donner des informations sur l'accélération. Enfin, nous retrouvons les terminaisons libres, sollicitées en cas de stimulations nociceptives (29).

1.5.2.3. Les muscles

Les muscles jouent un double rôle : ils sont à la fois des capteurs proprioceptifs et les moteurs du STP (27). Nous y retrouvons les fuseaux neuromusculaires, localisés dans la partie charnue des muscles, et les organes de Golgi, localisés dans les jonctions musculo-tendineuses.

Les fuseaux neuromusculaires sont sensibles aux vibrations et à l'étirement musculaire. Plus un muscle sera étiré, plus il enverra d'informations.

Les organes de Golgi, quant à eux, donnent des informations sur la tension musculaire, qu'elle résulte d'une contraction ou d'un étirement (29).

1.5.2.4. Les fascias

Les fascias, très peu reconnus par le passé, sont de plus en plus étudiés de nos jours. Énormément de définitions existent sans qu'il y ait un consensus réel. En 2015, la **Fascia Research Society (FRS)** a essayé de donner une définition globale des fascias : « *Le système fascial entoure tous les organes, muscles, os et fibres nerveuses, dotant le corps d'une structure fonctionnelle et fournissant un environnement qui permet à tous les systèmes corporels de fonctionner de manière intégrée* ». Il est admis que les fascias jouent un rôle dans les fonctions structurelles du corps humain, ainsi que de transmission de forces (30).

Selon diverses études, le fascia thoraco-lombaire permettrait la transmission des forces au niveau du rachis. Il jouerait donc un rôle très important dans la stabilité du rachis, et par extension dans la posture. Chez des patients lombalgiques, une augmentation de l'épaisseur du fascia ainsi qu'un défaut de mobilité ont été retrouvés, renforçant l'hypothèse que les fascias joueraient un rôle dans la posture (31).

Enfin, le fascia a été décrit comme un « *organe sensoriel* » (32) selon différents auteurs. Celle-ci fait suite à la découverte de riches terminaisons nerveuses sensorielles au sein des fascias. Il a été démontré que le fascia plantaire, par exemple, contribuait à la régulation du contrôle postural en position debout. Cela est rendu possible par la présence de corpuscules de Pacini, Golgi et Ruffini assurant la fonction de proprioception en véhiculant des informations mécaniques telle que la tension ou la compression (32-34).

1.5.3. Les capteurs du système tonique postural

1.5.3.1. Le capteur plantaire

Le pied, au sens large du terme, englobe l'articulation de la cheville. Il permet d'avoir plusieurs informations proprioceptives différentes grâce aux articulations, aux muscles et surtout à la plante du pied, riche en récepteurs cutanés. Ces informations, nombreuses et variées, ont un impact significatif sur le contrôle postural. Nous pouvons dès lors dissocier les afférences extéroceptives de la plante du pied des afférences proprioceptives des muscles et articulations (35).

La plante du pied est extrêmement riche en extérocepteurs cutanés. D'après l'étude de Kavounoudias *et al.*, ce sont ces extérocepteurs qui sont responsables de la « *régulation des oscillations corporelles de faibles amplitudes* » (35). Cet auteur a ensuite réalisé des vibrations sur les récepteurs cutanés de la plante du pied. Celles-ci ont permis d'observer des inclinaisons de tout le corps suivant la zone stimulée montrant ainsi l'implication de ces récepteurs dans le contrôle postural. La plante du pied est considérée comme une « *carte dynamométrique permettant de coder l'origine spatiale, la pression et la variation de pression exercée* » (36). Ces informations renseignent la position du corps par rapport à la verticale et le support sur lequel repose les pieds. Le système nerveux central (SNC) peut donc connaître la position exacte du corps dans l'espace et adapter celle-ci pour être en équilibre et planifier les mouvements (36-38).

Les afférences sensibles des muscles et des articulations du pied jouent aussi un rôle important dans le contrôle postural. D'après Kavounoudias, les afférences musculaires joueraient un rôle dans la « *régulation des oscillations corporelles de grandes amplitudes* » (35). Ces afférences sont des acteurs majeurs de la posture. Certaines études ont permis de montrer que les fuseaux neuromusculaires envoyaient des informations au SNC lors de l'application de vibrations sur les tendons, créant ainsi une illusion de mouvement. Les muscles permettent ainsi une réponse dans leurs « *secteur sensoriel préféré* » et « *direction sensorielle préférée* » (39). Cela signifie que chaque muscle possède une réponse proportionnelle à la vitesse et la direction d'un mouvement (39,40).

Les diverses études réalisées facilitent la compréhension de l'importance du pied dans le contrôle postural. Bien que les afférences sensibles soient différentes, elles peuvent être traitées conjointement, et de ce fait augmenter la sensation de mouvement.

1.5.3.2. Le capteur oculaire

L'œil est, avec le pied, le capteur le plus important du STP. Tout comme le capteur plantaire, le capteur oculaire possède des afférences extéroceptives, assurées par la rétine, et proprioceptives, assurées par les muscles oculomoteurs.

Plusieurs études ont montré l'impact de l'œil et de la rétine sur la gestion de la posture. Il a été démontré que les mouvements oculaires et le contrôle postural sont gérés par plusieurs régions cérébrales communes (le cortex pariétal, temporal, cervelet, ...). Ils sont les principaux acteurs de l'attention. Ainsi, les études de Bucci *et al.* ont permis de montrer que suivant la tâche oculomotrice demandée, le contrôle postural était différent. Plus la tâche oculomotrice demandait de l'attention (fixation, poursuite d'objet), plus les oscillations posturales étaient importantes (41, 42). Ces conclusions ont été complétées par Uchida *et al.* qui ont montré que les mouvements de saccades oculaires permettaient de réduire les balancements posturaux. La performance visuelle permet donc un contrôle postural plus ou moins efficace suivant la tâche demandée (43, 44).

Les afférences proprioceptives sont permises par les muscles oculomoteurs, au nombre de six. D'après Busquet et Gabarel, les muscles de l'œil « *contrôlent en partie la tension des muscles nucaux et indirectement des muscles paravertébraux et du reste du corps* » (45). L'étude réalisée par Roll va dans ce sens. En effet, en effectuant des vibrations au niveau des muscles extra oculaires, il a été démontré que chaque muscle possédait une direction sensorielle préférée. Lorsque les yeux sont fermés, les vibrations réalisées sur les différents muscles créent une sensation de mouvement de la tête, du tronc et du corps entier. Lorsque les yeux sont ouverts, les vibrations réalisées sont perçues comme un mouvement oculaire avec un déplacement de cible (46).

1.5.3.3. L'appareil manducateur

Bien que l'appareil manducateur fasse le lien entre les chaînes musculaires antérieures et postérieures, son rôle dans le STP est encore décrié. Beaucoup d'études ont tenté de prouver le bien-fondé de cette affirmation.

Ainsi, certaines ont démontré le rôle de la proprioception mandibulaire dans le contrôle postural de la tête par l'intermédiaire du SCOM. Tandis que d'autres ont cherché le potentiel lien entre le déséquilibre musculaire des muscles masticateurs et les déviations de la colonne cervicale. Enfin, plusieurs expérimentations ont prouvé la relation entre les malocclusions dentaires et les déformations rachidiennes (47, 48). L'impact de la mâchoire a aussi été étudié par Gangloff *et al.* Dans leur étude, il est ressorti que le contrôle postural était modifié suivant certaines positions de la mâchoire (49).

Malgré les preuves vues au-dessus, d'autres expérimentations viennent contredire ces propos. Ce qui prouve que le rôle de l'appareil manducateur dans le STP n'est pas encore clairement défini et que d'autres études devront être réalisées pour permettre d'affirmer, ou infirmer son implication dans la posture.

1.6. Principe de prise en charge de la Reprogrammation Posturale Globale

La RPG a été décrite par le Dr Bricot dans son ouvrage « *La Reprogrammation Posturale Globale* ». Elle s'intéresse au déséquilibre du STP et de ses capteurs. Ces déséquilibres seraient responsables de bascules, rotations ou torsions au niveau du système squelettique provoquant des contraintes anormales. Cela entraînerait un déséquilibre au niveau du système musculo-squelettique provoquant une « *mauvaise posture* » (50). Le Dr Bricot s'est intéressé au traitement des différents capteurs. Le dérèglement des capteurs enverrait des informations erronées que les centres supérieurs sont incapables de corriger, créant ainsi une altération de la « *bonne position* » du corps (50). Pour permettre la transmission d'une information correcte, le Dr Bricot a proposé de travailler sur un recalibrage de ces différentes entrées sensorielles.

Le capteur plantaire est traité à l'aide d'une semelle différente d'une semelle orthopédique. En effet, selon le Dr. Bricot, le type de semelle utilisé dans cette thérapie va stimuler « *les zones réflexes centrales de la plante du pied* » (50) et ainsi modifier l'activité des chaînes musculaires dans le but de retrouver un équilibre postural correct. Celles-ci sont composées d'un relief central constitué d'un « *générateur de champs électro galvaniques* » (50), situé entre le tiers moyen et le tiers inférieur du pied. Nous retrouvons ainsi une **Semelle de Bio-Stimulation (SBS)**, possédant des stabilisateurs talonnières en plus du relief central, utilisée pour les plans scapulaires antérieurs et un **Processus de Stabilisation Postural (PSP)** ne possédant que le relief central. Le choix de la semelle sera effectué en fonction du bilan réalisé en amont et des déficits relevés. Il est possible de retrouver :

- le pied valgus : caractérisé par un effondrement de l'articulation talo-calcaneenne vers l'intérieur. Sa conséquence serait une hyperlordose lombaire accompagné d'une hypercyphose dorsale ;
- le pied plat : caractérisé par l'effondrement de l'arche interne. Sa conséquence serait une exagération de toutes les courbures rachidiennes. De plus, nous retrouverions un plan scapulaire postérieur, c'est-à-dire une chute arrière du corps ;
- le pied à double composante : le plus souvent caractérisé par un dos plat ainsi qu'un plan scapulaire antérieur, c'est-à-dire une chute avant du corps ;
- le pied varus : caractérisé par un effondrement de l'articulation talo-calcaneenne vers l'extérieur. Sa conséquence serait un effacement des courbures.

Le capteur oculaire présente trois troubles principaux : les troubles de réfraction, les hétérophories et les troubles de convergence. Les premiers intéressent l'extéroception et ne peuvent être corrigés que par le port de verre correctif, ce qui ne relève pas de notre compétence. A l'inverse, les troubles de convergence et les hétérophories intéressent la proprioception et donc les muscles extra-oculaires. Ces troubles peuvent être révélés à l'aide de tests diagnostiques et rééduqués par des exercices. Ainsi, on parlera d'orthophorie s'il n'y a pas de trouble de parallélisme des yeux. L'endophorie et l'exophorie sont des troubles du parallélisme avec respectivement les axes des yeux vers l'intérieur et l'extérieur. Enfin, il est possible de diagnostiquer une hyperphorie ou hypophorie qui caractériserait un trouble de la hauteur.

Les conséquences de ces troubles du capteur oculaire sont diverses : inclinaison ou rotation de la tête, bascule de bassin ou d'épaule, déficit de rotation du côté de l'œil hypoconvergent, ... et ont donc un impact direct sur le STP.

L'appareil manducateur a également un rôle à jouer dans le maintien du STP bien qu'il soit décrié. Son examen fait partie intégrante du bilan postural. Cependant, en tant que MK, sa rééducation reste complexe. Le travail en pluridisciplinarité reste privilégié pour le traitement de quelconques déficiences intéressant l'appareil manducateur (50).

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1. Stratégie de recherche documentaire

Une recherche bibliographique a été effectuée préalablement à l'élaboration du protocole. Celle-ci a eu pour but d'apporter des informations sur la physiologie de la posture, son impact potentiel sur la force musculaire et l'impact des différents capteurs sur le STP. De plus, d'autres recherches ont été effectuées pour comprendre le fonctionnement et l'intérêt de la RPG. Ainsi, nous avons interrogé les différentes bases de données que sont PubMed, EM-consulte, Google Scholar, Sciencesdirect, Kinedoc et PEDro à l'aide de la combinaison des mots de recherche suivant : « posture », « postural control », « strenght », « posture physio », « RPG ».

Les articles ayant été retenus devaient être publiés entre 2000 et 2021. Cependant, si certains étaient publiés à des dates antérieures mais représentaient un réel intérêt à l'étude, ils étaient également intégrés dans les recherches.

2.2. Méthode

2.2.1. Explication de l'étude expérimentale en cas unique

L'étude est réalisée à l'aide d'une « *étude expérimentale en cas unique* », aussi appelée « *Single Case Experimental Design* » (SCED), à lignes de bases multiples. Ce type de protocole permet d'étudier l'efficacité d'une intervention sur un petit groupe de participants à l'aide de la

répétition des prises de mesures. Celles-ci sont prises en présence et en l'absence d'une intervention spécifique. Ainsi, chaque participant devient son propre témoin.

Plus spécifiquement, le SCED à lignes de bases multiples permet d'introduire l'intervention de manière séquentielle auprès des différents participants. Ce type d'étude requiert un minimum de trois participants et cinq mesures par phases. Nous retrouvons généralement une phase A, correspondant à une prise de mesure de la variable étudiée sans intervention, et une phase B, correspondant à une prise de mesure de la variable étudiée avec intervention.

La subtilité de ce protocole est l'introduction séquentielle de l'intervention chez les participants. C'est-à-dire que l'intervention va être introduite, de manière randomisée, à différentes périodes du protocole pour chaque participant (51).

Ainsi, le protocole proposé contient deux phases comme cité ci-dessus. Nous retrouvons une première phase, correspondant à la phase A, où la prise de mesure est effectuée sans qu'aucune intervention ne soit réalisée. Puis une deuxième phase, correspondant à la phase B, où la prise de mesure est effectuée avec l'introduction de la RPG pour chaque participant à des périodes différentes.

2.2.2. Description de la population

Dans le cadre de cette étude, les personnes recrutées pour y participer sont des étudiants de l'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie (IFMK) de Nancy. Le recrutement s'est fait sur la base du volontariat via une annonce sur les réseaux sociaux dédiés aux étudiants de l'IFMK. Ainsi, des critères d'inclusions et de non-inclusions ont été définis afin de répondre au mieux à la problématique.

Les critères d'inclusions sont les suivants :

- étudiant de l'IFMK de Nancy ;
- âge \geq 18 ans ;

- étudiant non sédentaire, pratiquant une activité physique au moins deux fois par semaine ;
- étudiant n'ayant pas de douleurs particulières.

Les critères de non-inclusions sont les suivants :

- antécédents de fracture de moins d'un an entraînant une perte de force, d'amplitude ou sensitive ;
- pathologie neurologique ;
- faiblesse musculaire importante et anormale ;
- diagnostic de jambes courtes ;
- port de semelles orthopédiques ;

Au vu de ces critères et du type d'étude réalisée, il a été décidé que quatre étudiants allaient y participer : deux hommes et deux femmes, validant les critères d'inclusions, se sont portés volontaires.

2.2.3. Déroulement de l'étude

Le protocole réalisé dans ce mémoire a été approuvé par Mr. Hucker (directeur de mémoire) et Mme. Marinho (professeur référent à l'IFMK de Nancy) avant le début des prises de mesures. Celles-ci ont été réalisées par Mr. Hucker et moi-même pour respecter la fidélité procédurale (20% des évaluations par une autre personne) (52).

L'étude a été réalisée sur une période de sept semaines (12 février 2021 au 27 mars 2021) au cabinet libéral de Mr. Hucker ainsi qu'au sein de l'IFMK de Nancy. En amont de cette étude, chaque participant s'est vu remettre un formulaire expliquant le déroulement du protocole et demandant le consentement libre et éclairé de chacun (ANNEXE I).

Critères d'évaluation : Notre étude a eu pour objectif d'évaluer la force musculaire isométrique du biceps brachial, à 90° de flexion de coude, sur une durée de 6s. Ainsi, le critère d'évaluation principal est la force maximale développée par le biceps brachial sur cette période. Le critère d'évaluation secondaire est la stabilité de la force développée.

Les critères d'évaluation ont été étudiés à raison d'une prise de mesure par semaine, comprenant cinq répétitions de contraction isométrique de six secondes du biceps brachial.

Un bilan, proposé par le **Conseil International d'Étude de la Statique (CIES)**, a ensuite été effectué pour chaque participant avant le début des prises de mesures et à la fin du protocole (ANNEXE II). Celui-ci comprend :

- une analyse morpho-statique :
 - dans le plan frontal ;
 - dans le plan sagittal ;
 - dans le plan horizontal ;
- un examen du capteur podal :
 - examen podoscopique en appui bipodal ;
 - test de piétinement ;
- un examen du capteur oculaire :
 - test de Lang I ;
 - test de convergence en poursuite ;
 - test de convergence en saccade ;
 - Cover test ;
 - test de Romberg.

