

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

ETUDE DE LA MOBILITE DU RACHIS
CERVICAL :
INCLINOMETRIE

Mémoire présenté par Thomas BONTEMPS
étudiant en 3ème année de masso-kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
de Masseur-Kinésithérapeute
2014/2015

SOMMAIRE

RESUME	
1. INTRODUCTION	1
2. METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	3
3. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES	4
3.1. Anatomie	4
3.1.1. La vertèbre cervicale type	5
3.1.2. Vertèbres cervicales particulières	5
3.1.3. L'appareil ligamentaire du niveau cervical	6
3.1.4. Myologie cervicale	6
3.1.5. Système artériel du cou	7
3.2. Biomécanique	7
3.2.1. Le mouvement de Flexion/Extension	8
3.2.2. Le mouvement d'Inclinaison latérale	9
3.2.3. Le mouvement de Rotation	10
4. MATERIEL ET METHODE	11
4.1. Population	11
4.1.1. Critères d'inclusion	12
4.1.2. Critères d'exclusion	12
4.1.3. Examineurs	12
4.2. Matériel	12
4.2.1. Prototypes provisoires	13
4.2.2. Prototype définitif	13
4.3. Méthode	14
4.3.1. Repérage osseux	14
4.3.2. Plan de référence	14
4.3.3. Prises de mesures	15
4.3.4. Méthode statistique	17
5. RESULTATS	19
5.1. Présentation de l'échantillon	19

5.2. Présentation des résultats	19
6. Discussion	21
6.1. Analyse et interprétation des résultats de l'étude statistique	21
6.2. Les imprécisions de l'étude	24
6.2.1. Les différents biais	24
6.2.2. Erreurs liées à l'individu	24
6.2.3. Erreurs liées au protocole	25
7. CONCLUSION	27
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

RESUME

En nous informant auprès des enseignants et en parcourant la littérature, nous nous sommes rendus compte que l'inclinométrie du rachis cervical manquait de référentiel sur la zone de mise en place de l'inclinomètre (face antérieure ou postérieure pour mesurer la flexion-extension par exemple).

C'est pourquoi nous nous sommes proposés de concevoir et de réaliser un prototype dans le but d'avoir une base référencée pour l'utilisation de l'inclinomètre. Dans le but de tester l'utilité de notre prototype, nous avons réalisé des prises de mesures avec celui-ci.

Notre échantillon est composé de 55 sujets. Les mesures pour la flexion-extension et inclinaisons latérales ont été effectuées en position assise, les mesures pour les rotations ont été effectuées en décubitus dorsal.

L'étude statistique a eu pour but de déterminer :

- la corrélation entre les mesures faites par inclinométrie et celles effectuées par centimétrie.
- la corrélation entre les résultats obtenus avec notre prototype et les résultats obtenus par les différents auteurs.
- la fiabilité de notre prototype en testant la reproductibilité inter-examineur.

Notre étude montre une corrélation certaine entre l'inclinométrie et la centimétrie sauf pour le mouvement d'extension. Elle ne montre pas d'incohérence entre nos résultats et les résultats des différents auteurs. Elle obtient une fiabilité inter-examineur élevée à très élevée.

Mots clés : inclinométrie, rachis cervical.

Keywords : arthrometry, cervical spine.

1. INTRODUCTION

Le thème de ce mémoire porte sur l'inclinométrie du rachis cervical, partie du corps capitale et usitée dans notre quotidien. En effet, elle nous permet de nous orienter dans l'espace, d'interagir dans celui-ci et avec les individus qui nous entourent. Sa mobilité et sa stabilité sont donc essentielles pour la vie active de l'individu. C'est également une région où les émotions et le stress ont un rôle non-négligeable.

Les ouvrages et articles traitant le bilan du rachis cervical sont nombreux (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) (8) (9).

Il est donc essentiel de quantifier la mobilité du rachis cervical pour en déduire l'impact dans la vie quotidienne du patient et suivre son évolution au cours de la prise en charge.

Selon la Haute Autorité de Santé, il est recommandé d'utiliser le mètre ruban et l'inclinomètre pour faire le bilan de la mobilité active du rachis cervical (10).

Pour le mètre ruban, les références nous disent que la norme pour la flexion est de 0 cm et pour l'extension de 20 cm. Pour les inclinaisons latérales et rotations, il n'existe pas de distance normale précise mais l'objectif est d'observer une éventuelle asymétrie entre les deux côtés. Les amplitudes articulaires et l'intensité de la douleur sont notées sur l'étoile de Maigne (3).

Pour les valeurs angulaires, mesurées d'après radiographie, il y a plusieurs références selon les auteurs concernant le rachis cervical global. Pour CASTAING et SANTINI, la flexion est de 70° et l'extension est de 80°, l'inclinaison latérale est de 15 à 20° et la rotation est de 50° (11). Pour KAPANDJI, la flexion-extension est de 130°, l'inclinaison latérale unilatérale est de 45°, la rotation unilatérale est de 80 à 90° (12).

En constatant les écarts entre les auteurs, il nous semble judicieux de réaliser des mesures avec un inclinomètre et de les comparer aux moyennes des auteurs de référence.

C'est au milieu des années 60 que le premier inclinomètre fut inventé aux USA. En 1966, le Docteur Jules RIPPSTEIN modifia cet instrument et conçut son premier prototype sous le nom 'd'Hydrogoniometer' (13).

L'inclinomètre permet de prendre les mesures quelle que soit la position du sujet, il est très utile dans les mesures pour le rachis. (14)

Au cours de nos recherches, nous nous sommes aperçus que la zone de mise en place de l'inclinomètre n'est pas référencée pour la prise de mesure. Partant de cette observation, nous avons conçu et réalisé un prototype 'montage-lunettes' dans le but d'avoir une référence de base pour les trois plans de l'espace. Cette méthode nous permet ainsi de standardiser les prises de mesures, qui ont été réalisées au cours des mois de novembre et décembre 2014 sur 55 sujets.

Pour celles-ci, nous avons mis en place un protocole permettant de pouvoir les reproduire. Il a également été instauré des paramètres particuliers dans le but de tester la reproductibilité intra et inter examinateur des mesures effectuées.

L'objectif de cette étude est de tester les prises de mesures par inclinométrie avec notre prototype. Pour y parvenir, des paramètres sont à évaluer :

- déterminer la corrélation entre les mesures angulaires et les mesures prises par centimétrie.
- déterminer la corrélation entre les résultats obtenus avec notre prototype et les résultats obtenus par les différents auteurs.
- vérifier la fiabilité de notre prototype en testant la reproductibilité inter-examinateur.

Un autre but de l'étude est d'estimer s'il y a une corrélation entre l'âge, le sexe, l'anté-rétoposition de la tête, la latéralité du sujet et sa mobilité au niveau du rachis cervical.

Après avoir mis en évidence les rappels anatomo-physiologiques et la méthode de recherche bibliographique, nous expliquerons les paramètres concernant la population, le matériel ainsi que la méthode de prise de mesure. Ensuite, nous analyserons les résultats de l'étude suivant une méthode statistique. Enfin, nous interpréterons et critiquerons ces résultats.

2. METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Dans le but de vérifier les actualités scientifiques et d'avoir des références pour notre travail de recherche, nous avons effectué une recherche dans des bases de données françaises et anglaises.

