



**HAL**  
open science

# Impact des données anthropométriques et du niveau d'activité physique sur le score du Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST)

Ugo Lépinet

► **To cite this version:**

Ugo Lépinet. Impact des données anthropométriques et du niveau d'activité physique sur le score du Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST). Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03003574

**HAL Id: dumas-03003574**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03003574>**

Submitted on 13 Nov 2020

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



**Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie**

22, Avenue Camille Desmoulins

29238 Brest CEDEX 3

**Impact des données anthropométriques  
et du niveau d'activité physique sur le  
score du Closed Kinetic Chain Upper  
Extremity Stability Test**

LÉPINET Ugo

En vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur Kinésithérapeute

Promotion 2016-2020

Session « Mai 2020 »

## *Remerciements*

*Je tiens à témoigner mes plus sincères remerciements :*

*A Marc Beaumont, mon directeur de mémoire pour son soutien, sa clémence et pour avoir accepté de se lancer dans cette recherche malgré les courts délais.*

*A l'équipe de recherche, pour leur bienveillance, leur réactivité et leur professionnalisme.*

*A mes amis, pour la bonne humeur contagieuse.*

*A la FNEK, pour m'avoir fait grandir.*

*A mes proches, pour m'avoir aidé dans les moments soutenus.*

# Sommaire

I - Introduction.....	1
I.1 - Situation d'appel.....	1
I.2 - Présentation du test.....	3
I.3 - Structures anatomiques impliquées dans la stabilisation de l'épaule.....	4
I.4 - Définition des tests cliniques.....	15
I.5 - Propriétés anthropométriques.....	23
I.6 - Activité physique.....	25
I.7 - Comportement sédentaire.....	26
I.8 - Justification de l'étude.....	27
I.9 - Hypothèses, objectifs et critères de jugement de l'étude.....	28
II - Méthodologie.....	30
II.1 - Cadre réglementaire et règles éthiques.....	30
II.2 - Population.....	31
II.3 - Design de l'étude.....	31
II.4 - Description du déroulement de l'étude et des tests.....	31
III - Résultats.....	41
IV - Discussion.....	47
IV.1 - Limites et biais de l'étude.....	54
IV.2 - Ouverture.....	56
IV.3 - Projection professionnelle.....	56
V - Conclusion.....	58

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

# **I - Introduction**

## **I.1 - Situation d'appel**

Lors de ma seconde année d'étude au sein de l'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie, j'ai assisté à un cours qui portait sur la proprioception. Au cours de celui-ci, plusieurs tests fonctionnels ont été présentés afin d'évaluer la proprioception des différentes articulations du corps humain. Pour l'épaule, un large panel de tests a été montré tel que : le test d'appréhension lors du geste d'armé, le test de Lancer de médecine-ball (SMBT), le Upper Quarter Y-Balance test (UQY-BT) et enfin le Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST).

Pour dynamiser le cours, le formateur a invité l'ensemble de la promotion à réaliser les différents tests tout au long du cours. A chaque test, un comparatif des résultats était réalisé. Nous avons alors constaté qu'il existait des variations non-négligeables entre les scores. Lorsque nous regardions les profils des personnes, ces dernières différaient sur plusieurs points. J'ai particulièrement remarqué que cet écart était plus présent lorsque je prenais le score réalisé par une personne de petite taille et le score réalisé par une personne de grande taille. Cette variation m'a posé question car lorsque j'ai regardé le détail de la réalisation du test, aucune adaptation en fonction de la taille n'était faite. Il en était de même lorsque j'ai regardé comment il était possible d'exploiter les données. Seul l'âge de la personne était pris en compte. A la fin de ce cours, le formateur a informé la classe que les articles présents sur ces tests étaient peu nombreux.

A partir de ce moment-là, j'ai commencé à faire des recherches sur le CKCUEST. J'ai interrogé plusieurs bases de données : Cochrane, Pubmed, Pedro. L'objectif était de me faire un premier avis sur l'importance de la recherche entreprise jusqu'ici. A la lecture des différents articles, il s'est avéré qu'une revue systématique de la littérature menée par Tarara et al. avait été réalisée sur le CKCUEST (1). Les conclusions étaient qu'il existait très peu de données dans les bases de recherches scientifiques concernant le CKCUEST et que ces dernières

présentaient une faible qualité, notamment par un manque de puissance des études. Les auteurs de la revue systématique ont conclu que d'autres recherches devaient être entreprises car si Lee et al. ont mis en évidence sa validité pour mesurer la force de préhension maximale et le couple maximal de rotation interne / externe de l'épaule, les preuves de sa capacité discriminatoire restent limitées (2). La mise en place d'un protocole de recherche s'imposait ici.

Pour trouver une question de recherche, je me suis penché sur les discussions des différents articles pour voir quelles pistes de recherche pouvaient être envisagées. Le fait que, les données morphologiques pouvaient potentiellement influencer sur le résultat, revenait souvent (3,4). J'ai donc décidé de me pencher sur l'impact des différentes données sur le résultat. Par la suite, avec mon directeur de mémoire et l'équipe de recherche, j'ai choisi de tenter de répondre à cette problématique :

**« Quel est l'impact des données anthropométriques et du niveau d'activité physique sur le score au CKCUEST ? »**

Pour répondre à cette question, je présenterai ce mémoire sous le modèle IMRaD. En m'appuyant sur la littérature, je présenterai dans l'introduction, le CKCUEST, le complexe de l'épaule, les qualités métrologiques des tests ainsi que les différents tests cliniques. La méthodologie de cette étude de recherche clinique sera ensuite expliquée. Les résultats obtenus seront présentés puis discutés et une conclusion de cette étude sera faite avec des propositions pour d'autres perspectives de recherche.

## I.2 - Présentation du test

Le CKCUEST est un test fonctionnel qui permet d'évaluer la stabilité de l'épaule en chaîne cinétique fermée. Ce test a été validé par une seule étude sur une population unique de jeunes hommes étudiants (5). Plusieurs études ont ensuite montré que la reproductibilité était fiable dans différentes populations et Lee et al. ont validé le fait que le CKCUEST était corrélé à la force de préhension manuelle et au couple maximal de rotation interne / externe de l'épaule. (2)

Le CKCUEST se réalise de la manière suivante. La personne est en position de pompes, le 3ème doigt de chaque main est posé sur une marque. Ces 2 marques servent de repères pour le test et sont espacées de 36 pouces soit 91,44cm. Tout au long du test, les pieds doivent rester serrés et le corps doit rester le plus droit possible telle une planche (Figure 1).



Figure 1 : Position de départ en planche

Le sujet va successivement taper sa main opposée pour réaliser une première touche (étape n°2 sur la Figure 2), revenir à la position initiale (étape n°3 sur la Figure 2) avant de répéter le mouvement du côté opposé pour effectuer une seconde touche (étape n°4 sur la Figure 2).

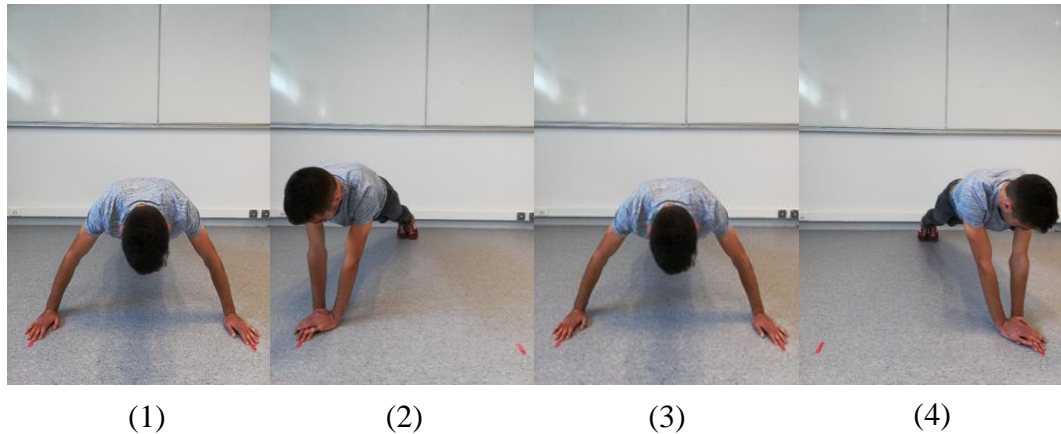


Figure 2 : Réalisation du CKCUEST

L'objectif pour la personne est de répéter un maximum de fois le mouvement dans un délai de 15 secondes. Pendant que le sujet réalise le test, un examinateur est chargé de compter le nombre de touches. Il doit également contrôler la bonne réalisation du test en surveillant le retour à la position initiale par le sujet, c'est-à-dire que le troisième doigt doit revenir dans l'alignement de la marque au sol. Passé ce délai, l'examineur avertit le patient que l'essai est fini. L'examineur reporte alors le nombre de touches comptabilisé. Le sujet a ensuite une période de repos de 45 secondes avant le second essai. Au total, le patient doit réaliser 3 essais avec 2 périodes de repos de 45 secondes. Une fois les 3 essais effectués, une valeur moyenne est calculée. Cette valeur moyenne constitue le score final du CKCUEST (5).

### I.3 - Structures anatomiques impliquées dans la stabilisation de l'épaule

#### I.3.1 - Anatomie de l'épaule

L'épaule est en réalité composée de 5 articulations, ce qui lui vaut l'appellation de complexe articulaire de l'épaule. Il regroupe les articulations gléno-humérale, scapulo-thoracique, acromio-claviculaire, sterno-costoclaviculaire et la bourse séreuse sous acromio-deltaïdienne (Figure 3) (6,7).



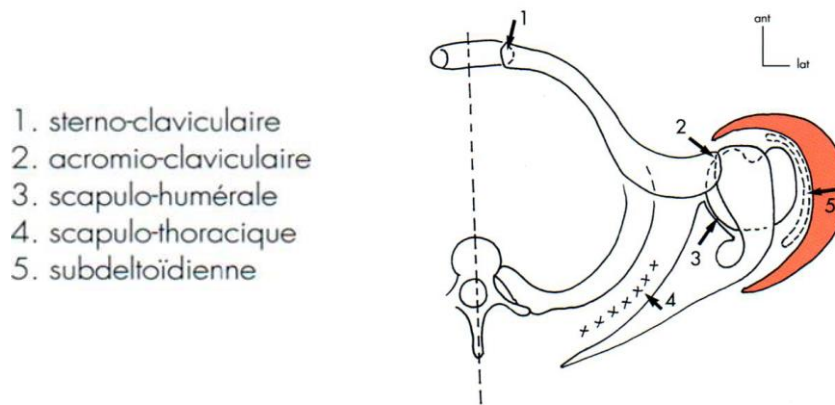


Figure 3 : Complexe articulaire de l'épaule (6).

Articulation scapulo-thoracique :

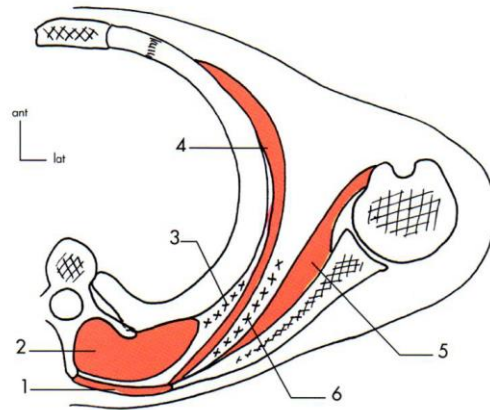
Ce n'est pas une articulation au sens anatomique du terme, mais le fait qu'elle soit dotée de mobilité lui confère ce titre. L'articulation scapulo-thoracique est une syssarcese, dotée d'un double plan de glissement. Les éléments en présence sont les suivants :

- La scapula par sa face antérieure où s'insère le muscle subscapulaire
- La cage thoracique par l'intermédiaire des arcs postérieurs des côtes 1 à 7 et l'ensemble des muscles intercostaux qui s'insèrent entre ces côtes.
- Le muscle dentelé antérieur qui s'insère sur le bord médial de la face antérieure de la scapula et le bord antérieur des côtes 1 à 10. Il délimite ainsi un espace antérieur qui est serrato-thoracique et un postérieur qui scapulo-thoracique. Ces 2 compartiments sont comblés par du tissu graisseux.

Cette articulation est stabilisée et mobilisée par les muscles périarticulaires. Nous retrouvons l'élevateur de la scapula, les rhomboïdes, le dentelé antérieur, le petit pectoral et le trapèze. Ils se regroupent sous le terme de fixateur de la scapula (Figure 4). En effet, il n'y a pas de ligaments qui interviennent dans la stabilisation de cette articulation [6]

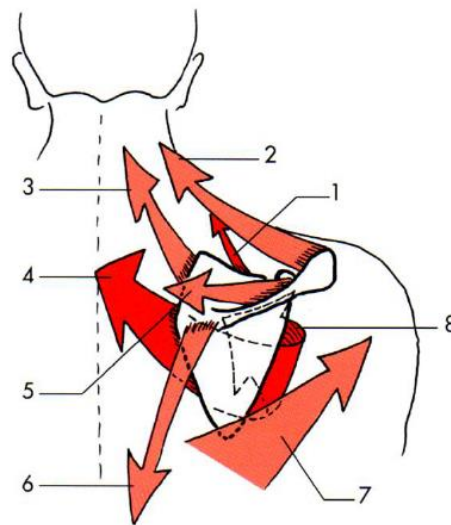
### Articulation scapulo-thoracique.

1. rhomboïde
2. érecteurs du rachis
3. espace serrato-thoracique
4. dentelé antérieur (serratus ant.)
5. subscapulaire
6. espace scapulo-serratique



### Muscles stabilisateurs de la scapulo-thoracique.

1. omo-hyoïdien
2. trapèze sup.
3. élévateur de la scapula
4. rhomboïde
5. trapèze moyen
6. trapèze inf.
7. grand dorsal
8. dentelé ant.



**Figure 4 :** Structures musculaires stabilisatrices de l'articulation scapulo-thoracique (6)

### Articulation sterno-costo-claviculaire :

L'articulation sterno-costo-claviculaire est de type synovial en selle. Elle met en présence les quatre surfaces articulaires suivantes :

- L'extrémité médiale de la clavicule qui se divise en 2 versants : un supérieur qui s'articule avec le manubrium sternal et un inférieur qui s'articule avec le 1<sup>er</sup> cartilage costal
- L'incisure claviculaire du sternum localisée à la partie supérieure du manubrium sternal
- Le 1<sup>er</sup> cartilage costal fait la jonction entre la première côte et le sternum

- Le disque articulaire vient s'insérer entre la clavicule et les autres surfaces précédemment citées. (6,7)

Afin d'unir ces surfaces articulaires, la capsule s'insère autour des surfaces articulaires.

