

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

EXISTE-T-IL UNE RELATION ENTRE
L'ENDURANCE DES FLECHISSEURS CERVICAUX
ET L'ENDURANCE DES FLECHISSEURS DU TRONC ?

Mémoire présenté par **Mélanie LALLEMENT**
étudiante en 3^{ème} année de masso-kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'État
de Masseur-Kinésithérapeute.
2010-2011.

SOMMAIRE

	Page
RESUME	
1. INTRODUCTION	1
2. DEMARCHE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	2
3. RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES	3
3. 1. Anatomie des muscles fléchisseurs du rachis cervical.....	3
3. 2. Anatomie des muscles fléchisseurs du tronc (grands droits de l'abdomen)	6
3. 3. Notions de chaînes musculaires et actions synergiques	7
3. 3. 1. La chaîne droite antérieure du tronc	7
3. 3. 2. Le relais scapulaire	8
3. 3. 3. La chaîne droite antérieure cervico-céphalique.....	8
3. 3. 4. Action synergique.....	9
3. 4. Types de fibres musculaires et composition des muscles étudiés.....	9
3. 4. 1. Les différents types de fibres musculaires.....	9
3. 4. 2. Composition des muscles étudiés	10
4. MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	12
4. 1. Population	12
4. 2. Matériel	12
4. 3. Méthode.....	12
4. 3. 1. Description du test d'endurance des muscles fléchisseurs du rachis cervical	12
4. 3. 2. Description du test d'endurance des fléchisseurs du tronc ou test de Shirado	13
4. 4. Protocole	15
5. RÉSULTATS.....	16
5. 1. Description de la population	16

5. 2. Résultats	17
5. 2. 1. Résultats globaux.....	17
5. 2. 2. Résultats spécifiques	18
5. 2. 2. 1. En fonction du sexe.....	18
5. 2. 2. 2. En fonction de la pratique sportive	19
5. 2. 3. Causes d'arrêt des tests.....	19
6. DISCUSSION.....	20
6. 1. Les résultats.....	20
6. 1. 1. Comparaison des résultats obtenus aux tests par rapport à la littérature	20
6. 1. 2. Corrélation entre endurance des fléchisseurs cervicaux et grands droits de l'abdomen	21
6. 1. 3. Etude du ratio C/A.....	21
6. 2. Justification du choix des protocoles employés pour chaque test.....	23
6. 2. 1. Le test d'endurance des fléchisseurs cervicaux.....	23
6. 2. 2. Le test de Shirado	24
6. 2. 3. L'ordre des tests	25
6. 3. Difficultés rencontrées	25
6. 3. 1. Subjectivité de la notion d'endurance maximale.....	25
6. 3. 2. Distinction fatigue musculaire / douleur	26
6. 3. 3. Structures responsables de l'arrêt du test	27
6. 3. 3. 1. Lors du test de flexion crânio-cervicale.....	27
6. 3. 3. 2. Lors du test de Shirado	28
6. 4. Implications masso-kinésithérapiques	29
7. CONCLUSION	30
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

RESUME

Objectif du travail : Le but de notre étude est de déterminer s'il existe, chez le sujet sain, une corrélation entre l'endurance des fléchisseurs cervicaux et l'endurance des fléchisseurs du tronc, et de rechercher la relation qui peut les unir comme le ratio de leur endurance, noté C/A.

Matériel et méthode : L'endurance est mesurée à l'aide d'un chronomètre électronique lors des tests de flexion crânio-cervicale et de Shirado. Ce sont des tests d'endurance statique classiquement décrits dans la littérature, montrant une bonne reproductibilité intra et inter examineurs. Ils nécessitent peu de matériel et sont donc aisément réalisables par le masseur-kinésithérapeute dans sa pratique professionnelle.

Résultats : L'étude montre l'existence d'une corrélation positive des durées obtenues pour chacun des deux tests. Nous obtenons un ratio C/A de $0,69 \pm 0,31$, tous sujets confondus. Le sexe et l'intensité de la pratique sportive font varier ce ratio, sans pour autant avoir une incidence significative sur celui-ci.

Conclusion : Les résultats de notre étude montrent l'intérêt, lors d'un bilan, de coupler la mesure d'endurance des fléchisseurs cervicaux à celle des abdominaux et inversement plutôt que de considérer chaque groupe de manière isolée. Il serait cependant utile de mener une étude similaire au sein de populations cervicalgique et/ou lombalgique afin d'apporter un complément aux conclusions de notre travail.

Mots clés : fléchisseurs cervicaux ; grands droits ; endurance ; corrélation ; ratio.

1. INTRODUCTION

Les colonnes cervicale et lombaire constituent les deux lordoses du rachis. Ce sont des zones de grande mobilité, par opposition aux cyphoses qui ont une finalité de protection des organes [1]. Si ces zones sont très mobiles, elles sont également des zones de prédilection des rachialgies. On estime en effet la prévalence des lombalgies entre 59 et 84 % en fonction des études (dont 10 à 20 % de lombalgies chroniques) [2] et la prévalence des cervicalgies à 43 % (dont 19 % de cervicalgies chroniques) [3].

De nombreuses études ont mis en évidence la diminution d'endurance des muscles animant ces zones chez les sujets souffrant de cervicalgies ou de lombalgies, soulignant donc la nécessité de mettre au point des tests d'endurance fiables et reproductibles [4] [5] [6]. Ces études ont en outre permis d'établir des normes pour les sujets sains et pathologiques. L'endurance musculaire est donc un point important à prendre en considération dans le bilan.

Cependant, Mervelet remarque dans son mémoire une contraction des abdominaux lors du test d'endurance des fléchisseurs cervicaux [7]. Il nous paraît donc intéressant d'envisager l'individu d'une manière moins analytique et plus globale en prenant en compte l'organisation en chaînes de la musculature animant le corps. Cette organisation fait des colonnes cervicale et lombaire des unités à la fois interdépendantes mais aussi capables d'autonomie et d'indépendance l'une vis-à-vis de l'autre. Les muscles cervicaux et abdominaux travaillent donc en synergie lors des mouvements du rachis. Pour autant, nous n'avons retrouvé aucune étude sur la relation entre ces groupes musculaires en termes d'endurance.

Dans le cadre de ce travail, nous nous proposons d'étudier plus particulièrement la synergie des groupes musculaires abdominaux et cervicaux lors du mouvement de flexion, se rapportant à la chaîne droite antérieure. L'objectif est de déterminer s'il existe une corrélation entre l'endurance de chacun de ces groupes et, le cas échéant, d'établir la relation qui les unit et la norme du ratio de leur endurance chez le sujet sain.

2. DEMARCHE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

D'après Mervelet [7], il pourrait exister une participation des grands droits de l'abdomen lors du test de flexion crânio-cervicale. Nous nous sommes donc proposés d'étudier l'éventuelle relation entre ces deux groupes musculaires, en termes d'endurance. Nos recherches se sont portées sur l'organisation anatomique et fonctionnelle de ces groupes musculaires et sur les tests disponibles pour évaluer leur endurance.

Pour cela, nous avons interrogé les bases de données : Pedro, Pubmed, Medline, Kinédoc, Réedoc et Google scholar.

Lors de ces recherches, nous avons utilisé les mots clefs suivants : endurance, fléchisseurs cervicaux, abdominaux, corrélation, test de Shirado, lombalgies, cervicalgies, chaînes musculaires et en anglais : cervical flexor, neck flexor, abdominal muscles, lumbar trunk muscles, neck pain, low back pain, muscular chains.

Nous avons effectué les recherches en entrant ces mots-clés de manière isolée ou en les combinant.

Quelques exemples :

L'association des mots clés : cervical flexor, trunk flexor n'a donné aucun résultat, quelle que soit la base de données interrogée, nous laissant supposer qu'il n'existe, à priori, aucune étude sur la relation entre ces deux groupes musculaires.

Dans la base de données Réedoc, les mots-clés neck flexor muscles ont donné 3 résultats dont 1 a retenu notre attention.

Un grand nombre de références a pu être ajouté par recherche manuelle, grâce à la bibliographie des articles sélectionnés et grâce à des recherches à Réedoc et dans les bibliothèques universitaires de médecine et de STAPS de Nancy.

3. RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

3. 1. Anatomie des muscles fléchisseurs du rachis cervical [8] [9] (cf. annexe I)

Trois types de classification des muscles fléchisseurs cervicaux peuvent être faits sur une base anatomique. Ainsi nous pouvons distinguer muscles superficiels et profonds, antérieurs et latéraux ou encore céphaliques et cervicaux (cf. annexe II) auxquels s'ajoutent les muscles de l'appareil hyoïdien.

Le **droit antérieur** se situe au niveau de la charnière occipito-atlantoïdienne. Il prend son origine sur la partie antérieure du processus transverse de C1 et se termine au niveau de la

partie basilaire de l'os occipital, en avant du foramen magnum. Il se dirige en haut et en avant et réalise la flexion et l'inclinaison homolatérale de la tête.

Le **droit latéral** prend son origine sur le processus transverse de C1 et se termine sur le processus jugulaire de l'occiput. Il se dirige vers le haut et réalise la flexion et l'inclinaison homolatérale de la tête.

Le **long de la tête** est un muscle polyarticulaire prenant son origine sur le tubercule antérieur des processus transverses des vertèbres C6 à C3 et se terminant sur la partie basilaire de l'os occipital, en avant de la terminaison du droit antérieur. Il se dirige en haut et en dedans et réalise la flexion et l'inclinaison homolatérale de la tête et du rachis cervical supérieur.

Le **long du cou** est un muscle polyarticulaire qui s'étend à la face antérieure du rachis cervical et de la charnière cervico-thoracique.

Il se compose de trois faisceaux :

- Le **faisceau longitudinal** qui prend son origine sur la partie antéro-latérale des corps de T3 à C5 et se termine sur la partie antéro-latérale des corps de C4 à C2. L'orientation de ce faisceau est verticale.
- Le **faisceau oblique caudal** prenant son origine sur la partie antéro-latérale des corps de T3 à T1 et se terminant sur le tubercule antérieur des processus transverses C7 à C5. Il se dirige ainsi en haut et en dehors.
- Le **faisceau oblique crânial** qui prend son origine sur le tubercule antérieur des vertèbres C5 à C3 et vient se terminer sur le tubercule antérieur de l'arc antérieur de C1. Il se dirige en haut et en dedans.

Il joue un rôle délordosant en statique et réalise la flexion et l'inclinaison homolatérale du cou en dynamique.

Les **muscles scalènes** sont polyarticulaires et se trouvent en situation latérale et profonde au niveau du rachis cervical. Ils sont au nombre de trois :

- Le **scalène antérieur** a pour origine la face supérieure de la première côte et pour terminaison le tubercule antérieur des processus transverses de C3 à C6. Son corps se dirige en haut, en dedans et en arrière.