Les modalités de réalisation ainsi que le but de ces tests sont présentés ci-dessous :

Test de piétinement : C'est un test recueillant les informations de tous les capteurs en donnant une priorité à l'adaptation podale. Le sujet est placé debout face à l'examineur, les membres supérieurs en flexion à 90°. Il lui est demandé de piétiner sur place en levant les genoux, les yeux ouverts pendant dix secondes. Il est ensuite demandé au sujet de fermer les yeux. Le but est de noter la présence d'un déplacement, quelle qu'il soit. Ce test doit être effectué sans repère visuel ou sonore.

Test de Lang I : Ce test permet de dépister des problèmes de visions binoculaires. Un panneau montrant une étoile, un chat et une voiture est mis en face du sujet. Le but pour celui-ci est de reconnaître les différentes formes en trois dimensions. Si le test s'avère négatif et que le sujet ne reconnaît aucune forme, il est préférable de le rediriger vers un orthoptiste.

Test de convergence en poursuite : Ce test intègre les trois paramètres de la vision : la convergence, l'accommodation et la fusion. Le but est de demander au sujet de fixer la pointe d'un stylo placée devant lui. Celle-ci va être approchée lentement jusqu'à la racine du nez du sujet. Ce test va permettre de mettre en évidence l'existence, ou non, d'une asymétrie musculaire des muscles externes des yeux.

Test de convergence en saccade : Ce test fait intervenir de préférence le système saccadique au système de poursuite. La pointe d'un stylo est placée à la racine du nez du sujet. Celui-ci doit tout d'abord regarder au loin, puis au « *top* » prononcé par l'examineur, le sujet doit fixer la pointe du stylo. Ce test peut permettre de confirmer le défaut de convergence, et ainsi l'asymétrie musculaire, vu sur le test en poursuite.

Cover test : Ce test a pour but de mettre en évidence les hétérophories (cf. 1.6. Principe de la prise en charge). Les deux yeux seront dissociés. La pointe d'un stylo est placée dans l'axe des yeux. L'examineur cache un œil. Il effectue ensuite quelques mouvements avec la pointe du stylo en demandant au sujet de suivre celle-ci avant de l'immobiliser. L'examineur découvre l'œil et est à la recherche d'un mouvement de restitution. Si nous notons une absence de mouvement, alors nous parlons d'orthoporie. Dans le cas où un mouvement de l'intérieur vers le centre est notifié, nous parlons d'esoporie. Enfin, si un mouvement de l'extérieur vers le centre est décrit, nous parlons d'exoporie.

Test de Romberg : Ce test met en évidence une décompensation du capteur oculaire. Le sujet se tient debout, les pieds serrés, bras et index tendus vers l'examineur. Celui-ci tend ses index dans le prolongement de ceux du sujet. Puis il est demandé au sujet de fermer les yeux pendant vingt à trente secondes. Le test est considéré comme normal si aucun mouvement ne se produit. Tout déplacement des index est considéré comme pathologique et indique une déficience du capteur oculaire (50).

Ce bilan a eu pour but de tester les différents capteurs et permettre ainsi une correction des déficiences retrouvées.

De ce fait, dans le cadre de la phase d'intervention, les participants se sont vu proposer le protocole de RPG. La période d'exécution de ce protocole a été choisie de manière aléatoire pour chaque sujet. Ainsi, la phase d'intervention a débuté à la troisième, quatrième, cinquième et sixième semaine suivant le tirage au sort.

Les informations et consignes ont été données à chaque participant au moment de l'introduction de l'intervention. La poursuite de l'activité physique n'a pas été proscrite, seul le renforcement du biceps brachial n'a pas été autorisé.

Description de la RPG mis en place :

En fonction du bilan, chaque participant s'est vu remettre une paire de semelles de RPG mentionnée précédemment (cf. 1.6. Principe de la prise en charge). Ainsi, trois semelles SBS et une semelle PSP ont été utilisées (ANNEXE III). Il a été demandé aux participants un port continu de ces semelles pendant la période d'intervention.

Ensuite, un exercice pour le capteur oculaire, commun à tous les participants au vu des bilans, a été proposé à l'aide d'une plaquette remise au début de chaque phase d'intervention respective (ANNEXE III). La plaquette est constituée d'une ligne sur laquelle sont disposés, à intervalle régulier, des points de couleurs bleus et rouges. Celle-ci sera placée horizontalement sur la base du nez. La ligne est vue par les deux yeux, le sujet retrouve donc deux images identiques. Le principe est de converger sur le point le plus éloigné dans le but de n'en voir plus qu'un seul. La ligne droite, vue par les deux yeux, doit croiser au niveau de ce point. Une fois cet objectif atteint, le but est de se rapprocher progressivement des points situés au plus proche du nez. Cet exercice était à réaliser une fois par jour. La liberté a été laissée aux participants sur le moment de la journée pour effectuer celui-ci.

Un point a été fait avec chaque participant sur le port de semelles ainsi que sur l'exercice dans le but d'apporter, si nécessaire, des corrections ou adaptations.

2.2.4. Modalités de réalisation des prises de mesures

Tous les participants ont été vus à chaque fin de semaine, pendant une durée de vingt à trente minutes. Un échauffement dynamique des membres supérieurs était effectué systématiquement avant de réaliser le travail de force. Cela permettrait une augmentation de la température corporelle et musculaire qui semblerait être bénéfique aux performances (53). L'utilisation d'étirements en guise d'échauffement n'a pas été retenue du fait de leur potentiel effet délétère sur la performance en force (54). L'échauffement était effectué sur une période de cinq minutes et comprenait des mouvements d'épaules, de coudes et de poignets.

A la suite de l'échauffement, le sujet se plaçait sur une plateforme sur laquelle étaient accrochées une chaîne et une barre. L'angle de flexion du coude était mesuré à l'aide d'un goniomètre. Cet angle correspondait à un nombre de maillons, permettant une fiabilité intra et inter-évaluateurs tout au long du protocole. Le dispositif de mesure fut placé entre la barre et la chaîne (ANNEXE IV).

Une fois la mise en place effectuée, il était demandé aux participants d'effectuer une contraction isométrique maximale du biceps brachial pendant une période de six secondes. Celle-ci fut répétée cinq fois, en respectant un temps de trois minutes de récupération entre chaque répétition. En effet, d'un point de vue physiologique, il est conseillé d'avoir un temps de repos de trois à cinq minutes entre chaque répétition de force maximale dans le but d'avoir une récupération suffisante (55).

2.3. Matériel nécessaire à l'étude

Le matériel nécessaire pour effectuer le bilan morpho-statique est composé d'un podoscope, d'un fil à plomb et d'une grille. Les bilans du capteur oculaire ont nécessité l'utilisation du stéréotest de Lang I et d'un stylo pour les tests de convergence et le cover test.

Pour effectuer la prise de mesure, il a été nécessaire d'utiliser une plateforme sur laquelle étaient attachées une chaîne en maillon et la barre servant de prise. Le dispositif *Powr-link®* était placé entre la chaîne et la barre. Ce capteur est relié à un smartphone via Bluetooth et permet la « *mesure des données de force développée en continue* » (56).

Enfin, pour mettre en œuvre l'intervention, nous avons eu besoin des semelles de RPG ainsi que de plaquettes d'exercice pour le capteur oculaire.

Le logiciel *Excel*® a permis de récolter toutes les données nécessaires et de réaliser les tableaux. Ces données ont ensuite été traitées à l'aide de deux logiciels en ligne (manolov.shinyapps.io et singlecaseresearch.org) pour réaliser les graphiques et les résultats statistiques nécessaires à l'analyse de résultat.

3. RÉSULTATS

Quatre participants, que nous nommerons ici Sujet 1, Sujet 2, Sujet 3 et Sujet 4 afin de respecter l'anonymat, remplissant les critères d'inclusion, ont été intégrés à l'étude. Les bilans initiaux et finaux respectifs de chaque participant se trouvent en annexe (ANNEXE II), pour permettre une vision globale des tests réalisés ainsi que des conclusions que nous avons pu en tirer. Les sujets 1 et 2 étaient des hommes de respectivement 20 et 22 ans. Les sujets 3 et 4 étaient des femmes de respectivement 22 et 20 ans. Tous sont étudiants à l'IFMK de Nancy.

L'ensemble des mesures a pu être pris durant toute la période du protocole. Le sujet 1 a commencé la RPG à la troisième semaine, le sujet 2 à la quatrième semaine, le sujet 3 à la cinquième semaine et le sujet 4 à la sixième semaine. Au total, trente-cinq mesures ont pu être réalisées pour chaque participant :

- Sujet1 : dix mesures pendant la phase « *sans intervention* » et vingt-cinq pendant la phase « *RPG* ».
- Sujet 2 : quinze mesures pendant la phase « *sans intervention* » et vingt pendant la phase « *RPG* ».
- Sujet 3 : vingt mesures pendant la phase « *sans intervention* » et quinze pendant la phase « *RPG* ».
- Sujet 4 : vingt mesures pendant la phase « *sans intervention* » et dix pendant la phase « *RPG* ».

Les résultats bruts obtenus pour chaque participant sont présentés sous forme de tableau (ANNEXE V). Ici, nous avons choisi de réaliser une analyse graphique visuelle des résultats obtenus pour le critère principal. Pour le critère secondaire, une analyse de l'écart type a été effectuée. De plus, un test est réalisé pour étudier la significativité de l'intervention sur le critère principal.

3.1. Effet de la RPG

L'effet de la RPG va pouvoir être décrite en comparant les bilans initiaux et finaux de chaque sujet (ANNEXE II).

Pour le Sujet 1, nous ne retrouvons pas de modifications au niveau de l'analyse morpho-statique dans les trois plans, ni au niveau de l'examen podoscopique. Cependant, il est possible de noter une amélioration des tests réalisés. Ainsi, nous ne retrouvons plus de rotation du corps à gauche lors du test de piétinement. Le test de Lang I est réalisé avec facilité lors du bilan final, alors que des difficultés à apercevoir les formes lors du bilan initial avaient été notées. L'hypoconvergence de l'œil gauche, présente sur les deux tests lors du bilan initial, ne se retrouve que légèrement lors du test en poursuite et n'est plus présente lors du test en saccade. De plus, le test de Romberg ne montre plus qu'une diminution de l'écart des doigts. Enfin, une limitation de rotation de tête à gauche était présente au moment du bilan initial alors que celle-ci ne se retrouve plus lors du bilan final.

Pour le Sujet 2 également, il n'y a pas de modifications notables au niveau de l'analyse morpho-statique et de l'examen podoscopique. Malgré tout, comme pour le Sujet 1, il est possible de noter des améliorations sur les tests réalisés. Nous retrouvons une amélioration sur le test de piétinement, où aucune déviation n'est relevée. Il en est de même pour l'examen du capteur oculaire. Nous retrouvons une diminution de l'hypoconvergence lors du test en saccade ainsi qu'une amélioration du test de Romberg. En effet, nous ne retrouvons plus d'écart au niveau des doigts, bien que le décalage sur la gauche persiste. Lors du bilan final enfin, nous ne retrouvons plus de limitation de rotation de tête à gauche.

Pour le Sujet 3, comme pour les deux premiers, aucune modification au niveau de l'analyse morpho-statique et de l'examen podoscopique n'est à noter. Nous retrouvons cependant une amélioration lors du test de piétinement, où le sujet reste dorénavant immobile. L'hypoconvergence de l'œil gauche a été corrigée et nous retrouvons une bonne convergence lors des deux tests. De plus, la rotation de tête n'est plus limitée à gauche. Pour finir, le test de Romberg s'est amélioré et nous ne retrouvons plus d'écart ni de déviation au niveau des doigts.

Enfin, pour le Sujet 4, nous ne retrouvons pas d'amélioration lors de l'analyse morpho-statique et de l'examen podoscopique. Pour le test de piétinement, bien que présente, la rotation du corps à gauche est diminuée. Les tests de saccade et de poursuite montrent une amélioration de la convergence de l'œil droit et la rotation de la tête est normale des deux côtés. Le cover test nous montre que le sujet 4 est passé d'une exophorie à une orthophorie. Enfin, une amélioration au test de Romberg est à noter. En effet, l'écart des doigts reste stable et nous ne notons plus de décalage.

Bien qu'aucune modification de la statique ne soit à noter pour les quatre sujets, il est possible de voir que chacun a pu avoir des améliorations sur les tests effectués.

3.2. Résultats de la force maximale du biceps brachial

3.2.1. Résultats du Sujet 1

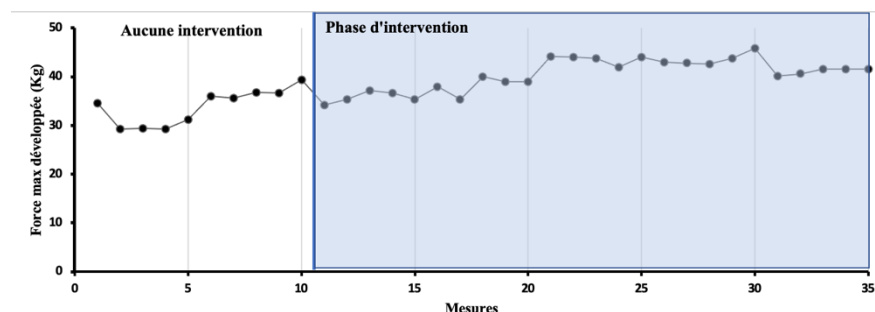


Figure 1 : Sujet 1, mesure de la force maximale du biceps brachial. Le repère vertical bleu représente le début de la phase d'intervention. Cinq mesures correspondent à une semaine.

Nous pouvons observer sur la figure 1 une amélioration de la force musculaire maximale du biceps brachial chez le Sujet 1. En effet, de 34,6 kg développé au début de la prise en charge, il est passé à 41,6 kg à la fin du protocole, en atteignant un pique de 45,8 kg à la sixième semaine. Il est ensuite intéressant d'étudier les différences de mesures entre les deux phases pour voir l'effet de l'introduction de la RPG.

Tableau I : Sujet 1, évolution de la force maximum développée par phase.

Force maximale développée du biceps brachial (Kg)	Phase sans intervention	Phase de protocole RPG
Moyenne	33,64	40,79
Médiane	35	42
Écart-type	3,34	3,16
Écart-interquartile	6,50	4,50

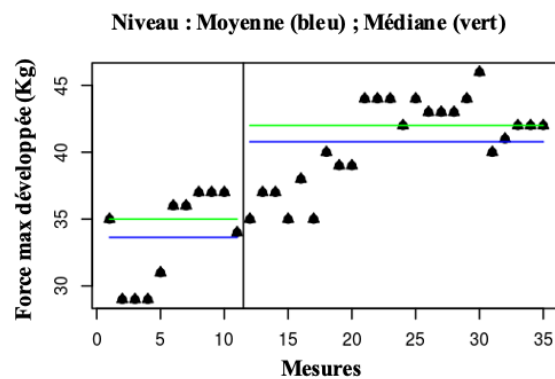


Figure 2 : Sujet 1, évolution de la moyenne et de la médiane de la force maximale développée.

Au vu du tableau I et de la figure 2, il est possible d'apercevoir une amélioration de la force maximale développée du biceps brachial après la mise en place du protocole RPG. En effet, la moyenne de la force maximale est passée de 33,64 kg pendant la phase « *sans intervention* » à 40,79 kg pendant la phase de « *protocole RPG* ». Tout comme la moyenne, la médiane a aussi augmenté, passant de 35 kg pendant la phase sans intervention, à 42 kg pendant la phase d'intervention.

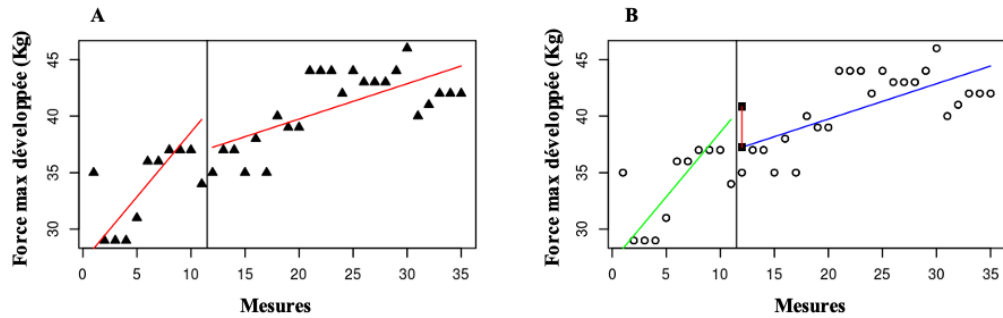


Figure 3 : Sujet 1, courbes de tendance de la force maximale développée.

(A) : meilleur ajustement de la ligne droite ; (B) : effet immédiat

Bien que la moyenne de la force maximale développée soit supérieure dans la phase de « *protocole RPG* », les courbes de tendance présentées dans la figure 3 ne montrent pas de changement de pente favorable à la phase d'intervention au moment de la transition de celle-ci. En effet, ce changement de pente permet de déterminer si notre intervention a un effet immédiat sur le critère retenu ainsi que la tendance de l'évolution.