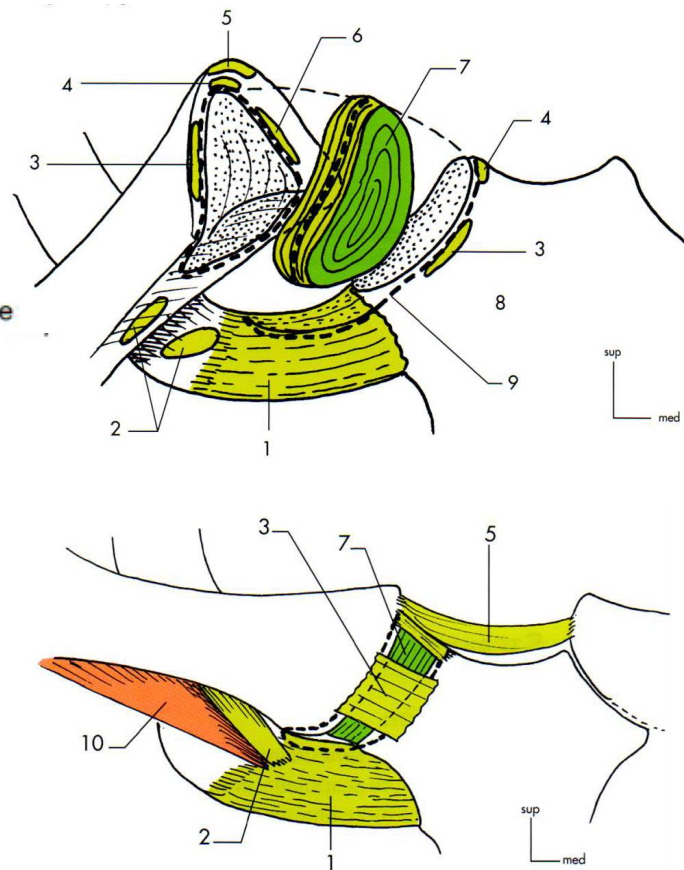
Sur le plan ligamentaire, cette articulation regroupe les quatre ligaments périarticulaires suivants (Figure5) :

- Les ligaments sterno-claviculaires antérieur et postérieur qui s'insèrent en périphérie des surfaces articulaires
- Le ligament jugal (ou interclaviculaire) relie les deux clavicules et s'insère également sur l'incisure jugulaire
- Le ligament supérieur est un épaississement ligamentaire de la capsule, il fait la jonction entre les surfaces articulaires de la clavicule et du sternum en passant au-dessus du disque articulaire
- Le ligament costo-claviculaire est à distance de l'articulation et unit le premier cartilage costal à la face inférieure de la clavicule (6,7)

Au niveau musculaire, différents muscles s'insérant sur la clavicule participent à sa stabilisation. Nous pouvons retrouver le faisceau supérieur du trapèze, le sterno-cléido-mastoïdien, le sterno-hyoïdien, le grand pectoral et surtout le subclavier qui s'insère sur la face inférieure de la clavicule au niveau de sa partie moyenne et à la jonction ostéo-cartilagineuse de la 1<sup>ère</sup> côte et sert de renfort au ligament costo-claviculaire (Figure 5) (6,7).

### Articulation sterno-claviculaire

1. 1<sup>er</sup> cartilage costal
2. ligament costo-claviculaire
3. ligament ant.
4. ligament sup.
5. ligament jugal
6. ligament post.
7. ménisque ou disque artulaire
8. manubrium
9. capsule
10. subclavier



**Figure 5 :** Structures ligamentaires et musculaires de l'articulation sterno-costo-claviculaire (6)

### Articulation acromio-claviculaire :

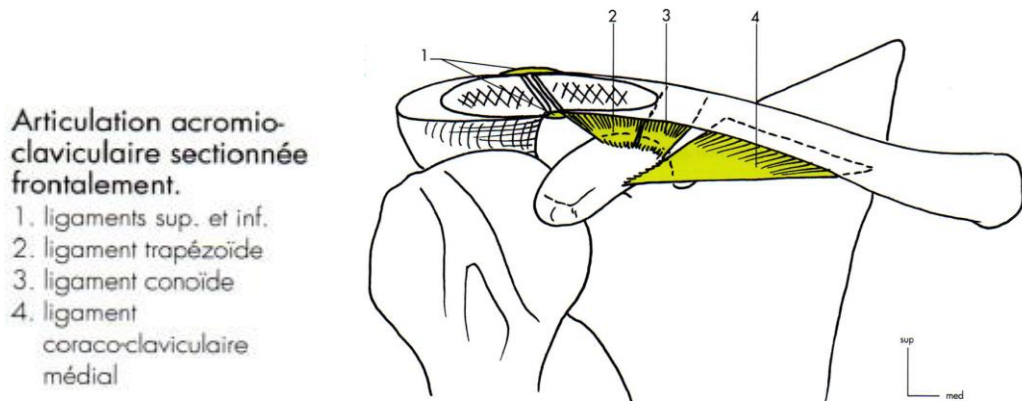
L'articulation acromio-claviculaire est une articulation synoviale plane. Elle met en présence les surfaces articulaires suivantes :

- La clavicle par son extrémité latérale est orientée vers le bas et le dehors
- Le bord médial de l'acromion répond à la surface articulaire de la clavicle et est donc orientée vers le haut et le dedans

Les surfaces articulaires sont réunies par la capsule qui s'insère sur le pourtour des surfaces articulaires précédemment citées.

Au niveau ligamentaire, cette articulation regroupe les différents ligaments suivants (Figure 6) :

- Le ligament acromio-claviculaire correspond à un épaississement de la capsule inférieure et supérieure
- Les ligaments coraco-claviculaires composés des ligaments trapézoïde, conoïde et du coraco-claviculaire médial



**Figure 6 :** Structures ligamentaires de l'articulation acromio-claviculaire (6)

Sur le plan musculaire, les muscles stabilisant l'articulation se composent du faisceau supérieur du trapèze en arrière et du deltoïde en avant qui s'insèrent tous deux de part et d'autre de l'articulation. (6,7)

#### Bourse synoviale sous-acromiale :

La bourse synoviale sous-acromiale est une articulation peu commune mais fait partie du complexe de l'épaule. Elle sépare la face inférieure de l'acromion de la tête humérale et du tendon du supra-épineux. Cette bourse permet le glissement des éléments périarticulaires. (7)

### Articulation gléno-humérale :

L'articulation gléno-humérale est une articulation très mobile de type synoviale sphéroïde et est non concordante, non congruente. Elle met en présence les surfaces articulaires suivantes :

- La glène située au niveau de l'angle supéro-latéral de la scapula est concave et regarde en avant et en dehors
- La tête humérale est un 1/3 de sphère située au niveau supéro-médial de l'humérus et répond à la surface articulaire de la glène, elle est orientée vers l'arrière, le dedans et le haut
- Le labrum est un fibro-cartilage triangulaire où la base s'insère autour de la surface articulaire de la glène (6,7)

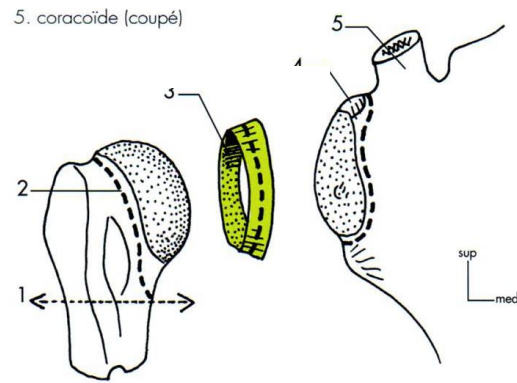
Afin d'unir ces surfaces articulaires, la capsule s'insère autour des surfaces articulaires incluant le labrum et le tubercule supra-glénoïdien.

Sur le plan ligamentaire, cette articulation regroupe les ligaments périarticulaires suivants (Figure 7) :

- Le ligament coraco-huméral composé de deux faisceaux obliques en dehors et en bas, réunit le bord latéral du processus coracoïde au tubercule majeur (faisceau supérieur) et au tubercule mineur (faisceau inférieur) de l'humérus. Il renforce également la partie supérieure de la capsule.
- Le ligament gléno-huméral composé de trois faisceaux renforce la capsule antérieure. Ils s'insèrent au niveau de la glène et du labrum et se terminent :
  - o Au-dessus du tubercule mineur pour le faisceau supérieur et se dirige horizontalement en dehors
  - o Sur le bord médial du tubercule mineur pour le faisceau moyen, il est oblique vers le bas et le dehors
  - o Sur le bord antéro-médial du col chirurgical pour le faisceau inférieur et est légèrement oblique en bas et en dehors
- Le ligament coraco-glénoïdien s'insère au niveau du processus coracoïde et se dirige vers le bas et le dehors jusqu'à la partie supérieure de la capsule
- Le ligament transverse relie transversalement les bords du sillon intertuberculaire de l'humérus (6,7)

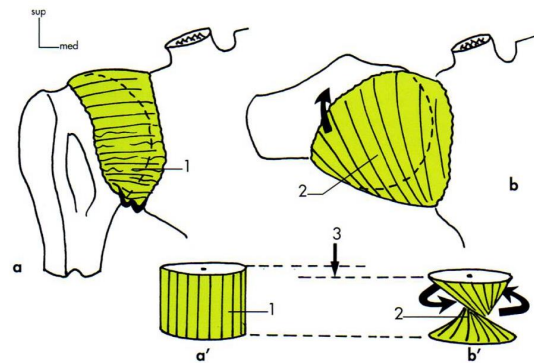
### Insertions capsulaires.

1. col chirurgical
2. col anatomique et capsule
3. labrum
4. tubercule supra-glénoïdien et long biceps
5. coracoïde (coupé)



### Capsule en position de référence (a, a') et en rotation latérale – abduction (b, b').

1. fibres détendues (et freins inférieurs)
2. torsion et tension des fibres
3. effet de serrage articulaire (stabilité)



**Figure 7 :** Structures de stabilisation de l'articulation scapulo-humérale (6)

Au niveau musculaire, différents éléments musculaires s'insérant autour de l'articulation participent à sa stabilisation :

- Le tendon du long biceps s'insérant sur le tubercule supra-glénoïdien et sur le labrum
- Le tendon du supra-épineux en s'insérant sur la face supérieure du tubercule majeur permet de renforcer le ligament coraco-huméral
- Le tendon du subscapulaire qui permet de renforcer le ligament gléno-huméral moyen en s'insérant sur le tubercule mineur
- Les muscles de la coiffe des rotateurs (supra-épineux, infra-épineux, petit rond et subscapulaire) permettent de stabiliser l'articulation (6,7)

### I.3.2 - Biomécanique

La stabilité dans le corps humain est assurée par 2 mécanismes, un mécanisme passif et un mécanisme actif. La stabilisation passive est permise par les surfaces articulaires et les éléments capsulo-ligamentaires, tandis que la stabilisation active est réalisée par le système myo-tendineux qui s'insèrent de part et d'autre de l'articulation. Le degré de sollicitation de chaque mécanisme varie d'une articulation à l'autre. Il change en fonction de la :

- Congruence et concordance des surfaces articulaires
- Densité capsulo-ligamentaire (épaisseur des ligaments, orientation des ligaments, nombre de ligaments...)
- Densité musculaire (localisation des muscles, nombre de muscles, structure musculaire, parcours des muscles...) (8)

Les muscles jouent un rôle de stabilisateur pour l'ensemble des articulations du corps humain, cependant leur importance dans la stabilisation varie en fonction des structures passives présentes. Pour l'épaule, la stabilisation musculaire est particulièrement prédominante car l'articulation est extrêmement mobile et ses surfaces articulaires ne sont pas toutes congruentes et concordantes. Selon l'articulation, il y a une variation des structures anatomiques impliquées :

- Articulation scapulo-thoracique : Sa mobilité dans tous les sens est permise grâce à la graisse dans les 2 compartiments. Nous avons vu que c'était une syssarcese, autrement dit aucune stabilisation passive n'est possible ici. La stabilité de l'articulation est donc entièrement d'origine active. Elle est assurée par le groupe musculaire des fixateurs de la scapula grâce un travail en synergique. Le plaquage contre le grill costal est permis par les co-contractions des rhomboïdes et du dentelé antérieur.
- Articulation sterno-costo-claviculaire : La stabilité passive est considérée faible. Ceci s'explique par des surfaces osseuses qui ne sont ni concordantes ni congruentes couplé à une faiblesse des ligaments périarticulaires malgré le ligament costo-claviculaire situé à distance de l'articulation.



A l'inverse la stabilité active est bonne grâce au muscle subclavier et aux nombreuses insertions musculaires de part et d'autre de l'articulation des muscles sterno-cléido-mastoïdien, sterno-hyoïdien et du grand pectoral.

- Articulation acromio-claviculaire : Seule articulation de l'épaule où l'on retrouve une stabilité passive supérieure à la stabilité active. Si la stabilité passive n'est pas assurée par les surfaces osseuses qui sont une fois de plus ni congruentes ni concordantes, elle l'est grâce aux puissants ligaments trapézoïde, coraco-claviculaire et conoïde.

Concernant la stabilité active, seul le trapèze et le deltoïde ont une action de maintien mais qui reste toutefois très faible.

- Articulation scapulo-humérale : Une fois de plus, la stabilité active prévaut sur la stabilité passive. Les surfaces osseuses ne sont ni concordantes ni congruentes et la capsule ne devient efficace qu'en position d'extrême d'abduction-rotation latérale.

Si le ligament coraco-huméral assure la stabilisation verticale et les ligaments gléno-huméraux la stabilité transversale, un point de faiblesse reste présent entre le ligament gléno-huméral moyen et inférieur. Le labrum est le seul élément passif qui améliore la stabilité en augmentant la congruence de la tête humérale avec la glène (8).

Sur le plan actif, il est possible de diviser en 2 groupes les muscles coaptateurs. Il y a les muscles coaptateurs transversaux et longitudinaux. La coiffe des rotateurs fait partie du groupe des coaptateurs transversaux. Elle assure une grande partie de la stabilisation grâce à sa nappe tendineuse tout autour de la tête. Lors des mouvements, la tête reste centrée grâce à l'activation de ces différents muscles qui s'opposent à la translation de la tête engendrée par les muscles mobilisateurs. Chaque muscle possède un axe de stabilisation préférentiel dans les 3 axes de mouvements de l'épaule, l'importance de leur contraction va donc varier selon les mouvements. La longue portion du biceps est rajoutée aux muscles coaptateurs transversaux car son trajet lui confère un rôle de rappel de la tête humérale dans la glène scapulaire (Figure 8) (9).

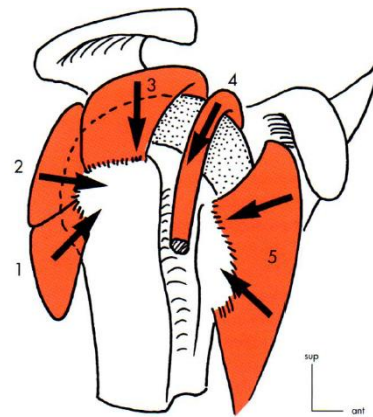
Dans les coaptateurs longitudinaux, nous retrouvons le deltoïde, la longue portion du triceps et le grand pectoral par son faisceau claviculaire. L'action de ces muscles entraîne une élévation de la tête dans la glène et s'oppose donc à la luxation vers le bas. L'importance de leur contraction va également varier selon les mouvements réalisés par l'épaule (9).

L'action du deltoïde ne fait pas consensus entre les auteurs. Pour Kapendji, celui-ci induit une élévation de la tête par rapport à la glène tandis que pour Gagey il exercerait enfin de compte une force orientée vers le bas. Toutefois, ils s'accordent pour dire qu'il intervient au minimum dans les 60° d'élévation. Gagey va plus loin et expose le fait que le deltoïde seul est en mesure de stabiliser la tête humérale et de permettre une élévation d'au moins 60° (9,10).

Pour exemple lors de l'élévation antérieure de l'épaule, il y a une augmentation de l'activité musculaire du supra-épineux et de l'infra-épineux qui viennent s'opposer à la force de translation antérieure engendrée par le deltoïde antérieur et le grand pectoral. L'activité du subscapulaire, du deltoïde postérieur et du grand dorsal sont quant à eux moindre (11).