Pour cibler notre recherche et la rendre précise, nous avons effectué notre recherche avec des mots clés tels que : bilan, rachis cervical, inclinométrie, inclinomètre, goniométrie, mobilité, évaluation, anatomie, biomécanique, étude, statistique, reproductibilité pour la recherche d'articles en français et cervical vertebrae, arthrometry, cervical spine, anatomy, biomechanics, data collection, statistics, spine motion, reproductibility of results, mobility, evaluation, physical examination pour la recherche d'articles en anglais.

Au cours de cette recherche, nous avons obtenu les résultats suivants :

- KINEDOC : 230
- KINESITHERAPIE SCIENTIFIQUE : 62
- PEDRO : 395
- KINE ACTUALITE : 46
- BASE DE SANTE PUBLIQUE : 99
- HAUTE AUTORITE DE SANTE : 78
- GUIDELINE : 142
- PUBMED : 476
- CHARTERED SOCIETY OF PHYSIOTHERAPY : 102
- THE COCHRANE REVIEWS : 42
- EMBASE : 58

Ensuite, pour choisir les articles nécessaires à notre étude, nous avons d'abord lu le titre, puis le résumé des articles. Puis, nous nous sommes basés sur certains critères comme les recommandations, la gradation et le niveau de preuves de l'étude. Ensuite, nous avons noté la date de parution de l'article. Dans un premier temps, nous avons préconisé les articles parus après 2008 puis nous avons étendu notre recherche à des dates antérieures pour les articles de référence. Nous avons également effectué des recherches manuelles sur certains ouvrages de référence (DUFOUR, KAPANDJI, CASTAING et SANTINI...).

3. RAPPELS ANATOMO-PHYSIOLOGIQUES

3.1. Anatomie

« Le rachis se présente comme un axe mobile du fait de ses nombreux segments, mais capable de rigidité, avec l'aide des caissons thoracique et abdominal. De plus, l'axe rachidien contient l'axe nerveux médullaire et, du fait de ses disques et des ligaments intercalés entre les arcs postérieurs, il constitue un long tunnel ostéo-fibreux. Cet axe relie la base pelvienne à l'extrémité craniale et ses organes des sens. La vertèbre se présente comme un maillon de cette chaîne.

Les vertèbres mobiles sont au nombre de 24 : 7 cervicales, 12 thoraciques et 5 lombaires. La vertèbre est un os court, impair et symétrique. Elle contribue à former la colonne vertébrale avec les disques intervertébraux, elle est articulée avec eux et les vertèbres adjacentes. La vertèbre a la particularité d'être trouée en son centre par le passage du système nerveux. On se réfère à ce foramen vertébral pour diviser l'os en 2 parties ; un arc antérieur ou corps, massif, transmettant l'essentiel du poids corporel ; un arc postérieur, plus fin, d'où dépassent des processus allongés représentant les bras de levier des muscles rachidiens ainsi que des facettes articulaires » (15).

« Considéré dans son ensemble, le rachis cervical est constitué de deux parties anatomiquement et fonctionnellement distinctes. Le rachis cervical supérieur ou encore rachis sous-occipital, comportant la première vertèbre cervicale ou atlas, et la deuxième vertèbre cervicale ou axis. Ces pièces squelettiques sont réunies entre elles et avec l'occipital par une chaîne articulaire complexe à trois axes et trois degrés de liberté. Le rachis cervical inférieur s'étendant du plateau inférieur de l'axis au plateau supérieur de la première vertèbre dorsale.

Les vertèbres cervicales au nombre de 7 s'inscrivent dans une courbure à concavité postérieure. Les 2 premières sont particulières et font l'objet d'une description spéciale. On distingue donc le rachis cervical supérieur (C0-C1-C2) et le rachis cervical inférieur (C3 à C7). Fonctionnellement ces deux segments du rachis cervical se complètent mutuellement pour réaliser des mouvements purs de rotation, d'inclinaison latérale ou de flexion-extension de la tête » (12).

3.1.1. La vertèbre cervicale type

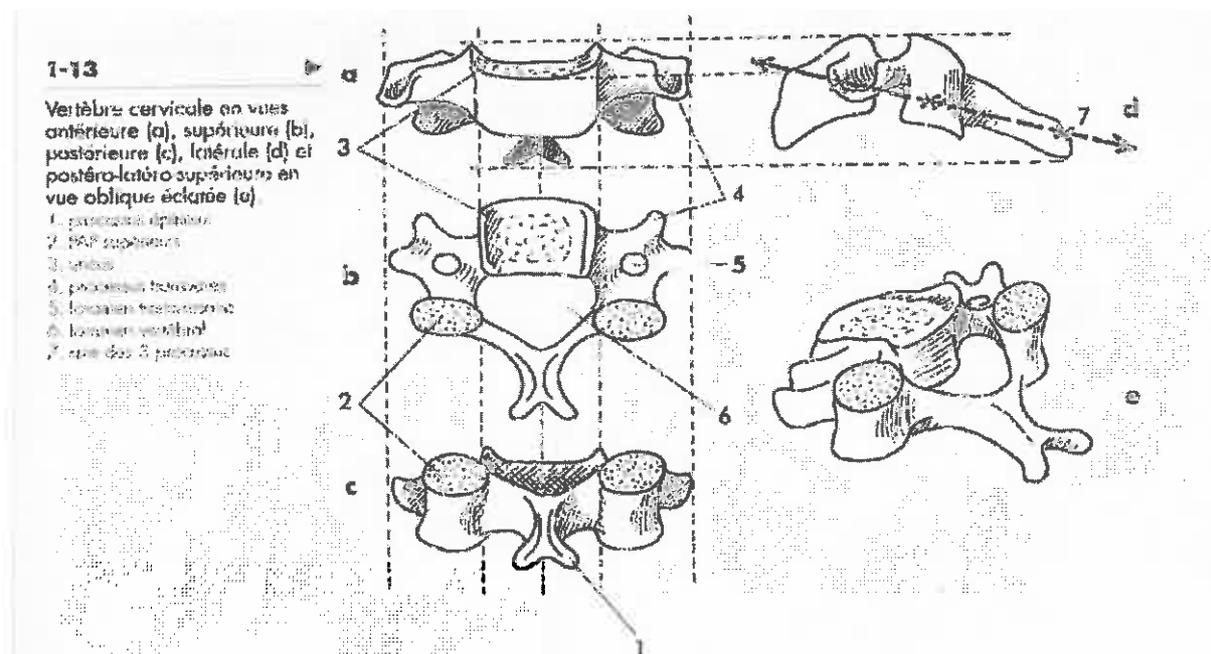


Figure 1 : Vertèbre cervicale type (15)

3.1.2. Vertèbres cervicales particulières

Elles sont au nombre de trois, l'atlas, l'axis et la septième vertèbre cervicale.

- Première cervicale ou atlas : c'est une vertèbre sans corps ou plus exactement, dont le corps a été capté par C2 sous forme du processus odontoïde. Les deux arcs vertébraux forment un anneau horizontal. Celui-ci vient se plaquer en haut, autour du foramen magnum de l'occipital grâce à deux facettes articulaires. Cet os est considéré fonctionnellement comme un ménisque osseux intercalé entre le crâne et le rachis. Il faut noter qu'il n'y a pas de disque intervertébral, ni au-dessus ni en-dessous. On décrit cinq éléments (cf. figure en ANNEXE I).