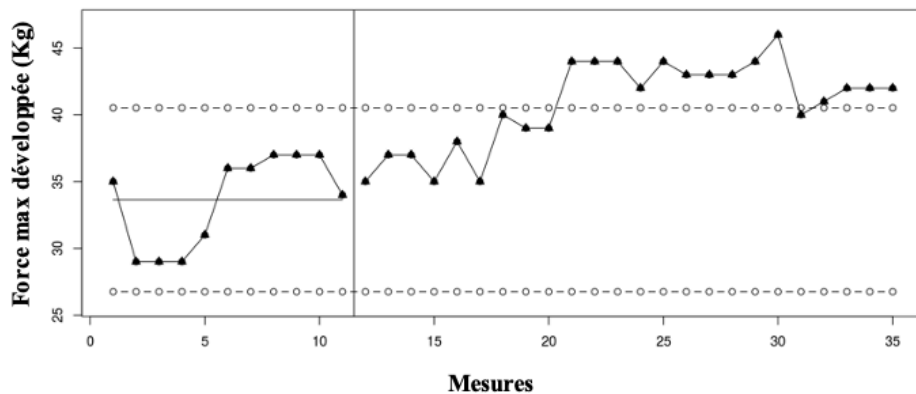


Figure 4 : Sujet 1, enveloppe de projection de médiane.

Le graphique présenté à la figure 4 correspond à l'enveloppe de deux écarts-types autour de la moyenne. Celui-ci a pour but de projeter l'enveloppe de la phase initiale en phase d'intervention. Ainsi, un effet de l'intervention peut potentiellement être démontré si au moins deux mesures consécutives de la phase d'intervention se retrouvent en dehors de l'enveloppe.

Dans notre cas, nous retrouvons dix mesures issues de la phase d'intervention en dehors de l'enveloppe de projection.

Enfin, une analyse statistique est réalisée pour rechercher la taille de l'effet de l'intervention. Ainsi, l'indicateur statistique non paramétrique Tau-U est utilisé. Dans notre cas, le Tau-U A vs B + trend B est privilégié car il se prête parfaitement au cas où la phase de non-intervention est fluctuante. De plus, une valeur de p est calculée. Celle-ci montre si la taille de l'effet est significative ou non en considérant une significativité à une valeur $p \leq 0,05$. Parallèlement, l'indicateur statistique non paramétrique Nonoverlap of All Pairs (NAP) est utilisé pour obtenir un pourcentage indiquant l'effet du traitement. Dans le cas du Sujet 1, nous retrouvons un NAP = 93%, un Tau-U = 0,551 et une valeur de $p = 0,0001$.

3.2.2. Résultats du Sujet 2

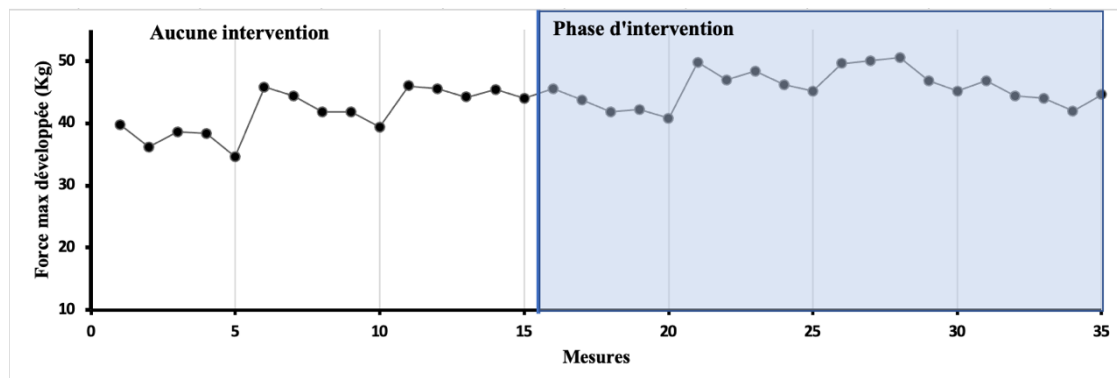


Figure 5 : Sujet 2, mesure de la force maximale du biceps brachial. Le repère vertical bleu représente le début de la phase d'intervention. Cinq mesures correspondent à une semaine.

A l'instar du Sujet 1, il est possible d'objectiver une augmentation de la force musculaire du biceps brachial. En effet, le Sujet 2 est passé de 39,8 kg au début de la prise de mesure à 44,6 kg à la fin de la phase d'intervention, avec un pic atteignant 50,6 kg à la sixième semaine.

Tableau II : Sujet 2, évolution de la force maximum développée par phase.

Force maximale développée du biceps brachial (Kg)	Phase sans intervention	Phase de protocole RPG
Moyenne	41,73	45,85
Médiane	42	46
Écart-type	3,59	2,88
Écart-interquartile	5,50	3,25

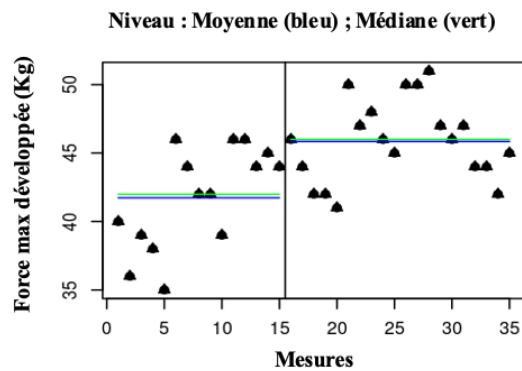


Figure 6 : Sujet 2, évolution de la moyenne et de la médiane de la force maximale développée.

A la lecture du tableau II et de la figure 6, le même phénomène est observé chez le Sujet 2 que chez le Sujet 1. Ainsi, nous remarquons une augmentation de la moyenne ainsi que de la médiane entre les deux phases. La moyenne passant de 41,73 kg pendant la phase sans intervention à 45,85 kg pendant la phase de protocole et la médiane passant de 42 kg pendant la phase sans intervention à 46 kg pendant la phase de protocole.

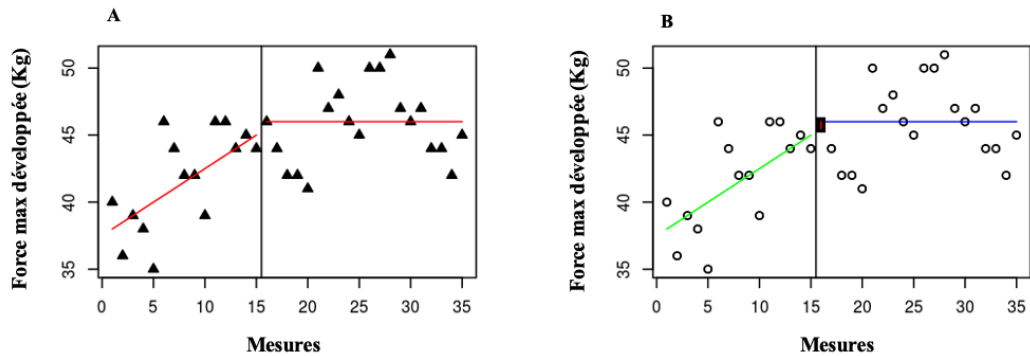


Figure 7 : Sujet 2, courbes de tendance de la force maximale développée.

(A) : meilleur ajustement de la ligne droite ; (B) : effet immédiat

Tout comme montré précédemment, la figure 7 (A et B) nous présente les courbes de tendance de la force maximale. Ainsi, nous remarquons, de manière semblable au Sujet 1, un changement de pente défavorable à la phase d'intervention au moment de la transition entre les deux phases.

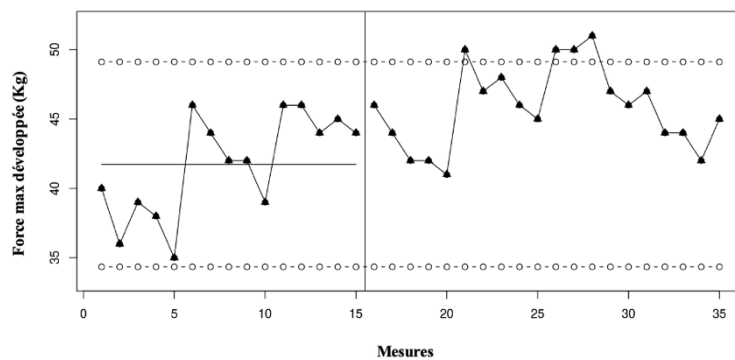


Figure 8 : Sujet 2, enveloppe de projection de médiane.

Dans le graphique présenté à la figure 8, nous pouvons remarquer que quatre valeurs se trouvent en dehors de l'enveloppe de projection de médiane, dont trois consécutives.

Une analyse statistique reprenant les mêmes conditions que pour le Sujet 1 peut ensuite être réalisée. Ainsi, pour le Sujet 2, nous retrouvons un NAP = 80%, un Tau-U = 0,24 et une valeur de $p = 0,05$.

3.2.3. Résultats du Sujet 3

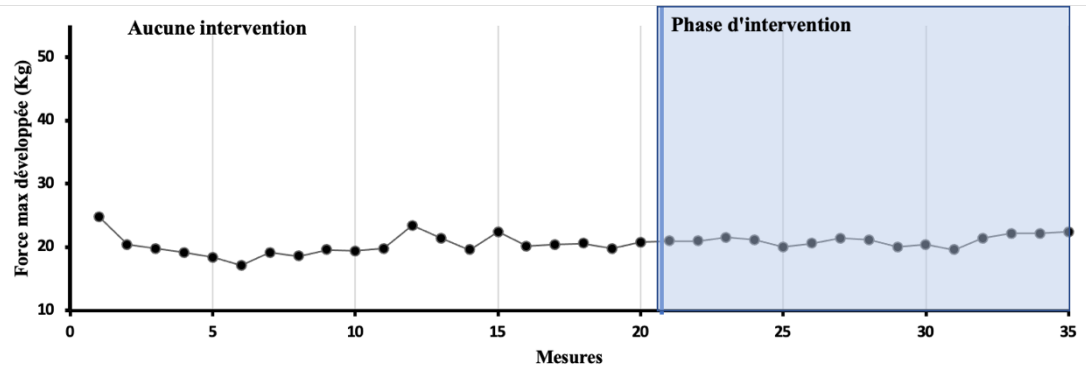


Figure 9 : Sujet 3, mesure de la force maximale du biceps brachial. Le repère vertical bleu représente le début de la phase d'intervention. Cinq mesures correspondent à une semaine.

A contrario des précédents sujets, la figure 9 ne montre pas de réelles évolutions entre les deux phases. En effet, dans la phase sans intervention, un pique a été noté à 24,8 kg, tandis que pendant la phase d'intervention, la valeur maximale obtenue a été de 22,4 kg. Il est possible de noter cependant une légère amélioration de la constance durant la phase d'intervention.

Tableau III : Sujet 3, évolution de la force maximum développée par phase.

Force maximale développée du biceps brachial (Kg)	Phase sans intervention	Phase de protocole RPG
Moyenne	20,20	21
Médiane	20	21
Écart-type	1,69	0,73
Écart-interquartile	2	1

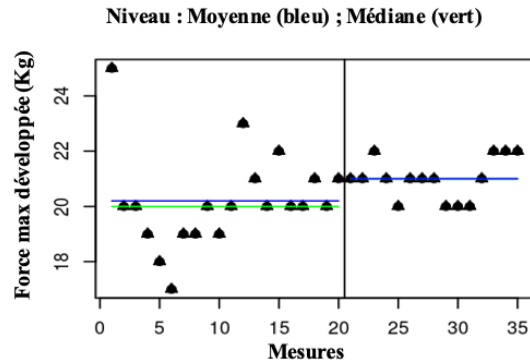


Figure 10 : Sujet 3, évolution de la moyenne et de la médiane de la force maximale développée.

A l'aide du tableau III et de la figure 6, nous pouvons remarquer une légère augmentation de la moyenne et de la médiane. Ainsi, la moyenne passe de 20,20 kg dans la phase sans intervention à 21 kg dans la phase d'intervention. Il en est de même pour la médiane, passant de 20 kg en phase initiale à 21 kg en phase de protocole.

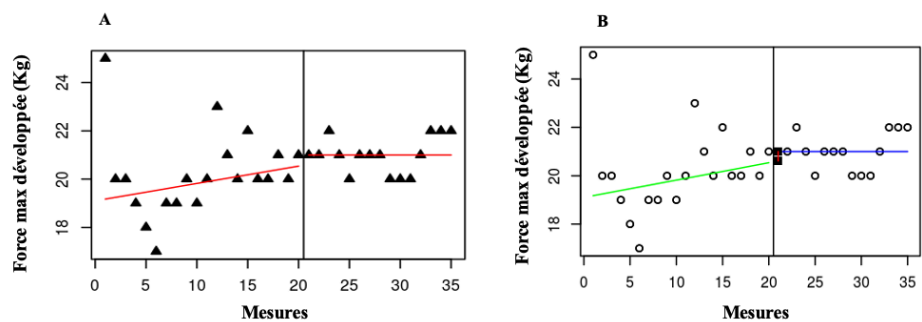


Figure 11 : Sujet 3, courbes de tendance de la force maximale développée.

(A) : meilleur ajustement de la ligne droite ; (B) : effet immédiat

La figure 11, montrant les courbes de tendance de la force maximale, nous permet de constater qu'une certaine phase de plateau se retrouve au niveau de la phase d'intervention (Fig. 11 A). De plus, nous remarquons un effet immédiat minime, pouvant ici être négligé (Fig. 11 B).

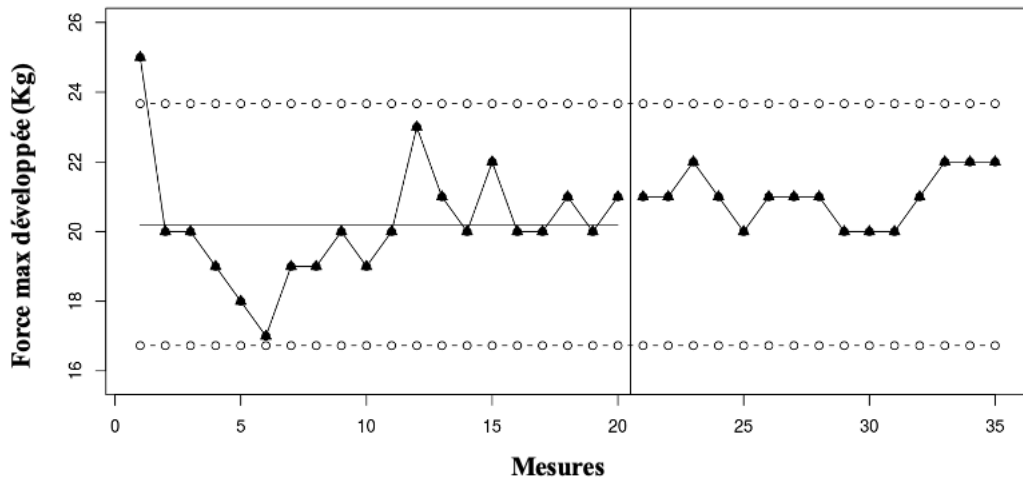


Figure 12 : Sujet 3, enveloppe de projection de médiane.

À la différence des sujets 1 et 2, nous remarquons qu'aucune valeur de la phase d'intervention se trouve en dehors de l'enveloppe de projection. La seule valeur s'y trouvant correspond à la première mesure effectuée en phase initiale.

Pour l'analyse statistique, nous retrouvons pour le Sujet 3 un NAP = 73 %, un Tau-U = 0,28 et une valeur de $p = 0,04$.

3.2.4. Résultats du Sujet 4

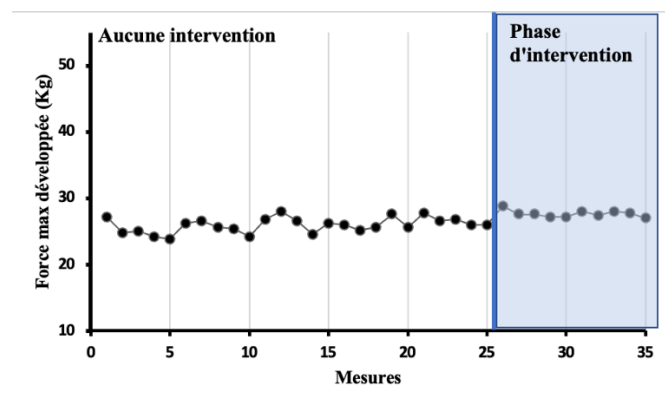


Figure 13 : Sujet 4, mesure de la force maximale du biceps brachial. Le repère vertical bleu représente le début de la phase d'intervention. Cinq mesures correspondent à une semaine.