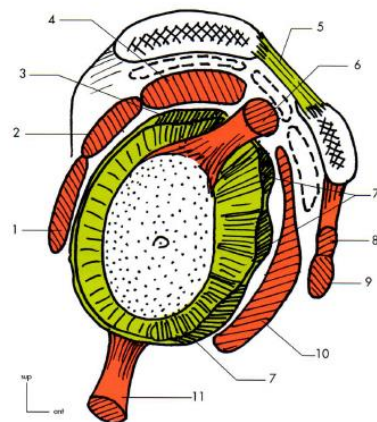
Coupe sagittale par l'interligne scapulo-huméral.

1. petit rond
2. infra-épineux
3. ligament coraco-huméral
4. supra-épineux
5. ligament coraco-acromial
6. tendon du long biceps
7. ligament gléno-huméral
8. court biceps
9. coraco-brachial
10. subscapulaire
11. long triceps



Éléments stabilisateurs actifs.

1. petit rond
2. infra-épineux
3. supra-épineux
4. tendon du long biceps
5. subscapulaire



**Figure 8 :** Eléments de stabilisation active de l'articulation scapulo-humérale (6)

#### I.4 - Définition des tests cliniques

Le processus de raisonnement clinique est un cheminement cognitif réalisé lorsqu'un praticien prend en charge un patient (12). Cette réflexion suit un modèle précis qui est commun à plusieurs professionnels de santé. Il commence par un recueil d'informations grâce à l'observation du patient puis l'anamnèse, ce qui permet d'aboutir à une représentation dynamique de la situation. Celle-ci permet de catégoriser les informations pour décider de l'action à entreprendre. Deux situations se présentent alors :

- Les éléments recueillis ont permis d'avoir une bonne représentation de la situation et des actions d'investigations ne semblent pas utiles pour l'améliorer, une intervention thérapeutique peut être mise en place.
- Les éléments recueillis ne sont pas suffisants pour avoir une représentation de la situation qui permette la mise en place d'une intervention thérapeutique, des actions d'investigations doivent donc être mises en place.

A partir du moment où la partie investigation est déclenchée, les cliniciens ont à leur disposition une multitude d'outils. Ils sélectionnent alors, en se référant aux données recueillies, les outils les plus adaptés pour éclaircir la représentation de la situation. Par exemple, lorsque le problème est de quantifier un déficit musculaire, les thérapeutes vont pouvoir utiliser des tests de performance physique. Ils doivent faire preuve de qualités clinimétriques pour que le clinicien puisse infirmer ou confirmer les hypothèses créés (12).

Pour le Kinésithérapeute, les différentes options d'investigations sont l'examen physique, les tests ou les questionnaires. Il existe une grande variété de tests mais il est fréquent de retrouver des tests communs à différentes articulations pour évaluer par exemple la mobilité articulaire ou la fonction musculaire. En plus de ces tests communs, il est possible de retrouver des tests plus spécifiques à la région concernée (13,14).

#### I.4.1 - Propriétés clinimétriques

La fiabilité et la validité constituent les premières propriétés métrologiques évaluées lors de la création d'un test d'évaluation (Figure 9).

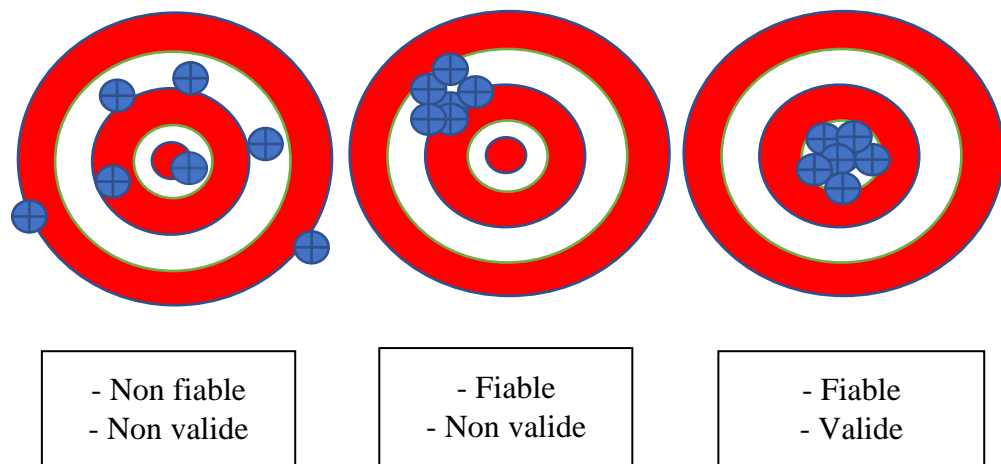


Figure 9 : Différence entre fiabilité et validité (15)

La fiabilité correspond à la capacité d'un test à reproduire les mêmes résultats dans le temps et dans des conditions identiques (16). Deux types de fiabilité existent :

- Fiabilité intra-examineur, elle correspond à la compétence d'un test ou examen à reproduire le même résultat plusieurs fois dans les mêmes conditions par un seul et identique examinateur.
- Fiabilité inter-examineur, elle correspond à la compétence d'un test ou examen à reproduire le même résultat dans les mêmes conditions et ceci peu importe l'examineur qui réalise la mesure.

La validité quant à elle, se subdivise en plusieurs branches. La validité de construit, la validité de contenu et la validité de critère (Figure 10) (14,15).

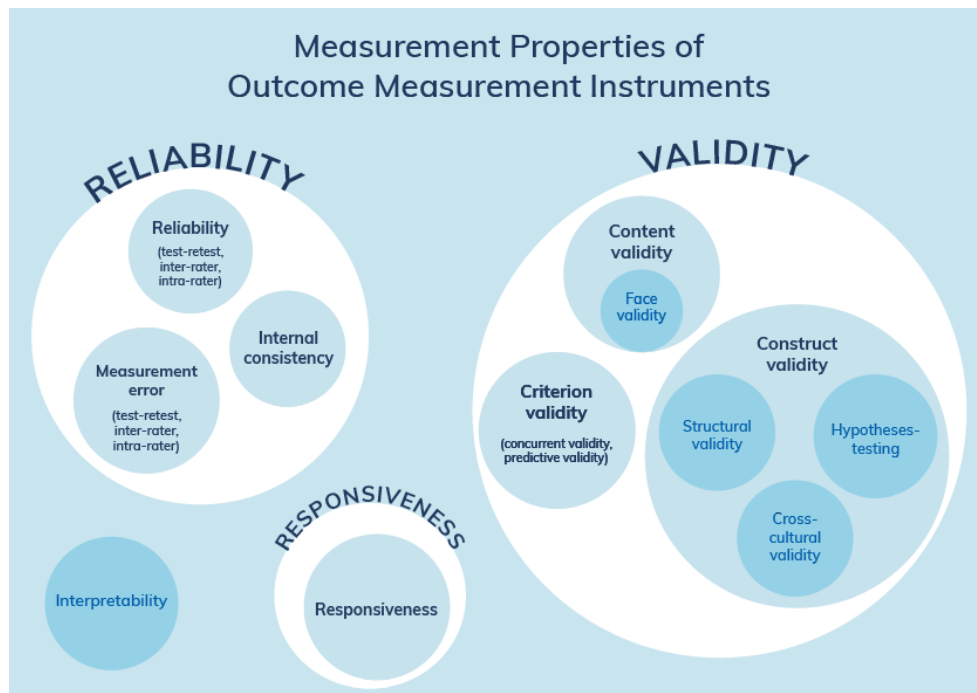


Figure 10 : Propriétés clinimétriques des instruments de mesure (16)

Notre étude porte sur la validité de critère. Celle-ci représente « le degré auquel les scores d'un instrument reflètent de manière adéquate un gold-standard » (15), autrement dit c'est sa capacité à mesurer ce qu'il est censé mesurer. Deux sous-divisions sont faites dans la validité de critère : la validité de critère concourante et la validité de critère prédictive.

La validité de critère concourante compare les résultats du test évalué au gold-standard (15). Elle est composée de plusieurs probabilités. Dans une liste non-exhaustif, il y a (Figure 11) :

- Sensibilité, c'est la probabilité que le test se révèle positive sachant que la personne est malade, autrement dit c'est la capacité à détecter tous les vrais positifs.

$$\text{Sensibilité} = \frac{\text{Nombre de sujets testés positifs qui ont la maladie}}{\text{Nombre total de sujets ayant la maladie}}$$

- Spécificité, c'est la probabilité que le test se révèle négatif sachant que la personne n'est pas malade, autrement dit c'est sa capacité à détecter les vrais négatifs (15).

$$\text{Spécificité} = \frac{\text{Nombre de sujets testés négatifs qui ne sont pas malades}}{\text{Nombre total de sujets n'étant pas malade}}$$

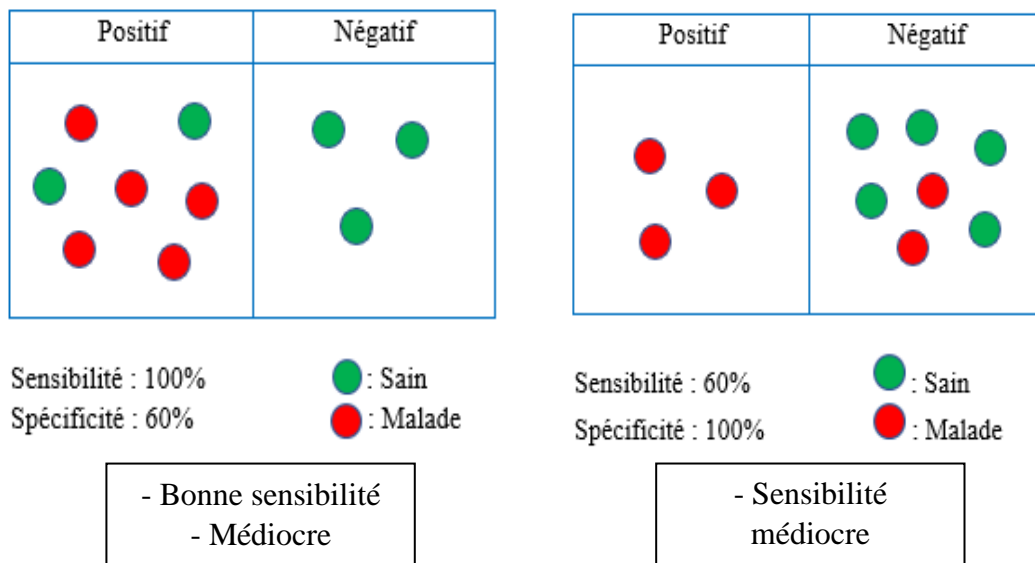


Figure 11 : Représentation de la différence entre sensibilité et spécificité (13)

La validité de critère prédictive évalue la capacité d'un test à prédire d'après le résultat, la survenue ou non d'un événement (15). Pour évaluer ses performances, les patients réalisent le test et leur score est conservé. Ils sont alors suivis dans le temps afin d'observer ou non la survenue de l'événement pour lequel ils ont été testé.

Si la fiabilité et la validité mesurent 2 paramètres différents, ils n'en sont pas moins liés.

La validité dépend de la fiabilité, ce qui n'est pas le cas dans le sens inverse. Un test peut être capable de reproduire le même résultat sans pour autant détecter qu'une personne est pathologique ou saine. Alors que pour être valide, le test a

besoin de détecter chez la personne la présence ou non des troubles et déficits, et de la détecter à chaque fois qu'il est réalisé (13).

Ainsi les thérapeutes devraient utiliser seulement les tests dont les caractéristiques répondent aux exigences. Cependant, comme le dit Joshua Cleland dans la préface de son livre l'examen clinique de l'appareil locomoteur : « les décisions que les thérapeutes prennent pour sélectionner leurs outils d'évaluation « préférés » sont souvent fondées sur la tradition, sur ce qu'ils ont appris durant leur formation initiale plutôt que sur une vraie démarche scientifique. Bien que certaines questions et certains protocoles d'examen puissent être d'une aide incontestable pour établir un diagnostic orthopédique fiable, d'autres peuvent être sans aucune utilité et servent seulement à distraire le patient comme le thérapeute du vrai but. » (13).

#### I.4.2 - Différents tests

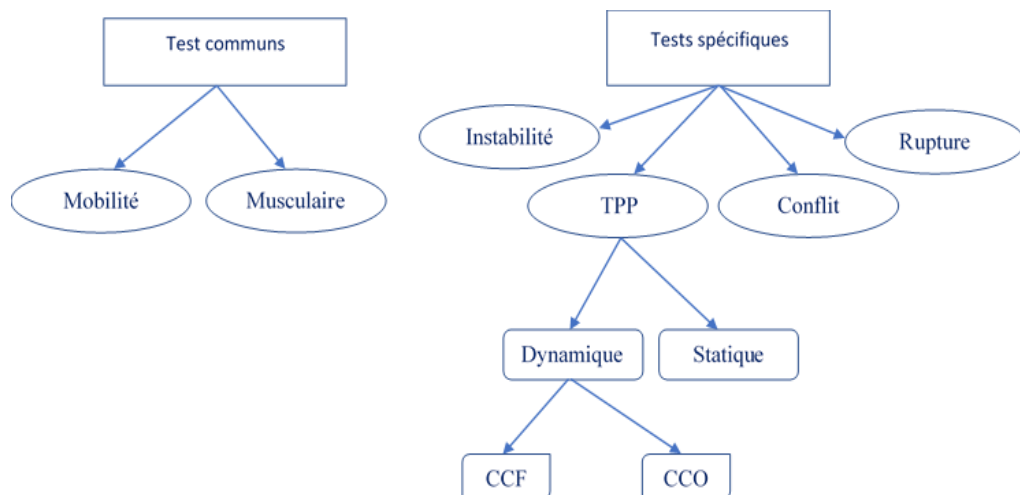


Figure 12 : Organigramme de tests cliniques

Pour le complexe articulaire de l'épaule, les tests spécifiques retrouvés dans la littérature mettent en évidence des instabilités gléno-humérale, des ruptures et conflits de la coiffe des rotateurs ou encore la performance physique des muscles de l'épaule (13).



Les Tests de Performance Physique (TPP) sont des tests qui ont pour objectif d'étudier une composante spécifique d'une activité précise (force, vitesse, endurance, souplesse et coordination). Lors de ces tests, le praticien demande au patient d'effectuer une tâche motrice spécifique à l'activité afin d'évaluer de manière qualitative et/ou quantitative la performance de la personne pour cette tâche. A la fin du test, le thérapeute en retire une représentation de la fonction chez le patient (18).

Dans cette catégorie de tests, une sous-division en 2 catégories est faite sur la base de la tâche demandée au patient. Ces 2 sous-sections sont : les tests de performance physique statiques et les tests de performance physique dynamiques. En effet, lors des TTP dynamiques une succession de mouvements est demandé au patient tandis que ce dernier doit maintenir une position dans les TTP statiques. Les tests statiques sollicitent donc les muscles lors d'une contraction isométrique alors que les tests dynamiques les sollicitent lors de contractions en concentrique et en excentrique. Ces 2 tests n'ont donc pas vocation à étudier les mêmes éléments (Figure 12) (19).

Il existe enfin deux sous-sections concernant les TPP dynamiques : les TPP dynamiques en Chaîne Cinétique Fermée et les TTP dynamiques en Chaîne Cinétique Ouverte. Ici, la différenciation se fait sur la liberté de mouvement de l'extrémité distale du membre. Si la force extérieure imposée est supérieure à la force de mouvement de l'extrémité distale, cette dernière est immobile et le TPP dynamique est alors dit « en Chaîne Cinétique Fermée ». A l'inverse si la force de mouvement de l'extrémité distale est supérieure à la force imposée par l'environnement, il y a un mouvement et le TPP dynamique est alors dit « en Chaîne Cinétique Ouverte » (20).