- Deuxième cervicale ou axis : c'est une vertèbre dont la particularité est que l'on peut la diviser horizontalement en deux moitiés, une supérieure répondant à la morphologie de l'atlas, une inférieure répondant à la morphologie de C3. Ainsi, on trouve un disque intervertébral en-dessous mais pas au-dessus (cf. figure en ANNEXE I).

- Septième cervicale : elle présente trois caractéristiques, elle peut parfois comporter une petite facette costale pour la première côte, elle possède un processus épineux

particulièrement long et uni tuberculeux, ses foramens transversaires ne donnent pas passage aux artères vertébrales (cf. figure en ANNEXE I).

3.1.3. L'appareil ligamentaire du niveau cervical

Nous distinguons deux systèmes ligamentaires, un pour les articulations intercorporéales, un second pour les articulations interfacettaires postérieures.

Un schéma des ligaments des articulations intercorporéales se trouve en ANNEXE I.

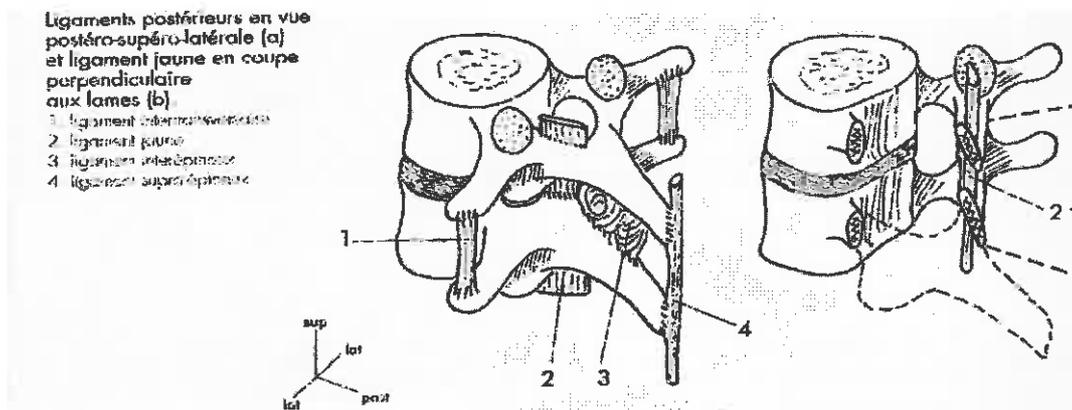


Figure 2 : ligaments des articulations interfacettaires postérieurs (15)

3.1.4. Myologie cervicale

Pour les muscles de la région cervicale, nous identifions deux plans, un plan superficiel et un plan profond.

- « Sur le plan morpho-palpatoire, les muscles superficiels sont facilement décelables (platysma, sterno-cléido-occipito-mastoidien). Les plus petits le sont aussi à condition d'affiner leur palpation (digastrique, mylo-hyoidien, élévateur de la scapula, scalènes). Les plus profonds ne le sont pas (génio-hyoidien, muscles sous-occipitaux...).

- Sur le plan mécanique et pathologique, on peut les diviser en deux groupes : les muscles courts (voire mono articulaires) et les longs (poly articulaires). Les premiers sont à fonctionnement très automatisé, les seconds plus à fonctionnement volontaire. Par ailleurs, on peut distinguer ceux qui gèrent la mandibule, ceux qui régissent l'équilibre cranial, et ceux qui participent au maintien cervical. Leurs pathologies sont souvent en rapport avec la posture ou, indirectement, avec la chirurgie de cette région. » (15) (cf. figures en ANNEXE I).

3.1.5. Système artériel du cou

L'approche du système artériel cervical est importante dans la réalisation des techniques de mobilisation passive. Réalisation du test de Klein (extension, inclinaison homolatérale et rotation homolatérale) pour vérifier l'état du système artériel controlatéral (cf. figure en ANNEXE I).

3.2. Biomécanique

Pour bien comprendre la biomécanique au niveau cervical, nous distinguons les articulations intercorporéales, et les articulations interfacettaires postérieures.

- « Articulations intercorporéales : elles sont comprises entre deux vertèbres consécutives et intercalent un disque intervertébral entre deux corps. Le plateau supérieur regarde vers le haut, l'inférieur vers le bas. Vertèbres et disque forme une articulation de type symphyse. Le disque est une structure fibro-cartilagineuse en forme de lentille biconvexe, composé de deux parties mal délimitées entre elles.

- Une partie centrale formant le noyau, ou nucleus pulposus. Il est particulièrement dur, déformable mais incompressible et joue un rôle de pivot mobile sur lequel les vertèbres basculent en tout sens. Ce noyau est situé médialement, mais plus proche de la paroi postérieure que de l'antérieure. Il occupe 30 à 60 % du volume du disque.
- Une partie périphérique formant un anneau, ou annulus fibrosus, large, composée de lamelles concentriques à obliquité inverse entre deux couches.

Au niveau cervical, en raison des uncus bordant le plateau vertébral supérieur et du biseau leur correspondant sur la vertèbre sus-jacent, le disque est limité latéralement par deux petites articulations unco-vertébrales, planes, apparaissant à l'adolescence (cf. figure en ANNEXE I).

- Articulations interfacettaires postérieures : au nombre de deux par étage, elles articulent les processus articulaires postérieurs inférieurs de la vertèbre supérieure et les supérieurs de la sous-jacente. Elles forment des articulations de type surface plane. Leur

forme est grossièrement ovalaire, les facettes supérieures regardent en haut et en arrière au niveau cervical. Les facettes inférieures sont inversement orientées. Elles sont encroûtées de cartilage hyalin. » (15) (cf. figure en ANNEXE I).

Pour avoir une approche spécifique de la mobilité du rachis cervical, il faut différencier le rachis cervical inférieur et le rachis cervical supérieur.

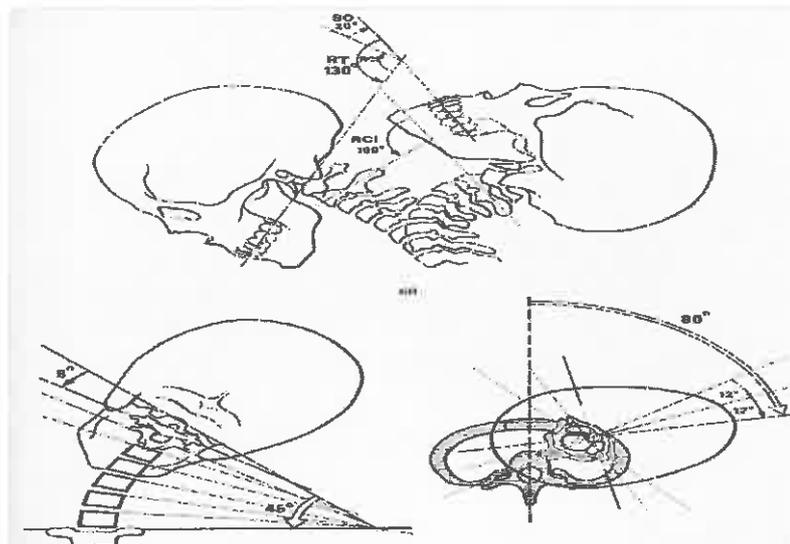


Figure 3 : mobilité du rachis cervical (12)

3.2.1. Le mouvement de Flexion/Extension

- Rachis cervical inférieur : le mouvement est sagittal et s'étend sur une large zone. Grossièrement les centres instantanés de rotation siègent au niveau des disques intervertébraux. Ce type de déplacement équivaut à un glissement-bâillement sagittal des processus articulaires postérieurs accompagnant la compression élective d'une partie du disque (en avant pour la flexion, en arrière pour l'extension). Ce jeu se traduit par une réduction de la surface de contact des surfaces des processus articulaires postérieurs, qui peut aller jusqu'à 50%. Les facteurs limitant sont les éléments postérieurs (muscles et aponévroses) pour la flexion, et les antérieurs pour l'extension. Une limitation majeure est la traction des fibres convexitaires de l'annulus fibreux, étirées par l'appui du noyau pulpeux, qui migrent vers l'arrière en flexion, et vers l'avant en extension.