- Le **scalène moyen** prend son origine à la face supérieure de la première côte et se termine sur le tubercule antérieur des processus transverses des vertèbres C2 à C7. Il est orienté en haut, en dedans et légèrement en arrière.

- Le **scalène postérieur** prend son origine sur la face supéro-externe de la deuxième côte et se termine sur le tubercule postérieur des processus transverses de C5 et C6. Il se dirige en haut et en dedans.

Leurs actions sur le rachis cervical en dynamique sont la flexion, l'inclinaison homolatérale du rachis cervical et sa rotation controlatérale réalisée par le scalène antérieur.

Ils ont également un rôle de hauban latéral du cou en statique.

Le **sterno-cleïdo-occipito-mastoïdien (SCOM)** est un muscle polyarticulaire de la région antéro-latérale du cou qui se compose d'un chef claviculaire et d'un chef sternal.

- Le **chef claviculaire** prend son origine au tiers médial de la face supérieure de la clavicule et vient se terminer sur le processus mastoïde de l'os temporal et sur la partie latérale de la ligne nucale supérieure de l'os occipital.

- Le **chef sternal** prend son origine sur la face antérieure du manubrium sternal et se termine d'une part sur le processus mastoïde de l'os temporal et d'autre part sur la partie latérale de la ligne nucale supérieure.

Son trajet est oblique en haut, en dehors et en arrière. Il réalise la flexion cervicale basse et l'extension cervicale haute en contraction bilatérale, l'inclinaison homolatérale et la rotation controlatérale du cou en contraction unilatérale. En co-contraction avec le long du cou et le long de la tête, il réalise une flexion cervicale haute et basse.

L'**appareil hyoïdien** est constitué de muscles supra-hyoïdiens (digastriques, mylo-hyoïdiens, génio-hyoïdiens et stylo-hyoïdiens) et de muscles infra-hyoïdiens (omo-hyoïdiens, sterno-hyoïdiens, sterno-thyroïdiens et thyro-hyoïdiens). L'ensemble de cette musculature participe à la flexion cervicale, tout en stabilisant le relais hyoïdien (par la tension excentrique des muscles stylo- et homo-hyoïdiens).

3. 2. Anatomie des muscles fléchisseurs du tronc (grands droits de l'abdomen) [9] (cf. annexe III)

Les **grands droits de l'abdomen** constituent les principaux muscles fléchisseurs du tronc. Ce sont eux que nous allons recruter lors du test de Shirado. Nous ne détaillerons donc pas l'anatomie de l'ensemble des muscles abdominaux (transverses et obliques) qui ne font pas l'objet de notre étude.

Ces muscles prennent leur insertion haute sur le processus xiphoïde et les 5^{èmes}, 6^{èmes} et 7^{èmes} arcs costaux pour se terminer sur le corps du pubis, entre l'épine et la symphyse par des fibres tendineuses directes et croisées (en lien avec l'insertion des adducteurs de hanche).

Leur trajet est vertical, de part et d'autre de la ligne blanche dans la gaine des grands droits. Leur action dynamique principale est la flexion du tronc par l'orientation verticale de leurs fibres. Ils participent conjointement avec les autres abdominaux : à l'expulsion (miction, défécation, accouchement) et à la toux en dynamique, à la contention des viscères et à la stabilisation du rachis lombal en statique.

3. 3. Notions de chaînes musculaires et actions synergiques [1] (cf. annexe IV)

Selon Busquet, le corps humain se compose d'unités fonctionnelles à la fois indépendantes mais toutes en relation et en coopération. Cela sous-tend donc l'existence d'une organisation générale basée notamment sur un système myotensif droit et un système myotensif croisé.

Dans le cadre de ce travail, nous nous intéressons en particulier à l'unité fonctionnelle céphalique (tête et cou), à l'unité fonctionnelle du tronc (thorax et abdomen) et aux chaînes droites antérieures du tronc et de la tête qui unissent ces deux unités fonctionnelles.

Ces chaînes permettent le mouvement de flexion, d'enroulement, mouvement qui s'exprime surtout au niveau des lordoses cervicales et lombaires par opposition aux cyphoses, moins mobiles, qui ont une finalité de protection.

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

Cette chaîne est constituée des muscles **périnéaux, grands droits de l'abdomen et intercostaux** qui prennent relais sur des structures osseuses telles que le sternum, le pubis et le coccyx. Elle unit ainsi T1 au sacrum.

La ceinture scapulaire et la colonne cervicale se greffent sur ce système droit du tronc pour l'accompagner et le renforcer.

3. 3. 2. Le relais scapulaire

Les **petits pectoraux**, reliant les apophyses coracoïdes aux 3èmes, 4èmes et 5èmes côtes, viennent s'insérer en continuité des grands droits, formant de véritables bretelles qui travaillent dans le sens de l'enroulement lorsque le point fixe est costal et dans le sens du redressement lorsque le point fixe est coracoïdien. Le **triangulaire du sternum** joue également un rôle important en assurant la continuité des forces jusqu'au sternum.

3. 3. 3. La chaîne droite antérieure cervico-céphalique

La colonne cervicale supporte la sphère céphalique et prend naissance sur la sphère thoracique, assurant ainsi le lien entre le thorax et la tête. Son rôle est de maintenir une bonne coordination entre les deux, tout en préservant une certaine indépendance permettant à la tête de se libérer des influences du bas.

La chaîne droite antérieure cervico-céphalique se branche au dessus du petit pectoral par les **scalènes** (1^{ères} et 2^{èmes} côtes) et les **SCOM** (clavicules). Elle est complétée par les muscles **sus et sous-hyoïdiens** au plan superficiel et par les muscles **longs du cou, longs de la tête et petits droits antérieurs** au plan profond. La contraction des muscles sus- et sous-hyoïdiens permet l'enroulement du rachis cervical. Cependant, en décubitus dorsal ou lors d'efforts importants, leur action est insuffisante, ils sont alors aidés par la contraction des scalènes et des SCOM.

3. 3. 4. Action synergique

L'organisation décrite ci-dessus met en évidence la continuité anatomique des muscles constituant ces chaînes et leur interdépendance fonctionnelle qui est encore accentuée par les fascias, structures inextensibles, entourant les structures musculaires. En effet, une telle organisation n'est pas anodine, elle est au service des actions synergiques de la tête et du tronc notamment lors du redressement de décubitus dorsal à assis. Cette synergie est d'ailleurs utilisée dans les techniques de manutention lorsque l'on demande au patient de décoller la tête en début de mouvement pour solliciter cette co-contraction et rigidifier le tronc pour le verticaliser.

3. 4. Types de fibres musculaires et composition des muscles étudiés

3. 4. 1. Les différents types de fibres musculaires [10] [11]

Les travaux de Brooke et Kaiser, fondés sur une technique de coloration de l'ATPase myofibrillaire, ont permis d'identifier trois types de fibres musculaires : I, IIa, IIb, dont les caractéristiques structurales et fonctionnelles diffèrent.

Les fibres de **type I** ont un métabolisme aérobie, elles sont riches en mitochondries, et entourées d'un réseau capillaire sanguin très dense. Ces fibres donnent une contraction lente et d'amplitude réduite. La force qu'elles développent est assez faible mais elles possèdent une grande résistance à la fatigue. Elles sont donc mises en jeu dans les exercices de longue durée (en endurance) et dans le maintien postural.

Les fibres de **type IIb** ont une activité glycolytique largement prédominante. Les mitochondries y sont très peu abondantes et les capillaires sanguins peu développés. Elles ont une vitesse de contraction très rapide mais leur métabolisme glycolytique ne leur offre une durée d'action que très réduite. Elles sont en outre capables de développer une tension importante. Ces fibres sont donc mises en jeu dans les activités brèves et intenses.

Les fibres de **type IIa** ont un métabolisme mixte, à la fois oxydatif et glycolytique. Tout comme les fibres I, elles contiennent beaucoup de mitochondries et sont au contact d'un grand nombre de capillaires sanguins. Elles développent une tension intermédiaire mais sont relativement plus résistantes à la fatigue que les fibres de type IIb. Leur vitesse de contraction est rapide. Elles associent donc rapidité de contraction et résistance à la fatigue. Nous les retrouverons dans des activités relativement intenses, durables, en relais des fibres IIb.

La majorité des muscles squelettiques de mammifères contient ces trois types de fibres en proportion variable. On peut ainsi définir des muscles lents ou phasiques, des muscles rapides ou toniques et des muscles mixtes.

3. 4. 2. Composition des muscles étudiés

Bien qu'il existe peu d'articles à ce sujet, des études autopsiques ont permis de déterminer la composition, en termes de types de fibres, d'un certain nombre de muscles.

Il existe bien évidemment une variabilité inter-individuelle mais cela nous renseigne sur l'activité préférentielle du muscle.

- Les muscles fléchisseurs cervicaux :

L'étude de Jonhson et al. [24] a permis de déterminer que le **SCOM** est constitué à 35% de fibres de type I et à 65 % de fibres de type II. Il s'agit en effet d'un muscle plutôt phasique dont la fonction première est la céphalogyrie [1].

Les muscles **scalènes** quant à eux sont constitués à 59 % de fibres de type I, à 22% de fibres de type IIa et à 19% de fibres de type IIb [12]. Cette proportion en fibre de type I s'explique par leur fonction principale d'inspirateur accessoire qui requiert une certaine endurance de leur part.

L'étude du muscle **long du cou** nous indique qu'en moyenne, 53 % de ses fibres sont des fibres de types I et que 47% sont des fibres de type II [13]. Ceci nous laisse supposer que le long du cou répond à la fois à une fonction posturale (stabilisateur segmentaire de la colonne cervicale) et phasique (générateur du mouvement de flexion).

Nous ne sommes pas parvenus à trouver d'étude décrivant la composition des muscles **long de la tête, droit antérieur et latéral**.

- Les muscles grands droits de l'abdomen :

Selon Jonhson et al. [24] les **grands droits de l'abdomen** sont constitués à 46,1 % de fibres de type I et à 53,9 % de fibres de type II. Ce qui fait d'eux des muscles mixtes, à la fois toniques et phasiques.

4. MATÉRIEL ET MÉTHODE

4. 1. Population

Pour réaliser cette étude, nous avons recruté par appel 82 sujets sains, tous étudiants à l'Institut Lorrain de Formation en Masso-Kinésithérapie de Nancy dont 7 ont été exclus. La population comporte donc 75 sujets dont 49 sujets de sexe féminin et 26 de sexe masculin dont la moyenne d'âge est de 22,2 ans ($\pm 3,5$ ans). L'ensemble des sujets participant à l'étude a, au préalable, répondu aux critères de pré-inclusion (cf. annexe V) et aucun ne se trouve sous traitement antalgique, anti-inflammatoire ou myorelaxant au moment de l'étude.