#### I.4.3 - Utilité des Tests de Performance Physique (TPP)

Plusieurs organisations de santé et organismes sportifs ont établi des déclarations consensuelles concernant l'importance du dépistage dans le milieu sportif (1). L'objectif est de détecter les sportifs avec des risques de survenue de

blessure afin de mettre en place un programme de prévention qui leur soit adapté. Les examens de dépistage sont souvent composés de plusieurs mesures de la performance physique. Pour mesurer ces performances, les outils les plus fréquemment retrouvés sont les suivants : les machines isocinétiques, les dynamomètres ou les tests de performance physique. Les tests de performance physique dynamique vont servir à :

- Identifier des déficits de force ou de puissance
- Identifier des déficits en endurance
- Evaluer le contrôle moteur du sujet
- Evaluer la proprioception de la personne

La finalité globale des examens de dépistage est de mesurer différents concepts de la performance par une évaluation qualitative de la symétrie de l'individu, et par une quantification des schémas de mouvement. Ces évaluations permettent d'identifier des schémas dysfonctionnels qui limite la fonction et prédispose à la blessure (21).

D'après le Comité Internationale Olympique (CIO), le dépistage doit répondre à plusieurs critères. Celui-ci doit être :

- Fiable
- Sensible
- Spécifique
- Peu coûteux
- Facile à réaliser
- Largement disponible

Les tests de performance physique sur machine isocinétique répondent à la plupart de ces critères mais la machine isocinétique est très coûteuse et son utilisation nécessite la formation de personnes. Les tests de performance physique dynamiques sans matériel répondent également à plusieurs critères, ils sont peu coûteux, facile à réaliser et largement disponible. Cependant, il existe actuellement peu de données sur leur pertinence et aucun test de performance physique ne possède à lui seul toutes les propriétés suffisantes. Ceci est d'autant plus marquant

sur les membres supérieurs. En effet la majorité des études sur les tests de performance physique, ont été menées sur des tests étudiant les membres inférieurs mais peu les membres supérieurs (18,20,22).

### I.5 - Propriétés anthropométriques

Les données anthropométriques varient de manière significative entre les individus. Ceci s'explique par leur dépendance à de multiples facteurs. Les caractéristiques sexuelles sont le premier facteur influençant. Les personnes de sexe masculin et féminin ne possèdent pas la même composition corporelle. Ceci est expliqué par une activation hormonale durant la puberté, qui diffère selon le sexe de l'individu. Le type d'hormone et la quantité produite seront différentes entre les 2 sexes, créant ainsi une modification des caractéristiques physiques et sexuelles.

Une augmentation similaire de la masse osseuse est retrouvée entre les 2 sexes mais la masse maigre et la masse grasse vont évoluer de manière différente. Au début de la puberté les femmes connaissent une augmentation importante de la masse maigre par rapport à la masse grasse. Cependant, ce ratio va s'inverser dans un second temps avec une augmentation prédominante de la masse grasse, ce qui n'est pas le cas pour les garçons. A la fin de la puberté, les hommes ont ainsi plus de masse maigre que les femmes. Sur le plan morphologique, les femmes vont avoir un élargissement des hanches et des segments fémoraux tandis que pour les hommes ce seront les épaules qui s'élargiront (23,24).

S'il existe des variations entre les 2 sexes, il y a également une grande variabilité de gabarits au sein même d'un sexe. Cette distinction est la conséquence de facteurs génétiques et environnementaux différents selon les individus. Si « nous avons tous les mêmes quarante ou cinquante mille gènes, disposés dans le même ordre le long des mêmes chromosomes [...] nous savons maintenant que deux êtres humains pris au hasard présentent à peu près une différence toutes les mille lettres dans leur ADN » (25). Ces modifications ne sont pas anormales car il n'existe pas de modèle standard du génome, elles créent simplement une diversité au sein de

l'espèce humaine. Ce sont ces changements génétiques qui sont à l'origine des différences observables concernant les caractéristiques physiques des individus et leurs aptitudes physiques. Chaque individu part donc avec des caractéristiques préétablies par son patrimoine génétique, cependant ces prédispositions sont par la suite influencées par l'environnement. Ainsi, un même individu placé dans 2 environnements différents, ne se développera pas de la même manière car il sera soumis aux facteurs environnementaux (données ethnoculturelles, socioprofessionnelles, ethnographiques) (25).

Le nombre de données anthropométriques pour un seul individu est très grand, parmi celles-ci sont retrouvées entre autres : le poids, la taille, la longueur des bras, l'envergure des bras ou encore l'indice de masse corporelle.

La taille est la dimension verticale de la personne, soit sa hauteur totale en position de rectitude par rapport au sol. La position de référence pour la mesurer est la suivante : les pieds nus avec les talons en contact avec le mur, les bras tombant le long du corps et le menton rentré de manière à ce que le regard soit horizontal. Une toise est ensuite abaissée jusqu'au vertex. L'unité utilisée pour la quantifier est le mètre (26).

L'envergure correspond à la plus grande distance que les bras peuvent atteindre horizontalement en position de croix avec les coudes tendus. Pour obtenir une mesure quantifiée, il est demandé au sujet de plaquer son dos contre le mur et de venir en butée avec un des majeurs contre un plan immobile. La longueur du bras correspond à la distance entre le troisième doigt de la main et la pointe de l'acromion ce qui en fait une sous-partie de l'envergure. Elle se mesure dans la même position que l'envergure. L'unité utilisée ici est le centimètre (26,27).

L'Indice de Masse Corporelle (IMC) est un rapport Poids / Taille<sup>2</sup> créé dans le but d'estimer le surpoids dans la population générale (28). Toutefois celui-ci n'est pas toujours valable pour les sportifs, en particulier lorsqu'ils ont une importante masse musculaire.

La masse est communément confondue avec le poids dans le langage courant. Cependant la masse est une dimension physique de base et constitue une des propriétés fondamentales d'un corps. C'est une quantité physique liée à l'inertie ainsi qu'à la réaction d'un corps avec un champ gravitationnel. Elle dépend par conséquent des différentes composantes du corps qui est en réaction avec la gravitation. Le Système International d'unités utilise le kilogramme pour l'exprimer (29).

## I.6 - Activité physique

L'activité physique correspond à tout mouvement du corps grâce au système musculaire, qui entraîne une dépense énergétique supérieure à la dépense de repos (30). Les tâches qui rentrent dans l'activité physique sont catégorisées en fonction du cadre dans lequel elles sont réalisées. Ainsi 4 catégories sont retrouvées : Activités professionnelles / Activités domestiques / Loisirs / Transport.

Ces activités sont ensuite classées selon leur intensité, c'est-à-dire la quantité d'énergie requise pour effectuer l'activité. Le Metabolic Equivalent of Task (MET) permet de mesurer l'intensité d'une activité physique et s'exprime en kilocalories / kilogrammes / heure (kcal/kg/h). Une correspondance avec la VO<sub>2</sub> peut être réalisée si un quotient respiratoire non protéique de 0.8 est utilisé, le MET s'exprime alors en millilitre d'oxygène / minutes / kilogrammes (mL O<sub>2</sub>/min/kg) (31). Celui-ci correspond à la dépense énergétique de l'activité divisée par le métabolisme de base, qui lui correspond à la dépense énergétique d'un sujet au repos ou assis sur une chaise. Il est admis que ce dernier vaut 1 MET, soit 3,5 mL O<sub>2</sub>/min/kg mais ce chiffre dépend de facteurs individuels. Ainsi, en fonction du nombre de MET consommé par l'activité, une catégorisation en activité physique modérée et intense va être réalisée. L'intensité modérée correspond à une dépense énergétique de l'ordre de 3 à 6 MET ; par exemple la marche, le jardinage, la danse ou le bricolage. L'intensité intense correspond, elle, à une dépense énergétique qui est supérieure à 6 MET ; par exemple le football, la course à pied ou plus globalement de nombreux sports en compétition (30,31).

Si les différentes activités sont classées en fonction du nombre de MET estimés, il est important de noter que l'intensité varie en fonction de chaque personne du fait de ses expériences précédentes dans l'exercice, ainsi que de l'état de forme physique dans lequel l'individu se trouve. Ainsi, il est possible de s'aider du souffle et de la fréquence cardiaque pour déterminer l'intensité de l'activité. Si elle nécessite un effort moyen avec une accélération de manière sensible de la fréquence cardiaque, alors elle sera considérée comme modérée. Si l'effort est jugé important et entraîne une augmentation considérable de la fréquence cardiaque avec un raccourcissement du souffle, l'activité sera considérée comme élevée. Il faut noter que ceci ne reste qu'une aide pour l'estimation et n'est valable que dans la population générale (30).

### I.7 - Comportement sédentaire

Un comportement sédentaire se définit par le fait qu'une personne soit en position allongée ou assise, lorsque celle-ci est éveillée, tout en ayant une dépense énergétique qui est égale ou inférieure à 1,5 MET (32). Cette attitude correspond à plusieurs activités, telles que regarder la télévision, lire un livre ou travailler sur un ordinateur. Ainsi, elle est retrouvée aussi bien dans les activités de loisirs que de travail. Adopter un comportement sédentaire a des effets néfastes sur la santé à partir d'une durée de sept heures et trente minutes passée en position assise ou allongée. Il y a un accroissement des risques de : mortalité, troubles musculosquelettiques, obésité ou encore cardio-vasculaires. Ces effets délétères sont indépendants du niveau d'activité physique. C'est-à-dire que le fait de pratiquer une activité physique en suivant les recommandations en vigueur, ne suffit pas à compenser un comportement sédentaire. Si la personne voulait compenser huit heures de comportement sédentaire, il faudrait que celle-ci pratique soixante à soixante-quinze minutes d'activités modérées par jour. Cette quantité est donc nettement au-dessus des recommandations (32).

## I.8 - Justification de l'étude

Le Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUEST) est un test fonctionnel qui permet d'évaluer la stabilité de l'épaule en chaîne cinétique fermée. Pour évaluer la stabilité de l'épaule, il sera demandé au patient de réaliser une tâche fonctionnelle qui sollicitera des masses musculaires spécifiques. En effet, la stabilité de l'épaule est principalement assurée par les muscles qui s'y insèrent. Afin de stabiliser l'épaule, les muscles vont se contracter selon différents modes de contraction (isométrique, concentrique, excentrique) en fonction des mouvements réalisés avec l'épaule. Ce sont les modes de contraction concentrique et excentrique que le CKCUEST évaluera à travers la tâche fonctionnelle qui sera demandée au patient. Pour obtenir une évaluation objective et complète de l'épaule, il faut l'étudier dans ses différents aspects.

Actuellement, 2 tests sont utilisés pour évaluer l'épaule en chaîne cinétique fermée : le Y Balance Test - Upper Quarter (YBT-UQ) et le CKCUEST. Ces deux tests évalueront les capacités de stabilisation des muscles de l'épaule. Le YBT-UQ mesure la capacité de stabilisation de l'épaule de manière statique tandis que le CKCUEST évalue la capacité de stabilisation de l'épaule de manière dynamique. Ces deux tests sont des tests complémentaires. Le YBT-UQ étant statique, les muscles stabiliseront l'épaule par un travail isométrique. A l'inverse, le CKCUEST étant dynamique, il y a une alternance de contractions concentriques et excentriques des muscles pour stabiliser l'épaule. Le YBT-UQ évalue donc la stabilisation isométrique des muscles tandis que le CKCUEST évalue la stabilisation concentrique et excentrique des muscles.

Comme il a été dit précédemment, le CKCUEST a été validé avec une seule étude sur une population unique de jeunes hommes étudiants, puis Lee et al. ont mis en évidence que le score au CKCUEST était corrélé à la force musculaire de préhension manuelle et du couple maximale rotation interne / rotation externe de l'épaule. Plusieurs utilités ont été avancées pour ce test. La première, serait sa capacité à suivre l'évolution du patient au cours d'un programme de rééducation de l'épaule, en particulier chez les sportifs subissant un traumatisme à l'épaule. La seconde utilité du CKCUEST pourrait être une capacité de diagnostic du syndrome

sous-acromial. En effet, il tend à discriminer les groupes pathologiques et sains, ce qui en ferait un bon test pour déterminer à quel moment la reprise d'activité physique peut se faire. Cependant, de nombreux auteurs critiquent l'étude princeps en disant que différents paramètres anthropométriques (genre, taille, poids...) pourraient influencer sur le score du test (Lee 2015 ; Gaudet 2018 ; Tucci 2014). De plus, les auteurs d'une revue systématique (Tarara 2015) pointent le fait que la plupart des études incluent des petits échantillons de sujets. Par ailleurs, les auteurs de cette revue soulignent la faible quantité d'études de recherche qui a été entreprise sur le sujet. C'est pourquoi ils préconisent de mener d'autres études pour évaluer les paramètres qui peuvent influencer sur le score du CKCUEST (1,2,3,4,5).

Aucun incident grave n'a été relevé lors de la réalisation du CKCUEST. Seul quelques douleurs lors de la réalisation du test ont été répertoriées. Etant donné le faible risque de l'étude et les avantages potentiels, la balance bénéfices / risques est positive. Les résultats permettront de mettre en évidence si les données anthropométriques (taille, envergure des membres supérieurs, longueur des membres supérieurs, poids, genre) et le niveau d'activité physique impactent le score du CKCUEST. Si c'est le cas, cette étude pourra servir de point de départ pour mettre en place des catégories afin de comparer les personnes entre elles et de définir des valeurs normatives.

### I.9 - Hypothèses, objectifs et critères de jugement de l'étude

L'étude pose plusieurs hypothèses. L'hypothèse principale est que plusieurs caractéristiques physiques de l'individu impactent le score final du CKCUEST. L'objectif principal est donc de démontrer que le score du CKCUEST varie significativement selon des critères anthropométriques définis à l'avance. Les critères sont les suivants :

- Genre
- Taille
- Poids



- IMC
- Longueur des bras
- Envergure des bras

La comparaison du score CKCUEST entre les participants selon les données anthropométriques (genre, taille, poids, longueur des membres supérieurs, envergure des membres supérieurs) a donc été utilisé comme critère de jugement principal.

La seconde hypothèse est que le niveau d'activité physique quotidien des personnes influencerait également sur le score du CKCUEST. L'objectif secondaire est donc de démontrer que le score du CKCUEST varie significativement selon le niveau d'activité physique. La comparaison du score CKCUEST entre les participants selon leur niveau d'activité physique, à l'aide de la version française du Questionnaire d'Activité Physique Global (GPAQ) constitue le critère de jugement secondaire (33).

## II - Méthodologie

### II.1 - Cadre réglementaire et règles éthiques

Conformément aux dispositions du Code de Santé Publique, le Comité de Protection des Personnes Sud-Ouest et Outre-mer III ( RCB : 2019-A01531-56 ) a examiné la recherche impliquant la personne humaine mentionnée au 2° de l'article L. 1121-1 du code de la santé publique, ne portant pas sur un produit mentionné à l'article L.5311-1 du même code, et intitulée : Etude de l'impact des données anthropométriques et de l'activité physique sur le score au closed kinetic chain upper extremity stability test. Le 6 Novembre 2019, ce dernier a émis un avis favorable à la mise en place de l'étude de recherche de catégorie 2 : Recherches avec risques et contraintes minimales pour les participants.