- Rachis cervical supérieur : les centres instantanés de rotation passent en regard des condyles occipitaux pour C0-C1, et au niveau du ligament transverse pour C1-C2. Les

courbures sagittales inverses entre l'occipital et l'atlas ont pour conséquence que l'extension parte plus vite que la flexion, mais elle est freinée, tant par la verticalité plus marquée de la partie antérieure de C1, que par la convergence des surfaces droite et gauche. (16)

Les muscles responsables de la flexion du rachis cervical sont : le muscle long de la tête, le muscle long du cou, le muscle droit antérieur, le sterno-cléido-mastoïdien...

Les muscles responsables de l'extension du rachis cervical sont : les muscles petit et grand droit postérieur, les muscles oblique inférieur et supérieur de la tête, l'élévateur de la scapula, les muscles longissimus et épineux, les muscles splénius et inter épineux, le trapèze... (15)

3.2.2. Le mouvement d'Inclinaison latérale

- Rachis cervical inférieur : ce sont des mouvements effectués dans le plan frontal, le rachis fait apparaître une courbure latérale désignée par sa concavité. Le mouvement s'étend sur une large zone, sans axe proprement dit, inégalement réparti entre les différents arthrons. Les centres instantanés de rotation siègent au niveau des disques intervertébraux. Le mouvement s'accompagne d'un tassement homolatéral du disque et d'une ouverture controlatérale. Au niveau des processus articulaires postérieurs, l'obliquité oblige la facette supérieure, qui s'abaisse, à reculer simultanément, et la controlatérale, qui s'élève, à avancer. Il en résulte une rotation automatique homolatérale à l'inclinaison. Les facteurs limitant sont la tension antagoniste périphérique de l'ensemble des aponévroses et muscles larges, puis des plus profonds et, enfin, des éléments capsulo-ligamentaires locaux.

- Rachis cervical supérieur : l'axe antéropostérieur est situé en regard de l'odontoïde. (16) Une coupe vertico-formale montre qu'il n'existe aucun déplacement dans l'articulation atloïdo-axoïdienne. L'inclinaison s'effectue uniquement entre l'axis et la troisième cervicale d'une part et entre l'occipital et l'atlas. (12)

Les muscles responsables de l'inclinaison latérale du rachis cervical sont : le trapèze, le semi-épineux, le muscle inter-transversaire, le splénius, le sterno-cléido-mastoïdien, les scalènes, l'élévateur de la scapula, le droit latéral de la tête... (15)

3.2.3. Le mouvement de Rotation

- Rachis cervical inférieur : mouvement pivotant, dirigé vers la droite ou la gauche. Le mouvement se déroule dans le plan transversal, son axe est inégalement réparti entre les différents arthrons, les centres instantanés de rotation siègent au niveau des disques intervertébraux. Les disques sont comprimés du côté concavitaire. Au niveau des processus articulaires postérieurs, il y a un hyper appui d'un côté et une ouverture décoaptatrice de l'autre. Les facteurs limitants sont les différentes couches de l'anneau du disque. Ce cisaillement est, par ailleurs, contrôlé au niveau cervical par les uncus. Les freins musculaires sont formés par les chaînes rotatoires antagonistes. Pour les mêmes raisons que ci-dessus, il en résulte une inclinaison automatique homolatérale.

- Rachis cervical supérieur : l'axe antéropostérieur passe en arrière du processus odontoïde. En effet, une section circulaire de l'odontoïde aboutirait à un cisaillement de l'axe nerveux qui est en arrière, alors que la section ovale fait reculer le centre de rotation et minimise le cisaillement. Le mouvement s'accompagne d'un léger rapprochement entre le bloc occipito-atloïdien et l'axis du fait du contact biconvexe des surfaces de C1-C2. L'amplitude rotatoire est permise par l'écartement des insertions des ligaments alaires sur l'occipital, mais ces mêmes ligaments freinent la fin d'amplitude par leur mise en tension.
(16)

Les muscles responsables de la rotation du rachis cervical sont : l'élévateur de la scapula, les scalènes, le sterno-cléido-mastoïdien, le splénius, le trapèze... (15)

Tableau I : amplitudes du rachis cervical haut (16)

Niveau	Flexion- extension	Inclinaison latérale unilatérale	Rotation unilatérale
C0-C1	25°	8°	8°
C1-C2	15°	Négligeable	24°
Total :	40°	8°	32°
Soit environ :	40°	5 à 10°	30°

Tableau II : amplitudes du rachis cervical bas (16)

Niveau	Flexion-extension	Inclinaison latérale unilatérale	Rotation unilatérale
C2-C3	11°	2,5°	8°
C3-C4	15°	4°	6°
C4-C5	18°	4,5°	3,5°
C5-C6	20°	5,5°	2,5°
C6-C7	16°	4,5°	Négligeable
Total :	80°	21°	20°
Soit environ :	80°	20°	20°

Tableau III : amplitudes globales du rachis cervical

	Flexion-extension	Inclinaison latérale unilatérale	Rotation unilatérale
Rachis global	120°	25 à 30 °	50°

4. MATERIEL ET METHODE

4.1. Population

Nous avons choisi de réaliser nos prises de mesure sur la population étudiante de l'IFMK de Nancy. Au-delà d'un aspect pratique des prises de mesure, l'étude d'une population « normalement saine » nous a intéressé car elle permet d'évaluer un outil de mesure comme l'inclinomètre, et également d'envisager la réalisation d'abaques pour la mobilité du rachis cervical.

4.1.1. Critères d'inclusion

Tout sujet âgé de 18 à 30 ans.

4.1.2. Critères d'exclusion

Tout sujet présentant des douleurs au niveau du rachis cervical ou thoracique, tout sujet se plaignant de contractures au niveau du rachis cervical ou de la ceinture scapulaire, une bascule de la ceinture scapulaire, antécédents traumatiques de cette région. Ces critères sont retenus comme critères d'exclusion car nous pensons qu'ils peuvent perturber nos résultats.

4.1.3. Examineurs

Plusieurs examineurs, étudiants au sein de l'IFMK de Nancy (1^{ère} ou 3^{ème} année), ont participé à cette étude dans le but de tester la fiabilité inter-examineur.

4.2. Matériel

Pour nos prises de mesures, nous avons besoin : d'un crayon dermographique pour le repérage osseux, d'un mètre ruban pour la centimétrie, d'un fil à plomb et d'une règle pour la prise de flèche en C3, d'un inclinomètre (RIPSTEIN) pour l'inclinométrie et enfin, d'un niveau à bulle pour avoir la référence de la verticale et de l'horizontale.



Figure 4 : matériel nécessaire, niveau à bulle, fil à plomb, mètre ruban, crayon dermographique, règle.