Tout comme les résultats du Sujet 3, la figure 13 ne montre pas de nette amélioration de la force maximale après la phase d'intervention. En effet, nous retrouvons un pique de force à 28 kg dans la phase initiale, tandis que le pique de la phase d'intervention se situe à 29 kg. Nous pouvons cependant noter une amélioration de la constance pendant la phase d'intervention, semblable à celle du Sujet 3.

Tableau IV : Sujet 4, évolution de la force maximum développée par phase.

Force maximale développée du biceps brachial (Kg)	Phase sans intervention	Phase de protocole RPG
Moyenne	26,04	27,7
Médiane	26	28
Écart-type	1,17	0,66
Écart-interquartile	2	1

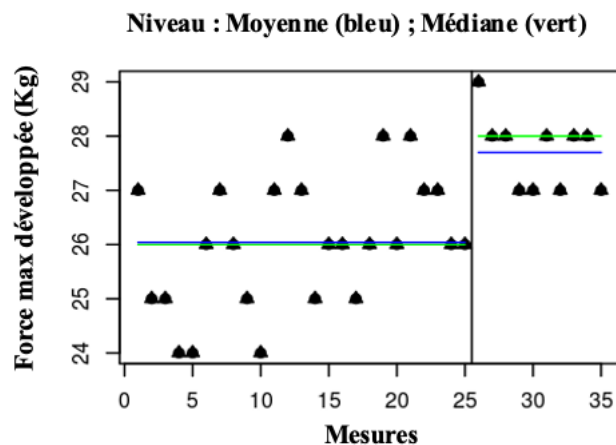


Figure 14 : Sujet 4, évolution de la moyenne et de la médiane de la force maximale développée.

Au vu des résultats mis en évidence par le tableau IV et la figure 14, nous pouvons remarquer une légère augmentation de la force musculaire. En effet, la moyenne en phase initiale est de 26,04 kg tandis que la moyenne en phase d'intervention est de 27,7 kg. Il en est de même pour la médiane, qui passe de 26 kg à 28 kg.

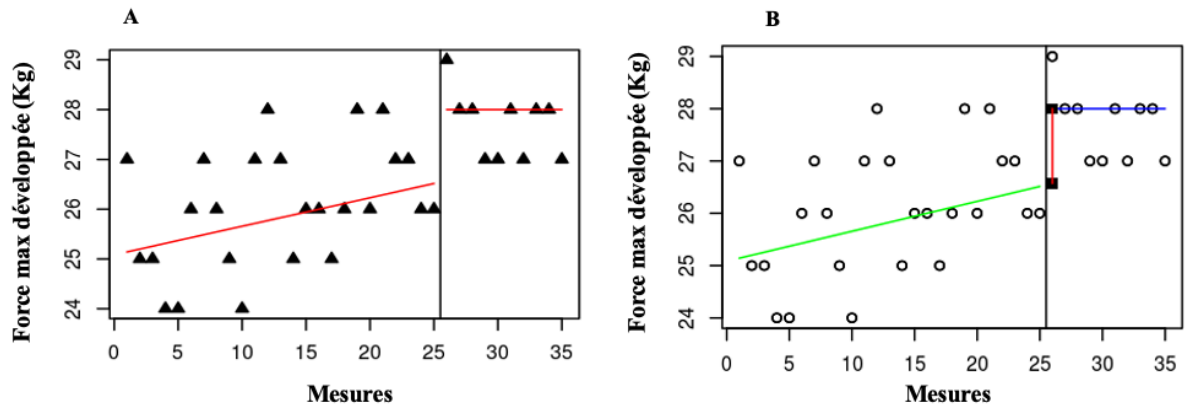


Figure 15 : Sujet 4, courbes de tendance de la force maximale développée.

(A) : meilleur ajustement de la ligne droite ; (B) : effet immédiat

De manière semblable au Sujet 3, nous pouvons retrouver une phase de plateau à la suite de la phase d'intervention (Fig. 15 A). De plus, la figure 15 B semble montrer un effet immédiat de la phase d'intervention.

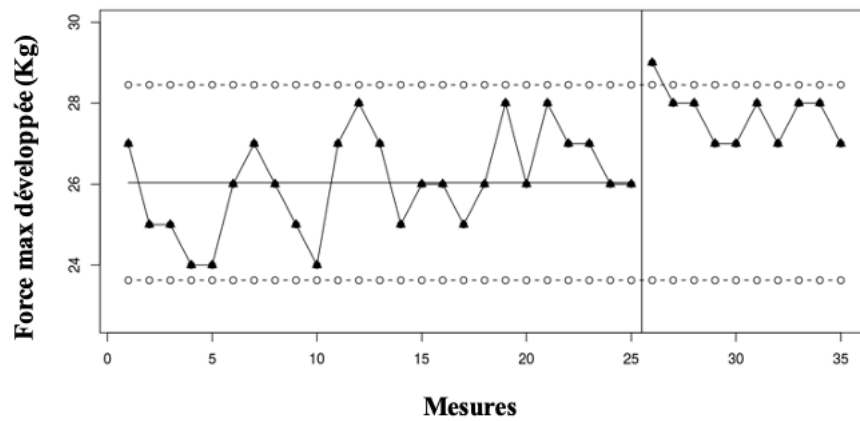


Figure 16 : Sujet 4, enveloppe de projection de médiane.

Sur ce graphique, nous pouvons remarquer qu'une seule valeur de la phase d'intervention se trouve en dehors de l'enveloppe de projection.

Pour ce qui est de l'analyse statistique, nous retrouvons pour le Sujet 4 un NAP = 87 %, un Tau-U = 0,29 et une valeur de $p = 0,07$.

3.3. Résultats de la stabilité des contractions isométriques

Afin de ne pas inonder le document de tableaux de valeurs, toutes les données brutes utilisées sont disponibles en ANNEXE VI. De plus, pour permettre une exploitation simplifiée des données, la première seconde de contraction n'a pas été prise en compte, considérée comme étant « *la phase de montée* » et pouvant ainsi biaiser les calculs de l'écart type. Des exemples de courbes obtenues à l'aide du logiciel *Powr-link®* sont aussi disponibles en ANNEXE VII.

3.3.1. Résultats Sujet 1

Pour obtenir nos résultats, nous avons donc calculer l'écart type des mesures effectuées lors de la contraction statique du biceps brachial. Nous retrouvons ainsi l'écart type, permettant de mesurer la dispersion des valeurs, lors de la phase initiale et lors de la phase de protocole.

Tableau V : Écart-type en phase initiale et en phase de protocole de la force développée lors des contractions isométriques du biceps brachial chez le Sujet 1.

Force développée pendant la période de contraction isométrique. (Kg)	Phase initiale	Phase de protocole RPG
Écart-type	3,01	2,22

Ainsi, ce tableau nous montre une diminution de l'écart type, passant de 3,01 en phase initiale à 2,22 en phase de protocole, démontrant une potentielle amélioration de la stabilité lors du temps de contraction isométrique du biceps brachial. Cette amélioration peut aussi se noter en comparant les valeurs brutes présentes dans les tableaux (ANNEXE VI).

3.3.2. Résultats Sujet 2

Tableau VI : Écart-type en phase initiale et en phase de protocole de la force développée lors des contractions isométriques du biceps brachial chez le Sujet 2.

Force développée pendant la période de contraction isométrique. (Kg)	Phase initiale	Phase de protocole RPG
Écart-type	2,52	3,42

A contrario du Sujet 1, nous remarquons plutôt une augmentation de l'écart type lors de la phase de protocole (3,42) par rapport à la phase initiale (2,52). Cela traduit donc une diminution de la stabilité de la contraction isométrique. Cette diminution est mise en évidence également de manière visuelle à l'aide des résultats présent en ANNEXE VI.

3.3.3. Résultats Sujet 3

Tableau VII : Écart-type en phase initiale et en phase de protocole de la force développée lors des contractions isométriques du biceps brachial chez le Sujet 3.

Force développée pendant la période de contraction isométrique. (Kg)	Phase initiale	Phase de protocole RPG
Écart-type	2,53	1,66

Chez le Sujet 3, nous remarquons une diminution de l'écart type entre les deux phases, retrouvée aussi chez le Sujet 1. Celle-ci traduit une amélioration de la stabilité de la contraction du biceps brachial, comme il est possible de le voir sur les résultats de l'ANNEXE VI.

3.3.4. Résultats Sujet 4

Tableau VIII : Écart-type en phase initiale et en phase de protocole de la force développée lors des contractions isométriques du biceps brachial chez le Sujet 4.

Force développée pendant la période de contraction isométrique. (Kg)	Phase initiale	Phase de protocole RPG
Écart-type	1,72	1,18

Tout comme les sujets 1 et 3, le Sujet 4 voit son écart-type diminuer entre la phase initiale et la phase de protocole. Celle-ci permet donc de voir une augmentation de la stabilité de contraction, confirmée par les résultats bruts présent en ANNEXE VI.

4. DISCUSSION

4.1. Interprétation des résultats

Les résultats obtenus après introduction de la RPG apportent du poids à l'hypothèse selon laquelle une meilleure stabilité du STP permettrait une augmentation de la force musculaire distale ainsi qu'une meilleure qualité de contraction. Cependant, ces résultats sont à nuancer. Ils varient en fonction du sujet et de la mise en place de la RPG.

4.1.1. Interprétation des bilans

Les bilans initiaux et finaux de chaque participant nous permettent d'analyser l'effet de la RPG sur le STP et ses capteurs. Ainsi, en comparant l'analyse morpho-statique et l'examen podoscopique du début et de la fin de la thérapie, nous ne pouvons révéler de différences notables chez aucun des participants de l'étude. Cependant, il est possible d'objectiver une amélioration des tests intéressant le capteur podal et oculaire. Celle-ci se traduit, au niveau du capteur oculaire, par une amélioration de la convergence sur les tests de poursuite et de saccade

et une précision accrue au test de Romberg. De plus, nous pouvons remarquer une amélioration de la mobilité en rotation de tête chez tous les sujets. En effet, il a été vu que la convergence et la rotation étaient liées (cf. 1.5.3.2. capteur oculaire). Les résultats obtenus corroborent ainsi avec cette affirmation : une amélioration à la fois de la convergence et de la rotation.

Pour le capteur podal, il est possible d'identifier une amélioration sur le test de piétinement. Celui-ci a montré une diminution de la déviation au moment du bilan final comparativement au bilan initial. Nous pouvons penser à une amélioration de l'adaptation et du capteur podal.

Ainsi, malgré un examen morpho-statique et podoscopique sans réelles évolutions, nous notons un effet bénéfique sur les capteurs du STP à travers l'amélioration des tests. Cet effet, au vu des différentes relations que nous avons pu exposer auparavant, permettrait d'agir positivement sur le STP et sur le contrôle postural.

4.1.2. Interprétation des résultats du critère principal

Notre critère principal était la force maximale développée par le biceps brachial lors d'une contraction isométrique d'une durée de six secondes. A l'aide des résultats vus ci-dessus, il est possible d'affirmer qu'une augmentation de celle-ci a eu lieu entre la phase initiale et la phase de protocole pour les quatre participants de l'étude. Nous retrouvons une amélioration de 7,15 kg pour le Sujet 1, de 4,1 kg pour le Sujet 2, de 0,8 kg pour le Sujet 3 et de 1,66 kg pour le Sujet 4.

Au vu des analyses graphiques visuelles et statistiques, nous pouvons décrire l'efficacité du traitement. Ainsi, pour le sujet 1 et 2, l'analyse respective de la figure 4 et 8 montre qu'il y a bien un effet de la thérapie car au moins deux valeurs consécutives se retrouvent en dehors de l'enveloppe de la médiane. Cet effet positif se retrouve aussi avec le score NAP, respectivement de 93% pour le Sujet 1 et de 80% pour le Sujet 2. Ces chiffres montrent ainsi un effet important de la thérapie pour le Sujet 1 et un effet modéré de la thérapie pour le Sujet 2. Ces scores sont à mettre en relation avec la valeur de Tau-U obtenue (0,55 pour le Sujet 1 et 0,24 pour le Sujet 2), permettant d'affirmer l'importance l'effet du protocole. Enfin, la valeur de p, respectivement

de 0,0001 pour le Sujet 1 et de 0,05 pour le Sujet 2, permet de montrer que la taille de l'effet est significative et que l'amélioration de la force musculaire est bien due à la RPG.

A contrario, pour les sujets 3 et 4, l'analyse de la figure 12 et 16 ne montre pas d'effet important de la thérapie car aucune valeur ne se trouve en dehors de l'enveloppe de médiane. Cette analyse graphique reste cependant à nuancer pour le Sujet 3, car l'analyse statistique (NAP = 75% et Tau-U = 0,28) nous montre un effet modéré de la thérapie avec une taille de l'effet significative ($p=0,04$). L'efficacité reste donc à nuancer pour le Sujet 3, l'amélioration de la force musculaire n'étant pas aussi visible que pour les deux premiers sujets. Quant au Sujet 4, la valeur de p étant de 0,07 et donc supérieur à celle fixée ($p \leq 0,05$), la taille de l'effet n'est pas significative et nous ne pouvons pas conclure à un apport bénéfique du protocole de RPG.

Il est intéressant de remarquer que pour chacun des sujets, aucun effet immédiat n'a pu être mis en valeur. Il semblerait donc que la RPG agisse sur le long terme. En effet, nous pouvons remarquer à l'aide des résultats obtenus que plus le temps de thérapie était long, plus la progression était importante. Cette analyse permettrait donc de confirmer l'hypothèse selon laquelle la RPG ne montrerait pas d'effet immédiat sur la force musculaire mais que celui-ci se développerait au long cours.

La RPG semble permettre, sans protocole de renforcement complémentaire, d'améliorer la force musculaire isométrique du biceps brachial. Cependant, n'ayant pas montré d'effet immédiat, la RPG semblerait devoir s'effectuer sur une période longue pour lui permettre d'obtenir des résultats positifs.

4.1.3. Interprétation des résultats du critère secondaire

Notre critère secondaire était la stabilité de la contraction isométrique du biceps brachial sur la période de six secondes. La comparaison de l'écart-type entre les phases de chaque sujet nous a permis de mettre en valeur une diminution de celui-ci pour les sujets 1, 3 et 4. Cependant, nous remarquons une augmentation de l'écart-type pour le Sujet 2. De ce fait, nous pouvons conclure à une diminution de la dispersion des valeurs pendant la phase de thérapie pour les

trois sujets cités ci-dessus. Elle correspondrait à une meilleure qualité de contraction du biceps brachial.

Pour le Sujet 2, nous remarquons une augmentation de l'écart-type, qui pourrait correspondre à une dégradation de la stabilité de contraction du biceps brachial.

Il semblerait donc, au vu des résultats ci-dessus, que la RPG permette une meilleure stabilité de la contraction du biceps brachial en isométrique chez la majorité des participants.

4.2. Limites et intérêts de notre étude

Les résultats de notre étude corroborent avec certaines études précédemment réalisées. La RPG, en s'intéressant à la recalibration des capteurs du STP, semblerait permettre d'obtenir une meilleure posture, et par extension une meilleure stabilité axiale. Or, il a été relevé dans l'étude de Dierijck *et al.* qu'un partage de l'attention existe entre le contrôle postural et une fonction périphérique. Ce partage diminue ainsi l'efficacité des deux tâches lorsqu'elles étaient réalisées en simultané. L'amélioration du contrôle postural permettait de diminuer ce partage d'attention et ainsi d'améliorer la fonction périphérique (11). Les conclusions de notre étude nous permettraient également d'aller dans ce sens et d'émettre l'hypothèse d'un rôle de la stabilité axiale sur la force musculaire périphérique.

Cependant, il est nécessaire de présenter plusieurs limites et biais. Ils semblent importants à analyser pour permettre une meilleure compréhension de certains résultats et apporter certaines corrections pour une prochaine étude.

Tout d'abord, il est intéressant de noter l'hétérogénéité des participants en ce qui concernent leurs activités physiques. En effet, l'un des critères d'inclusions à l'étude fut la pratique sportive au moins deux fois par semaine. Des disparités inter-participants ont pu être recueillies sur la fréquence, l'intensité et le temps des séances d'activités physiques. Cela peut ainsi constituer un biais à notre étude, bien que tous les participants aient respecté les indications de l'étude.

Cette hétérogénéité se retrouve aussi dans l'application de la thérapie. Bien que les exercices aient été effectués par tous avec assiduité, le port des semelles est sujet à discussion. Il a ainsi pu être noté une différence de port des semelles, qui pourrait expliquer certains résultats comme l'augmentation faible de la force chez le Sujet 3 par exemple.

Enfin, le choix d'une population saine peut aussi porter à débat et pourrait expliquer en partie l'absence d'évolution au niveau de l'analyse morpho-statique et de l'examen podoscopique.

Ensuite, le temps de récupération entre chaque prise de mesure est discutable. Dans le cadre d'une mesure de la **Résistance Maximale** (1 RM), il est nécessaire de laisser un temps de récupération compris entre trois et cinq minutes pour obtenir une récupération physiologique (55). Nous avons pris la décision du temps minimal de récupération, soit trois minutes. Il est ainsi légitime de s'interroger sur notre décision et la possibilité d'une variation des résultats obtenus avec un temps de récupération supérieur.