4. 2. Matériel

La réalisation de notre étude nécessite : deux tables d'examen réglables en hauteur, deux tabourets, un chronomètre électronique, un rouleau d'alèse, un inclinomètre et le logiciel de statistiques : NCSS 2000 statistical software package (Kaysville, Utah, USA).

4. 3. Méthode

4. 3. 1. Description du test d'endurance des muscles fléchisseurs du rachis cervical

Le sujet est installé, en décubitus dorsal sur la table préalablement recouverte d'une alèse et dont l'horizontalité a été vérifiée à l'aide d'un inclinomètre. Les membres inférieurs sont tendus et les bras sont placés le long du corps en rotation neutre.

Le sujet doit alors réaliser une flexion cervicale haute en plaçant la tête en double menton et basse avec comme consigne de décoller la tête de deux travers de doigt (=3cm) au dessus du plan de la table. Pour ce faire, l'examineur place un repère tactile correspondant à deux travers de doigt, sous la tête du patient. Celui-ci devra décoller sa tête et la maintenir à



Figure 1 : position du test d'endurance des fléchisseurs cervicaux

la limite de ce repère tactile sans qu'elle ne repose sur les doigts de l'examineur. Nous veillons à ce que la position soit bien comprise et exécutée par le sujet avant de débiter le test. La consigne donnée au sujet est de tenir la flexion cervicale à ce niveau aussi longtemps que possible. La respiration doit être libre (pas d'apnée). L'examineur enclenche le chronomètre dès que le sujet est correctement positionné. Tout au long du test, il contrôle visuellement et grâce au repère tactile, que le sujet n'exagère ni ne relâche la flexion cervicale. Le chronomètre est arrêté lorsque le sujet surélève sa tête de façon exagérée (au dessus des 3 cm représentés par les deux travers de doigt de l'examineur) ou lorsqu'il repose la tête sur les doigts, de manière prolongée (plus de deux secondes) sans parvenir à se corriger malgré les indications de l'examineur.

4. 3. 2. Description du test d'endurance des fléchisseurs du tronc ou test de Shirado

Le sujet est installé, en décubitus dorsal sur la table préalablement recouverte d'une alèse et dont l'horizontalité a été vérifiée à l'aide d'un inclinomètre. Un tabouret est placé sous les segments jambiers du patient de manière à placer hanches et genoux à 90° de flexion. Position où les fléchisseurs de hanches sont placés en insuffisance musculaire active ce qui

limite leur participation et favorise le travail des grands droits. Nous plaçons l'inclinomètre au niveau du tendon quadricipital de manière à vérifier la bonne angulation de la hanche. Les membres supérieurs du sujet sont croisés sur le thorax, mains sur les épaules. La position qui doit être tenue lors du test est expliquée au sujet avant de commencer : flexion maximale du rachis dorso-lombaire avec décollement des pointes des scapulas, le rachis cervical étant également maintenu en flexion, tête en double menton.



Figure 2 : Vérification de la flexion de hanche à l'aide d'un inclinomètre

Dès le début du test, l'examineur place une main sous la portion de tronc décollée de la table (à hauteur de la scapula), cette main sert de repère tactile permettant de surveiller que le sujet ne relâche pas la flexion dorso-lombaire. La consigne donnée est de maintenir cette position de test le plus longtemps possible sans venir en



Figure 3 : Position du test de Shirado

contact avec la main de l'examineur. La respiration doit être libre (pas d'apnée). L'examineur enclenche le chronomètre dès que le sujet est correctement positionné. Tout au long du test, il contrôle visuellement et grâce au repère tactile, que le sujet n'exagère ni ne relâche la flexion dorso-lombaire. Nous arrêtons le chronomètre dès lors que le patient exagère sa flexion de tronc ou qu'il vient en contact avec la main de l'examineur, de manière prolongée (plus de deux secondes) sans parvenir à se corriger malgré les indications de l'examineur.

4. 4. Protocole

Pour des raisons pratiques, nous demandons aux sujets de se présenter deux par deux à la prise de mesure, de manière à alterner temps de mesure et temps de repos. Pendant que l'un effectue le test, l'autre récupère.

Avant de commencer les mesures, chaque sujet remplit la fiche de recueil de données (cf. annexe V). Toute réponse positive à l'un des critères de non inclusion, élimine automatiquement le sujet de l'étude.

Nous mesurons dans un premier temps l'endurance des fléchisseurs cervicaux puis l'endurance des fléchisseurs du tronc. Deux mesures sont effectuées pour chacun des tests, la meilleure étant retenue pour l'étude.

Au cours du test, l'examineur se contente d'indiquer au sujet qu'il doit corriger sa position lorsqu'elle n'est plus respectée mais ne l'encourage pas. Si le sujet parvient à revenir à la bonne position et à la conserver, nous poursuivons le test, dès lors qu'il ne parvient pas à se corriger durablement, nous stoppons le chronomètre. Nous avons également décidé d'arrêter le test lorsque le sujet atteint 300 secondes et d'exclure de l'étude les sujets concernés par cette cause d'arrêt.

A l'issue de chaque mesure, nous interrogeons le sujet sur la cause d'arrêt du test (cf. annexe V).

5. RÉSULTATS (cf. annexe VI)

5. 1. Description de la population

Cette étude a été réalisée chez 75 sujets volontaires, 49 femmes et 26 hommes, tous étudiants à l'ILFMK de Nancy. La moyenne d'âge de la population est de 22,2 ans \pm 3,5 ans. Les sujets s'étalent sur une tranche d'âges allant de 19 à 40 ans, avec 8 sujets de moins de 20 ans, 64 compris entre 20 et 30 ans, et 3 au dessus de 30 ans.

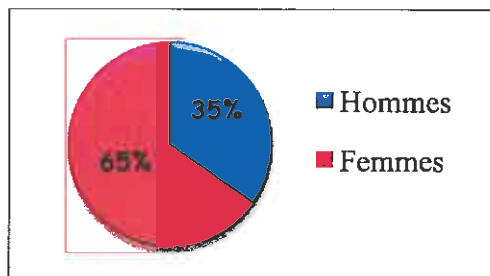


Figure 4 : répartition selon le sexe

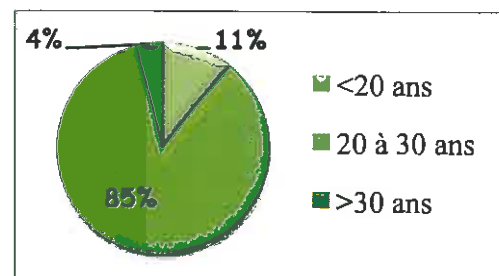


Figure 5 : répartition selon l'âge

Au sein de cette population, 14 personnes déclarent ne pratiquer aucun sport tandis que 61 personnes pratiquent une activité physique régulière. Parmi ces 61 sujets, 24 disent effectuer 1 à 2h de sport par semaine et 37 ont une activité sportive supérieure à 2 heures par semaine.

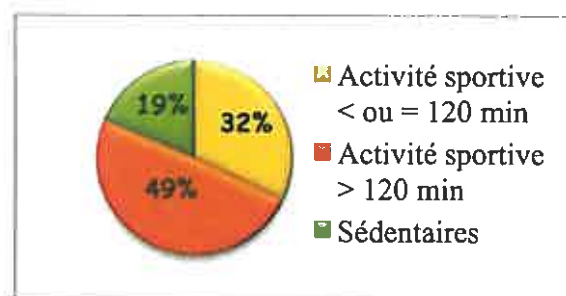


Figure 6 : répartition selon la pratique sportive

5. 2. Résultats

5. 2. 1. Résultats globaux

Les résultats des tests d'endurance, hommes et femmes confondus, donnent une moyenne de 95,03 s (\pm 31,07 s) pour les fléchisseurs cervicaux et 157,84 s (\pm 67,49 s) pour les grands droits de l'abdomen. Le ratio de l'endurance des fléchisseurs cervicaux sur l'endurance des grands droits de l'abdomen, noté C/A, est en moyenne de 0,69 (\pm 0,31).

Tableau I : résultats globaux des tests d'endurance

Paramètres	Moyennes et écarts types
Endurance des fléchisseurs cervicaux	95,03 s \pm 31,07 s
Endurance des grands droits	157,84 s \pm 67,49 s
Ratio C/A	0,69 \pm 0,31

Etudions la corrélation entre l'endurance des fléchisseurs cervicaux et celle des grands droits de l'abdomen. Après analyse au test du coefficient de corrélation de Spearman, nous obtenons $r = 0,48$ avec $p = 0,00005$. Il en ressort qu'il existe une corrélation positive très significative entre l'endurance de ces deux groupes musculaires. Nous pouvons placer le point de coordonnées (meilleur temps abdominal, meilleur temps cervical) pour chaque sujet et établir ainsi la droite, passant au plus près de chaque point, modélisant la relation affine qui existe entre ces deux paramètres. Nous obtenons la droite suivante, de pente $a = 0,22$.

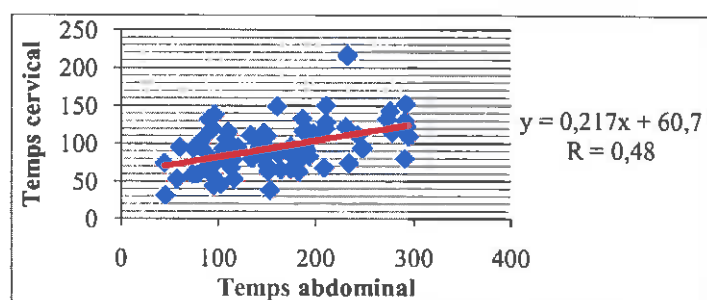


Figure 7 : Temps cervical en fonction du temps abdominal

5. 2. 2. Résultats spécifiques

5. 2. 2. 1. En fonction du sexe

Pour les hommes, nous obtenons une moyenne de 113,31 s (\pm 32,01 s) pour les fléchisseurs cervicaux et 187,50 s (\pm 60,99 s) pour les grands droits de l'abdomen. Le ratio C/A est en moyenne de 0,65 s (\pm 0,25 s).

Chez les femmes les résultats donnent une moyenne de 85,33 s (\pm 26,02 s) pour les fléchisseurs cervicaux et 142,10 s (\pm 66,00 s) pour les grands droits de l'abdomen. Le ratio C/A est en moyenne de 0,71 s (\pm 0,35 s).

Le test de Mann et Whitney montre une différence significative des durées des fléchisseurs cervicaux et des grands droits entre les hommes et les femmes, avec un degré de signification p égal, respectivement, à 0,0003 et 0,003. En revanche, il n'existe pas de différence significative du ratio C/A ($p = 0,725$) en fonction du sexe.