Figure 5 : inclinomètre

4.2.1. Prototypes provisoires

En réalisant des prises de mesure en Mai 2014 servant de mesures préliminaires, des paramètres essentiels devaient être améliorés, comme le confort, le poids et la stabilité. Nous avons donc conçu et réalisé un prototype définitif (cf. figures en ANNEXE II).

4.2.2. Prototype définitif

Pour effectuer les prises de mesure, nous plaçons l'inclinomètre sur le prototype dans le plan de l'espace correspondant au mouvement à réaliser.



Figure 6 : prototype définitif, vue de 3/4

4.3. Méthode

4.3.1. Repérage osseux

Nous repérons le bord postéro-latéral des deux acromions, la fourchette sternale et la projection du processus épineux de C3. Nous marquons ces repères à l'aide d'un crayon dermatographique (cf. figure en ANNEXE IV).

4.3.2. Plan de référence

Nous vérifions que le sujet effectue bien les mouvements dans le plan de l'espace correspondant. La flexion-extension s'effectue dans le plan sagittal, les inclinaisons latérales dans le plan frontal et les rotations dans le plan horizontal. Nous demandons au sujet d'effectuer quelques mouvements, nous vérifions que le mouvement se passe dans le bon plan et qu'il n'y ait pas de mouvements combinés (tels que inclinaison/rotation). Nous corrigeons le sujet, si nécessaire.

Pour la flexion-extension et les inclinaisons le sujet est assis sur une chaise, son dos reposant sur le dossier. Pour le mouvement de rotation le sujet est en décubitus dorsal.



Figure 7 : position de référence pour la flexion/extension et inclinaisons

4.3.3. Prises de mesures

Mètre ruban :

Sujet assis, se reposant sur le dossier. Les bras sont relâchés, le regard est porté vers l'horizon, le sujet a la bouche fermée. Le mouvement ne se passe que dans le rachis cervical, nous veillons aux compensations possibles (comme l'utilisation du rachis dorsal et les mouvements des épaules). Nous montrons le mouvement à effectuer au sujet et nous veillons à ce qu'il reste bien dans le plan du mouvement (pas de mouvements combinés comme l'inclinaison/rotation). Nous effectuons deux mesures et gardons la meilleure des deux.

Pour la flexion/extension avec le mètre ruban :

Le mouvement se passe dans le plan sagittal. Nous mesurons la distance entre la fourchette sternale et le menton (cf. figures en ANNEXE IV).

Pour le mouvement d'inclinaison latérale avec le mètre ruban :

Le mouvement se passe dans le plan frontal. Nous mesurons la distance entre le tragus de l'oreille et le bord postéro-latéral de l'acromion (cf. figure en ANNEXE IV).

Pour le mouvement de rotation avec le mètre ruban :

Sujet en décubitus dorsal (même position que pour la prise de mesure avec l'inclinomètre), pas de coussin sous la tête pour une position neutre du rachis cervical (pas en flexion). Les bras sont relâchés le long du corps, le regard est porté droit devant au plafond en fixant un point, le sujet a la bouche fermée. Le mouvement se passe dans le plan horizontal. Nous mesurons la distance entre le menton et le bord postéro-latéral de l'acromion (cf. figure en ANNEXE IV).

Inclinomètre :

Sujet assis, se reposant sur le dossier. Les bras sont relâchés, le regard est porté vers l'horizon, le sujet a la bouche fermée. Le mouvement ne se passe que dans le rachis cervical, nous veillons aux compensations possibles (comme l'utilisation du rachis dorsal et les mouvements des épaules). Nous montrons le mouvement à effectuer au sujet et nous veillons

à ce qu'il reste bien dans le plan du mouvement (pas de mouvements combinés comme l'inclinaison/rotation). Nous effectuons deux mesures et gardons la meilleure des deux.

Pour le mouvement de flexion/extension avec l'inclinomètre :

Nous plaçons l'inclinomètre sur le prototype dans le plan sagittal. Nous mesurons l'amplitude angulaire (degrés) pour le mouvement de flexion/extension.

Pour la position de départ : nous prenons comme référence la verticale du prototype à l'aide d'un niveau à bulle et nous mesurons l'amplitude en flexion puis nous revenons à la verticale toujours avec l'aide du niveau à bulle et nous mesurons l'amplitude en extension (le niveau à bulle est placé dans le plan sagittal) (cf. figures en ANNEXE IV).

Pour le mouvement d'inclinaison latérale avec l'inclinomètre :

Nous plaçons l'inclinomètre sur le prototype dans le plan frontal. Nous mesurons l'amplitude angulaire (degrés) pour le mouvement d'inclinaison.

Pour la position de départ : nous prenons comme référence l'horizontale du prototype à l'aide d'un niveau à bulle et nous mesurons l'amplitude en inclinaison droite puis nous revenons à l'horizontale toujours avec l'aide du niveau à bulle et nous mesurons l'amplitude en inclinaison gauche (le niveau à bulle est placé dans le plan frontal) (cf. figures en ANNEXE IV).

Pour le mouvement de rotation avec l'inclinomètre :

Sujet en décubitus dorsal (obligatoire pour la prise de mesure avec l'inclinomètre), pas de coussin sous la tête pour une position neutre du rachis cervical (pas de flexion). Les bras sont relâchés, le regard est porté droit devant au plafond en fixant un point, le sujet a la bouche fermée. Le mouvement ne se passe que dans le rachis cervical, nous veillons aux compensations possibles (comme l'utilisation du rachis dorsal et mouvements des épaules, nous vérifions également que le mouvement se passe bien dans le plan horizontal, et que ce n'est pas un simple mouvement de roulement de la tête sur la table ni un rapprochement du menton et de l'épaule). Nous plaçons l'inclinomètre sur le prototype dans le plan horizontal. Nous mesurons l'amplitude angulaire (degrés) pour le mouvement de rotation.

Pour la position de départ : nous prenons comme référence l'horizontale à l'aide d'un niveau à bulle et nous mesurons l'amplitude en rotation droite puis nous revenons à l'horizontale toujours avec l'aide du niveau à bulle et nous mesurons l'amplitude en rotation gauche.

Si le sujet ressent une gêne (table/prototype) qui limite sa mobilité, il peut surélever légèrement la tête pour aller dans toute l'amplitude articulaire (cf. figures en ANNEXE IV).

Pour la prise de mesure de la flèche en C3 dans le plan sagittal :

Sujet debout, fait quelques pas pour avoir une position spontanée. Prise de la flèche en C3 dans le plan sagittal à l'aide d'un fil à plomb (appliqué sur le rachis dorsal ou sacré ou les deux en fonction du morphotype du sujet) et à une réglette que l'on met perpendiculairement au fil à plomb.

Protocole des prises de mesures :

Nous avons réalisé nos prises de mesure sur 55 sujets durant les mois de novembre-décembre 2014. Une première série de prise de mesure a été réalisée par mètre ruban et inclinomètre dans le but de vérifier leur corrélation. Une seconde série de prise de mesure a été effectuée par inclinomètre des mêmes 55 sujets par un autre examinateur. Ceci dans le but de tester la fiabilité de notre prototype en testant la reproductibilité inter-examinateur.

Nous avons instauré également des paramètres pour éviter les biais quant à la souplesse du rachis cervical ; à savoir pour les cinq premiers sujets nous commencerons par le mètre ruban et pour les cinq suivants nous commencerons par l'inclinomètre. Ainsi, on évitera de retrouver à chaque fois un sujet plus souple pour le mètre ruban (si nous terminons toujours par le mètre ruban).