De plus, certains facteurs pouvant influencer la force musculaire ne peuvent être contrôlés. La nutrition en est un. En effet, un équilibre entre les apports et les dépenses énergétiques est nécessaire pour maintenir des performances stables dans le temps. Ce maintien est aussi permis grâce à un apport correct en macronutriments, détaillé dans le **Plan National Nutrition Santé** (PNNS) (57).

Un autre facteur pouvant influencer la force musculaire est le sommeil. En effet, la perturbation de celui-ci agit au niveau de « *l'humeur, de la vigilance et des performances* » (58). Il est nécessaire de différencier plusieurs « *facteurs clés* » (59). Ainsi, le temps, la qualité et la phase de sommeil peuvent tous trois agir de manière néfaste sur l'état de sommeil (59).

Par ailleurs, la RPG est une thérapie au long court. Celle-ci s'effectue généralement sur plusieurs mois pour permettre un recalibrage des capteurs posturaux qui perdurera dans le temps (50). Cela peut en partie expliquer l'absence d'évolution au niveau de l'analyse morpho-statique et de l'examen podoscopique. De ce fait, nous pouvons légitimement nous interroger sur la durée de notre étude. En effet, celle-ci aurait pu se dérouler sur une période plus longue et ainsi permettre une phase de thérapie plus étendue. Le choix a été fait de réaliser l'étude sur une période de six semaines car plus facile à mettre en œuvre.

Ensuite, l'utilisation de la même méthode de mesure tout au long de l'étude dans un but de reproductibilité a pu entraîner un potentiel effet d'habituation. Ce phénomène peut ainsi constituer un biais à notre étude. Il pourrait aussi expliquer la disparité des résultats obtenus entre les deux premières semaines pour chaque participant.

Les mesures, quant à elles, n'ont pas été réalisées en double aveugle. Les participants ont donné leur consentement écrit pour participer à l'étude et savaient donc de quoi il en retournait. Elles ont donc été réalisées par nos soins ainsi que par notre tuteur. Nous certifions cependant avoir réalisé les prises de mesures avec le plus d'objectivité possible pour ne pas biaiser les résultats ni influencer sur les participants.

Nous reconnaissons aussi un biais méthodologique dans notre étude. En effet, notre type d'étude nécessitait une fidélité inter-juge de 20% correspondant à une double cotation. Le choix a été fait de ne pas respecter cette fidélité pour ne pas créer de phénomène de fatigabilité chez les participants qui auraient pu occasionner ainsi un biais au niveau des résultats obtenus.

4.3. Point de vue éthique et déontologique

Pour chaque participant, le recueil du consentement libre et éclairé a été réalisé avant le début de l'étude. De ce fait, il a été stipulé que chaque participant à l'étude était libre de la quitter sans justificatif. Un accord préalable a été demandé pour les prises de photos. L'anonymisation des résultats ainsi que des bilans ont été préservés.

De plus, une demande d'avis à un Comité de Protection de la Personne (CPP) n'a pas été réalisée au vu de la population étudiée. En effet, la thérapie n'étant pas invasive et les sujets des étudiants l'IFMK de Nancy, sains, la réalisation du protocole a été autorisée sans l'avis préalable d'un CPP. Si la population était autre, alors la réalisation de l'étude aurait nécessité l'accord d'un CPP après vérification du dossier.

4.4. Perspective d'approfondissement et ouverture

Actuellement, la RPG est une thérapie méconnue et peu utilisée. En effet, le nombre d'articles présents dans la littérature est faible. Dans son ouvrage, le Dr. Bricot montre l'utilité de cette thérapie sur différentes pathologies concernant le système postural (50). Il pourrait être intéressant d'effectuer des études plus approfondies sur cette thérapie.

Au vu des résultats obtenus, il semblerait intéressant d'ajouter un groupe contrôle à notre étude pour apprécier spécifiquement l'effet de la PRG sur la force musculaire. Ce groupe, ne bénéficiant pas de la thérapie, permettrait potentiellement d'obtenir des données plus probantes.

De plus, la RPG étant une thérapie à long terme, il pourrait être intéressant d'utiliser un protocole sur plusieurs mois afin de mesurer ces effets sur une plus longue période.

Dans notre étude, il a été choisi de prendre une population active pratiquant n'importe quelle activité physique. Afin d'éviter certains biais évoqués précédemment comme l'intensité ou la fréquence d'entraînement notamment, il semblerait intéressant de prendre des mesures sur une population ayant la même pratique sportive.

Enfin, la RPG s'intéresse au STP. De ce fait, elle a une action directe sur les muscles axiaux. Il pourrait donc être intéressant de quantifier son action de la même manière que nous l'avons fait.

Malgré les limites et biais évoqués ci-dessus, notre étude n'en demeure pas moins intéressante. Ce type de thérapie n'est pas commune à la profession de MK. Elle nous permet d'avoir une approche plus globale du patient et pourrait servir de complément lors d'une prise en charge. Ainsi, la RPG semblerait intéressante pour une population sportive, en l'associant aux entraînements afin d'améliorer les performances.

5. Conclusion

Le but de cette étude était d'analyser si la RPG permettait une augmentation de la force musculaire isométrique du biceps brachial sans protocole de renforcement chez une population active.

L'évaluation de la force par le biais d'un SCED et à l'aide d'un capteur dynamométrique a permis de conclure à un effet bénéfique significatif de la RPG sur la force musculaire isométrique du biceps brachial chez trois sujets sur quatre.

L'augmentation de la force musculaire et l'amélioration de la qualité de contraction sembleraient être liées à la RPG. Au vu des résultats obtenus dans notre étude, trois des quatre participants ont eu une amélioration significative.

Bien qu'une amélioration notable ait pu être remarquée, nous nous sommes questionnés sur les limites et biais de notre étude. Nous avons pu ainsi identifier le temps restreint de l'étude et les facteurs extérieurs pouvant influencer la force musculaire. En effet, une durée d'étude plus longue aurait pu permettre d'obtenir des résultats différents de part un plus grand bénéfice de la thérapie. Par ailleurs, le nombre de facteurs extérieurs pouvant influencer la force musculaire ne peuvent pas tous être surveillés, tout du moins à notre échelle. Il pourrait être pertinent de réussir à minimiser leurs impacts pour permettre de connaître l'impact réel de la thérapie utilisée.

Pour conclure, l'étude réalisée nous a semblé intéressante sur plusieurs points. Elle nous a permis de traiter un sujet méconnu qu'est la RPG et dont les références bibliographiques sont très maigres. Bien que notre étude ait montré des effets positifs, nous pensons qu'il serait bénéfique que d'autres études voient le jour. Cela permettrait d'infirmer ou de confirmer ce que nous avons observé et ainsi étoffé les publications à ce sujet.

BIBLIOGRAPHIE

1. McRoberts LB, Black CM, Cloud RM. Evaluation of a Prototype Soft-Structured Thoracic Posture Support Garment. *Cloth Text Res J.* avr 2016;34(2):143-58.
2. Pérennou D. Physiologie et physiopathologie du contrôle postural. *Lett. Méd. Phys. Réadapt.* 2012;28 : 120-132.
3. Erdem EU, Akbaş E. Postural differences between professional soccer players and sedentary population. *Sci Sports.* juin 2019.
4. Viseux FJF. The sensory role of the sole of the foot: Review and update on clinical perspectives. *Neurophysiol Clin.* févr 2020;50(1):55-68.
5. Lamoth CJC, van Heuvelen MJG. Sports activities are reflected in the local stability and regularity of body sway: Older ice-skaters have better postural control than inactive elderly. *Gait Posture.* mars 2012;35(3):489-93.
6. Thalassinos M, Fotiadis G, Arabatzi F, Isableu B, Hatzitaki V. Sport Skill–Specific Expertise Biases Sensory Integration for Spatial Referencing and Postural Control. *J Mot Behav.* 4 juill 2018;50(4):426-35.
7. Gomes MM, Reis JG, Carvalho RL, Tanaka EH, Hyppolito MA, Abreu DCC. Analysis of postural control and muscular performance in young and elderly women in different age groups. *Braz J Phys Ther.* févr 2015;19(1):1-9.
8. Paillard T. Relationship between Muscle Function, Muscle Typology and Postural Performance According to Different Postural Conditions in Young and Older Adults. *Front Physiol.* 15 août 2017;8.
9. Sahli S, Baccouch R, Borji R, Sassi BH, Rebai H. Postural control and neuromuscular responses in young Kung-Fu practitioners. *Sci Sports.* févr 2020.
10. Walaszek R, Sterkowicz S, Chwała W, Sterkowicz-Przybycień K, Burdacka K, Burdacki M. Assessment of body posture with the Moire's photogrammetric method in boys practising judo versus their non-sports-practising peers. *Sci Sports.* juin 2019;34(3):187-94.
11. Dierijck J, Kennefick M, Smirl J, Dalton BH, van Donkelaar P. Attention Is Required to Coordinate Reaching and Postural Stability during Upper Limb Movements Generated While Standing. *J Mot Behav.* 2 janv 2020;52(1):79-88.
12. Lozano-Quijada C, Poveda-Pagán EJ, Segura-Heras JV, Hernández-Sánchez S, Prieto-Castelló MJ. Changes in Postural Sway After a Single Global Postural Reeducation Session in University Students: A Randomized Controlled Trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2017;xx :1-10.

13. Popa CE. Improving the Symptoms of Compensating Hyperlordosis in Female Gymnasts through the Use of Postural Reeducation Programs. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 2014 ;117 : 603-609.
14. Duclos N, Duclos C, Mesure S. Contrôle postural : physiologie, concepts principaux et implications pour la réadaptation. *EMC Kiné.* janv 2017;13(1)..
15. Rousseaux M, Honoré J, Saj A. Body representations and brain damage. *Neurophysiol Clin Neurophysiol.* janv 2014;44(1):59-67.
16. Amblard B, Crémieux J, Marchand AR, Carblanc A. Lateral orientation and stabilization of human stance : static versus dynamic visual cues. *Exp Brain Res.* déc 1985;61(1) :21-37.
17. Takakusaki K. Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control. *J Mov Disord.* 25 janv 2017;10(1):1-17.
18. Souchart P, Meli O, Pompa MN. *Reéducation Posturale Globale.* 1ère édition. Paris. Elsevier Masson ; 2011. 208 pages. ISBN : 9782294712968.
19. Paillard J. *Physiologie : tonus, posture et mouvements.* 3^{ème} édition. Paris : Kayser Ch.;1976.
20. Carini F, Mazzola M, Fici C, Palmeri S, Messina M, Damiani P, et al. Posture and posturology, anatomical and physiological profiles: overview and current state of art. *Acta Biomed.* 2017 ; 88(1) : 11-16.
21. Appiah-Kubi K, Wright W. Vestibular training promotes adaptation of multisensory integration in postural control. *Gait Posture.* sept 2019;73:215-20.
22. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing.* sept 2006;35.
23. Jacobs JV, Horak FB. Cortical control of postural responses. *J Neural Transm.* oct 2007;114(10):1339-48.
24. Massion J. Movement, posture and equilibrium: Interaction and coordination. *Prog Neurobiol.* janv 1992;38(1):35-56.
25. Vascularisation, innervation cutanée et récepteurs à la sensibilité de la peau et de ses annexes. *Ann. Dermatol. Venereol.* 2005 ; 132(11) : 47-48.
26. Bouvier V, Crest M. Les complexes de Merkel: De l'histologie ancienne aux mécanismes moléculaires du toucher. *médecine/sciences.* oct 2014;30(10):828-30.
27. Bricot B. *La Reprogrammation Posturale Globale.* 1ère édition. Montpellier: Sauramps medical; 2009. 248 pages.

28. Johansson RS, Vallbo ÅB. Spatial properties of the population of mechanoreceptive units in the glabrous skin of the human hand. *Brain Res.* févr 1980;184(2):353-66.
29. Lamy J-C. Bases neurophysiologiques de la proprioception. 2006;472 : 15-23.
30. Adstrum S, Hedley G, Schleip R, Stecco C, Yucesoy CA. Defining the fascial system. *J Bodyw Mov Ther.* janv 2017;21(1):173-7.
31. Avila Gonzalez CA, Driscoll M, Schleip R, Wearing S, Jacobson E, Findley T, et al. Frontiers in fascia research. *J Bodyw Mov Ther.* oct 2018;22(4):873-80.
32. Schleip R, Baker A. *Fascia & Sports*. 1ère édition. Avignon: TITA éditions; 2020. 352 pages.
33. Lesondak D. *Le fascia : un nouveau continent à explorer*. 1ère édition. Caen: Ressources Primordiales; 2019. 175 pages.
34. Myers T. *Anatomy trains : les méridiens myofasciaux en thérapie manuelle*. 3ème édition. Paris: Elsevier Masson; 2018. 325 pages
35. Foisy A, Kapoula Z. How Plantar Exteroceptive Efficiency Modulates Postural and Oculomotor Control: Inter-Individual Variability. *Front Hum Neurosci.* mai 2016;10.
36. Kavounoudias A, Roll R, Roll J-P. The plantar sole is a 'dynamometric map' for human balance control: *NeuroReport*. oct 1998;9(14):3247-52.
37. Kavounoudias A, Roll R, Roll J-P. Cutaneous afferents from human plantar sole contribute to body posture awareness. *NeuroReport*. 2002 ; 13(15) : 1957-61.
38. Kavounoudias A, Roll J, Roll R, Gilhodes J. Réponses posturales orientées induites par stimulations. *CNRS*. 2002:1-10.
39. Aimonetti J-M, Roll J-P, Hospod V, Ribot-Ciscar E. Ankle joint movements are encoded by both cutaneous and muscle afferents in humans. *Exp Brain Res.* août 2012;221(2):167-76.
40. Kavounoudias A, Roll R, Roll J. Foot sole and ankle muscle inputs contribute jointly to human erect posture regulation. *J Physiol.* mai 2001;532(3):869-78.
41. Bucci MP, Ajrezo L, Wiener-Vacher S. Oculomotor tasks affect differently postural control in healthy children. *Int J Dev Neurosci.* nov 2015;46(1):1-6.
42. Razuk M, Barela JA, Peyre H, Gerard CL, Bucci MP. Eye movements and postural control in dyslexic children performing different visual tasks. *Plos one.* mai 2018;13(5):1-13.

43. Ajrezo L, Wiener-Vacher S, Bucci MP. Saccades Improve Postural Control: A Developmental Study in Normal Children. *Plos one*. nov 2013;8(11).
44. Thomas NM, Bampouras TM, Donovan T, Dewhurst S. Eye Movements Affect Postural Control in Young and Older Females. *Front Aging Neurosci*. sept 2016 ; 8 : 1-11.
45. Breuil N. Vision, proprioception et orthoptie. *Rev Francoph Orthopt*. avr 2014;7(2):130-3.
46. Roll JP, Roll R. Kinaesthetic and motor effects of extraocular muscle vibration in man. *Eye Movements from Physiology to Cognition*. Elsevier, 1987. p. 57-68.
47. Scharnweber B, Adjami F, Schuster G, Kopp S, Natrup J, Erbe C, et al. Influence of dental occlusion on postural control and plantar pressure distribution. *CRANIO*. nov 2017;35(6):358-66.
48. Michelotti A, Buonocore G, Manzo P, Pellegrino G, Farella M. Dental occlusion and posture: an overview. *Prog Orthod*. mai 2011;12(1):53-8.
49. Tardieu C, Dumitrescu M, Giraudeau A, Blanc J-L, Cheynet F, Borel L. Dental occlusion and postural control in adults. *Neurosci Lett*. janv 2009;450(2):221-4.
50. Bricot B. *La Reprogrammation Posturale Globale*. 2ème édition. Montpellier : Sauramps medical; 2020. 431 pages.
51. Krasny-Pacini A, Evans J. Single-case experimental designs to assess intervention effectiveness in rehabilitation: A practical guide. *Ann Phys Rehabil Med*. mai 2018;61(3):164-79.
52. Tate RL, Perdices M, Rosenkoetter U, Wakim D, Godbee K, Togher L, et al. Revision of a method quality rating scale for single-case experimental designs and *n* -of-1 trials: The 15-item Risk of Bias in *N* -of-1 Trials (RoBiNT) Scale. *Neuropsychol Rehabil*. oct 2013;23(5):619-38.
53. Boudenot A, Jaffre C, Portier H. Comparaison de quatre méthodes d'échauffement sur la performance lors du Wingate test. *Kinésithérapie Rev*. févr 2014;14(146):34-8.
54. Mizuno T, Matsumoto M, Umemura Y. Stretching-Induced Deficit of Maximal Isometric Torque Is Restored Within 10 Minutes. *J Strength Cond Res*. janv 2014;28(1):147-53.
55. de Salles BF, Simão R, Miranda F, da Silva Novaes J, Lemos A, Willardson JM. Rest Interval between Sets in Strength Training: *Sports Med*. sept 2009;39(9):765-77.
56. Présentation du capteur powrlink [en ligne]. [consultée le 15 mars 2021]. Disponible sur : <https://powr.link/fr/#device>

57. Richard R. Nutrition du sportif, apports macronutritionnels en fonction des disciplines. *Nutr Clin Métabolisme*. déc 2014;28(4):272-8.
58. Reilly T, Edwards B. Altered sleep–wake cycles and physical performance in athletes. *Physiol Behav*. févr 2007;90(2-3):274-84.
59. Samuels C. Sleep, Recovery, and Performance: The New Frontier in High-Performance Athletics. *Neurol Clin*. févr 2008;26(1):169-80.