Tableau II : moyennes et écarts types des tests en fonction du sexe et degré de signification

Paramètres	Hommes	Femmes	p
Endurance des fléchisseurs cervicaux	113,31 s \pm 32,01 s	85,33 s \pm 26,02 s	0,0003
Endurance des grands droits	187,50 s \pm 60,99 s	142,10 s \pm 66,00 s	0,003
Ratio C/A	0,65 \pm 0,25	0,71 \pm 0,35	0,725

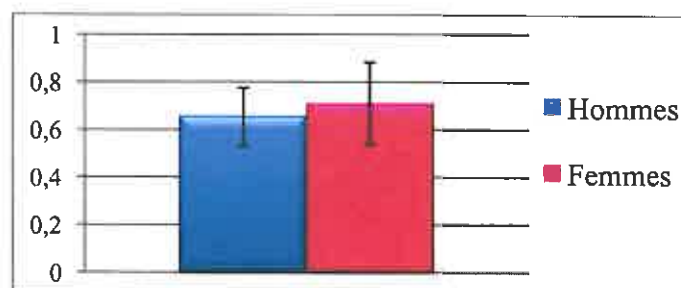


Figure 8 : Moyennes et écarts types du ratio C/A en fonction du sexe

5. 2. 2. 2. En fonction de la pratique sportive

Nous avons cherché à savoir s'il existe une influence de la pratique sportive sur les durées mesurées ainsi que sur le ratio C/A.

Chez les sujets sédentaires, nous obtenons une endurance de 76,57 s ($\pm 26,13$ s) pour les fléchisseurs cervicaux, 142,79 s ($\pm 54,66$ s) pour les grands droits et un ratio C/A de 0,58 ($\pm 0,19$).

Les sujets pratiquant 1 à 2 heures de sport par semaine obtiennent des moyennes supérieures avec 95,96 s ($\pm 36,49$ s) au test des fléchisseurs cervicaux et 152,13 s ($\pm 66,28$ s) au test de Shirado. Le ratio C/A obtenu est égal à 0,71 ($\pm 0,32$).

Enfin, dans la catégorie des sportifs dont la pratique excède 2 heures par semaine, nous obtenons les moyennes les plus hautes avec 101,41 s ($\pm 26,68$ s) pour les fléchisseurs cervicaux, 167,24 s ($\pm 72,65$ s) pour les grands droits et un ratio C/A de 0,72 ($\pm 0,34$).

En soumettant ces valeurs au test d'ANOVA, nous obtenons $p > 0,05$ ce qui signifie qu'il n'y a, à priori, pas d'influence de la pratique sportive sur le ratio. Toutefois, les effectifs respectifs de ces trois groupes étant réduits, ces résultats demandent à être confirmés sur un échantillon plus grand.

5. 2. 3. Causes d'arrêt des tests

Nous avons recueilli les causes d'arrêt (du meilleur essai) pour chacun des tests, ce qui nous a permis d'obtenir les résultats suivants.

Tableau III : Causes d'arrêt au test de flexion cervicale

Fatigue musculaire	79 %
Douleur cervicale	20 %
Autre	1 %

Tableau IV : Causes d'arrêt au test de Shirado

Fatigue musculaire	75 %
Douleur cervicale	19 %
Douleur lombaire	5 %
Autre	1 %

Notons que 8 % des sujets donnent une cause d'arrêt différente entre chaque essai pour le test de flexion cervical et 21 % pour le test de Shirado.

6. DISCUSSION

6. 1. Les résultats

6. 1. 1. Comparaison des résultats obtenus aux tests par rapport à la littérature

Au **test de Shirado**, nous obtenons une moyenne de 157,84 s (\pm 67,49 s) avec 187,50 s (\pm 60,99 s) pour les hommes et 142,10 s (\pm 66,00 s) pour les femmes. Ces résultats sont assez proches de ceux retrouvés dans la littérature. [4] [5] (cf. annexe VII).

Au **test de flexion crânio-cervicale**, nous obtenons une moyenne de 95,03 s (\pm 31,07 s) avec 113,31 s (\pm 32,01 s) pour les hommes et 85,33 s (\pm 26,02 s) pour les femmes. Ces résultats sont significativement supérieurs à ceux retrouvés dans la littérature [14] [6] [16] [7] (cf annexes VII). Cette différence peut être liée d'une part à une population d'étude jeune (en moyenne 22,2 ans) et sportive (81 % pratiquent une activité physique) et d'autre part aux modifications apportées au protocole du test. En particulier en ce qui concerne le décollement de la tête et les critères d'arrêt du test. Pour plus de facilité, nous avons fixé le décollement de

la tête à deux travers de doigt (contrairement à Grimmer qui le fixe à 2 cm), ceci entraîne une légère variation de l'angle de flexion et donc du bras de levier auquel s'applique le poids de la tête. De plus, ce repère tactile permet un meilleur contrôle de la position pour le sujet comme pour l'examineur. Selon Edmonston, le biofeedback offert au patient expliquerait un temps de maintien supérieur [17].

6. 1. 2. Corrélation entre endurance des fléchisseurs cervicaux et grands droits de l'abdomen

Lors de cette étude, nous avons mis en évidence une corrélation positive entre l'endurance des fléchisseurs cervicaux et l'endurance des grands droits de l'abdomen. Le test du coefficient de corrélation de Spearman, nous donne $r = 0,48$ avec $p = 0,00005$. Il est donc possible, à partir des temps mesurés pour chaque test, de modéliser cette relation sous forme d'une droite d'équation $y = 0,217 x + 60,7$ (ou $y =$ endurance des fléchisseurs cervicaux et $x =$ endurance des grands droits).

6. 1. 3. Etude du ratio C/A

Lorsque nous nous intéressons au ratio C/A, nous obtenons une moyenne de 0,69 toutes catégories confondues.

L'étude de ce ratio **en fonction du sexe**, nous donne une moyenne de 0,65 chez les hommes et de 0,71 chez les femmes. Le test de Mann et Whitney conclut à une absence de différence significative entre les hommes et les femmes ($p = 0,725$). Il est cependant

intéressant de noter que, dans notre étude comme dans la littérature, il existe une différence significative d'endurance à la fois des fléchisseurs cervicaux [14] [7] et des grands droits [4] [5] en fonction du sexe. Toutefois cette différence étant constatée pour chacun des groupes musculaires étudiés, le ratio C/A reste sensiblement identique pour les deux sexes.

L'étude du ratio C/A en fonction de la pratique sportive donne une moyenne de 0,58 chez les sujets sédentaires, 0,71 chez ceux qui pratiquent 1 à 2 heures de sport par semaine et 0,72 chez ceux qui pratiquent plus de 2 heures de sport par semaine. Nous soumettons les résultats au test d'ANOVA, qui nous permet de comparer au moins trois groupes de données entre eux, et nous arrivons à la conclusion que la pratique sportive n'influence pas le ratio C/A de manière significative ($p > 0,05$).

Ces résultats ne montrent donc pas de différence significative du ratio C/A quel que soit le sexe ou la pratique sportive. Cependant la population de notre étude est jeune (moyenne d'âge de 22,2 ans) et sportive (19 % de sédentaires pour 81 % de sportifs dont 49 % ont une pratique excédant 2 heures par semaine) elle n'est donc pas représentative de la population générale. Par conséquent, il serait intéressant de mener une étude similaire au sein d'une population plus représentative afin de pouvoir établir une norme du ratio C/A.

D'autre part, nous nous intéressons dans cette étude à une population saine (de manière à avoir une référence : préalable nécessaire) or la littérature met en évidence une différence significative d'endurance entre sujets sains et sujets pathologiques que ce soit pour les fléchisseurs cervicaux [6] ou les grands droits [4] [5]. Il serait donc intéressant, dans une

étude ultérieure, de voir si le ratio C/A est perturbé ou non chez les sujets cervicalgiques et/ou lombalgiques.

6. 2. Justification du choix des protocoles employés pour chaque test

6. 2. 1. Le test d'endurance des fléchisseurs cervicaux

Le test que nous avons utilisé pour mesurer l'endurance des fléchisseurs cervicaux est basé sur des exercices décrits par Trott en 1988 et repris en test par Grimmer dans une étude de 1994 montrant une excellente reproductibilité intra-examineur après un mois sur des sujets sains [14]. Il est cité dans les recommandations de l'HAS de 2003 concernant la masso-kinésithérapie dans les cervicalgies communes et dans le cadre du « coup du lapin » ou « whiplash » pour l'évaluation de l'activité neuro-musculaire des fléchisseurs cervicaux [15]. Plus récemment, Harris, Olson puis Edmonston, ont repris ce test pour en établir la reproductibilité intra et inter examineurs chez les sujets sains et cervicalgiques. Les résultats de ces différentes études montrent une reproductibilité inter-examineurs modérée chez les sujets cervicalgiques et bonne chez les sujets asymptomatiques et une reproductibilité intra-examineur bonne à excellente chez le sujet sain [6] [16] comme chez le sujet cervicalgique [17].

La position du test combine la flexion cervicale haute (par le maintien en double menton) et la flexion cervicale basse (par le décollement de la tête de deux travers de doigt). Cette position présente l'avantage de recruter non seulement la musculature superficielle mais aussi profonde [18]. Il est très important d'inclure cette dernière qui, de par sa situation

anatomique et la composante tonique de ses fibres, joue un rôle prépondérant dans la stabilisation de la colonne cervicale [19].

Dans l'étude de Grimmer le décollement de la tête est fixé à deux centimètres et contrôlé visuellement à l'aide d'une règle transparente. Cependant, dans son mémoire, Mervelet met en avant la difficulté de ce contrôle visuel (notamment à cause de l'épaisseur des cheveux). Afin d'améliorer la fiabilité de la mesure, Olson et Edmonston ont apporté une modification au test de Grimmer consistant à exercer un contrôle tactile du décollement de la tête. Dans notre étude, nous avons donc préféré fixer le décollement à deux travers de doigt, pour offrir un meilleur contrôle de la position, à la fois visuel mais aussi tactile et permettre au sujet de corriger sa position lorsqu'il ressent le contact avec les doigts de l'examineur.

6. 2. 2. Le test de Shirado

Pour mesurer l'endurance des grands droits de l'abdomen, nous avons choisi le test décrit par Shirado en 1996 [5]. Les études menées montrent une bonne reproductibilité intra et inter-examineurs de ce test sur les sujets sains comme lombalgiques [4] [5].

La position hanches fléchies à 90° adoptée par le sujet lors de ce test permet de limiter la participation des fléchisseurs de hanche par leur mise en insuffisance musculaire active. De plus, elle offre une participation optimale des grands droits de l'abdomen [4] [5]. Il a également été prouvé que le maintien de la tête en double menton permet un travail plus important des abdominaux. De plus, selon Axler [4], le décollement jusqu'à la pointe des scapulas et non de l'ensemble de la colonne permet de minimiser la compression discale.