4.3.4. Méthode statistique

Tout d'abord, nous avons testé la normalité des distributions de nos données à l'aide de tests paramétriques qui ont confirmé que nos données suivaient une loi normale.

Le premier objectif est de déterminer la corrélation entre deux valeurs quantitatives : les mesures angulaires et les mesures centimétriques. Nous avons utilisé le test de Pearson pour vérifier cette corrélation.

Le second objectif est de déterminer la corrélation entre les résultats obtenus avec notre prototype et les résultats établis par les différents auteurs (Kapandji, Castaing et Santini). Ne pouvant consulter que les moyennes de ces auteurs et non l'ensemble de leurs valeurs, nous avons utilisé leurs moyennes pour réaliser une analyse statistique descriptive des résultats de notre étude.

Le troisième objectif est de vérifier la fiabilité de notre prototype en testant la reproductibilité inter-examineur. Nous utilisons pour cela les coefficients de corrélation intra-classe (ICC). Ce coefficient est compris entre 0 (reproductibilité nulle) et 1 (reproductibilité parfaite). L'interprétation se fait de la manière suivante :

- Un ICC inférieur à 0,20 conclut à une fiabilité très faible.
- Un ICC compris entre 0,20 et 0,39 conclut à une fiabilité faible.
- Un ICC compris entre 0,40 et 0,59 conclut à une fiabilité modérée.
- Un ICC compris entre 0,60 et 0,79 conclut à une fiabilité élevée.
- Un ICC compris entre 0,80 et 1 conclut à une fiabilité très élevée.

Nous avons également calculé l'erreur type (erreur standard de mesure) qui représente l'erreur de mesure liée à l'observateur. Dans notre étude, cette valeur s'exprime en degrés.

Un autre objectif de l'étude est de vérifier la corrélation entre la mobilité du rachis cervical et des paramètres intrinsèques de l'individu, comme l'âge, la taille, la flèche sagittale en C3 (corrélation entre deux paramètres quantitatifs donc utilisation du test de Pearson), mais aussi le sexe et la latéralité du sujet (corrélation entre un paramètre quantitatif et un paramètre qualitatif indépendant donc utilisation du t de Student).

La corrélation est déterminée par la valeur de « p », une valeur inférieure à 0,05 est considérée comme significative.

5. RESULTATS

5.1. Présentation de l'échantillon

- 55 participants ont répondu favorablement à l'étude.
- Notre étude est composée de 25 hommes soit 45,5% et de 30 femmes soit 54,5%.
- Notre population est âgée de 18 à 28 ans, avec un âge moyen de 21,4 ans et un écart-type de 2,07.
- Notre étude est composée de 44 droitiers soit 80% et 11 gauchers soit 20%.
- Les sujets mesurent de 1,54 m à 1,90 m, avec une taille moyenne de 1,723 m et un écart-type de 0,084.
- Les sujets ont une flèche sagittale en C3 allant de 55 mm à 80 mm, avec une flèche moyenne de 69,6 mm et un écart-type de 5,43.

5.2. Présentation des résultats

Nous avons testé la corrélation entre nos prises de mesures angulaires et centimétriques dans les trois plans de l'espace. Nous obtenons les résultats suivants :

- Pour la flexion : la valeur de p est de 0,009.
- Pour l'extension : la valeur de p est de 0,66.
- Pour l'inclinaison droite : la valeur de p est de 0,0003
- Pour l'inclinaison gauche : la valeur de p est de $4,3 \cdot 10^{-6}$.
- Pour la rotation droite : la valeur de p est de $4,5 \cdot 10^{-5}$.
- Pour la rotation gauche : la valeur de p est de 0,0001.

Nous avons testé la corrélation entre les résultats obtenus avec notre prototype et les résultats obtenus par les différents auteurs.

Tableau IV : mobilité du rachis cervical

	Castaing et Santini (11)	Kapandji (12)	Notre étude
Flexion-extension	150°	130°	142°
Inclinaison droite	20°	45°	44°
Inclinaison gauche	20°	45°	48°
Rotation droite	50°	80°	84°
Rotation gauche	50°	80°	82°

Ensuite, nous avons testé la fiabilité inter-examineur pour l'inclinométrie. Nous obtenons les résultats suivants :

Tableau V : fiabilité inter-examineur

	ICC	Erreur type
Flexion	0,83	0,41
Extension	0,74	0,52
Flexion + extension	0,84	0,41
Inclinaison droite	0,78	0,48
Inclinaison gauche	0,86	0,38
Rotation droite	0,76	0,49
Rotation gauche	0,73	0,53

Et enfin, nous avons testé la corrélation entre la mobilité du rachis cervical (inclinométrie) et les paramètres intrinsèques de l'individu.

- Pour l'âge, la valeur de p va de 0,041 à 0,60.
- Pour le sexe, la valeur de p va de 0,12 à 0,74.
- Pour la latéralité la valeur de p va de 0,55 à 0,97.
- Pour la flèche en C3 la valeur p va de 0,45 à 0,77. Pour ce paramètre, nous avons testé le plan sagittal (flexion-extension) car les deux autres plans de l'espace nous ont semblé moins déterminants pour la mobilité du rachis cervical.

6. DISCUSSION

Au cours de cette discussion, nous analyserons et interpréterons dans un premier temps nos résultats et dans un second temps, nous mettrons en évidence les biais possibles.

6.1. Analyse et interprétation des résultats de l'étude statistique

L'objectif de notre étude était de tester les prises de mesures par inclinométrie avec notre prototype.

A la suite de nos mesures et à l'élaboration de nos résultats, il nous semble intéressant d'analyser et d'interpréter trois points : la corrélation entre les résultats par prise de mesure centimétrique et ceux par prise de mesure angulaire avec notre prototype, la corrélation entre les résultats des différents auteurs (Castaing et Santini, Kapandji) et ceux de notre étude, et la fiabilité inter-examineur.

Tout d'abord, nous allons vérifier la corrélation entre les résultats par prise de mesure centimétrique et ceux par prise de mesure angulaire avec notre prototype. Le but est de savoir si avec ces deux outils différents, nous obtenons une cohérence en termes d'amplitude articulaire. Lors des prises de mesures, nous avons évalué la mobilité du rachis cervical par centimétrie et inclinométrie de façon alternée de manière à randomiser nos résultats en évitant

les biais comme la souplesse ou l'échauffement. Après une analyse statistique des résultats, il semble y avoir une corrélation certaine entre les mesures faites par inclinométrie et celles effectuées par centimétrie (par rapport à l'analyse de la valeur p), à l'exception de l'extension du rachis cervical (due probablement à la longueur du cou, non-prise en compte dans notre étude, des explications seront fournies ultérieurement).

Nous pouvons donc conclure que ces deux méthodes de mesure sont cohérentes en termes d'amplitudes articulaires. Comme le mètre ruban est un outil reconnu pour les prises de mesures des amplitudes du rachis cervical, nous pourrions envisager que l'inclinomètre avec notre prototype le soit également.

Ensuite, nous allons vérifier la corrélation entre les résultats des différents auteurs et ceux de notre étude. Le but est d'observer si nous sommes proches ou éloignés des résultats obtenus par des auteurs reconnus. La littérature ne nous renseigne pas précisément sur le déroulement des prises de mesures (nombre de participants, position pour les prises de mesures...) et sur l'ensemble des résultats obtenus. Les résultats indiqués dans la littérature sont les moyennes des différents auteurs (récapitulatif dans la partie Résultats) et nous savons qu'ils ont mesuré les amplitudes articulaires du rachis cervical par radiographie (11) (12).