ANNEXES

ANNEXE I : Formulaire de consentement libre et éclairé

ANNEXE II : Bilan initiaux et finaux des participants

ANNEXE III : Dispositif utilisé pour la Reprogrammation Posturale Globale

ANNEXE IV : Position de prise de mesure

ANNEXE V : Résultat de la force maximale développée

ANNEXE VI : Résultat de la force développée lors des répétitions de six secondes

ANNEXE VII : Exemple de courbe obtenue à l'aide du logiciel Powr-link

ANNEXE I : Formulaire de consentement libre et éclairé

Étude de la force musculaire isométrique du biceps brachial
Effet d'une reprogrammation posturale globale sur la force musculaire du biceps brachial

Formulaire d'information

Madame, Monsieur,

La posture est un mécanisme dit automatique impliquant plusieurs afférences sensorielles comme la vue, l'appareil vestibulaire et la proprioception. Elles sont perçues différemment par chaque individu.

Ces informations sont ensuite traitées par le cerveau permettant ainsi un contrôle postural adéquat à chaque action.

Il a été démontré qu'un lien existait entre l'activité physique, la force musculaire et le contrôle postural. En effet, il semblerait que plus une personne est dynamique, meilleur est son contrôle postural.

De plus, l'exécution de tâche couplée aux réponses posturales nécessite une attention partagée.

En tant que masseur-kinésithérapeute, il est intéressant d'observer cette relation entre la tâche et la réponse posturale. La tâche secondaire serait-elle améliorée si la posture était meilleure ?

Afin de pouvoir vérifier la pertinence d'une reprogrammation posturale globale (RPG) pour améliorer la posture et la tâche secondaire, nous vous proposons d'étudier votre force musculaire isométrique du biceps brachial avant, pendant et après le protocole de RPG. Pour cela, il vous est demandé d'effectuer un bilan postural complet pour pouvoir ensuite donner des axes de rééducation.

Ensuite, il vous est demandé d'évaluer votre force musculaire isométrique du biceps brachial. Pour cela, vous devez réaliser des contractions isométriques maximales contre résistance pendant un temps de six secondes. Cela sera répété cinq fois. La durée totale de l'étude est de sept semaines.

Votre participation à cette étude est librement consentie et il vous est possible de la quitter à tout moment sans aucun préjudice pour vous.

Vous n'aurez aucune charge financière à supporter. Les données et informations recueillies resteront strictement confidentielles.

Formulaire de consentement éclairé

Je, soussigné(e), M/Mme/Mlle Né(e) le

- Après avoir reçu oralement et par écrit 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'ai disposé d'un délai de réflexion suffisant avant de prendre ma décision.
- J'accepte librement et volontairement de participer à cette recherche dans les conditions ci-dessus, sachant que je suis libre de refuser sans que cela ait de conséquence sur la qualité de mes soins.
- Je suis conscient que je peux arrêter à tout moment ma participation à cette recherche sans supporter aucune responsabilité.

Je donne mon accord pour participer à cette étude dans les conditions ci-dessous.

- Cet accord ne décharge en rien les organisateurs de l'étude de leur responsabilité
- Toutes les données et informations qui me concernent resteront anonymes.
- Je pourrai à tout moment demander toute information complémentaire aux organisateurs de l'étude.
- J'autorise la prise de photo tout en gardant mon anonymat.







Fait à , le



Signature de l'investigateur

Signature du volontaire précédée de la mention lu et approuvé

ANNEXE II : Bilan initiaux et finaux des participants

Bilans Sujet 1 :

Analyse morpho statique	Bilan initial Sujet 1	Bilan final Sujet 1
	 <p data-bbox="898 794 1055 820">Plan frontal</p>  <p data-bbox="1240 794 1397 820">Plan sagittal</p>  <p data-bbox="1070 1171 1267 1197">Plan horizontal</p>	 <p data-bbox="1491 794 1648 820">Plan frontal</p>  <p data-bbox="1834 794 1991 820">Plan sagittal</p>  <p data-bbox="1637 1230 1856 1256">Plan horizontal</p>

<p>Examen capteur podal</p>	<p>Test de piétinement : Tendance à aller vers l'avant et la gauche avec rotation du corps vers la gauche</p>  <p>Examen podoscopique</p>	<p>Test de piétinement : Tendance à aller vers l'avant</p>  <p>Examen podoscopique</p>
<p>Examen capteur oculaire</p>	<p>Test de Lang : 2/3 avec difficulté à voir les éléments</p> <p>Test de convergence en poursuite : Hypoconvergence de l'œil gauche</p> <p>Test de convergence en saccade : Hypoconvergence de l'œil gauche</p> <p>Cover test : Orthoporie</p> <p>Test de Romberg : Décalage vers la gauche avec diminution de l'écart des doigts</p> <p>Rotation de tête : limitée à gauche</p>	<p>Test de Lang : 3/3, précis et rapide</p> <p>Test de convergence en poursuite : légère hypoconvergence de l'œil gauche</p> <p>Test de convergence en saccade : bonne convergence des deux yeux</p> <p>Cover test : Orthoporie</p> <p>Test de Romberg : Diminution de l'écart des doigts</p> <p>Rotation de tête : Normale</p>

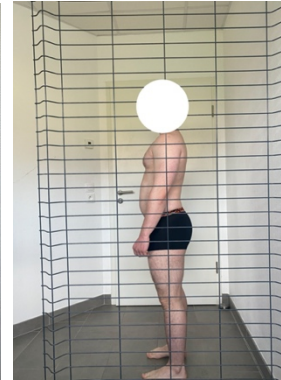
Bilans Sujet 2 :

Analyse morpho statique

Bilan initial Sujet 2



Plan frontal



Plan sagittal



Plan horizontal

Bilan final Sujet 2





Plan frontal



Plan sagittal


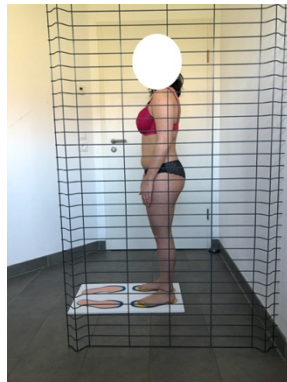






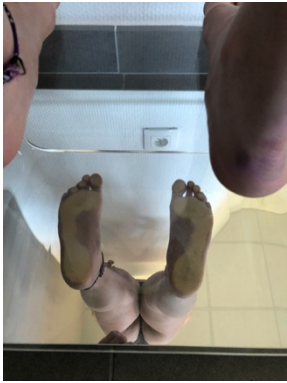

Plan horizontal

<p>Examen capteur podal</p>	<p>Test de piétinement : Décalage vers la droite</p>  <p>Examen podoscopique</p>	<p>Test de piétinement : Reste immobile</p>  <p>Examen podoscopique</p>
<p>Examen capteur oculaire</p>	<p>Test de Lang : 3/3</p> <p>Test de convergence en poursuite : normal</p> <p>Test de convergence en saccade : hypoconvergence de l'œil droit avec fatigabilité</p> <p>Cover test : Orthoporie</p> <p>Test de Romberg : diminution de l'écart avec décalage à gauche</p> <p>Rotation de tête : limitée à droite</p>	<p>Test de Lang : 3/3</p> <p>Test de convergence en poursuite : RAS</p> <p>Test de convergence en saccade : légère hypoconvergence à droite</p> <p>Cover test : orthoporie</p> <p>Test de Romberg : Pas de diminution de l'écart mais tendance à aller vers le bas et la gauche.</p> <p>Rotation de tête : légère limitation à droite</p>

Bilans Sujet 3 :

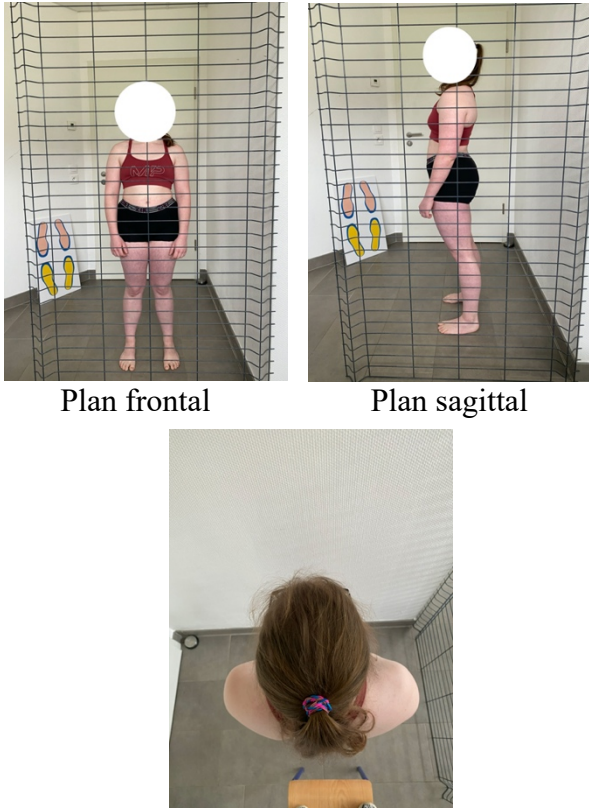
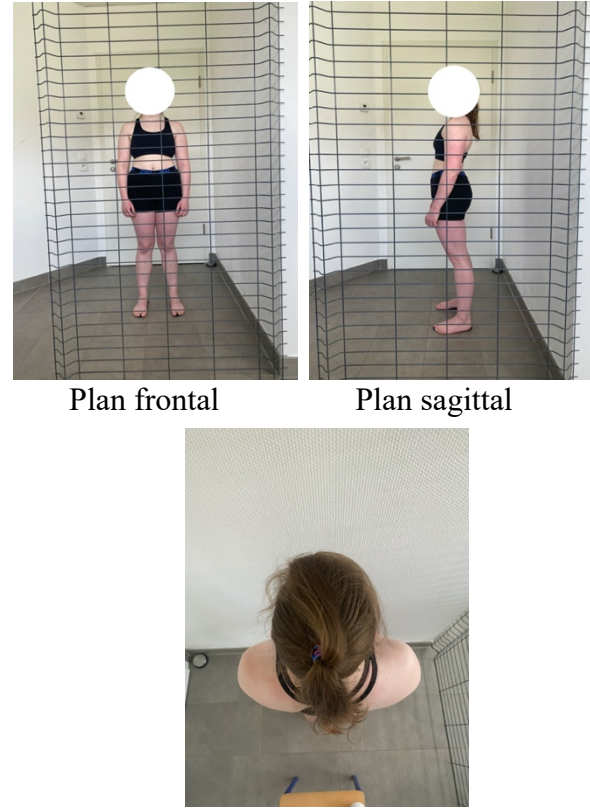
Analyse morpho statique



Bilan initial Sujet 3	Bilan final Sujet 3
 	 
<p>Plan frontal Plan sagittal</p>	<p>Plan frontal Plan sagittal</p>
	
<p>Plan horizontal</p>	<p>Plan horizontal</p>

<p>Examen capteur podal</p>	<p>Test de piétinement : Tendance à aller vers l'avant</p>  <p>Examen podoscopique</p>	<p>Test de piétinement : Immobile</p>  <p>Examen podoscopique</p>
<p>Examen capteur oculaire</p>	<p>Test de Lang I : 3/3</p> <p>Test de convergence en poursuite : hypoconvergence de l'œil gauche</p> <p>Test de convergence en saccade : hypoconvergence de l'œil gauche</p> <p>Cover test : Orthophorie</p> <p>Test de Romberg : décalage vers la gauche avec diminution de l'écart des doigts</p> <p>Rotation de tête : limitée à gauche</p>	<p>Test de Lang I : 3/3</p> <p>Test de convergence en poursuite : Bonne convergence</p> <p>Test de convergence en saccade : Bonne convergence</p> <p>Cover test : Orthophorie</p> <p>Test de Romberg : Aucun décalage</p> <p>Rotation de tête : Aucune limitation</p>

Bilans Sujet 4 :

Analyse morpho statique

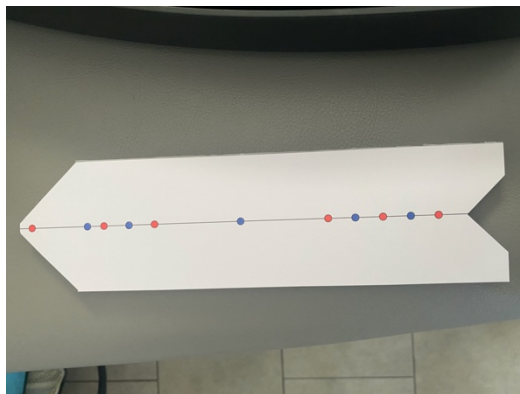
Bilan initial Sujet 4	Bilan final Sujet 4
 <p data-bbox="952 794 1108 826">Plan frontal</p> <p data-bbox="1265 794 1422 826">Plan sagittal</p> <p data-bbox="1093 1225 1294 1257">Plan horizontal</p>	 <p data-bbox="1556 794 1713 826">Plan frontal</p> <p data-bbox="1848 794 2004 826">Plan sagittal</p> <p data-bbox="1720 1225 1921 1257">Plan horizontal</p>

<p align="center">Examen capteur podal</p>	<p>Test de piétinement : Tendance à décaler vers la gauche</p>  <p align="center">Examen podoscopique</p>	<p>Test de piétinement : Légère tendance à la rotation gauche</p>  <p align="center">Examen podoscopique</p>
<p align="center">Examen capteur oculaire</p>	<p align="center">Test de Lang I : 3/3</p> <p>Test de convergence en poursuite : hypoconvergence de l'œil droit</p> <p>Test de convergence en saccade : hypoconvergence de l'œil droit</p> <p align="center">Cover test : Exophorie</p> <p>Test de Romberg : décalage vers la gauche avec augmentation de l'écart des doigts</p> <p align="center">Rotation de tête : limitée à gauche</p>	<p align="center">Test de Lang I : 3/3</p> <p>Test de convergence en poursuite : Bonne convergence</p> <p>Test de convergence en saccade : Bonne convergence</p> <p align="center">Cover test : Orthophorie</p> <p>Test de Romberg : Écart stable + pas de mouvements</p> <p align="center">Rotation de tête : Aucune limitation</p>

ANNEXE III : Dispositif utilisé pour la Reprogrammation Posturale Globale



Semelles de RPG



Plaquette d'exercice pour le capteur oculaire

ANNEXE IV : Position de prise de mesure



ANNEXE V : Résultats de la force maximale développée

Résultats bruts Sujet 1 :

Répétition	Force Max (Kg)
1	34,6
2	29,2
3	29,4
4	29,2
5	31,2
6	36
7	35,6
8	36,8
9	36,6
10	39,4
11	34,2
12	35,4
13	37,2
14	36,6
15	35,4
16	38
17	35,4
18	40
19	39
20	39
21	44,2
22	44
23	43,8
24	42
25	44
26	43
27	42,8
28	42,6
29	43,8
30	45,8
31	40,2
32	40,6
33	41,6
34	41,6
35	41,6

Résultats bruts Sujet 2 :

Répétition	Force Max (Kg)
1	39,8
2	36,2
3	38,6
4	38,4
5	34,6
6	45,8
7	44,4
8	41,8
9	41,8
10	39,4
11	46
12	45,6
13	44,2
14	45,4
15	44
16	45,6
17	43,8
18	41,8
19	42,2
20	40,8
21	49,8
22	47
23	48,4
24	46,2
25	45,2
26	49,6
27	50
28	50,6
29	46,8
30	45,2
31	46,8
32	44,4
33	44
34	42
35	44,6

Résultats bruts Sujet 3 :

Répétition	Force Max (Kg)
1	24,8
2	20,4
3	19,8
4	19,2
5	18,4
6	17,2
7	19,2
8	18,6
9	19,6
10	19,4
11	19,8
12	23,4
13	21,4
14	19,6
15	22,4
16	20,2
17	20,4
18	20,6
19	19,8
20	20,8
21	21
22	21
23	21,6
24	21,2
25	20
26	20,6
27	21,4
28	21,2
29	20
30	20,4
31	19,6
32	21,4
33	22,2
34	22,2
35	22,4

Résultats bruts Sujet 4 :