Cette position de test limite donc les contraintes et favorise le recrutement des grands droits.

Nous avons décidé de stopper le chronomètre au bout de 300 secondes de manière à cadencer les mesures tout en sachant que les études ne montrent pas de différence que le test soit interrompu à 600 secondes ou à 300 secondes [4]. Pour ne pas fausser la valeur du ratio C/A, les sujets ayant dépassé les 300 secondes ont été exclus. Ceci concerne 7 sujets.

6. 2. 3. L'ordre des tests

Le test de Shirado exige un recrutement important des fléchisseurs cervicaux, la nuque devant être maintenue en position de flexion pendant toute la durée du test. Cela induit donc une fatigue des fléchisseurs cervicaux susceptible de limiter leur endurance. D'autre part, la participation des abdominaux lors du test de flexion crânio-cervicale est plus limitée, ils se fatiguent donc dans une moindre mesure. Ainsi, pour ne pas altérer les valeurs obtenues par la fatigue, nous avons choisi de réaliser le test de flexion crânio-cervicale avant le test de Shirado.

6. 3. Difficultés rencontrées

6. 3. 1. Subjectivité de la notion d'endurance maximale [20]

L'endurance est une notion complexe que l'on peut définir de manière générale et très simplifiée comme la faculté de résister à la fatigue quelle que soit son origine. Cette définition suffit à montrer l'aspect subjectif de la notion d'endurance maximale, la fatigue pouvant elle-

même être supportée plus ou moins longtemps en fonction des ressources propres à chacun et de l'expérience personnelle. Le facteur psychologique, bien que n'étant pas le seul à intervenir, est donc très présent dans la notion d'endurance. Ainsi lors de la prise de mesures, certains sujets semblaient résister plus longtemps que d'autres, manifestant des signes de fatigue musculaire tels que des tremblements de fatigue ou encore des faciès de lutte pour maintenir la position. Toutefois, pour limiter la subjectivité de nos mesures, nous avons choisi de ne donner aucune information sur le temps réalisé ni aucun encouragement au cours du test. La consigne était simplement de maintenir le plus longtemps possible la position du test.

6. 3. 2. Distinction fatigue musculaire / douleur

Lorsque nous demandions la cause d'arrêt, les sujets éprouvaient souvent une difficulté à faire la distinction entre fatigue musculaire et douleur cervicale ou lombaire. En effet, un muscle fatigué par un travail intense devient en général douloureux, la frontière entre fatigue et douleur musculaire est donc mince. Nous retrouvons d'ailleurs des causes communes à la fatigue et à la douleur musculaire comme l'ischémie partielle résultant de l'augmentation de pression dans le muscle contracté [21] [22]. Pour faciliter la qualification de la cause d'arrêt et limiter la subjectivité des réponses, nous avons donc décidé d'inclure la douleur musculaire sous le terme de **fatigue musculaire** par opposition au terme de **douleur cervicale ou lombaire** correspondant aux structures plus profondes (articulaires).

Malgré tout, ces notions restent subjectives, ce qui explique en partie que 8 % des sujets donnent des causes d'arrêt différentes entre les deux essais lors du test des fléchisseurs cervicaux et 21% lors du test de Shirado.

6. 3. 3. Structures responsables de l'arrêt du test

Le recueil des causes d'arrêt nous donne des indications sur les structures qui limitent les tests. Il s'avère que ces derniers, bien qu'ayant pour objectif de mesurer l'endurance d'un groupe musculaire donné, sont, dans notre étude comme dans la littérature, parfois limités par d'autres structures [4]. Ainsi, en toute rigueur, nous ne devrions pas parler d'endurance des fléchisseurs cervicaux et des abdominaux mais plutôt d'endurance au test de flexion crânio-cervicale et au test de Shirado. Nous considérerons cela comme un abus de langage allégeant la rédaction. Toutefois cette notion cruciale doit être prise en compte par le lecteur.

6. 3. 3. 1. Lors du test de flexion crânio-cervicale

Bien qu'initialement il n'était pas prévu de recueillir la localisation (antérieure ou postérieure) des symptômes musculaires cervicaux, nous avons constaté lors des prises de mesures que paradoxalement, alors même que nous testions l'endurance des fléchisseurs, les sujets se plaignaient souvent de fatigue ou douleur musculaire postérieure au niveau du rachis cervical haut. Nous avons donc recueilli, à titre informatif, la localisation de ces symptômes chez un maximum de sujets testés. Les résultats montrent que près de 30 % des sujets disent s'arrêter à cause de symptômes localisés à la face postérieure du rachis cervical haut.

Deux hypothèses principales peuvent à priori expliquer une telle localisation.

La première est la mise en tension des muscles sous-occipitaux engendrée par la flexion cervicale haute (position en double menton). En effet une statique en projection antérieure de la tête place la colonne cervicale en flexion basse et en extension haute (qui permet de

maintenir le regard horizontal). Cette attitude posturale peut engendrer des rétractions des SCOM et des muscles sous-occipitaux. L'étirement de ces derniers est donc potentiellement responsable des douleurs postérieures retrouvées lors du test de flexion crânio-cervicale. Il serait intéressant de confronter, dans une étude ultérieure, les résultats et la localisation des douleurs responsables de l'arrêt du test à la statique des sujets afin de voir s'il existe un lien. Selon cette hypothèse, chez certains sujets le test serait parasité par d'autres structures.

La seconde hypothèse est une douleur naissant à l'insertion crâniale du SCOM et irradiant à la face postérieure du rachis cervical. Ceci peut s'expliquer par la prédominance des fibres musculaires de type II qui le composent, faisant de lui un muscle plutôt phasique. Toutefois le test de flexion crânio-cervicale est décrit dans la littérature comme un test favorisant le recrutement des fléchisseurs profonds (bien que les SCOM et scalènes y participent inéluctablement) [23].

6. 3. 3. 2. Lors du test de Shirado

Dans 19 % des cas, la cause d'arrêt du test de Shirado citée par les sujets est la douleur cervicale. Dans ces cas, la mesure ne reflète pas réellement l'endurance des abdominaux. Cependant, il est difficile de savoir si la douleur cervicale est liée uniquement à la position du test (qui chez certains sujets solliciterait davantage la région cervicale que l'endurance des abdominaux [4]), ou au protocole. En effet, bien que les sujets aient bénéficié d'un temps de repos entre chaque test, la mesure d'endurance des fléchisseurs cervicaux a toujours été réalisée avant le test de Shirado, ce qui a pu induire une fatigue préalable de la musculature cervicale. Pour pouvoir incriminer la position du test uniquement, il aurait fallu espacer

d'avantage les mesures dans le temps de manière à être sûr que la récupération musculaire soit totale. Toutefois dans la littérature, nous retrouvons un pourcentage similaire, 18,8 % des sujets déclarent s'arrêter à cause d'une douleur cervicale à l'issue du test de Shirado [4].

6. 4. Implications masso-kinésithérapiques

Les tests d'endurance choisis pour réaliser cette étude sont des tests reproductibles, facilement réalisables dans la pratique quotidienne et présentant une bonne valeur diagnostique chez les sujets cervicalgiques et lombalgiques. Ils sont donc des outils clés du bilan chez ces patients.

Ce travail met en évidence l'utilité de coupler la mesure d'endurance des fléchisseurs cervicaux à celle des grands doits plutôt que d'appréhender ces muscles de manière isolée. L'étude du ratio C/A peut en effet apporter une information supplémentaire au bilan masso-kinésithérapique quant à la qualité de la synergie des groupes constituant la chaîne droite antérieure du tronc. Ainsi un ratio perturbé pourrait témoigner d'une perturbation de cette synergie. Il faudrait donc prendre en compte ce nouvel axe dans les objectifs de traitement. Cependant, nous ne savons pas comment évolue ce ratio chez les sujets pathologiques et s'il y a une modification de la répartition des causes d'arrêt par rapport au sujet sain. Une étude similaire réalisée au sein de cette population est donc un préalable nécessaire pour déterminer plus précisément l'intérêt diagnostique du ratio C/A.

7. CONCLUSION

L'une des difficultés majeures révélée par notre étude est qu'en réalité, la musculature que nous souhaitons tester n'est pas forcément la structure responsable de l'arrêt du test. Il convient alors en toute rigueur de parler d'endurance aux tests plutôt que d'endurance des muscles cibles.

Cette étude met en évidence l'existence d'une corrélation positive significative entre l'endurance obtenue au test de Shirado et celle obtenue au test de flexion crano-cervicale chez le sujet sain. L'analyse des résultats nous a permis d'établir la relation linéaire qui unit ces deux paramètres et la norme du ratio C/A au sein de cette population.

Bien qu'il existe, dans notre étude comme dans la littérature, une différence significative d'endurance entre hommes et femmes pour chacun des tests, le ratio C/A ne varie pas de manière significative en fonction du sexe. De même, nous n'avons pas mis en évidence de différence significative de ce ratio en fonction de la pratique sportive.

Enfin, il serait intéressant de mener une étude similaire chez des sujets cervicalgiques ou lombalgiques afin de voir quelles sont les causes d'arrêt pour chaque test et comment évolue le ratio C/A au sein de ces populations.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **BUSQUET L.** - Les chaînes musculaires : tronc, colonne cervicale et membres supérieurs. - 5^{ème} éd. - Paris : Frison-Roche, 2005. – 159 p.
- [2] **MANCHIKANTI L.** - Epidemiology of Low Back Pain. - Pain Physician, 2000, 3, 2, p. 167 - 192.
- [3] **GUEZ M., HILDINGSSON C., NILSSON M. TOOLANEN G.** - The prevalence of neck pain : a population-based study from northern Sweden. - Acta. Orthop. Scand., 2002, 73, 4, p 455 - 459.
- [4] **FRANSOO P.** - Mise en pratique du test de Shirado. - Kinésither. Rev., 2009, 87, p. 39 - 42.
- [5] **ITO T., SHIRADO O., SUZUKI H., TAKAHASHI M., KANEDA K., STRAX TE.** - Lumbar trunk muscle endurance testing: an inexpensive alternative to a machine for evaluation. - Arch. Phys. Med. Rehabil., 1996, 77, p. 75 - 79.
- [6] **HARRIS K.D., HEER D.M., ROY T.C., SANTOS D.M., WHITMAN J.M., WAINNER R.S.** - Reliability of a measurement of neck flexor muscle endurance. - Phys. Ther., 2005, 85, p. 1349 - 1355.

[7] **MERVELET M.** - Analyse des tests de la force d'endurance des muscles courts fléchisseurs et extenseurs du rachis cervical. - Mémoire de kinésithérapie : Nancy : 2006. - 21p.