L'étude a été enregistrée sous le numero clinical trial : ***NCT04090632***

Tous les sujets de l'étude ont donné leur consentement éclairé et écrit. Avant de recueillir le consentement libre et éclairé du patient, l'investigateur s'est engagé à lui délivrer une information claire, loyale et la plus complète possible sur :

- Les objectifs et les contraintes de l'étude
- Les risques éventuels encourus
- Les mesures de surveillance et de sécurité nécessaires
- Leurs droits de refuser de participer à l'étude ou la possibilité de se rétracter à tout moment.

Toutes ces informations figuraient sur le formulaire d'information et de consentement remis au patient. Le consentement écrit et signé, était recueilli par l'investigateur avant toute participation à l'étude. Une copie du formulaire d'information et de consentement signé par les deux parties a été remise au patient, l'investigateur conservait l'original. Toutes les personnes incluses ont rempli et signé le formulaire de consentement qui a été validé par le Comité de Protection des Personnes Sud-Ouest et Outre-mer III.

## II.2 - Population

La population cible concernait tous les sujets qui âgés de 18 ans à 25 ans, répondant à tous les critères d'inclusion et ne présentant pas de critères de non-inclusion. Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- Sujets âgés de 18-25 ans
- Sujets aptes à consentir et ayant signé un formulaire de consentement.

Les critères de non-inclusion étaient :

- Antécédents de fractures ou de luxations du membre supérieur
- Douleur ou gêne qui empêche la réalisation du test
- Femme enceinte ou allaitante
- Refus de participation
- Patient sous tutelle ou curatelle

## II.3 - Design de l'étude

Cette étude clinique, nommée EPOLTEST, est une étude transversale monocentrique organisée et pratiquée sur l'être humain en vue du développement des connaissances biologiques et médicales, dans laquelle un acte supplémentaire est pratiqué : le CKCUEST. Un questionnaire global d'activité physique est également donné aux participants.

## II.4 - Description du déroulement de l'étude et des tests

### II.4.1 - Déroulement des Inclusions

Le recrutement s'est fait par la présentation de l'étude dans chaque promotion de l'IFMK de Brest ainsi que par voie d'affichage dans les couloirs de l'IFMK de Brest et de la faculté de médecine de Brest pour recruter les volontaires.

La participation à l'étude a été envisagée pour toutes les personnes qui se sont portées volontaires pour participer à l'étude.

Deux méthodes d'inclusions ont donc été entreprises selon si le sujet avait assisté à une présentation à l'IFMK ou s'il s'était porté volontaire à partir de l'affichage :

- La première stratégie d'inclusion concernait les sujets ayant assistés à une présentation de l'étude. Les personnes éligibles ont été incluses après que l'investigateur ait présenté l'étude à l'ensemble des étudiants de l'IFMK de Brest lors d'une réunion dédiée. Lors de cette réunion celui-ci a présenté l'étude EPOLTEST, a donné une information orale complète aux personnes et remis le document écrit de l'information et du consentement. Une date pour la visite d'inclusion a ensuite été fixée avec les sujets volontaires en fonction des disponibilités de chacun. Le jour de l'inclusion, l'investigateur a vérifié les critères d'inclusions et de non-inclusions des sujets sur la base de leurs déclarations et a récupéré le consentement écrit complété.
  
- La seconde stratégie d'inclusion concernait les sujets qui ont souhaité participer à l'étude après avoir vu une affiche qui était placée dans les couloirs de l'IFMK ou de la faculté de médecine de Brest. Les sujets intéressés ont envoyé un mail à l'adresse électronique indiquée sur l'affiche. Un rendez-vous a alors été fixé en fonction des disponibilités de l'investigateur et du participant. Lors de ce rendez-vous, l'investigateur a donné une information orale complète aux personnes et remis le document écrit de l'information et du consentement. Une date pour la visite d'inclusion a ensuite été fixée. Le jour de l'inclusion, l'investigateur a vérifié les critères d'inclusions et de non-inclusions des sujets sur la base de leurs déclarations et a récupéré le consentement écrit complété.

## II.4.2 - Réalisation des examens

Une fois les sujets inclus dans l'étude, plusieurs données ont été recueillies. En premier, les informations démographiques comprenant les initiales, la date de la visite d'inclusion, la date de naissance de la personne avec un calcul automatique de l'âge et enfin le sexe de la personne. Ensuite, un examen clinique a été passé par les sujets, il a été réalisé par un seul et même étudiant de 4<sup>ème</sup> année en Masso-Kinésithérapie à l'IFMK de Brest. Il comprenait un recueil du poids, de la taille, d'un calcul automatique de l'Indice de Masse Corporelle (IMC), de la longueur du membre supérieur droit, de l'envergure des membres supérieurs, la pratique d'un sport sollicitant les membres supérieurs (si la réponse était positive, le nombre de jours par semaine était demandé) et d'un niveau d'activité physique à l'aide du Global Physical Activity Questionnaire. Enfin, un examen spécifique a été réalisé, le CKCUEST. Toutes les informations requises par le protocole ont été consignées dans les cahiers d'observation. Ce cahier d'observation électronique a été mis en place dans le centre de recueil des données grâce au logiciel d'essais clinique CSONline v8.0.100 build 130 © 2017 Ennov Clinical.

### II.4.2.1 - *Mesure du poids*

La mesure du poids a été réalisée à l'aide d'un pèse-personne SECA 877. La plage de mesure de la balance électronique était de 2 à 200 kilogrammes avec une graduation de 100 grammes. L'erreur de mesure de la balance était de 100-200 grammes. La balance a été reconnue conforme jusqu'en 2020. Pour la prise de mesure, le sujet était en sous-vêtements. Le poids de chaque sujet a été mesuré en kilogrammes reporté dans le cahier de recueil des données en ligne CSONline sans les grammes. Lorsque le poids indiqué comportait des décimales, le résultat était arrondi au nombre supérieur si la décimale était supérieure ou égale à 0,5 kilogrammes et au nombre inférieur si la décimale était inférieure ou égale à 0,4 kilogrammes.

#### II.4.2.2 - *Mesure de la taille*

La mesure de la taille a été réalisée à l'aide d'une Micro Toise COMED à ruban en plastique murale avec curseur. La Micro Toise faisait 220 centimètres de longueur avec une graduation de 1 millimètre. La taille de chaque sujet a été mesurée en centimètre. Lorsque la taille indiquée comportait des millimètres, le résultat était arrondi au nombre supérieur si le nombre de millimètres était supérieure ou égale 5 millimètres.

La taille a été mesurée en prenant la distance entre le sol et le vertex. Le patient était pieds nus, le dos collé contre un mur et la tête redressée de manière à ce que le menton soit à l'horizontal. Il était positionné de manière à ce que le vertex se retrouve à l'aplomb de la toise. La face plantaire des pieds était en contact avec le sol tandis que les talons, les fesses, le thorax, les épaules et la tête étaient en contact avec le mur (Figure 13).



Figure 13 : Position de référence pour la mesure de la taille

Une fois le patient bien positionné, l'investigateur abaissait la toise jusqu'à ce que celle-ci arrive en contact avec le vertex (Figure 14). Le chiffre obtenu était ensuite relevé et reporté comme détaillé juste avant.



Figure 14 : Mesure de la taille obtenue

#### *II.4.2.3 - Calcul de l'Indice de Masse Corporel*

Le calcul a été réalisé à partir des données de taille et de poids mesurées au préalable et à partir de la formule internationale :

$$\text{IMC} = \frac{\text{Poids (en kg)}}{\text{Taille}^2 \text{ (en m)}}$$

#### II.4.2.4 - *Mesure de l'envergure des bras*

La mesure de l'envergure des bras a été effectuée à l'aide d'un STANLEY Tyson d'une longueur de 3 mètres de longueur avec une graduation de 1 millimètre. L'envergure de chaque sujet a été mesurée en centimètre et reporté dans le cahier de recueil des données en ligne CSOnline version 8 sans les millimètres. Lorsque l'envergure des bras indiquée comportait des millimètres, le résultat était arrondi au nombre supérieur si le nombre de millimètres était supérieure ou égale à 5 millimètres et au nombre inférieur si le nombre de millimètres était inférieure ou égale à 4 millimètres.

L'envergure des bras a été mesurée en prenant la distance entre le bout du 3<sup>ème</sup> doigt du membre supérieur droit et le bout 3<sup>ème</sup> doigt du membre supérieur gauche. Le sujet était debout dos à un mur, les 2 bras à 90° d'abduction, les coudes en extension complète, les poignets en position neutre, les doigts tendus et les dos de la main tournés vers le mur. Les pieds, les fesses, les épaules, les bras et la tête étaient collés au mur. Enfin le 3<sup>ème</sup> doigt d'un des 2 membres supérieurs arrivait en butée contre un pan de mur (Figure 15).



Figure 15 : Position de référence pour la mesure de la longueur du bras



Un trait était ensuite tracé à l'extrémité du 3<sup>ème</sup> doigt qui n'était pas en butée contre le mur (Figure 16). Puis la distance entre le mur et le trait était relevée en cm (Figure 17).



Figure 16 : Prise de repère à l'extrémité du 3<sup>e</sup> doigt



Figure 17 : Mesure de la distance obtenue

#### *II.4.2.5 - Mesure de la longueur du bras droit*

La longueur des bras a été mesurée en prenant la distance le bout du 3<sup>ème</sup> doigt du membre supérieur droit et le bord de l'acromion. Cette mesure a été effectuée à l'aide d'un mètre STANLEY Tylon d'une longueur de 3 mètres avec une graduation de 1 millimètre. Le sujet était debout dos à un mur, le bras mesuré à 90° d'abduction, le coude en extension complète, le poignet en position neutre, les doigts tendus et le dos de la main tourné vers le mur. Les pieds, les fesses, les épaules, les bras et la tête étaient collés au mur. Le 3<sup>ème</sup> doigt du membre supérieur droit était en buté contre un pan de mur (Figure 18).



Figure 18 : Position de référence pour la mesure de la longueur du bras

Un trait a ensuite été tracé sur le mur au niveau de l'extrémité de l'acromion (Figure 19). La distance entre le mur et le trait a ensuite été relevée à l'aide du mètre puis reportée dans le cahier de recueil des données. La longueur du bras droit a été mesurée en centimètre en conservant une décimale (Figure 20).



Figure 19 : Prise de repère au niveau de l'acromion

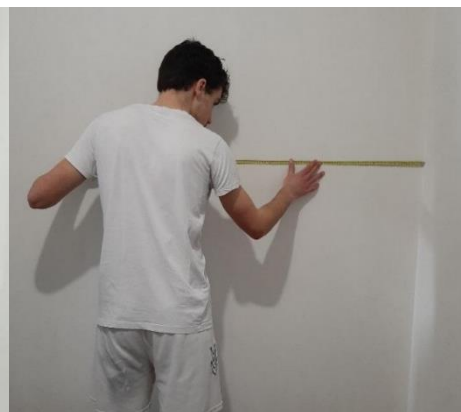


Figure 20 : Mesure de la distance obtenue

#### II.4.2.6 - *Global Physical Activity Questionnaire*

Le Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) a été créé par l'Organisation Mondiale de la Santé. Il est validé en langue française (33). C'est un auto-questionnaire standardisé qui permet l'évaluation de l'activité physique globale en tenant compte de la fréquence et de l'intensité de l'activité.

Cet auto-questionnaire est divisé en 4 parties pour un total de 16 questions : les activités au travail, le déplacement d'un endroit à l'autre, les activités de loisirs, le comportement sédentaire. (cf. Annexe I) En fonction des réponses du sujet, un nombre variable d'équivalent métabolique pour une tâche (MET) est attribué. Un nombre de 4 METs<sup>-min</sup> est attribué aux activités de travaux et de loisirs moyennement intenses ainsi qu'aux déplacements effectués à vélo ou en marchant. Un nombre de 8 METs<sup>-min</sup> est quant à lui attribué aux activités de travail et de loisirs intenses. Un score total sur la semaine est ensuite calculé en multipliant : le nombre de METs<sup>-min</sup> produit, par l'activité par la durée en minutes de l'activité et par la fréquence soit le nombre de jours dans la semaine où le sujet a réalisé cette activité.

$$\text{Nombre de METs total} = \text{Intensité de l'activité} \times \text{Durée de l'activité} \times \text{Fréquence}$$

#### II.4.2.7 - *Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test*

La réalisation du test a été décrite plus haut dans le chapitre I.2 - Présentation du test.

#### II.4.2.8 - *Plan statistique*

En se basant sur la littérature existante, un score moyen d'environ 30 points et un écart-type de 4 est à prévoir pour le score au CKCUEST. Dans le but de montrer une différence cliniquement significative de 3 points entre deux groupes à

comparer, un effectif de 39 personnes par groupe permettra de garantir une puissance de 90% au risque de première espèce  $\alpha=0.05$ . Afin de pallier à d'éventuelles données manquantes ou retraits de consentement (5%), il est prévu d'inclure 82 personnes au total dans l'étude.

Une description des caractéristiques des patients a été réalisée : fréquence et pourcentage pour les variables qualitatives ; effectif, moyenne, écart-type, médiane, quartiles, minimum et maximum pour les variables quantitatives.

Les groupes comparés ont été dichotomisés selon la médiane dans le cas des variables quantitatives, et selon les modalités pour les variables qualitatives. Le score CKCUEST obtenu dans les deux groupes ainsi constitués a été comparé à l'aide d'un test de Student. Lorsqu'il y avait 3 groupes, le score CKCUEST a été comparé à l'aide d'une ANOVA. Une valeur de  $p$  inférieure à 0.05 a été considérée comme significative.

Un modèle multivarié a été également construit par sélection pas à pas descendante avec un seuil fixé à 0.05. Des analyses exploratoires ont été réalisées afin d'éprouver différents seuils pour les variables quantitatives. Les analyses statistiques seront réalisées avec le logiciel SAS Version 9.4.

### III - Résultats

82 sujets ont été inclus de Novembre 2019 à Janvier 2020. Toutes les variables étudiées ont été relevées pour chaque participant, aucune donnée manquante n'est donc à noter.

Les caractéristiques anthropométriques et la pratique de sport sollicitant les membres supérieurs de la population étudiée sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques anthropométriques et pratique sportive des sujets

n	82	
Age	21.39 ± 1.56	
Sexe ratio (H /F)	40 (48.8%) / 42 (51.2%)	
Poids (kg)	65.93 ±10.56	
Taille (cm)	171.00 ± 9.05	
IMC	22.50 ± 2.94	
Longueur du membre supérieur droit	70.83 ± 4.76	
Envergure des membres supérieurs	171.80 ± 10.39	
Pratiques de sport sollicitant les membres supérieurs	Non	31 (37.8%)
	Oui	51 (62.2%)
Si oui, combien de jours par semaine	2.59 ± 1.43	
Age	21.39 ± 1.56	

Les variables sont exprimées en moyenne ± écart type (SD) ou en nombre (%).

Les résultats du questionnaire GPAQ sont décrits dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Résultats du questionnaire GPAQ

n		82
Activité physique total en MET-min/semaine		3715.61 ± 2713.50
Catégories	Intense	51 (62.2%)
	Modéré	27 (32.9%)
	Faible	4 (4.9%)
Temps journalier en position assise ou couchée (min)		484.76 ± 146.63

Les variables sont exprimées en moyenne ± écart type (SD) ou en nombre (%).

Les résultats obtenus au score CKCUEST sont exposés dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Scores obtenus au CKCUEST

n	82
1 <sup>er</sup> essai	16.15 ± 5.03
2 <sup>ème</sup> essai	17.45 ± 4.87
3 <sup>ème</sup> essai	17.91 ± 5.27
Moyenne des 2 meilleurs essais	17.81 ± 5.00
Moyenne des 2 derniers essais	17.68 ± 5.02
Moyenne des 3 essais	17.17 ± 4.94

Les variables sont exprimées en moyenne ± écart type (SD) ou en nombre (%).