Répétition	Force Max (Kg)
1	27,2
2	24,8
3	25
4	24,2
5	23,8
6	26,2
7	26,6
8	25,6
9	25,4
10	24,2
11	26,8
12	28
13	26,6
14	24,6
15	26,2
16	26
17	25,2
18	25,6
19	27,6
20	25,6
21	27,8
22	26,6
23	26,8
24	26
25	26
26	28,8
27	27,6
28	27,6
29	27,2
30	27,2
31	28
32	27,4
33	28
34	27,8
35	27

Les cases vertes correspondent aux prises de mesure faites pendant le protocole de RPG

ANNEXE VI : Résultats de la force développée lors des répétitions de six secondes

Résultats Sujet 1 :

Semaine 1 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6					
Force (Kg)	0	4,4	7,2	24	27,8	30,4	32,4	31	31,6	33,8	34	33,8	34,6	33,4	32,6	30,4	29	28,8	29	28,8	28	23,2	7,8	0
	0	17,2	21	20,4	23,8	25	28	27,8	28,2	28,8	28,2	28	27,2	25,6	24,6	26	27,4	28	29,2	28,4	27	22,8	11	0
	0	13	20,2	23	25,4	23,6	25,4	29,4	29,2	27,4	26,6	28,6	30	29	28,4	27,8	26,8	25,6	25,2	19,2	10,4	0		
	0	14,4	21	22,8	23,4	22,2	24,2	28	28,2	28,4	27,6	26,6	28,2	29,2	27,4	27	25,2	25,6	25	22,4	12	0		
	0	21,4	25,8	22,2	21,4	21	21,4	22	23	26	28,8	29,8	30	31,2	28,8	27,6	26,6	26,2	25,2	25,4	23,4	18	0	

Semaine 2 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6					
Force (Kg)	0	19	21	21,2	31	35,2	36	34,6	30,8	29,8	30,4	31	33,4	34,4	33,8	33,2	31,2	30,6	30,4	29	26,2	7	0	
	0	23,6	29	32,2	35,6	34,6	32,8	33,6	33,8	34	33,8	32,6	32,6	34,2	34,8	32,8	32	31,6	30,4	29,8	28,6	11,4	0	
	0	8,8	24,8	28,8	29,4	30	31	35	33	30,4	34,8	36,8	35,4	36,2	33,8	32,6	33,4	34	32	31	29,2	29,6	29,6	0
	0	15,8	24,2	27,2	29	35,2	34,4	30	28,4	30,6	30,8	30,6	30,8	30,8	34,4	36,2	36,6	35,8	34,4	32,8	33,2	34,6	29,8	0
	0	17,6	29,6	31,8	30,4	34,8	36,6	33,6	37,4	37,6	39,4	36,2	37,4	37	34,4	32,6	31,4	32	31,8	33	33,2	32	18	0

Semaine 3 :

Temps (s)	0	1			2			3			4			5			6						
Force (Kg)	0	13	19,6	27,2	29,8	34,2	34,2	32,2	28,4	28,8	31,2	32,4	33	32	32,2	31,2	31	29,4	30,4	22,8	5	0	
	0	24,6	32	35,2	33	32,6	29,8	30,6	32,4	32,4	34,8	35,4	32,6	31,2	32	32,4	33,8	31,2	31,2	17,4	0		
	0	23,4	33,6	36	34,8	34,2	33,2	31,4	31,8	31,4	30,2	29,2	31,4	33	33,2	33,4	34,2	35,6	37,2	29,4	3,4	0	
	0	22	28,2	30	34,2	33,8	32,6	33	35,6	36	34,8	36,6	36,4	35,6	35,6	35	34,2	32,2	32	32,6	14,4	0	
	0	24,4	30,2	33,4	34,8	32,8	31,2	34	35,4	35,4	35,2	33,4	30,6	32,2	33	34,4	35,4	34,2	33	33,8	21,8	12,8	0

Semaine 4 :

Temps (s)	0	1			2			3			4			5			6							
Force (Kg)	0	17,8	26	31,4	34,2	33,8	32,4	35,4	38	37,4	35,6	34,4	34,2	32,6	34	34,2	34,6	34,8	32,8	31,6	21	0		
	0	28	32,6	30,4	30,8	29,8	30,2	27,4	29,6	32,4	33,2	33,4	34,6	33,4	34,6	35,4	35	34,6	34,2	33,6	32,6	15,6	0	
	0	20,4	27,2	31	32,6	35,2	35,4	36,8	38,8	40	38,4	38	36,8	34	31,6	31,6	33,6	33,4	33,4	34	35	33,4	24,4	0
	0	28	32,2	29	31,2	36	38	39	37,8	37,6	37	34,2	35,6	36	34,8	34,4	34,8	36	36,2	36,4	19,8	0		
	0	25,3	32,8	38,2	28,8	29,8	33,2	36,6	38,8	38,6	36,6	38	39	36,2	35,8	35	34,6	34	34,6	36,2	35,8	25	0	

Semaine 5 :

Temps (s)	0	1			2			3			4			5			6						
Force (Kg)	0	29,6	37,8	41,2	39	41,2	42,2	43,4	44,2	43,8	43,4	43	42	41,2	40,4	41,6	41,2	40,4	39,4	40,8	25,4	0	
	0	27,2	36	40,2	39,8	38,6	39,8	40,6	39	40,8	42,2	43	44	43,6	42,8	42,6	41,4	39,4	38,8	40,4	32,8	9,8	0
	0	29,4	35,2	39,8	41,6	43,4	43,8	42,2	41,8	40,8	41,2	40,6	38,8	41,6	42,6	42,8	40,8	40,2	40	39,6	35,8	24,8	0
	0	26,8	35,4	35,4	36,2	37,4	36,8	35,2	37	40,8	42	41	41,2	39,8	40,2	39,8	40,4	40,6	38,4	22,8	0		
	0	24,2	36	39,8	40,2	43	44,4	44,2	43	42,2	40,6	39	38,2	39,4	36,4	39	40,2	41,8	42,4	41	22,2	0	

Semaine 6 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6				
Force (Kg)	0	24,8	36	40,6	43	40	39,2	42	41,4	42,6	41,8	40,6	39,4	38,4	39	38,2	39	38,6	36,2	34,4	17,6	0	
	0	27,2	37,8	40,4	39,8	40,4	42,8	42,4	41	40,6	41,4	39,2	37,2	37,6	35,2	33,8	38,6	38,6	38,6	38,6	37	22,4	0
	0	34,6	41,4	42,2	42,6	36,8	39,2	37,6	37,6	38,8	37,6	38,8	41,4	41,8	40,2	38,6	38,6	35,2	35,6	36,6	25,6	0	
	0	21,2	38,2	42	43,8	43,8	43,2	42	41,2	41,8	41,4	39	38	36,6	36,6	38,4	40	38,6	39,6	40	28	19,2	0
	0	25,4	39,2	42,2	40	41	43,2	44,2	45,8	43,8	44	42,2	40,6	41,4	43	44,2	44,2	44,2	40,8	39,4	37,8	29,4	0

Semaine 7 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6				
Force (Kg)	0	26	33	36,6	36,2	36,8	36	37	37,8	40,2	39	39	37,8	37	37,8	37	38	38,8	37,2	36,2	20,2	0	
	0	25,2	34,4	37,2	39,8	40,2	40,2	36,8	38,8	40,6	40,2	38,8	39,4	37,8	37,4	37	36	35,4	34,2	30,8	13	0	
	0	23,8	31	35,8	40	41,4	40,2	38,4	38,8	40	40	41,6	41,2	39,2	38,8	38,6	38,8	38,6	38,6	36,8	15	0	
	0	26,4	34,2	38	39,6	40,2	40,8	41,6	40,2	37,2	37,4	38,4	39,6	38,4	37,2	35,2	36,6	37,2	41	20	0		
	0	8	34	37,2	38,6	39,8	41	41,6	41	40,4	39,8	40,2	39,2	38,4	37,4	35,2	35,6	37	39	38,8	36,6	18,6	0

Résultats Sujet 2 :

Semaine 1 :

Temps (s)	0	1			2			3			4			5			6						
Force (Kg)	0	26,4	34,4	34	36,2	33	38,2	39,2	37,8	36,6	33	38,2	39,8	38,6	37,2	37,2	36,6	36,8	35	16	0		
	0	27,2	33,4	35,8	33,6	33,8	36,2	35,6	35,2	36,6	34,2	34,2	35,4	35,6	34,4	33,4	35,4	35	35,4	32,4	9,8	0	
	0	29,8	33,8	33,4	34,8	38,4	36,8	33,8	32,2	38,6	38,2	37	37	36,2	34,2	34,2	35,6	36	34,2	33,6	7,4	0	
	0	17,8	33	33,8	35,6	36,4	33	34,6	36,8	35,6	38	38,2	38,4	37,2	35	33	31,6	32,8	35,8	36,4	16,4	0	
	0	20,4	29,8	32,4	33,4	33,4	33,6	34	32,8	32,2	34	34,6	33,2	30,8	32,2	35	32,6	30,4	31	30,8	25,8	17,2	0

Semaine 2 :

Temps (s)	0	1			2			3			4			5			6							
Force (Kg)	0	10,8	27,8	34,4	38,4	40	41	42	43	45,6	45,8	44,6	44,8	44	42,6	44	44,2	43	37	15,6	0			
	0	6,6	35	40,6	42,2	42,8	42,6	41,4	44,4	43	41,2	40,8	43,2	41,4	41,2	42,2	41,2	42,8	42	40,2	15,2	0		
	0	13,8	32,6	36,6	39	39,2	39,8	39,6	38	40,2	41,2	40	38,8	40,8	39,2	38,2	36,6	37,4	37,6	40,4	41,8	37	9,4	0
	0	27,4	33,6	33,8	38,2	39,4	37,4	38,4	39,4	40,8	41,8	40,4	41,2	41,2	41,2	40,2	40	39,2	40	39,8	27,2	7,2	0	
	0	19,4	31,2	34,8	35,6	35,2	37,6	39	39	38	37,4	38,4	38	36,4	37	36,8	35,6	38,8	39,4	37,8	28	7,4	0	

Semaine 3 :

Temps (s)	0	1			2			3			4			5			6							
Force (Kg)	0	17,2	34,2	39,6	41,8	42,2	44,2	45,4	44,2	43,8	43	46	46	45,6	41,8	43,4	44	43,8	44,8	38,8	12,2	0		
	0	6,4	35,4	39,8	36,8	36	39,8	42,4	45,2	41,8	43,2	44,4	45,2	43	41,4	44,8	45,6	43,8	42,8	43,4	44	29,4	15,2	0
	0	21	34	35,6	34,4	37	39	41,8	43,6	44	42	40,8	41,2	39	39	43,4	43,4	42,4	43,8	44,2	38,6	13	0	
	0	18,4	37,2	41,2	38,8	36,2	37,4	42,6	42,4	44,6	45,4	42,4	44,2	42,4	42	45	44	43	43,4	42	40,4	28,8	10,6	0
	0	4	31,2	36,4	41,2	41	42,2	44	44	43,4	43	43,6	38,4	35,6	40	40,8	41	42,8	42,2	42,4	41	28	7	0

Semaine 4 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6					
Force (Kg)	0	19	31,8	32,8	37,2	39,4	41,2	41,8	44,2	43,4	41,6	40	44,4	44,8	43,6	44,4	45,6	45,2	45,4	44	43	39,4	17,4	0
	0	8,4	31,8	35	37,6	38	40,2	41,8	43,6	42,8	41,2	41,2	40	40,6	39,8	41,8	43,8	43	42,2	38,4	31,6	14,8	0	
	0	6,8	29,2	32,6	32	35,4	39,4	40	41,2	39,8	40,4	41,8	41	39	38,6	37,8	37,8	39,4	41,8	40,4	39,8	34,2	12	0
	0	21,6	30,8	35,4	38,4	39	40,2	39,8	40,6	40,8	41,2	40,8	42,2	41,8	41,6	40,4	39,8	38,8	40,8	41,4	39	19,4	0	
	0	11	26,2	27,8	27,4	29	34,4	36	36,6	38,6	38,4	38,8	39	39,2	37,2	37,2	36,4	37,2	39,2	40,4	38,6	34,2	18,6	0

Semaine 5 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6					
Force (Kg)	0	6,2	33,8	42,2	45,6	45,6	47	47,6	48,6	49,2	49	49,8	49,2	48,6	48,4	47,6	48	46,8	40,8	18,4	0			
	0	11,8	23	37	40,6	41,6	42	42,8	42,6	44,2	43,8	46,4	47	46,2	43,6	43,4	43,6	45	44	43	43	42,8	17	0
	0	12	36,4	41,8	44,6	46,4	46,8	47,4	48,4	47,6	46	45	46,4	45,4	46	46	45,4	44,4	43,8	43,2	42	34	13	0
	0	13,4	33,4	39,4	42,4	42,2	41	43	42,8	44	44	44	45,8	46,2	45	44,2	44	42,6	41,4	41	41	38,2	15	0
	0	7	27,6	40,6	45,2	44,2	43	40,4	41	44	44,8	43,8	40,8	40,4	40,8	41,4	41,8	39,8	38,8	41	40,6	29	11,2	0

Semaine 6 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6					
Force (Kg)	0	10,8	21	37,6	44,6	44,2	47	48,4	49,6	48,6	48,6	48	45,4	47,4	48,4	49,2	48,4	47	47	48	48,8	47,6	27	0
	0	17,4	41,2	47,6	50	49	47,8	47,2	49,6	47,8	45,8	47,4	48	48	48	48,2	48,2	47,8	47	48	48,2	27,8	0	
	0	26,2	41,6	45,8	47,2	47,8	49,2	50,6	50	50	48,4	46,4	45,2	48	47	47,8	48,6	49,2	47,8	45,8	42	24,4	0	
	0	15,4	37,6	42	42	41,6	45,6	45,2	45,8	46,8	42,8	43,2	44	45,2	45,6	42,6	44,8	46,2	45,6	45,6	42,2	21,4	0	
	0	30,8	39,8	43	43,6	44,2	41,4	42	44,4	45,2	44,4	43,4	41,4	40,2	43,2	43	42	40,6	39	38,6	28	0		

Semaine 7 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6					
Force (Kg)	0	16,2	32,4	38,8	41,4	45,6	45,8	46,2	46	46,2	46,8	46,6	44,8	45,6	45,6	45,2	44,8	46,8	45,8	42,2	18	0		
	0	10,4	28,6	31,2	31,2	36,4	39	37,4	37	38,2	39	42	44,2	44,4	42,8	42	39,4	41,4	42,4	4	38,6	38,6	20,4	0
	0	8,2	28,8	34	36,8	42,4	44	43,6	43,4	42,8	42,8	43,2	42,8	41,2	40,2	42,2	42,6	42	42,6	41,4	41,2	21,6	0	
	0	8,6	27	31,4	33	35	33	32,4	32,2	32,6	30,4	36	38,8	39,8	38,8	36,8	35,8	34,2	36,4	42	40,4	38	29,8	0
	0	23,6	36,3	41,2	40,4	42,2	42,4	42,2	44,6	44,6	43,8	43	42,6	40,6	42,2	41,6	40,6	40,8	38,8	33,2	17,8	0		

Résultats Sujet 3 :

Semaine 1 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6			
Force (Kg)	0	22,8	23	24,8	24,2	23,8	23,4	22,6	21,2	21,2	21,2	20,4	19,2	17,8	18,8	20,8	18,6	5,6	0			
	0	9	17,6	19,8	18,4	19,2	19,8	19,8	20	20,4	19,6	18,6	17,8	16,8	17	16,6	18	17,6	9,4	0		
	0	8,4	16,6	18,2	19,4	19,8	19,4	19	19	17,6	17,4	17,2	16,8	16,2	15,8	15,6	15,4	14,6	14,8	14,6	7,8	0
	0	10,2	17,2	18,6	19,2	18	16,4	16,4	16,2	15,4	15,4	15,4	16,6	16,2	15,2	16,2	16	15,2	17	4	0	
	0	9,4	15,6	16,6	17	18	18,4	18	17,4	17,6	17	16,8	15,2	13,6	13,8	13,4	13,6	13	13,6	13,2	7,8	0

Semaine 2 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6			
Force (Kg)	0	14	16,6	16,4	17,2	16,6	15,6	15,2	15	15,4	15	14	14,8	15	14,2	13,6	14,4	15,2	5	0		
	0	13,6	17,2	18	18,4	19,2	19,2	18,8	18,6	18,6	19	17,8	17,2	17	16,2	16,6	17	16,4	2,2	0		
	0	12,4	16,8	16,6	18,6	17,6	18	18,2	18	17,2	17,4	18,2	17,8	17,2	16,6	16	15,6	16,2	16	3,2	0	
	0	7	15,2	18	19,6	19,6	19	20	19,4	19,2	18,6	18,2	19	18	17	15,6	16,2	16,6	12,2	2,8	0	
	0	13,6	18	18,8	19	19,2	18,4	18	18,8	19,4	19	18,8	17,8	17,4	17,2	18,2	17,4	16,2	3	0		