[8] **FRANSOO P.** - Examen clinique et traitement du cervicalgique. - Paris : Frison-Roche, 2008. - 317 p.

[9] **DUFOUR M.** - Anatomie de l'appareil locomoteur : tête et tronc. - 2^e éd. - Paris : Masson, 2007. - 369 p.

[10] **GOUBEL F., LENSEL-CORBEIL G.** - Biomécanique : éléments de mécanique musculaire. - 2^{ème} éd. - Paris : Masson, 2003. - 168 p.

[11] **MONOD H., FLANDROIS R., VANDEWALLE H.** - Physiologie du sport : bases physiologiques des activités physiques et sportives. - 6^{ème} éd. - Paris : Masson, 2007. - 304 p.

[12] **HAMID Q., SHANNON J., MARTIN J.** - Physiologic basis of respiratory disease. - Hamilton : BC Decker, 2005. - 793 p.

[13] **BOYD-CLARK L.C., BRIGGS C.A., GALEA M.P.** - Comparative histochemical composition of muscle fibres in a pre- and a postvertebral muscle of the cervical spine. - J. Anat., 2001, 199, 6, p. 709-716.

[14] **GRIMMER K.** - Mesuring the endurance capacity of the cervical short flexor muscles group. – Aust. J. Physiother., 1994, 40, p. 251 – 254.

[15] **HAS** – Masso-kinésithérapie dans les cervicalgies communes et dans le cadre du “coup du lapin” ou whiplash. – Argumentaire des recommandations professionnelles, 2003, p.33 – 36.

[16] **OLSON LE., MILLAR AL., DUNKER J., HICKS J., GLANZ D.** – Reliability of a clinical test for deep cervical flexor endurance. – J. Manip. Physiol. Ther., 2006, 29, p. 134 – 138.

[17] **EDMONSTON S.J., WALLUMRO M.E., MACLEID F., KVAMME L.S., JOEBES S., BRABHAM G.C.** – Reliability of isometric muscle endurance tests in subjects with postural neck pain. – J. Manip. Physiol. Ther., 2008, 31, p. 348-354.

[18] **CAGNIE B., DICKX N., PEETERS I., TUYTENS J., ACHTEN E., CAMBIER D., DANNEELS L.** - The use of functional MRI to evaluate cervical flexor activity during different cervical flexion exercises. – J. Appl. Physiol., 2008, 104, p. 230 – 235.

[19] **EBRALL P.S.** – Assessment of the spine. – Edimbourg : Elsevier Science, 2004. – 314 p.

[20] **MILLET G., BAQUET G., BERTHOIN S., MALATESTA D.** – L’endurance. – Paris : Revue EPS, 2006. - 125 p.

[21] JONES D., ROUND J., DE HANN A. – Physiologie du muscle squelettique : de la structure au mouvement - Paris : Elsevier, 2005. - 190 p.

[22] BOUISSET S., MATON B. – Muscles, posture et mouvement : bases et application de la méthode électromyographique.- Paris : Hermann, 1996. - 735 p.

[23] O'LEARY S., FALLA D., JULL G. VICENZINO B. – Muscle specificity in tests of cervical flexor muscle performance. – J. Electromyogr. Kines., 2007, 17, p. 35 – 40.

AUTRES REFERENCES :

[24] COLLING R. - Fibre Type Distribution in Human Muscles – 1997

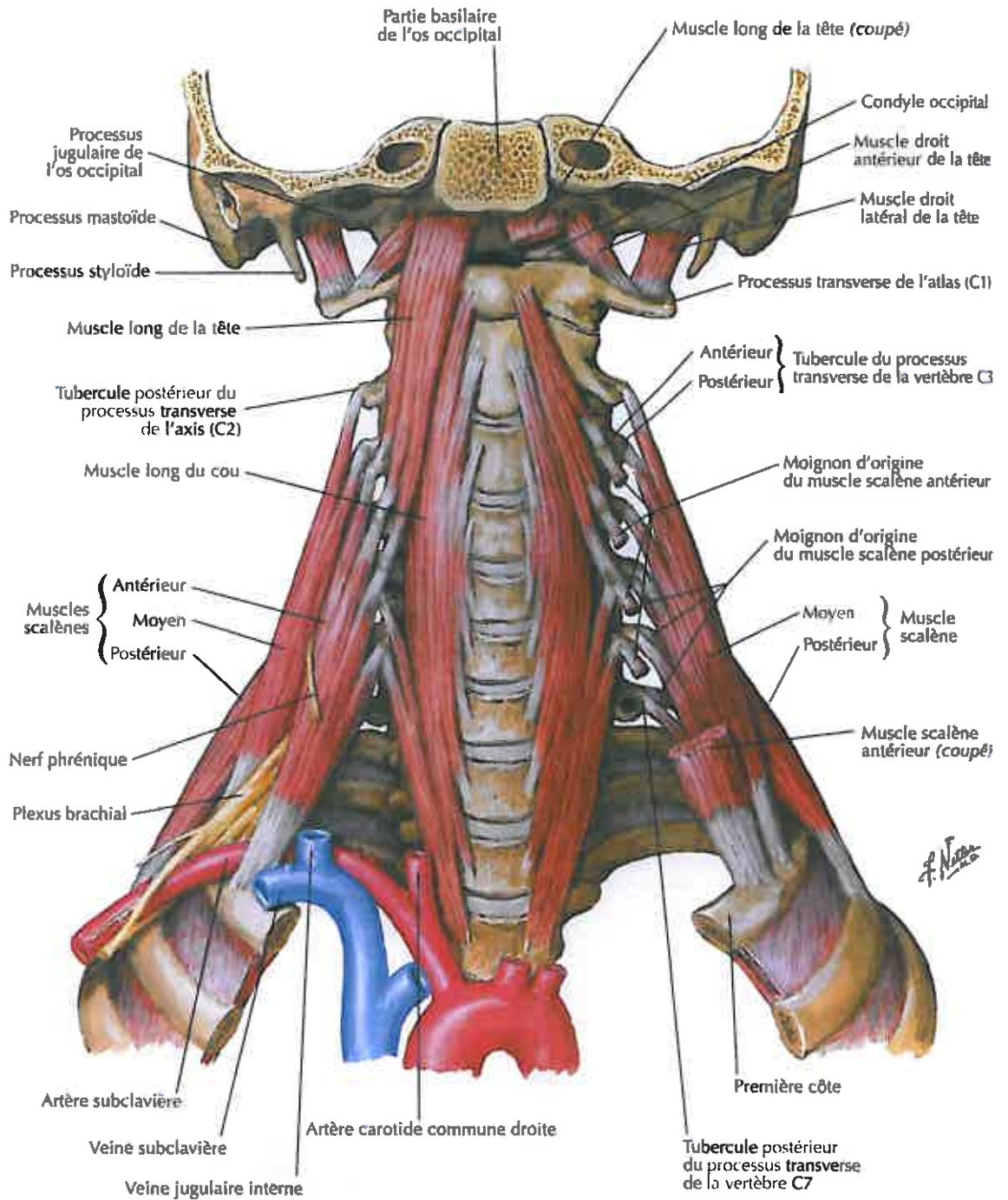
<http://physiotherapy.curtin.edu.au/resources/educational-resources/exphys/97/>

[fibretypedist.cfm](#) - date de dernière consultation : 26 mars 2011.

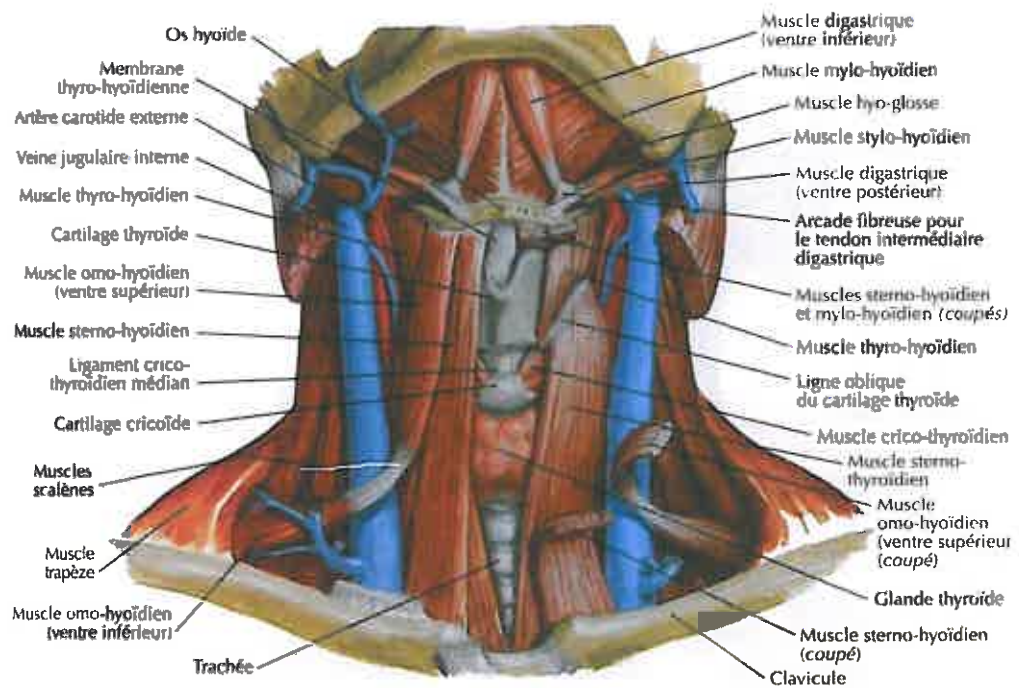
ANNEXES

ANNEXE I

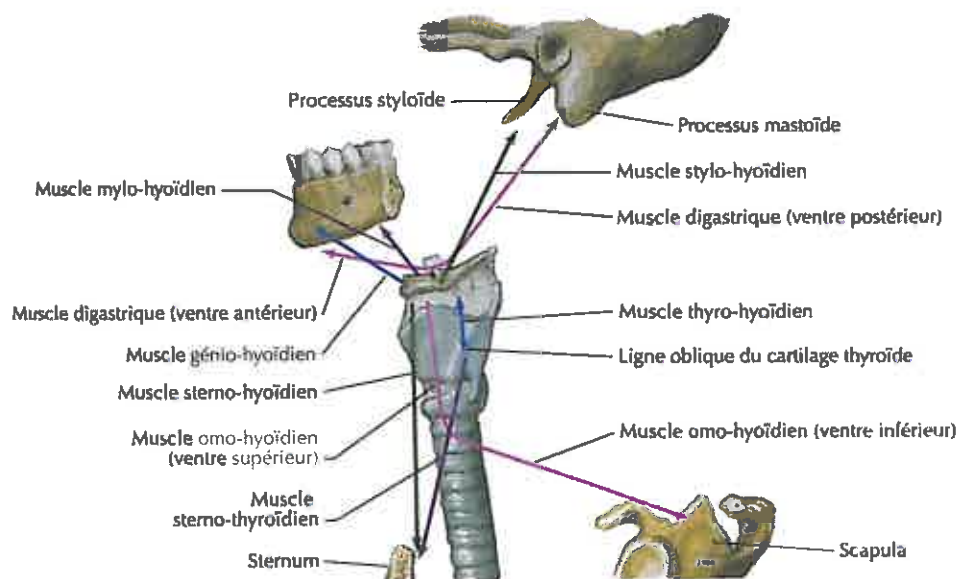
Anatomie de la région antérieure du cou (plan profond) d'après Netter



Anatomie de la région antérieure du cou (plan moyen) d'après Netter



Action des muscles infra-hyoïdiens et supra-hyoïdiens : vue schématique d'après Netter.