Toutes les données recueillies ont été incluses dans l'analyse statistique.

Les résultats des données anthropométriques après dichotomisation sont présentés dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Résultats après dichotomisation des données anthropométriques

Variable	Groupe Sujets Variable < médiane	Groupe Sujets Variable ≥ médiane	p-value
Taille	14.39 +/- 4.69	19.57 +/- 3.79	< 0.0001
Poids	14.91 +/- 3.77	19.22 +/- 5.01	< 0.0001
Longueur membre supérieur droit	14.44 +/- 4.21	19.64 +/- 4.23	< 0.0001
Envergure des membres supérieurs	14.37 +/- 4.18	19.97 +/- 3.99	< 0.0001
Sexe	20.30 +/- 3.84	14.19 +/- 3.94	< 0.0001

Les résultats des groupes sont exprimés par la moyenne ± écart type (SD).

La différence entre les groupes de l'analyse principale (taille, poids, longueur du membre supérieur, envergure des membres supérieurs et sexe) était statistiquement significative ( $p < 0.0001$ ) pour toutes les variables.

Les résultats du GPAQ après dichotomisation sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Résultats après dichotomisation du score au GPAQ

Variable	Groupe Sujets Variable < médiane	Groupe Sujets Variable ≥ médiane	p-value
Score GPAQ	15.95 +/- 4.57	18.39 +/- 5.05	0.0245

Les résultats des groupes sont exprimés par la moyenne ± écart type (SD).

La différence entre les groupes pour l'analyse secondaire (GPAQ) était significative ( $p = 0.0245$ ) lorsque les groupes étaient dichotomisés par rapport à la médiane.

Les résultats après catégorisation en activité faible / modéré / intense sont présentés dans le tableau 6.

**Tableau 6 :** Résultats du CKUEST après catégorisation des individus en fonction de l'intensité d'activité

	Activité Faible (n=4)	Activité Modéré (n=27)	Activité Intense (n= 51)	p-value
Score CKQUEST	11.42 ± 4.79	15.74 ± 4.27	18.38 ± 4.84	0.0036

Les résultats des groupes sont exprimés par la moyenne ± écart type (SD).

La différence entre les groupes était statistiquement significative (p=0.0036) lorsque les individus étaient catégorisés en activité faible / modéré / intense.

Les différences entre les groupes étaient significatives pour toutes les variables, elles ont été incluses dans le modèle univariée pour prédire le score CKQUEST.

L'ensemble des valeurs du modèle univarié pour prédire le score CKQUEST sont présentés dans le Tableau 7.

**Tableau 7 :** Analyse univariée après inclusion des variables significatives

Variable	Est	Error	Sum Sq	F	Prob>F#
Taille	0.33881513	0.04790307	760.8658385	50.03	<.0001
Poids	0.135225222	0.05009107	165.1132946	7.29	0.0085
Longueur du membre supérieur droit	0.64520649	0.09098367	763.3159940	50.29	<.0001
Envergure des membres supérieurs	0.30741956	0.04057245	826.2612941	57.41	<.0001
Sexe	-6.10952381	0.86023187	764.7335656	50.44	<.0001
GPAQ	0.00046750	0.00019676	130.3493681	5.65	0.0199

#p-value issue d'une régression linéaire univariée

Les résultats du modèle univarié pour prédire le score CKQUEST étaient tous significatifs. La taille, la longueur du membre supérieur droit, l'envergure des membres supérieurs et le sexe présentent une p-valeur <0.0001. Les p-valeur trouvées pour le poids et le GPAQ sont respectivement de p=0.0085 et p=0.0199. Toutes les variables testées ayant une p-valeur inférieure à 0.05 en univarié, elles ont par conséquent toutes été incluses dans le modèle multivarié.



Les résultats du modèle multivarié (après sélection) pour prédire le score du CKCUEST sont présentés dans le Tableau 8.

**Tableau 8 :** Analyse multivariée après sélection des variables significatives

Variable	Est	Error	Sum Sq	F	Prob>F#
Intercept	-20.67481000	12.64178993			0.1061
Taille	0.05944929	0.11712317	3.3128380	0.26	0.6132
Poids	-0.10317688	0.05186489	50.8873998	3.96	0.0503
Longueur du membre supérieur droit	0.01049363	0.31668974	0.0141181	0.00	0.9737
Envergure des membres supérieurs	0.22087696	0.16747618	22.3659430	1.74	0.1912
Sexe	-2.99807494	1.13323264	89.9993324	7.00	0.0099
GPAQ	0.00008734	0.00015564	4.0491819	0.31	0.5764

#p-value issue d'une régression multivariée

Une seconde analyse multivariée a été réalisée à l'aide de méthodes de sélections de modèles pour optimiser la précision du modèle, tout en limitant le nombre de variables nécessaires dans le modèle. Les résultats de ce modèle sont présentés dans le Tableau 9.

**Tableau 9 :** Analyse multivariée (sélection pas à pas descendant) pour prédire le score CKCUEST

Variable	Est	Error	Sum Sq	F	Prob>F#
Intercept	-17.71940640	10.35177890			0.0909
Poids	-0.10299347	0.04936075	54.2640235	4.35	0.0402
Envergure des membres supérieurs	0.27093801	0.06199325	238.0713695	19.10	<.0001
Sexe	-3.21936069	1.05931135	115.1192801	9.24	0.0032

Les résultats de ces 2 analyses multivariées suggèrent que les principales variables qui impactent le score au CKCUEST dans ce modèle sont le sexe, le poids et l'envergure des bras.

A partir du modèle du modèle multivarié présent dans le Tableau 9, l'équation prédictive suivante peut être proposée :

$$\text{Score CKCUEST}_i = (0.271 \times \text{EMS}_i) - (0.103 \times \text{P}_i) - (3.219 \times \text{S}_i) - 17.719 + \epsilon_i$$

EMS<sub>i</sub> : envergure des membres supérieurs (cm) / P<sub>i</sub> : poids (kg) / S<sub>i</sub> : sexe (Homme = 0 / Femme = 1) / ε<sub>i</sub> : Erreur

Les coefficients de détermination R<sup>2</sup> de ces 2 modèles ont été calculé et équivalent tous les deux à 0.51. Le coefficient de détermination correspond à l'adéquation entre les données observées et le modèle, autrement dit il permet d'observer le nombre de points avec une valeur prédite égale à la valeur mesurée.

## IV - Discussion

L'objectif principal de cette étude était d'étudier l'impact des données anthropométriques (genre, taille, poids, longueur des bras, envergure des bras) sur le score au CKCUEST, et l'objectif secondaire était d'étudier l'impact du niveau d'activité physique sur ce même score. L'analyse des résultats après dichotomisation montrent qu'il existe des différences significatives entre les groupes pour chaque variable. L'analyse multivariée quant à elle montre que le sexe, le poids et l'envergure de bras sont les 3 principaux facteurs influençant le score au CKCUEST.

- Différence de score en fonction du sexe :

Nous retrouvons une différence significative ( $p < 0.0001$ ) entre les hommes et les femmes. Les hommes réalisent en moyenne 6.11 de plus que les femmes. Cet écart en faveur des hommes ne fait pas consensus dans la littérature (22,34,35). La variation de la position de réalisation entre ces études peut être envisagée pour expliquer ces différences.

Dans notre essai nous avons utilisé la position décrite dans l'article principes de Goldbeck et al. (5), ce qui était également le cas de Borms et al. (22). Les résultats de nos deux recherches, indiquent que le score du CKCUEST est impacté par le sexe.

Taylor et al. (34) n'ont pas utilisé la position validée dans l'étude principes. La main d'appui des sujets était directement en face de l'épaule et le sujet devait toucher les marques avec sa main libre. Une différence significative entre les hommes et les femmes a été retrouvée mais les femmes présentaient des scores supérieurs à ceux trouvés dans la littérature. Tucci et al. (4) ont utilisé une position différente de la position validée pour les femmes, elles devaient réaliser le test sur les genoux. Ils ne trouvaient pas de différence significative en fonction du sexe et proposaient des valeurs normatives de 18.5 touches pour les hommes et 20 touches pour les femmes. Ellenbecker et al. (35), ont eux utilisé une position et une exécution différente de celle validée. Le sujet s'appuyait sur une main située à l'intérieur de la marque pour

aller toucher avec la main libre la marque afin de faire une touche. Ils ont également trouvé une valeur normative de 18.5 touches pour les hommes mais celle-ci était de 20.5 pour les femmes.

Les études de Tucci et al., Taylor et al. et Ellenbecker et al., (4,34,35) utilisent donc toutes les 3 des positions de réalisation du test différente de celle validée par Goldbeck et al. (5). Ce changement de méthode de réalisation induit donc des biais et Taylor et al. (34) ont souligné le fait que l'augmentation qu'ils avaient observés pour le score des femmes par rapport à la littérature, était probablement dû à cette variation dans la position d'exécution.

Le sexe semble donc impacter de manière significative le score du CKCUEST lorsque celui-ci est réalisé dans les conditions pour lesquelles il a été validé.

- Différence de score en fonction de la taille, de la longueur des bras et de l'envergure :

Nous retrouvons une différence significative ( $p < 0.0001$ ) entre les sujets. Les personnes avec une valeur supérieure à la médiane présentent des scores plus élevés par rapport aux personnes avec une valeur inférieure à celle-ci. Cette différence est de 5.18 touches pour la taille, 5.2 touches pour la longueur des bras et 5.6 touches pour l'envergure des bras. A notre connaissance il n'existe pas d'autres études qui comparent le score du CKCUEST pour ces 3 variables. Toutefois, Eriksrud et al. (36) ont mis en évidence que l'envergure était le paramètre anthropométrique qui influençait le plus la variation entre les scores lors du Hand Reach Star excursion balance Test (HRSEBT). Gribbel et al. (37) ont quant à eux mis en évidence des différences significatives en fonction de la taille du sujet et de sa longueur de la jambe lors du Star Excursion Balance Test (SEBT). Plus ces 2 paramètres étaient grands, plus la performance était élevée. Ils ont ainsi proposé de normaliser le score en divisant la distance atteinte par la longueur de la jambe. Cette recommandation est également mise en application dans le Y Balance Test Upper Quarter. Ces résultats sont concordants avec ceux que nous avons trouvé. Ceci semble logique étant donné que dans tous ces tests, il y a une notion de distance qui rentre en compte dans le test. Si dans le SEBT et l'YBT-UQ, il est possible de normaliser les valeurs

en divisant par la longueur, cela ne nous paraît pas possible dans le CKCUEST parce que la valeur finale n'est pas une distance mais un nombre de touches.

Dans l'analyse multivariée nous avons pu voir que l'envergure des bras était un des 3 principaux facteurs influençant le score du CKCUEST tandis que la taille disparaissait. Le corps humain présente une certaine proportionnalité entre les différents membres, c'est-à-dire qu'une personne de grande taille présente par la même occasion des grands bras et une grande envergure. Il est donc possible que la différence que nous avons observée soit due au fait que les personnes présentent par la même occasion une grande envergure de bras. Il y aurait donc une corrélation mais de causalité.

Par ailleurs, lorsque nous rapportons les valeurs de chaque variable à la moyenne des 3 essais pour l'ensemble des participants, nous observons que celles-ci représentent de 30 à 33% du score. Il nous semble donc justifié de penser que ces différences seraient significatives d'un point de vue clinique et qu'il faudrait donc en tenir compte dans l'évaluation des sujets.

- Différence de score en fonction du poids :

Nos résultats indiquent qu'il existe une différence significative entre les personnes en fonction de la supériorité ou de l'infériorité du poids par rapport à la médiane. Les personnes avec un poids supérieur à la médiane présentent 4.31 touches de plus que celles dont le poids est en dessous de la médiane. A notre connaissance, il n'existe pas d'autres études qui comparent le score du CKCUEST en fonction du poids. Cependant il existe d'autres études qui s'intéressent à l'influence du poids sur les performances physiques et leurs tests.

Jlid et al. (38) ont étudié l'impact de la perte de masse corporelle sur les performances musculaires et le résultat du score au SEBT. Ils ont ainsi observé une baisse significative des performances musculaires et du SEBT. L'eau et la masse maigre diminué significativement lors de cette perte de poids tandis que la masse grasse est restée constante. Ces résultats sont concordants avec ceux de notre étude, il semblerait donc que le poids augmente la performance des tests physiques. Toutefois, Deheney et al. (39) ont étudié l'impact de la charge de l'équipement chez

des footballeurs américains, sur les performances au Star Excursion Balance Test. Ils ont ainsi observé que les performances du test diminuaient significativement lorsqu'une charge supplémentaire était ajoutée. Ces différences s'expliquent par le fait que les variations de poids n'avaient pas la même origine. Si l'origine de la prise poids est une augmentation de la masse musculaire, les performances sont améliorées. A l'inverse si celle-ci est de la masse grasse ou une charge externe, elle aura tendance à faire baisser les performances physiques.

Il est possible que dans notre recherche, les sujets ayant des poids supérieurs à la médiane possédaient par la même occasion plus de masse musculaire.

Concernant le rapport avec le nombre moyen de touches des 3 essais, ce ratio tombe à 25%. Cependant il nous paraît toujours justifié de penser que cette différence est également significative sur le plan clinique car elle représente tout de même un quart du résultat final. Il faudrait selon nous en tenir compte dans l'évaluation des sujets.

- Différence en fonction du niveau d'activité physique :

Nos résultats indiquent des différences statistiquement significatives pour la dichotomisation en fonction de la médiane ( $p = 0.0245$ ) et la catégorisation en intensité faible, modéré ou intense ( $p = 0.036$ ). Les individus qui ont un plus haut niveau d'activité physique présentent donc de meilleurs résultats que les sujets avec un niveau d'activité moindre.

Ces résultats sont partiellement concordants avec les résultats de Tucci et al. (4). Ces derniers n'avaient pas trouvé de différence significative entre les hommes sédentaires et actifs, mais une différence significative était apparue entre les femmes sédentaires et actives. Leur méthode de catégorisation est différente de celle que nous avons mis en place. Il se basaient sur des critères précis. Les sujets n'étaient considérés comme actif, qu'à partir du moment où ils réalisaient au minimum 3 activité physique de plus de 30 minutes par semaine. De plus, il fallait au minimum une activité spécifique le membre supérieur qui ne soit pas du fitness récréatif. Toutes ces conditions devaient être respectées depuis au minimum 3 mois. Il n'y avait donc pas de quantification précise de l'activité physique comme celle que nous avons réalisé, ce qui a pu entraîner une grande hétérogénéité du niveau

d'activité physique en intra-groupe. Ces différences dans la catégorisation des sujets peuvent expliquer les différences entre les résultats des 2 études. Il nous semble plus pertinent de quantifier précisément le niveau d'activité physique plutôt que de mettre un critère unique étant donné que le critère unique entraîne une perte de données importante ce qui peut biaiser l'évaluation.

- Les résultats de l'analyse multivariée :

Les résultats des analyses multivariées montrent que le sexe, le poids et l'envergure étaient les 3 principaux paramètres influençant le score du CKCUEST. Nous avons décidé de garder les résultats de l'analyse multivariée après une élimination pas à pas descendante car celle-ci a été optimisée pour prédire le score du CKCUEST en enlevant les variables qui n'apportent pas d'informations supplémentaires au modèle. Dans ce modèle, l'envergure des bras, le sexe et le poids représentent respectivement 58.5%, 28.2% et 13.3%. Ces pourcentages signifient que l'envergure des bras permet d'expliquer 58.5% du résultat obtenu lors du CKCUEST tandis que le sexe et le poids permettent d'expliquer 28.2% et 13.3% des résultats obtenus lors du CKCUEST.