Semaine 3 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6				
Force (Kg)	0	12	17,8	19,8	19,2	19,4	19,8	19,4	19,8	18,6	17,8	17,8	17,8	17,2	15,6	15,5	15,4	15,8	15,4	16	17	15,8	0
	0	8,2	19,2	22,4	23,4	23	22,4	22	22	21,6	21,2	19,8	19,8	19	17,8	17,6	16,6	17,4	17	4,6	0		
	0	15,6	20,4	20,8	21,4	21,2	21	20,8	20,4	20,6	21	19,8	19,4	20,4	20,2	19	17,6	17,8	16,8	9,6	0		
	0	11,2	18,2	18,6	19,6	19,4	19,6	18,2	17,6	17,2	18	17,6	17	16,6	17,2	18	18	17,6	12,6	0			
	0	5,2	18,2	20,4	21,6	22,4	21,2	18	18,8	19,4	20	20,8	20,6	19,4	20,2	18,8	17,8	17,8	19,8	2,8	0		

Semaine 4 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6				
Force (Kg)	0	14,4	18,4	19	20,2	19,8	19	19,8	18,8	19,2	19,4	18	17,4	17,2	17,4	16,6	16,2	16,6	16,6	7,6	0		
	0	14,8	18,4	18,2	19,8	20,4	18,8	18,4	18,2	19,6	19,6	18,6	17,8	17	16,6	16,8	17,6	16,6	16,8	15,4	10,8	0	
	0	14	19,4	20,2	19,8	19,8	19,4	19,4	19,8	20,6	20,2	20,4	19	17,4	17,4	18,2	19,2	18,4	16	16,4	4,4	0	
	0	18,4	19,8	19,6	19,2	19,2	18,8	18,2	18,2	17,6	18,2	16,6	15,4	16,4	16,8	16,4	15,4	15,6	15	8,6	0		
	0	13,8	20,8	19,6	18	18,6	19,4	20	19,2	19	17,8	16,6	16,8	16,6	17,4	17	17	16,8	15,2	14,4	14,6	13,6	0

Semaine 5 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6				
Force (Kg)	0	17,2	20,2	21	20,2	19,8	19,2	19	19	18,6	18,4	17,6	18,2	18,2	17,8	18,2	18,2	17,8	9	0			
	0	11,8	19	20,4	21	20,8	20,4	20,6	19,8	20,2	20,8	20,4	20	18,6	17,8	16,6	15,6	15,6	16,2	17,6	14,6	4,6	0
	0	9,4	17,8	20,2	21,6	21,2	21,4	20,8	20,6	20	20,6	19,2	19	17,4	18,6	19,4	19,2	19,6	16,4	4,4	0		
	0	10,8	19,4	20,4	19,6	19,6	19,6	20,6	21,2	20,6	19,8	18,6	19	18,4	18,2	16,8	17,4	16,2	17	18,4	5,6	0	
	0	13	19	20	19,8	19,4	19,6	19,4	20	19,6	18,2	17,2	17	16,2	17,4	17,2	17	17,8	18,8	19,4	15,4	0	

Semaine 6 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6			
Force (Kg)	0	7	17,2	18,6	18,6	19,8	20,6	20,4	20	19	18,4	18,6	18,2	18,8	19	17,4	17,4	16,2	14,6	0		
	0	17,2	20,2	21,4	21	20,4	18,6	18,6	18,2	19,2	18,6	17,8	18,2	17,8	16,8	16,4	17,6	18,8	14,4	0		
	0	17	20,2	21,2	19,2	18,8	19,4	19,6	19,4	20,2	19	19	19,6	20	19	17,6	18,2	18,2	18,2	11	0	
	0	17,2	19,2	19,2	18,4	19,6	20	19,6	18,6	17,4	16,2	16,6	17,2	17,8	16,6	15,8	17,2	17,4	18,2	2,6	0	
	0	17,8	18,6	19,8	20	18,6	20,4	20,4	20,4	20	18,8	18,8	18,2	17,2	17,8	16,6	17,8	14,8	16,6	3,6	0	

Semaine 7 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6		
Force (Kg)	0	9,2	16,8	18	18,4	17,4	18	18,6	19	19,2	19,6	19,4	18,2	18	17,6	17,4	17,4	17,8	17,8	0	
	0	6,8	18,4	19,8	20,4	20,8	21	21,4	21	20,8	20,8	21,2	20,4	20	19,6	19,4	18,6	17,2	16,8	6	0
	0	7,4	18,8	21,4	21,6	22	22,2	21	20	19,8	19	18,4	19,6	20,2	18	17,8	17,2	15,2	15,2	13,4	0
	0	14,6	19,6	20,6	22,2	21,8	20,8	20,2	19,2	19	17,8	18,2	18,6	19,2	18,4	18,6	19,2	18,2	19	15,8	0
	0	18	21	22	22,4	21,2	20,8	20,6	21	20,2	19,6	18,8	18,6	19	18,8	17,4	17	16	17,8	8,4	0

Résultats Sujet 4 :

Semaine 1 :

Temps (s)	0	1			2			3			4			5			6					
Force (Kg)	0	9,6	16,8	22,4	24,4	25	25,8	26,2	26,4	27,2	27,2	26,8	26	24,4	23,8	23	22,4	24	25,2	23,4	8,6	0
	0	11	20,2	22,6	23	23,4	24	24,4	24,4	23,6	23,2	24,2	24,6	24,8	24,4	24,6	24,2	24,2	17,2	3,4	0	
	0	6,2	19,8	22,6	23,6	24,6	24,8	24,6	24,4	24,2	24,4	24,4	24,8	25	23,4	23,4	22,6	22,8	13,8	3,2	0	
	0	6,8	19	21,6	22,8	23,6	23,6	23,2	24	24	23,8	24	24,2	24	23,4	23,4	23,2	22,6	22,2	5,4	0	
	0	16,2	19,8	21,2	21,8	22	22,6	22,2	21,6	21,6	22,2	22	23,4	23,8	23,8	22,4	22,6	22,8	22,2	17,4	3	0

Semaine 2 :

Temps (s)	0	1			2			3			4			5			6					
Force (Kg)	0	19,8	23,6	24,8	26,2	26,2	25,6	25,4	24,6	25,4	24,8	24,4	25,2	25,2	24,4	24,2	24,2	23,4	24	8,2	0	
	0	19,2	24	24,4	26	25,8	26	26	26,6	26	25	24,8	24,6	23,4	23	22,2	22,6	23,2	7,8	0		
	0	18,8	24	24,8	24,2	25,4	25,6	25,4	25,6	25,4	25,2	25,2	25,2	24,2	24,8	25,4	24,6	24	23,8	15,2	0	
	0	14	21,8	24,2	25,2	25,4	25,4	25,4	25,2	25,4	24,6	24,2	23,4	22,6	22,8	23,2	24,2	23,2	15,6	0		
	0	9,8	21,6	23,8	24,2	23,4	23,6	23,8	24,2	23,4	22,4	22,4	22,2	22	23,4	24	23,8	23,4	23	22,4	19,8	0

Semaine 3 :

Temps (s)	0	1			2			3			4			5			6						
Force (Kg)	0	17,6	24,6	26,8	26,6	25,2	24,4	23,4	24,2	24,8	24,6	24	24,6	24,4	23,8	23,6	23,6	23,6	24,6	14,6	0		
	0	21,8	25,4	27	28	28	27,2	27	26	24,6	24,8	24,4	24	24,2	24,6	25,8	24,8	24,2	24,8	23	2,6	0	
	0	19,8	24,2	25,6	25,8	26,2	26,2	26,6	25,8	25	24	24,6	25,4	25,8	24	22,2	21	23	23,4	21,6	3,6	0	
	0	17,8	23	23,6	24,2	24,6	24,2	24,2	23	22,6	22,8	22	22	22,8	22,8	24,2	23,6	22,2	21,8	22,4	22,4	15	0
	0	22,4	25,8	26,2	26,2	22,8	22,4	22,6	23,2	23,8	22	22	23,4	24,4	24,8	25	23,8	22,8	23	14,4	0		

Semaine 4 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6					
Force (Kg)	0	7	22,2	24,6	25,8	26	25,8	25,4	25,2	25	25,2	24,8	24,2	23,4	23,6	23,8	23	22	22,2	22	4	0		
	0	4,4	22,2	25	24,4	24,8	25,2	25,2	25	24	24	23,2	23,4	24,2	24,6	24,4	24,2	23,8	23,8	23,8	8,2	0		
	0	13,2	23,4	25,4	25,6	25,6	25,2	24,4	24,6	25	23,4	23,2	23	24	24,4	24,4	23,2	22,8	21,8	16,2	0			
	0	9,2	24,8	26,4	26,8	27,6	27,4	26,8	26,6	25	24,6	25,4	25,4	25,6	26	24,8	24	23,2	23,8	24	24,6	20,2	2,8	0
	0	16,4	23,2	24,2	24,4	24,6	25,2	25,6	25,2	24,8	24,4	24	23,2	23,8	23,6	23,2	22,2	22,6	22,8	23,2	22,2	21,8	12	0

Semaine 5 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6				
Force (Kg)	0	22	25,8	27,6	27,8	27,6	26,8	27	26,2	25,2	25	26	25,4	25	26,6	26,6	26	24,6	18,2	0			
	0	15,8	24,6	26,4	26,6	26,4	26,4	26	24,8	24,6	24,6	25,8	25,6	26,2	25,4	24,8	24,4	23,6	23,4	9,4	0		
	0	19,4	25	26,8	26,4	26	25,4	26,6	26,4	25,4	25,2	24,6	23,6	23,8	23,2	23,8	22,4	22,6	23,6	1,8	0		
	0	10,8	21,4	25	25,4	23,8	24,2	26	25	23,8	22,8	22,6	21,8	21,4	23,2	24,2	22,6	22,6	22,2	22,4	8,8	0	
	0	18,4	23,4	25,2	26	26	25,6	24,2	23,8	24,2	23,6	23,8	23,8	23,8	24,4	23	22	21,8	21,6	10	0		

Semaine 6 :

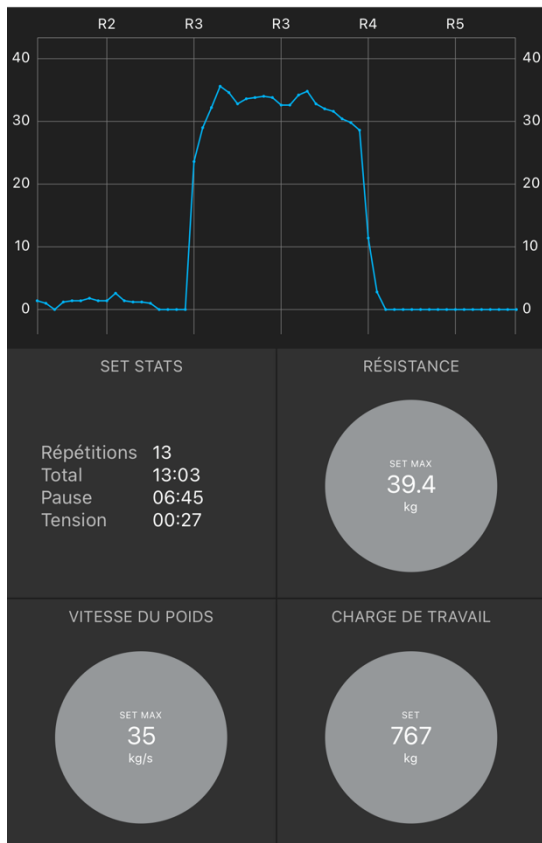
Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6				
Force (Kg)	0	5,4	24,8	26,8	28	28,4	28,8	28,2	27,6	27,6	26,8	25,4	25,2	26,2	26,6	25,4	24,6	24,6	23,8	23,2	0		
	0	22,6	26,4	27,2	27,4	26,6	26,2	27,6	26,6	25,6	25,2	24,8	25,2	24,2	23,4	22,8	24,2	24,4	22,2	0			
	0	9,8	23,4	25,8	26,2	27	27,6	26,4	26,6	26,8	25,4	25,6	25,4	25,6	26,4	25,4	24,4	24,8	24	11,2	0		
	0	5,4	24	25,6	26,6	27,2	25,6	25,6	26	27,2	26,4	25,2	25,4	24,6	25	25,8	25,2	24,2	24	16,2	0		
	0	20,2	23,6	24,6	25,6	25,6	26,4	26,8	27,2	26	26,2	26,8	26,4	26,2	26,4	25,4	25	25,4	24,6	23,5	2,8	0	

Semaine 7 :

Temps (s)	0			1			2			3			4			5			6				
Force (Kg)	0	8,8	25,2	26,8	28	27,8	27,4	27,2	27	27,6	27,4	27,6	27,2	25,2	25,2	26	24,6	24,8	23,8	4,2	0		
	0	5,8	23,4	25,8	26,6	27,2	25,4	26,2	26,4	26,8	27,4	27,4	27,2	26,4	25,8	26,6	26	25,4	26	25,8	8,6	0	
	0	3,6	23	26,8	27,2	27,4	26,6	28	27,8	27,2	26,6	26	26,8	26,6	25,4	25,6	24,8	24,8	25,2	26,4	6,8	0	
	0	2,4	22,2	27,2	27,8	25,4	27,4	27,6	26,6	26	26,2	25,8	26	25,8	24,6	25	24,6	24,2	23,6	25,8	26	8,6	0
	0	6	23	26,6	27	26,8	25,4	26,4	26,6	26,8	25	25,6	26,4	23,8	24	26,2	25,6	25,6	24,6	24,8	21,6	0	

Les cases apparaissant en jaune correspondent à la force maximale développée durant le temps de contraction de six secondes.

ANNEXE VII : Exemple de courbe obtenue à l'aide du logiciel Powr-link



RÉSUMÉ / ABSTRACT

Effet de la reprogrammation posturale globale sur la force musculaire du biceps brachial : un protocole expérimental à cas unique

Introduction : Les différents auteurs s'accordent à dire que la posture est régie par plusieurs facteurs que peuvent être la proprioception et l'extéroception. L'activité physique et la force musculaire permettraient d'améliorer celle-ci ainsi que le contrôle postural. De plus, il existerait un lien entre la posture et les actions du membre supérieur. Cependant, très peu d'études viennent traiter de l'impact de la posture sur la force musculaire. Afin d'améliorer le Système Tonique Postural (STP), le Masseuse-Kinésithérapeute (MK) dispose de plusieurs outils de rééducation. La Reprogrammation Posturale Globale (RPG) peut en faire partie. Ainsi, cette étude a pour objectif d'étudier l'effet de la RPG sur la force musculaire du biceps brachial pour mettre en lien une potentielle relation entre le STP et la force musculaire.

Matériel et méthode : Cette étude a été réalisée à l'aide d'un protocole expérimental à cas unique à ligne de bases multiples incluant quatre participants. La RPG a été introduit à différents moments selon les sujets. Les critères d'inclusion et d'exclusion ont été établis au préalable. Les mesures se sont déroulées sur sept semaines (du 12 février 2021 au 27 mars 2021) avec comme critères d'évaluations la force maximale développée et la stabilité de la contraction.

Résultats : Les mesures obtenues montrent une amélioration significative de la force musculaire chez trois participants sur quatre. Il semblerait ainsi y avoir un lien entre le STP et la force musculaire développée.

Conclusion : Des biais sont à prendre en compte et certaines améliorations pourraient être effectuées. A ce jour, très peu d'études traitent de la RPG et de ses effets. Il semblerait intéressant de réaliser d'autres études pour confirmer ou infirmer nos hypothèses.

Mots clés : Force musculaire, posture, Reprogrammation Posturale Globale, système tonique postural.

Effect of global postural reprogramming on biceps's brachial muscle strength: a single-case experimental design

Background : The different authors agree with the fact that posture is regulated by several factors such as proprioception and exteroception. In addition, physical activities and muscular strength would allow improving posture and postural control. In addition, there would be a link between posture and the actions of the upper limb. However, few studies deal with the impact of posture on muscle strength. In order to improve the postural tonic system, physiotherapist has several rehabilitation tools. Global Postural Reprogramming (GPR) can be one of them. Therefore, the aim of this study is to investigate the effect of GPR on the muscle strength of the biceps brachii in order to find a potential relationship between the postural tonic system and muscle strength.

Methods : This study was realized with a single-case experimental design including four participants. GPR was introduced at different times depending on the person. Inclusion and exclusion criteria were established beforehand. Measures were conducted over seven weeks (February 12, 2021 to March 27, 2021) with maximal developed strength and contraction stability as criteria.

Results : The measurements obtained show a significant improvement in muscle strength with three out of four participants. There seems to be a link between the postural tonic system and the muscle strength developed.

Conclusion : Some biases need to be considered and some improvements could be made. At this time, few studies deal with GPR and its effects. It seems interesting to carry out other studies to confirm or refute our hypotheses.

Key words : muscle strength, posture, global postural reprogramming, postural Tonic system.