ANNEXE II

Classification des muscles fléchisseurs du rachis cervical

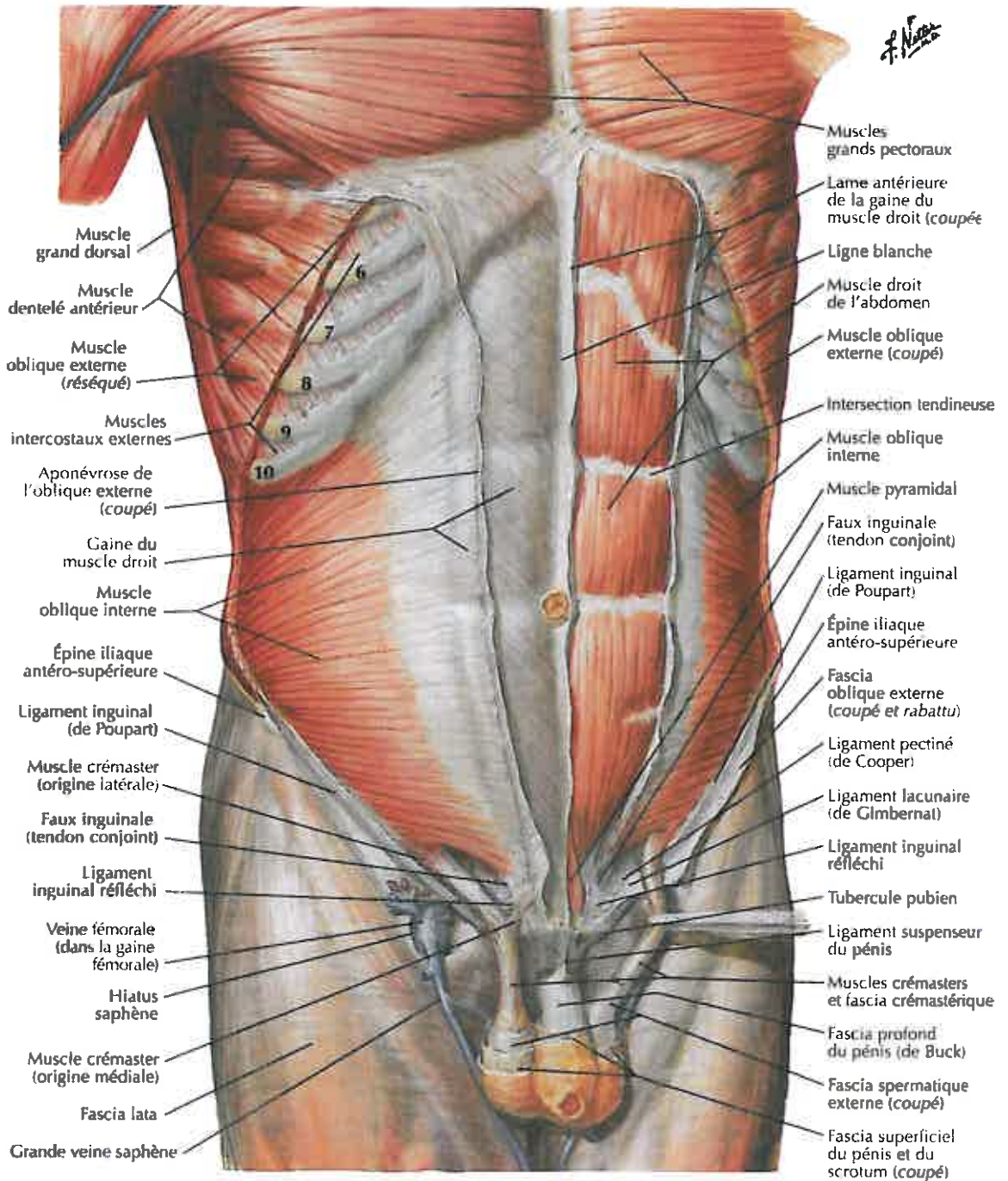
Muscles profonds	Muscle superficiel
Droit antérieur	Scalènes
Droit latéral	Sterno-cléido-occipito-mastoïdien (SCOM)
Long de la tête	
Long du cou	

Muscles antérieurs	Muscles latéraux
Droit antérieur	Scalènes
Long de la tête	Droit latéral
Long du cou	
Sterno-cléido-occipito-mastoïdien (SCOM)	

Muscles céphaliques	Muscles cervicaux
Droit antérieur	Long du cou
Droit latéral	Sterno-cléido-occipito-mastoïdien (SCOM)
Long de la tête	Scalènes

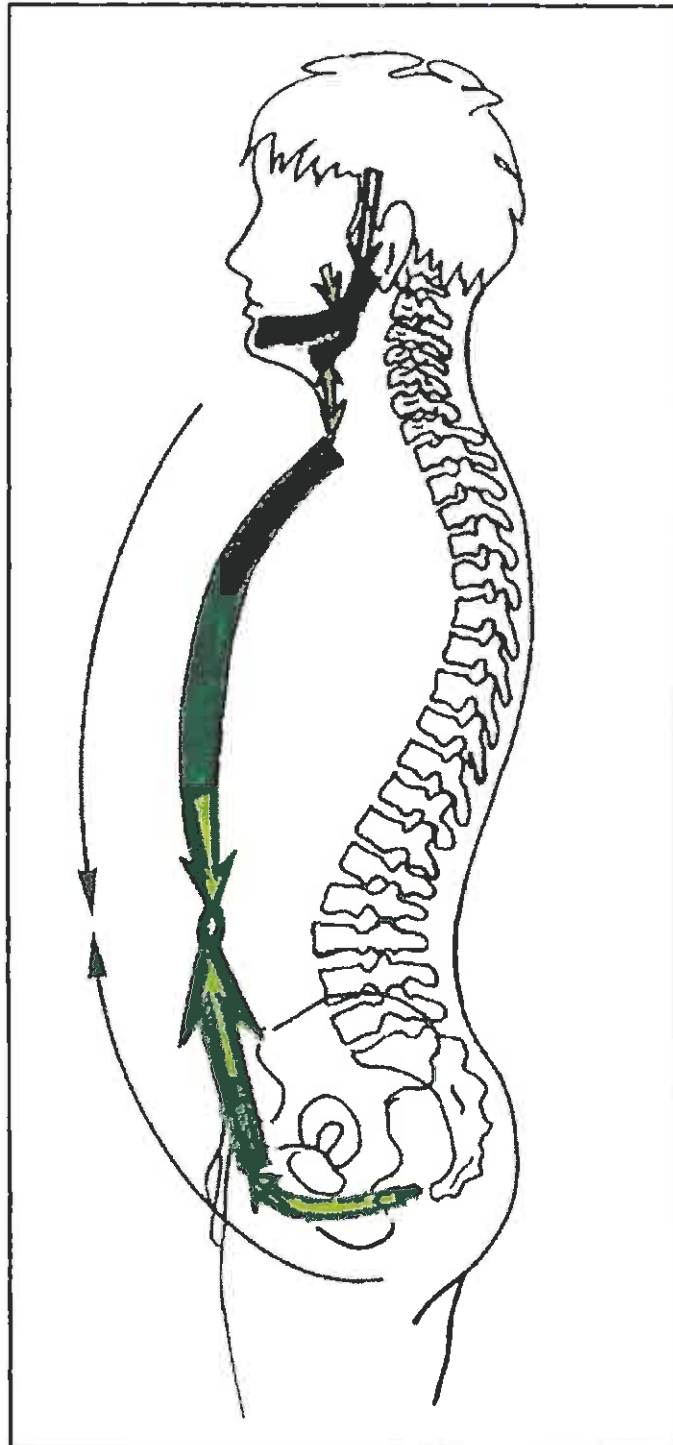
ANNEXE III

Anatomie des muscles grands droits de l'abdomen d'après Netter

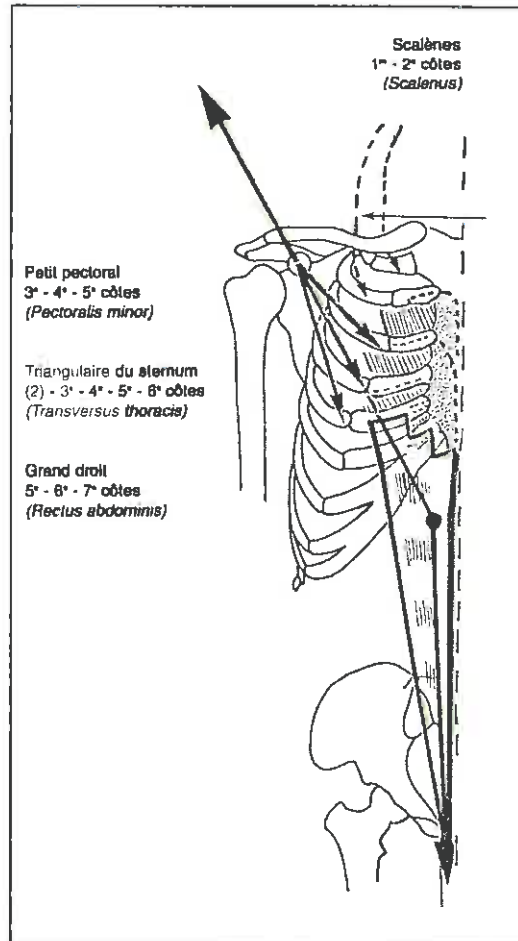


ANNEXE IV

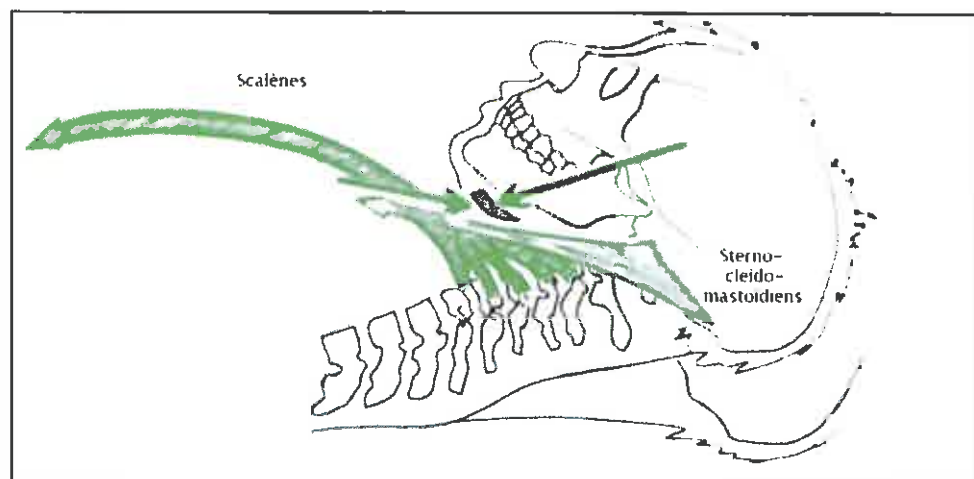
La chaîne droite antérieure du tronc d'après Busquet