Après observation des différentes moyennes, nous pouvons dire que pour la flexion/extension, nous sommes aussi proches de l'un comme de l'autre. En revanche, pour les inclinaisons latérales et les rotations nous sommes très proches de Kapandji mais plus éloignés de Castaing et Santini. Nous pouvons donc conclure que les moyennes de notre étude sont très proches de celles de Kapandji malgré une méthode d'évaluation différente (Kapandji par radiographie, notre étude par inclinométrie avec notre prototype) et qu'il n'y a pas d'incohérence entre notre étude et les études de ces différents auteurs reconnus.

Il serait donc envisageable que notre méthode avec notre prototype soit utilisée dans la pratique courante du masseur-kinésithérapeute.

Enfin, nous allons déterminer la fiabilité inter-examineur de notre étude. Le but est de vérifier si, entre différents évaluateurs qui ont suivi le même cursus d'étude, les prises de mesures par inclinométrie avec notre prototype sont fiables et reproductibles. Nous avons fait une première prise de mesure de notre échantillon avec un premier évaluateur et deux

semaines après, nous avons fait une seconde prise de mesure sur le même échantillon avec un évaluateur différent. Pour ceci, nous analysons l'ICC entre les deux prises de mesures de deux évaluateurs différents. L'ICC va de 0,73 (fiabilité élevée) à 0,86 (fiabilité très élevée). L'erreur type va de 0,38 à 0,53. Nous pouvons donc conclure que les prises de mesures par inclinométrie avec notre prototype sont fiables et reproductibles entre différents évaluateurs. Ceci malgré un temps de deux semaines entre les deux prises de mesures (par soucis d'organisation). Nous supposons donc que notre prototype pourrait servir dans la pratique courante de l'évaluation du rachis cervical par inclinométrie.

De plus, une étude anglophone a évalué la mobilité du rachis cervical avec trois inclinomètres (pour les trois plans de l'espace) reliés dans un thermo formable que l'on place sur le visage. Cette étude a testé la fiabilité intra-examineur, l'ICC va de 0,87 à 0,94, la fiabilité inter-examineur n'a pas été testée (9). Une autre étude francophone a étudié la mobilité du rachis en posant l'inclinomètre sur la face supérieur du crâne, la fiabilité inter-examineur a été testée, l'ICC va de 0,63 à 0,84 (17). Nous pouvons donc établir que notre méthode est moins fiable que l'étude anglophone mais que l'ajout de notre prototype rend l'évaluation de la mobilité du rachis cervical par inclinométrie plus fiable et reproductible par rapport à une évaluation sans support.

Un autre aspect de l'étude était de déterminer l'existence d'une corrélation entre la mobilité du rachis cervical et les paramètres intrinsèques de l'individu (âge, sexe, latéralité, flèche en C3). Le but était d'observer si les paramètres intrinsèques de l'individu influençaient de manière significative sa mobilité du rachis cervical. L'analyse de la valeur de p ne montre pas de corrélation entre les différents paramètres testés (p va de 0,041 à 0,97). Notre étude n'a pas démontré de manière significative l'impact des paramètres intrinsèques de l'individu sur sa mobilité du rachis cervical.

6.2. Les imprécisions de l'étude

6.2.1. Les différents biais

L'ensemble de notre échantillon est issu des promotions des étudiants de première et de troisième année de l'IFMK de Nancy. Il existe donc dès le départ un biais de sélection de l'échantillon.

De plus, pour des raisons d'organisation et d'objectifs de l'étude (étudier la mobilité du rachis cervical par rapport au sexe, à la latéralité), les étudiants n'ont pas été tirés au sort. Il est alors possible que notre échantillon ne soit pas représentatif de la population étudiante.

Nos prises de mesures ont été réalisées selon la disponibilité des étudiants. Dans la majorité des cas les prises de mesures se sont faites du temps de midi (entre 13h00 et 14h00), mais pour certains cas elles se sont faites dans des créneaux horaires différents (le matin, en fin de journée). La mobilité rachidienne varie au cours de la journée. Les cas mesurés en dehors du temps de midi pourraient influencer les résultats de notre étude.

Il faut également prendre en compte l'activité des étudiants de première et troisième année. Elle est en effet différente : les premières années ont généralement des travaux pratiques le matin et les troisièmes années généralement des cours magistraux et même au sein de chaque promotion il existe différents groupes qui n'ont pas les mêmes activités au même moment donné. Il n'y a donc pas le même échauffement entre les différents étudiants. On ne tient pas compte non plus des activités de la vie quotidienne de chaque étudiant.

6.2.2. Erreurs liées à l'individu

Avant de commencer les prises de mesures nous avons demandé au sujet d'effectuer le mouvement voulu plusieurs fois dans le but de vérifier la bonne exécution du mouvement et de servir d'échauffement. De plus, pour chaque mouvement, deux prises de mesures ont été réalisées. Nous avons retenu la meilleure des deux valeurs. La reproduction parfaite des deux mouvements est inconcevable.

Nous notons également, par rapport au temps mis pour effectuer nos mesures (quinze à vingt minutes), à l'interaction avec l'environnement et à la concentration propre de chacun des sujets, une baisse de la motivation voire de la fatigue chez certain sujet.

De plus, les facteurs intrinsèques et extrinsèques de l'individu peuvent également influencer nos valeurs. Comme la pratique d'activité physique, des contractures des muscles du cou, des antécédents de torticolis, la position pour dormir, le temps passé sur l'ordinateur (augmente la projection de la tête en avant), morphotype (longiligne ou bréviligne).

Enfin, la masse musculaire peut rendre difficile la palpation et le repérage du bord postéro-latéral de l'acromion. L'épaisseur et la coupe de cheveux peut rendre difficile le marquage de la projection du processus épineux de C3.

6.2.3. Erreurs liées au protocole

Tout d'abord, le repérage des points osseux, l'utilisation du mètre ruban et l'utilisation de l'inclinomètre sont probablement sources d'erreur.

Comme nous l'avons décrit précédemment, les paramètres de l'individu (masse musculaire, épaisseur de cheveux) influencent ce repérage. Et nous avons pu observer la difficulté de repérer les points osseux (due au manque d'expérience de l'évaluateur) et également que cette sensation de difficulté diminuait au fur et à mesure des prises de mesures (par réelle amélioration des sensations ou mise en confiance).

Pour le mètre ruban, la tension appliquée peut varier entre les sujets et son placement au niveau des différents repères osseux peut changer de manière infime.

Pour l'inclinomètre, malgré une position respectée dans tous les cas, la tenue de cet outil n'est pas la même d'un évaluateur à l'autre (certains le prennent entre deux doigts et d'autres à pleine main). Le niveau de précision angulaire est également différent d'un évaluateur à l'autre (de un à deux degrés près). Nous n'avons pas souhaité intervenir sur ces deux paramètres car nous voulions observer la pratique, l'aisance et l'interprétation des différents évaluateurs. Ceci, dans le but d'analyser la facilité d'utilisation de notre méthode de

mesure et d'influencer au minimum la fiabilité inter-examineur. En effet, chaque masseur-kinésithérapeute a une pratique et une interprétation qui lui sont propres.