A partir de l'analyse multivariée, nous pouvons tirer l'équation suivante afin de prédire le score du CKCUEST pour des sujets sains :

$$\text{Score CKCUEST}_i = (0.271 \times \text{EMS}_i) - (0.103 \times \text{P}_i) - (3.219 \times \text{S}_i) - 17.719 + \epsilon_i$$

EMS<sub>i</sub> : envergure des membres supérieurs (cm) / P<sub>i</sub> : poids (kg) / S<sub>i</sub> : sexe (Homme = 0 / Femme = 1) / ε<sub>i</sub> : Erreur

A notre connaissance cette équation est la première à proposer une valeur prédictive du score au CKCUEST dans une population saine. L'intérêt de notre équation est donc d'obtenir un score qui tiendrait compte des caractéristiques anthropométriques des sujets. Il serait possible de se baser sur cette équation. Il pourrait être intéressant de tester les capacités prédictives et discriminatoires de cette équation même si les données de la littérature sont contradictoires sur ce sujet.

Les études Pontillo et al. (40) et de Gaudet et al. (3) ont tenté d'évaluer les capacités de prédiction du risque de blessure du CKCUEST. Pontillo et al. (40) ont montré que le CKCUEST semble être un bon test pour prédire le risque de survenue des blessures avec une sensibilité de 0.83, une spécificité de 0.79 et un odds ratio de 18.75. Leur valeur seuil pour prédire le risque de survenue était de 21 touches. Gaudet et al. (3) ont eux montré que les athlètes qui se blessaient, faisaient en moyenne 3.53 touches de plus que ceux qui ne se blessaient pas. En prenant le cut-off de Pontillo et al. (40), ils arrivaient ainsi à une sensibilité de 0% et une spécificité de 96%. Ils en ont conclu que le CKCUEST pouvait être un bon indicateur du risque de blessure mais qu'il ne devait pas être utilisé tout seul afin de conclure si le sujet est ou non à risque de survenue de blessure.

Si nous comparons cette valeur seuil de 21 touches aux résultats de notre étude, la majorité des sujets de notre essai serait considérée à risque de survenue de blessure à l'épaule. Cependant aucun de nos sujets n'avait d'antécédents de traumatisme ou de luxation au membre supérieur. Par ailleurs ce cut-off avait été fixé à partir d'une étude qui portait sur des footballeurs américains de 1<sup>ère</sup> division universitaire, soit des sportifs d'élite. Ce cut-off ne semble donc pas adapté à une population plus générale comme la nôtre.

Sciascia et al. (18) ainsi que Tucci et al. (4) ont quant à eux étudié la capacité discriminatoire du CKCUEST. Tucci et al. (4) ont mis en évidence que les personnes avec des conflits sous-acromiaux présentes des scores significativement plus faibles que les personnes saines. Sciascia et al. (18) n'ont pas trouvé de différence significative entre les scores des personnes avec ou sans symptômes à l'épaule.

Malgré les données contradictoires, il pourrait être intéressant de tester les capacités prédictives et discriminatoire de cette équation sur le même type de population car la prédictivité tiendrait compte des caractéristiques propres à la personne plutôt que d'évaluer par rapport à un groupe. Ceci pourrait ainsi affiner la capacité prédictive et discriminatoire du CKCUEST.



- La valeur du coefficient de détermination est égale à 0.51 :

Nos résultats indiquent que le modèle que nous proposons possède un coefficient de détermination  $R^2 = 0.51$ . Cela signifie qu'il existe une correspondance entre la valeur que notre modèle prédit et la valeur mesurée pour 51% des résultats que nous avons obtenu. Le fait que celui-ci ne soit pas de 1 signifie que les variables de notre modèle ne permettent de déterminer la position de l'ensemble des points mais seulement de 51% d'entre eux. Il nous manque donc des variables pour expliquer l'ensemble des points. Trois situations peuvent être envisagées pour expliquer le fait que notre équation n'ait pas pu prédire les 49% de points restants car il n'y a pas de corrélation entre le nombre de points déterminés et le nombre de variables qui permettent de les déterminer. La 1<sup>ère</sup> est que nous n'avons pas inclus dans notre essai 1 ou plusieurs variables qui permettraient d'expliquer ces 49%. La 2<sup>nd</sup> est qu'il n'existe pas d'autres variables pour expliquer la position de ces points. La 3<sup>ème</sup> est qu'il est possible qu'une seule variable permette d'expliquer la position de l'ensemble des points. De nombreuses pistes de recherche peuvent donc être envisagées pour tenter d'y apporter une réponse.

Dans la littérature, Lee et al. (2) ont retrouvé une forte corrélation entre le score au CKCUEST et le couple de force rotation interne/rotation externe sur machine isocinétique ( $r$  allant de 0.82 à 0.94) ainsi qu'avec la force de préhension manuelle. De leur côté, Lust et al. (41) ont montré qu'après un protocole de renforcement de 6 semaines composé d'exercice en chaîne cinétique ouverte, en chaîne cinétique fermée ou de stabilisation du corps, il y avait une augmentation significative du score au CKCUEST comparée à un groupe contrôle.

Il serait donc intéressant de réaliser une seconde étude qui prenne en compte toutes les variables que nous avons déjà étudié, et d'y rajouter une évaluation de la force musculaire pour l'ensemble des mouvements de l'épaule (flexion/extension, abduction/adduction, rotation interne/rotation externe) afin d'étudier si la force musculaire permettrait d'affiner notre modèle.

#### IV.1- Limites et biais de l'étude

- Population étudiée :

L'ensemble des sujets inclus dans l'étude étaient tous âgés de 18 à 25 ans cependant Borms et al. (22) ont montré que le score était influencé par l'âge des individus. La majorité des personnes incluses étaient également des étudiants. Ces deux caractéristiques font que nous ne pouvons pas généraliser les données à l'ensemble de la population et sont donc considérées comme des limites. Des études sur des tranches d'âge différentes et des populations différentes de celle étudiante, sont nécessaires pour généraliser les résultats.

- Outils d'évaluations :

Nous avons choisi d'utiliser une toise et un mètre pour mesurer la taille, la longueur des bras et leur envergure. Il était possible d'utiliser des outils plus précis pour mesurer ces longueurs mais ils ne sont pas disponibles dans la pratique courante.

La mesure du poids ayant été réalisée avec une balance simple, nous n'avons aucune indication de la composition corporelle des sujets. Celle-ci peut influencer le score du CKCUEST étant donné que la matière grasse et maigre, ont un impact différent sur les capacités physiques (42). Cependant nous voulions étudier le CKCUEST dans des conditions de pratique courante, et tenir compte de cette différence masse grasse / masse musculaire n'est pas réalisable dans la pratique courante.

Nous allons maintenant nous intéresser à l'activité physique qui a été évaluée à partir du Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). Les questionnaires se basent sur les déclarations des sujets ce qui induit des inexactitudes entre la réalité et ce qui est déclaré à cause des biais de rappel. Leur importance varie en fonction du temps entre l'activité et l'épisode de rappel, l'importance des activités rappelées, le souhait social de réponse, les caractéristiques de la personne, le comportement de l'enquêteur et la nature du questionnaire. En plus du biais de rappel, la désirabilité sociale tout comme d'autres

facteurs socio-cognitifs rentrent en compte lors du processus cognitif pour compléter le questionnaire (43,44).

Lors de l'exploitation des données, 4 MET<sup>-min</sup> étaient attribués aux activités modérées, 8 MET<sup>-min</sup> aux activités intenses et 0 MET<sup>-min</sup> si le sujet ne pratiquait aucune de ces 2 activités. Cette catégorisation se basait sur le type de sport et les sensations perçus par le sujet. Cette catégorisation a entraîné une perte de données diminuant ainsi la précision de l'estimation du niveau d'activité physique. Il est possible qu'il existe une hétérogénéité au sein de nos groupes entre ce que nous avons estimé et la réalité. Le fait d'avoir associé l'activité physique à un score, a automatiquement supprimé l'impact des caractéristiques propres à chaque sport. Ceci peut être une source de biais étant donné qu'il n'y a pas de consensus dans la littérature concernant l'impact du type de sport sur le CKCUEST. Taylor et al. (34) trouvaient des différences en fonction des sports tandis que Borms et al. (22) n'en relevaient pas lors de leurs études respectives.

Malgré ces limites, notre travail permet de donner des indications sur l'impact de l'activité physique générale sur le score du CKCUEST.

Cette recherche est, à notre connaissance, la première qui propose une équation pour prédire la valeur du CKCUEST. Cette équation permettrait de donner un score plus ajusté à la personne étant donné qu'il tient compte des caractéristiques anthropométriques et du niveau d'activité physique de la personne. Elle vient donner des informations sur l'impact de la taille, du poids de la longueur des bras et de l'envergure des bras sur le score du CKCUEST. Elle apporte également des données supplémentaires sur l'impact du sexe sur le score du CKCUEST et montrent un lien significatif entre ce score et le niveau d'activité physique, ce qui n'est pas forcément le cas dans la littérature.

Nous avons inclus 82 sujets afin de porter la puissance de l'étude à 90%. Nous avons donc une probabilité de 90% de chances d'avoir détecté des différences qui existent réellement.

## IV.2- Ouverture

Nous avons trouvé au cours de cette étude que plusieurs variables semblaient influencer le score du CKCUEST avec une prédominance pour trois d'entre elles mais que toutes ces variables ne permettaient pas de prédire tous les scores du CKCUEST.

Nous avons vu que le CKCUEST pourrait avoir des capacités à prédire le risque de survenue des blessures même si cette faculté est remise en question dans la littérature. Les conséquences des blessures dans le quotidien des personnes, ne sont pas que nocives. Pour les sportifs elles constituent à la fois une frustration à cause de l'incapacité à réaliser son activité physique, et une perte de temps d'entraînement en vue des échéances qu'il s'est fixé. Pour les personnes non-sportives, elles peuvent être à l'origine d'arrêt de travail et d'incapacités à effectuer les tâches de la vie quotidienne. La prévention de la survenue ou de la récurrence des blessures constitue donc un des objectifs du thérapeute lors de la prise en charge de ses patients. Pour mener à bien cet objectif, il a besoin de s'appuyer sur des outils simples et fiables à mettre en place. Cette équation pourrait faire partie de ces outils. Celle-ci se base sur les données spécifiques des personnes pour mettre en place des cut-off qui déterminerait leur risque de survenue de blessure ou qui mettrait en évidence un trouble à l'origine d'une pathologie.

Nous posons donc la question suivante : Si nous améliorons la capacité prédictive de l'équation, est-ce que celle-ci permettrait de mettre en place des cut-off pour prédire la survenue de blessures ou d'un trouble entraînant une pathologie ?

## IV.3- Projection professionnelle

La réalisation de cette étude interventionnelle m'a permis d'observer le fonctionnement et la composition d'une équipe de recherche, ainsi que de me familiariser avec la réglementation en vigueur pour l'élaboration des protocoles de recherche.

Cette expérience m'a apporté encore un peu plus de certitude quant à la place centrale que la recherche doit tenir dans notre profession et son futur. Je pensais que la taille était le grand facteur après le sexe qui expliquait les différences qui pouvaient être observés entre les scores. Mais je me trompais. Les théories sont des hypothèses, qui restent essentielles puisqu'elles servent de support de base à la recherche, mais elles ne restent ni plus ni moins que des hypothèses. Seules les preuves cliniques issues des recherches avec des qualités méthodologiques rigoureuses font foi.

La réalisation de cette étude a développé ma rigueur scientifique et mon esprit critique que ça soit dans : la recherche d'article, la création d'un protocole de recherche, la mise en place d'un protocole et l'interprétation des résultats d'une étude. Le monisme méthodologique fait que je pourrai réutiliser ces connaissances aux autres domaines.

L'ensemble de ces compétences me seront utiles dans ma vie professionnelle et la possible poursuite de mes études, particulièrement la recherche d'articles et la critique des informations pour deux raisons. La première est qu'il y a un renouvellement constant des connaissances médicales, paramédicales ainsi que des recommandations. Se tenir au courant de ces modifications et avancées est un devoir afin de proposer la meilleure prise en charge possible au regard des données scientifiques en vigueur.

La seconde est que les théories et thérapies alternatives sont très présentes dans notre société. Il est parfois dure de démêler le vrai du faux et l'utile de l'inutile, en particulier lorsque ces théories présentent des articles scientifiques pour appuyer leurs propos qui paraissent valides mais qui sont en réalité pleins de biais. Dans un souci de sécurité des patients, d'honnêteté dans la relation soignant-soigné et d'offrir une prise en charge qui soit de qualité, nous devons être capable de critiquer l'intérêt et les conséquences des actes que nous mettons en place pour le bien de nos patients.

## V - Conclusion

Le but de cette étude était d'évaluer si les données anthropométriques et le niveau d'activité physique influençaient le score lors du Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test.

Les résultats de cette étude montrent les données anthropométriques (sexe, taille, poids, longueur des bras, envergure des bras) et le niveau d'activité physique impactent significativement le score du CKCUEST. Nous proposons l'équation suivante afin de prédire le score au CKCUEST :

$$\text{Score CKCUEST}_i = (0.271 \times \text{EMS}_i) - (0.103 \times \text{P}_i) - (3.219 \times \text{S}_i) - 17.719 + \epsilon_i$$

EMS<sub>i</sub> : envergure des membres supérieurs (cm) / P<sub>i</sub> : poids (kg) / S<sub>i</sub> : sexe (Homme = 0 / Femme = 1) / ε<sub>i</sub> : Erreur

En conclusion, nous pourrions utiliser l'équation de notre modèle pour prédire le résultat au Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test. Cependant d'autres recherches incluant d'autres facteurs, en particulier la force musculaire, doivent être entreprises pour affiner la capacité de prédiction du score.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1). Tarara DT, Fogaca LK, Taylor JB, Hegedus EJ. Clinician-friendly physical performance tests in athletes part 3: a systematic review of measurement properties and correlations to injury for tests in the upper extremity. *British Journal of Sports Medicine*. Mai 2016;50(9):545-51.
- (2). Lee D-R, Kim LJ. Reliability and validity of the closed kinetic chain upper extremity stability test. *J Phys Ther Sci*. avr 2015;27(4):1071-3.
- (3). Gaudet S, Begon M, Tremblay J. Cluster analysis using physical performance and self-report measures to identify shoulder injury in overhead female athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport* [Internet]. sept 2018.
- (4). Tucci HT, Martins J, Sposito G de C, Camarini PMF, de Oliveira AS. Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUES test): a reliability study in persons with and without shoulder impingement syndrome. *BMC Musculoskelet Disord*. déc 2014;15(1):1.
- (5). Goldbeck TG, Davies GJ. Test-Retest Reliability of the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test: A Clinical Field Test. *Journal of Sport Rehabilitation*. févr 2000;9(1):35-45.
- (6). Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur: ostéologie, arthrologie, myologie, neurologie, angiologie, morpho-topographie. Tome 2, Tome 2. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2007.
- (7). Kamina P, Martinet C. Anatomie clinique. Tome 1, Tome 1. Paris: Maloine; 2009.
- (8). Del Valle Acedo S, Dufour M, Langlois K, Pillu M. Biomécanique fonctionnelle: Membres - Tête - Tronc. Elsevier Masson; 2017.
- (9). Kapandji AI, Tubiana R. Physiologie articulaire. schémas commentés de mécanique humaine: 805 dessins originaux de l'auteur 1, 1,. Paris: Maloine; 2005.
- (10). LinkedIn. Les deux coiffes de l'épaule. [En ligne]. <https://fr.slideshare.net/Pierretru/gagey-jfk2011-8289840>. Consulté en ligne le 05/05/2020.
- (11). Wattanaprakornkul D, Halaki M, Boettcher C, Cathers I, Ginn KA. A comprehensive analysis of muscle recruitment patterns during shoulder flexion: An electromyographic study. *Clin Anat*. juill 2011;24(5):619-26.
- (12). EDUlib. Processus de raisonnement clinique. [En ligne]. <https://catalogue.edulib.org/fr/cours/UMontreal-PRC/>. Consulté en ligne le 29/04/2020.