Complément de la chaîne droite antérieure du tronc d'après Busquet



Actions musculaires lors de l'enroulement de la tête en décubitus dorsal d'après Busquet



ANNEXE V

FICHE DE RECUEIL DE DONNEES

Sujet n° :

Date de naissance : __/__/__

Sexe : Homme

Femme

Taille : cm

Poids : kg

Pratiquez-vous une activité physique : Oui

Non

Si oui, à quelle fréquence (nombre d'heures par semaine) :

Avez-vous présenté depuis moins de 6 mois :

- des épisodes cervicalgiques ? Oui Non
- des épisodes lombalgiques ? Oui Non
- des fractures de côte(s), de bassin ou vertébrale(s) ? Oui Non
- des épisodes de pubalgie ou tendinite des adducteurs ? Oui Non
- une hernie inguinale ? Oui Non
- une chirurgie abdominale (éventration, appendicite...) ? Oui Non

Etes-vous actuellement sous traitement :

- myorelaxant Oui Non
 - analgésique Oui Non
 - anti-inflammatoire Oui Non
-

RESULTATS DES TESTS

	Endurance des fléchisseurs du tronc : Shirado (en s)	Endurance des fléchisseurs cervicaux (en s)
Mesure 1		
Mesure 2		

Cause d'arrêt du test (entourez l'item correspondant) :

Test d'endurance des fléchisseurs cervicaux : 1 : chrono max – 2 : fatigue musculaire – 3 : douleur cervicale – 4 : autre.

Test de Shirado : 1 : chrono max – 2 : fatigue musculaire – 3 : douleur cervicale – 4 : douleur lombaire – 5 : autre.

ANNEXES VI

Tableau récapitulatif des mesures

ID	Sexe	Age	IMC	Sport	Test C1	Test C2	Test A1	Test A2	Meill. tps C	Meill. tps A	Ratio C/A	Cause d'arrêt C (meill. tps)	Cause d'arrêt A (meill. tps)
1	0	24	20,48	90	63	25	151	120	63	151	0,42	3	3
2	0	22	19,92	0	73	59	96	80	73	96	0,76	2	2
3	0	22	24,03	90	46	45	91	102	46	102	0,45	2	2
4	0	22	22,84	300	105	111	133	127	111	133	0,83	2	2
5	0	21	20,76	60	96	73	159	174	96	174	0,55	3	2
6	0	22	20,82	180	54	63	182	163	63	182	0,35	3	2
7	1	22	24,82	60	71	48	110	150	71	150	0,47	2	2
8	0	22	21,83	0	133	64	186	143	133	186	0,72	2	2
9	0	22	21,22	0	49	59	57	73	59	73	0,81	2	2
10	0	22	20,9	0	80	63	105	134	80	134	0,6	2	2
11	0	22	21,3	0	38	34	134	153	38	153	0,25	3	3
12	0	22	21,67	180	40	53	38	57	53	57	0,93	2	2
13	1	20	19,41	180	115	90	93	110	115	110	1,05	2	2
14	0	22	21,26	180	95	94	56	60	95	60	1,58	3	2
15	0	22	19,33	0	31	59	58	78	59	78	0,76	2	2
16	1	21	20,98	240	138	85	90	96	138	96	1,44	2	2
17	1	19	20,68	120	97	71	300	NM	97	300	0,32	2	1
18	1	22	19,88	180	149	102	160	60	149	160	0,93	2	2
19	0	23	20,52	900	114	93	122	147	114	147	0,78	2	2
20	0	26	20,23	150	119	107	287	300	119	300	0,4	2	1
21	0	23	20,69	300	54	84	87	147	84	147	0,57	2	2
22	1	20	23,33	180	70	80	128	184	80	184	0,43	2	2
23	0	22	19,16	0	61	74	190	233	74	233	0,32	3	4
24	0	24	21,05	0	50	92	190	160	92	190	0,48	3	4
25	0	22	22,31	240	86	85	161	148	86	161	0,53	2	3
26	0	22	21,97	180	66	48	174	134	66	174	0,38	2	3
27	0	21	21,97	180	78	53	90	90	78	90	0,87	2	2
28	1	24	24,39	180	112	150	210	160	150	210	0,71	4	2
29	1	27	24,49	390	244	202	300	NM	244	300	0,81	2	1
30	0	22	19,26	360	133	107	300	NM	133	300	0,44	2	1
31	0	22	17,26	120	79	73	115	76	79	115	0,69	2	2
32	0	21	23,18	240	122	103	230	157	122	230	0,53	3	2
33	1	21	21,91	90	216	125	207	232	216	232	0,93	3	2

34	1	34	23,67	240	59	70	300	NM	70	300	0,23	3	1
35	0	27	19,07	240	132	102	90	40	132	90	1,47	2	3
36	0	21	22,76	180	90	71	85	63	90	85	1,06	2	3
37	1	21	23,99	540	77	111	217	242	111	242	0,46	2	2
38	1	22	22,99	0	91	120	209	65	120	209	0,57	3	3
39	0	23	23,71	60	23	31	36	45	31	45	0,69	2	3
40	0	21	20,28	60	40	44	95	81	44	95	0,46	2	2
41	1	22	17,7	120	93	52	105	57	93	105	0,89	2	2
42	0	23	21,05	60	115	120	94	74	120	94	1,28	2	2
43	0	22	19,13	0	69	56	300	NM	69	300	0,23	3	2
44	0	23	19,59	270	92	64	107	119	92	119	0,77	3	3
45	1	22	21,36	60	110	91	150	128	110	150	0,73	2	2
46	0	21	19,47	120	103	106	194	119	106	194	0,55	2	2
47	0	22	18,36	210	66	80	259	290	80	290	0,28	3	2
48	1	19	23,04	360	47	77	107	46	77	107	0,72	2	2
49	1	20	21,86	270	82	80	184	154	82	184	0,45	2	2
50	1	24	31,92	960	123	128	210	153	128	210	0,61	2	2
51	1	21	30,47	0	168	129	300	NM	168	300	0,56	3	1
52	0	22	20,96	240	113	102	89	54	113	89	1,27	2	4
53	0	22	22,32	120	74	55	36	44	74	44	1,68	2	2
54	0	25	19,88	240	83	54	193	180	83	193	0,43	2	3
55	0	22	22,1	0	53	42	109	116	53	116	0,46	2	2
56	0	39	25,53	0	60	60	86	92	60	92	0,65	3	2
57	1	40	23,32	300	83	86	104	68	86	104	0,83	2	2
58	0	20	20,57	120	106	72	66	108	106	108	0,98	2	2
59	0	20	20,66	480	140	143	193	275	143	275	0,52	2	5
60	0	19	25,71	0	50	68	135	208	68	208	0,33	2	2
61	0	19	19,81	360	83	109	294	267	109	294	0,37	2	2
62	1	22	27,17	120	130	104	290	282	130	290	0,45	2	3
63	1	26	24,03	240	127	152	252	291	152	291	0,52	2	3
64	0	21	21,09	150	60	68	113	103	68	113	0,6	2	2
65	0	20	18,17	60	84	80	136	175	84	175	0,48	2	2
66	1	26	24,49	60	95	66	142	70	95	142	0,67	2	4
67	1	33	21,13	180	65	38	164	132	65	164	0,4	2	3
68	0	20	21,51	120	93	74	74	73	93	74	1,26	2	2
69	0	20	21,48	420	100	69	79	75	100	79	1,27	2	2
70	0	22	21,8	120	132	102	272	212	132	272	0,49	2	2
71	1	23	25,25	480	123	105	292	233	123	292	0,42	2	2
72	0	20	19,61	120	95	93	120	106	95	120	0,79	2	2
73	0	20	22,66	150	40	86	112	101	86	112	0,77	2	2
74	1	19	19,11	240	94	79	205	248	94	248	0,38	2	2
75	1	26	24,05	420	115	63	277	222	115	277	0,42	2	2

76	0	20	20,98	90	95	91	186	189	95	189	0,5	2	2
77	0	20	21,56	60	94	79	246	186	94	246	0,38	2	2
78	0	21	18,51	0	63	66	86	65	66	86	0,77	2	2
79	1	23	23,04	120	116	90	190	187	116	187	0,62	2	2
80	1	19	23,41	0	97	68	145	112	97	145	0,67	3	2
81	1	20	22,6	150	113	119	189	176	119	189	0,63	2	2
82	1	22	22,64	120	104	114	197	195	114	197	0,58	3	3

En jaune : les sujets exclus de l'étude.

ANNEXES VII

Moyennes des résultats obtenus au test de Shirado dans la littérature d'après Fransoo.

Auteurs	Sujets sains	Sujets lombalgiques
Ito Shirado	Femmes : 85 s ± 44 s Hommes : 183 s ± 69 s	Femmes : 57 s ± 33 s Hommes : 108 s ± 50 s
Chan	177 s ± 89 s	
Fransoo	155 s ± 79 s	37 s ± 11 s
Moreland	63 s ± 41 s	
Shirer	Femmes : 144 s ± 74 s Hommes : 177 s ± 77 s	

Moyennes des résultats obtenus au test de flexion crânio-cervicale dans la littérature.

Auteurs	Sujets sains	Sujets cervicalgiques
Grimmer	Femmes : 14,5 s ± 4,3 s Hommes : 18,2 s ± 3,3 s	Femmes : 57 s ± 33 s Hommes : 108 s ± 50 s
Olson	Femmes : 20,18 s ± 8,80 s Hommes : 24,51 s ± 15,92 s	
Edmonston		46,9 s ± 22,7 s
Harris	38,95 s ± 26,4 s	24,1 s ± 12,8 s
Mervelet	Femmes : 50,3 s ± 23,7 s Hommes : 79,8 s ± 37,9 s	