- (13). Cleland J, Koppenhaver S, Netter FH. Examen clinique de l'appareil locomoteur: Tests, évaluation et niveaux de preuve (2nd Edition). Elsevier Masson; 2012.
- (14). Neuromusculoskeletal examination and assessment: a handbook for therapists. Edinburgh: Elsevier churchill Ivgst; 2011.
- (15). Pallot A. Evidence based practice en rééducation: démarche pour une pratique raisonnée. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2019.
- (16). Pinsault N, Monvoisin R. Tout ce que vous n'avez jamais voulu savoir sur les thérapies manuelles. Saint-Martin-d'Hères (Isère): Presses universitaires de Grenoble; 2014.
- (17). COSMIN. COSMIN Taxonomy of Measurements Properties [En ligne]. <https://www.cosmin.nl/tools/cosmin-taxonomy-measurement-properties/>. Consulté le 29 Avril 2020.
- (18). Sciascia A, Uhl T. Reliability of strength and performance testing measures and their ability to differentiate persons with and without shoulder symptoms. Int J Sports Phys Ther. oct 2015;10(5):655-66.
- (19). Poulain P, Pertuzon E. Étude comparative des effets de trois méthodes de musculation sur les propriétés contractiles et élastiques du muscle. In : Ann. Kinésithér., Elsevier Masson. 1988;4:166-177.
- (20). Roush JR, Kitamura J, Waits MC. Reference Values for the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST) for Collegiate Baseball Players. N Am J Sports Phys Ther. août 2007;2(3):159-63.
- (21). Tarara DT, Hegedus EJ, Taylor JB. Real-time test-retest and interrater reliability of select physical performance measures in physically active college-aged students. Int J Sports Phys Ther. déc 2014;9(7):874-87.
- (22). Borms D, Cools A. Upper-Extremity Functional Performance Tests: Reference Values for Overhead Athletes. Int J Sports Med. juin 2018;39(6):433-41.
- (23). <https://www.ameli.fr/sarthe/assure/sante/themes/puberte/comprendre-mecanismes>
- (24). Bouvattier C, Pienkowski C. Puberté précoce. Paris: Springer; 2014.
- (25). Jordan B. L'enfant programmé par ses gènes? La lettre de l'enfance et de l'adolescence. 2001;43(1):11.



- (26). Bertillon-A. Identification anthropométrique : instructions signalétiques. Hachette livre - BNF; 2016.
- (27). Norton KI. Standards for Anthropometry Assessment. In: Norton K, Eston R, éditeurs. Kinanthropometry and Exercise Physiology. Fourth Edition. New York: Routledge, 2018.
- (28). OMS, Organisation Mondiale de la Santé. Stratégie mondiale pour l'alimentation, l'exercice physique et la santé. [En ligne]. [https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood\\_what/fr/](https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what/fr/). Consulté le 17/03/2020.
- (29). R, Villain L, Febvre P. Dictionnaire. In: R, Villain L, Febvre P. Dictionnaire de physique. Belgique: De Boeck Supérieur; 2018. p. 454
- (30). OMS, Organisation Mondiale de la Santé. Questionnaire mondiale sur la pratique d'activité physique (GPAQ), [En ligne]. [https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/GPAQ\\_Analysis\\_Guide\\_FR.pdf](https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/GPAQ_Analysis_Guide_FR.pdf). Page consulté le 17/03/2020
- (31). Antoine-Jonville S, Vuillemin A, Hue O. Quantification et qualification bio-énergétique de l'activité physique pour les recommandations de santé publique. Nutrition Clinique et Métabolisme. mai 2015;29(2):69-76.
- (32). Desbrosses K. Le comportement sédentaire au travail : de quoi parle-t-on?. Hygiène et sécurité du travail. 2018 Sep;252:6-10.
- (33). Rivière F, Widad FZ, Speyer E, Erpelding M-L, Escalon H, Vuillemin A. Reliability and validity of the French version of the global physical activity questionnaire. Journal of Sport and Health Science. juill 2018;7(3):339-45.
- (34). Taylor JB, Wright AA, Smoliga JM, DePew JT, Hegedus EJ. Upper-Extremity Physical-Performance Tests in College Athletes. J Sport Rehabil. mai 2016;25(2):146-54.
- (35). Ellenbecker TS, Manske R, Davies GJ. Closed Kinetic Chain Testing Techniques of the Upper Extremities. [En ligne]. [https://www.researchgate.net/publication/294312109\\_Closed\\_kinetic\\_chain\\_testing\\_techniques\\_of\\_the\\_upper\\_extremities](https://www.researchgate.net/publication/294312109_Closed_kinetic_chain_testing_techniques_of_the_upper_extremities)
- (36). Eriksrud O, Federolf PA, Cabri J. Influence of Anthropometry, Age, Sex, and Activity Level on the Hand Reach Star Excursion Balance Test. Front Psychol. 9 avr 2019;10:756.
- (37). Gribble PA, Hertel J. Considerations for Normalizing Measures of the Star Excursion Balance Test. Measurement in Physical Education and Exercise Science. Juin 2003;7(2):89-100.

- (38). Jlid MC, Maffulli N, Elloumi M, Moalla W, Paillard T. Rapid weight loss alters muscular performance and perceived exertion as well as postural control in elite wrestlers. *J Sports Med Phys Fitness*. déc 2013;53(6):620-7.
- (39). Denehey T, Marshall T, Spaccarotella K, Andzel W. The Impact of an External Load of Football Equipment on Dynamic Balance as Assessed by the Modified Star Excursion Balance Test. *Int J Exerc Sci*. 2018;11(4):797-805.
- (40). Pontillo M, Spinelli BA, Sennett BJ. Prediction of in-season shoulder injury from preseason testing in division I collegiate football players. *Sports Health*. nov 2014;6(6):497-503.
- (41). Lust KR, Sandrey MA, Bulger SM, Wilder N. The Effects of 6-Week Training Programs on Throwing Accuracy, Proprioception, and Core Endurance in Baseball. *Journal of Sport Rehabilitation*. août 2009;18(3):407-26.
- (42). Barbe P, Ritz P. Composition corporelle. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. juin 2005;40(3):172-6.
- (43). Durante R, Ainsworth BE. The recall of physical activity: using a cognitive model of the question-answering process. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. oct 1996;28(10):1282-91.
- (44). Adams SA. The Effect of Social Desirability and Social Approval on Self-Reports of Physical Activity. *American Journal of Epidemiology*. 15 févr 2005;161(4):389-98.

## ANNEXES

### ANNEXE I : Questionnaire Global Physical Activity Questionnaire

<b>Activité physique</b>			
<p>Je vais maintenant vous poser quelques questions sur le temps que vous consacrez à différents types d'activité physique lors d'une semaine typique. Veuillez répondre à ces questions même si vous ne vous considérez pas comme quelqu'un d'actif.</p> <p>Pensez tout d'abord au temps que vous y consacrez au travail, qu'il s'agisse d'un travail rémunéré ou non, de tâches ménagères, de cueillir ou récolter des aliments, de pêcher ou chasser, de chercher un emploi. [Ajouter d'autres exemples si nécessaire]. Dans les questions suivantes, les activités physiques de forte intensité sont des activités nécessitant un effort physique important et causant une augmentation conséquente de la respiration ou du rythme cardiaque, et les activités physiques d'intensité modérée sont des activités qui demandent un effort physique modéré et causant une petite augmentation de la respiration ou du rythme cardiaque.</p>			
Question		Réponse	Code
<b>Activités au travail</b>			
1	Est-ce que votre travail implique des activités physiques de forte intensité qui nécessitent une augmentation conséquente de la respiration ou du rythme cardiaque, comme [soulever des charges lourdes, travailler sur un chantier, effectuer du travail de maçonnerie] pendant au moins 10 minutes d'affilée ? [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]	Oui 1  Non 2 Si Non, aller à P4	P1
2	Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des activités physiques de forte intensité dans le cadre de votre travail ?	Nombre de jours <input type="text"/>	P2
3	Lors d'une journée habituelle durant laquelle vous effectuez des activités physiques de forte intensité, combien de temps consacrez-vous à ces activités ?	Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P3 (a-b)
4	Est-ce que votre travail implique des activités physiques d'intensité modérée, comme une marche rapide ou [soulever une charge légère] durant au moins 10 minutes d'affilée ? [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]	Oui 1  Non 2 Si Non, aller à P 7	P4
5	Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des activités physiques d'intensité modérée dans le cadre de votre travail ?	Nombre de jours <input type="text"/>	P5
6	Lors d'une journée habituelle durant laquelle vous effectuez des activités physiques d'intensité modérée, combien de temps consacrez-vous à ces activités ?	Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P6 (a-b)
<b>Se déplacer d'un endroit à l'autre</b>			
<p>Les questions suivantes excluent les activités physiques dans le cadre de votre travail, que vous avez déjà mentionnées.</p> <p>Maintenant, je voudrais connaître votre façon habituelle de vous déplacer d'un endroit à l'autre ; par exemple pour aller au travail, faire des courses, aller au marché, aller à votre lieu consacré au culte. [Ajouter d'autres exemples si nécessaire]</p>			
7	Est-ce que vous effectuez des trajets d'au moins 10 minutes à pied ou à vélo ?	Oui 1  Non 2 Si Non, aller à P10	P7

8	Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des trajets d'au moins 10 minutes à pied ou à vélo ?	Nombre de jours <input type="text"/>	P8
9	Lors d'une journée habituelle, combien de temps consacrez-vous à vos déplacements à pied ou à vélo ?	Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P9 (a-b)

Question	Réponse	Code	
<b>Activités de loisirs</b>			
Les questions suivantes excluent les activités liées au travail et aux déplacements que vous avez déjà mentionnées. Maintenant je souhaiterais vous poser des questions sur le sport, le fitness et les activités de loisirs. [Insérer les termes appropriés]			
10	Est-ce que vous pratiquez des sports, du fitness ou des activités de loisirs de forte intensité qui nécessitent une augmentation importante de la respiration ou du rythme cardiaque comme [courir ou jouer au football] pendant au moins dix minutes d'affilée ? [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]	Oui 1  Non 2 Si Non, aller à P13	P10
11	Habituellement, combien de jours par semaine pratiquez-vous une activité sportive, du fitness ou d'autres activités de loisirs de forte intensité ?	Nombre de jours <input type="text"/>	P11
12	Lors d'une journée habituelle, combien de temps y consacrez-vous ?	Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P12 (a-b)
13	Est-ce que vous pratiquez des sports, du fitness ou des activités de loisirs d'intensité modérée qui nécessitent une petite augmentation de la respiration ou du rythme cardiaque comme la marche rapide [faire du vélo, nager, jouer au volley] pendant au moins dix minutes d'affilée ? [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]	Oui 1  Non 2 Si Non, aller à P16	P13
14	Habituellement, combien de jours par semaine pratiquez-vous une activité sportive, du fitness ou d'autres activités de loisirs d'intensité modérée ?	Nombre de jours <input type="text"/>	P14
15	Lors d'une journée habituelle, combien de temps y consacrez-vous ?	Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P15 (a-b)
<b>Comportement sédentaire</b>			
La question suivante concerne le temps passé en position assise ou couchée, au travail, à la maison, en déplacement, à rendre visite à des amis, et inclut le temps passé [assis devant un bureau, se déplacer en voiture, en bus, en train, à lire, jouer aux cartes ou à regarder la télévision] mais n'inclut pas le temps passé à dormir. [INSÉRER DES EXEMPLES LOCAUX ET MONTRER LES CARTES]			
16	Combien de temps passez-vous en position assise ou couchée lors d'une journée habituelle ?	Heures : minutes <input type="text"/> : <input type="text"/> hrs mins	P16 (a-b)

<p><b>LEPINET</b> <b>Ugo</b></p>
<p><b>Titre :</b> Impact des données anthropométriques et du niveau d'activité physique sur le score du CKCUEST</p>
<p><b>Contexte :</b> Le Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUEST) est un test fonctionnel qui permet d'évaluer la stabilité dynamique de l'épaule en chaîne cinétique fermée. L'évaluation complète de l'épaule nécessite de l'étudier dans ses différents aspects. Actuellement, il existe peu de tests qui évaluent l'épaule en chaîne cinétique fermée et ces derniers nécessitent des recherches sur leur qualités métrologiques. Le but de cette recherche est d'étudier l'impact des données anthropométriques et du niveau d'activité physique sur le score du CKCUEST.</p> <p><b>Méthode :</b> Une étude transversale sur 82 sujets sains a été menée. Les données anthropométriques ont été relevées et le niveau d'activité physique a été évalué à l'aide du Global Physical Activity Questionary (GPAQ). Le critère de jugement était le score obtenu du CKCUEST après dichotomisation des groupes. Une analyse multivariée était ensuite effectuée.</p> <p><b>Résultats :</b> Les résultats après dichotomisation des variables indiquent une différence significative entre les groupes (<math>p &lt; 0.001</math>). L'analyse multivariée propose une équation prédictive dans laquelle le sexe, le poids et l'envergure constituent les 3 facteurs avec le plus d'influence (<math>R^2 = 0.5</math>)</p> <p><b>Conclusion :</b> Le score au CKCUEST semble être impacté par le sexe, le poids et l'envergure des bras. Une équation prédictive du score du CKCUEST a été proposée. Cependant d'autres études doivent être menées pour découvrir l'ensemble des paramètres influençant le score du CKCUEST.</p>
<p><b>Context :</b> The Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUEST) is a functional test that evaluates the dynamic stability of the shoulder in a closed kinetic chain. The full assessment of the shoulder requires examining it in its various aspects. Currently, there are few tests evaluating the shoulder in closed kinetic chain and these require research on their metrological qualities. The purpose of this research is to study the impact of anthropometric data and the level of physical activity on the CKCUEST score.</p> <p><b>Method :</b> A cross-sectional study of 82 healthy subjects was conducted. Anthropometric data were collected and the physical activity level was assessed using the Global Physical Activity Questionary (GPAQ). The evaluation criterion was the CKCUEST score obtained after dichotomization of the groups. A multivariate analysis was then performed.</p> <p><b>Results :</b> The results after dichotomization of the variables indicate a significant difference between the groups (<math>p &lt; 0.001</math>). The multivariate analysis proposes a predictive equation in which gender, weight and span are the 3 factors with the most influence (<math>R^2 = 0.5</math>).</p> <p><b>Conclusion :</b> The CKCUEST score seems to be impacted by gender, weight and arm span. A predictive equation for the CKCUEST score was proposed. However, further studies need to be conducted to discover the full range of parameters influencing CKCUEST score.</p>
<p><b>Mots-clefs :</b> CKCUEST, données anthropométriques, niveau d'activité physique</p>
<p><b>Keywords :</b> CKCUEST, anthropometric data, physical activity level</p>
<p>Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie de Brest 22 Avenue Camille Desmoulins, 29200 Brest cedex</p> <p>Travail écrit de fin d'études – Année 2020</p>