Ces points protocolaires étant établis, une critique importante est encore à mettre en avant : le fait de croire que cette technique puisse isoler le rachis cervical du reste du rachis et notamment du rachis thoracique. Le rachis est un axe continu sans délimitation nette, et ses trois segments fonctionnent de manière indissociable. Sachant que nous analysons le rachis cervical et compte tenu des positions (assis sur dossier et décubitus dorsal) utilisées pour nos prises de mesures, nous pouvons penser que le rachis lombaire n'intervient pas ou très peu lors de nos mesures. Il serait inconcevable de penser la même chose pour le rachis thoracique surtout au niveau de la charnière cervico-thoracique C7-T1.

De plus, malgré une attention particulière portée sur les compensations et la bonne réalisation du mouvement, il est difficile de croire que le mouvement se soit passé uniquement et purement dans le plan souhaité. Il faut rajouter à cette imprécision que nous sommes au niveau du rachis cervical et donc qu'il y a physiologiquement des mouvements combinés notamment pour ceux des inclinaisons latérales/rotations.

C'est pour cette raison que l'inclinomètre est un outil intéressant car il ne prend en compte que le mouvement dans le plan souhaité. En revanche, le mouvement peut se passer dans le rachis thoracique compte tenu de la conformation et du lien entre chaque vertèbre. L'ajout de notre prototype permet d'obtenir une meilleure pose de l'inclinomètre et une position de référence pour chaque mouvement (avec l'utilisation du niveau à bulle également).

Ensuite, même si les sujets souffrant de cervicalgies ou se plaignant d'être tendus ont été exclus de l'étude, une limitation d'amplitude articulaire peut être indolore et ne pas faire souffrir. Donc cette limitation inconsciente et impalpable peut influencer les valeurs de notre étude.

Enfin, la fiabilité inter-examineur a été effectuée sur des valeurs prises avec un intervalle de deux semaines entre les deux prises de mesures. Des changements d'amplitudes articulaires étaient alors probables car les tensions musculaires, la souplesse, l'activité physique et l'échauffement du sujet ne sont certainement pas les mêmes à deux semaines

d'intervalle. Malgré cette erreur, les résultats de notre étude montrent une fiabilité inter-examineur élevée et très élevée. Nous pouvons donc supposer que sans cet intervalle de deux semaines, notre étude aurait montré une fiabilité inter-examineur meilleure, avec uniquement des fiabilités très élevées.

La fiabilité intra-examineur n'a pas été testée puisque nous avons gardé directement la meilleure valeur des deux prises de mesures sans noter la moins bonne. Notons que dans la littérature la fiabilité intra-examineur est souvent, voire très souvent supérieure à la fiabilité inter-examineur. La fiabilité inter-examineur de notre étude (avec un intervalle de deux semaines entre les valeurs) est élevée et très élevée, nous pouvons donc croire que notre étude aurait obtenu une fiabilité intra-examineur très élevée.

Nous pouvons également penser que les changements de position du sujet (position assise pour la flexion/extension et inclinaisons, décubitus pour les rotations) peuvent influencer nos prises de mesures et ses résultats. L'utilisation d'une boussole à la place de l'inclinomètre pourrait solutionner le biais de changement de position car toutes les prises de mesures se feraient en position assise.

En aparté, nous voulons signaler que l'année dernière un étudiant de l'IFMK de Nancy a réalisé un mémoire sur la centimétrie du rachis cervical en voulant notamment savoir si la position du sujet (assis ou décubitus dorsal) influençait la mobilité du rachis cervical. Les résultats de cette étude montrent que la position du sujet n'influence pas la mobilité du rachis cervical. Nous pouvons donc supposer, que les variations de position de notre protocole (assis pour flexion/extension/inclinaisons latérales et en décubitus dorsal pour les rotations) n'influencent pas les résultats de notre étude. Ces variations de position étaient nécessaires pour l'utilisation de l'inclinomètre (impossible de mesurer les rotations en position assise).

7. CONCLUSION

Notre étude avait comme objectif principal de tester les prises de mesures par inclinométrie avec un prototype que nous avons conçu et réalisé.

Pour y parvenir, nous avons déterminé la corrélation entre les prises de mesures faites par inclinométrie et celles effectuées par centimétrie. Les résultats statistiques montrent une corrélation certaine (analyse de la valeur p) à l'exception du mouvement d'extension.

Nous avons également déterminé la corrélation entre les résultats obtenus avec notre prototype et les résultats obtenus par les différents auteurs. L'analyse descriptive montre que les moyennes de notre étude sont très proches de celles de Kapandji (malgré une méthode différente, par radiographie) mais plus éloignées de celles de Castaing et Santini. D'après ces observations, nous pouvons affirmer qu'il n'y a pas d'incohérence entre nos résultats et ceux obtenus par les différents auteurs.

Enfin, nous avons vérifié la fiabilité de notre prototype en testant la fiabilité inter-examineur. L'analyse du coefficient de corrélation intra classe et de l'erreur type montre une fiabilité inter-examineur élevée et très élevée. L'inclinométrie avec notre prototype est donc fiable et reproductible.

Il serait donc intéressant de prendre en compte les données obtenues de notre étude pour l'évaluation du rachis cervical chez le sujet jeune.

Un autre objectif de l'étude était de déterminer s'il y avait une corrélation entre la mobilité du rachis cervical et les paramètres intrinsèques du sujet (âge, sexe, latéralité...). Après analyse statistique de nos résultats, nous n'avons pas pu établir cette corrélation. Cette observation vaut uniquement pour notre étude et ne peut en aucun cas être affirmé de manière générale.

Plusieurs propositions d'amélioration peuvent être mises en évidence : la population, la position initiale, le confort du prototype et la mesure de la fiabilité intra-examineur.

Tout d'abord, notre étude se compose d'une population jeune, les données résultantes ne peuvent donc s'appliquer qu'à ce type de population. Ainsi, il serait intéressant de réaliser la même étude mais sur une population plus âgée (de 30 à 50 ans par exemple). Nous pourrions comme cela établir des données pour une population plus âgée et comparer ces données avec les données de notre population jeune.

Ensuite, lors de nos prises de mesures et surtout lors de l'analyse de nos résultats, nous nous sommes aperçus qu'une donnée manquait à notre protocole. La corrélation entre les mesures d'inclinométrie et de centimétrie est certaine sauf pour le mouvement d'extension. En analysant plus précisément les résultats, nous nous sommes aperçus que pour certains cas la mesure par centimétrie était élevée (supérieure à la norme) alors que la mesure par inclinométrie était basse. Cette incohérence est due probablement à la non-mesure de la position initiale (de repos) pour la flexion-extension en centimétrie. Selon la morphologie du cou, soit trapus soit longiligne, nous pouvons supposer que le delta entre la mesure de départ et d'arrivée soit modifié. Un sujet peut avoir une valeur élevée en centimétrie mais une valeur faible en inclinométrie en raison de la longueur de son cou. Celle-ci influence donc la position initiale mesurée en cm et donc également l'extension.

Ainsi, il serait intéressant de faire une étude sur la centimétrie du rachis cervical en mesurant la position initiale, la flexion et l'extension. Il serait donc possible d'obtenir des données servant à de nouvelles références.

De plus, des possibilités de modification de notre prototype sont possibles en vue d'améliorer son confort et sa légèreté. Il est également envisageable d'ajouter un laser sur notre prototype pour la rééducation oculo-cervicale par exemple.

Enfin, il est également possible de faire une nouvelle étude pour tester la fiabilité intra-examineur et inter-examineur le même jour. Par rapport à nos résultats de fiabilité inter-examineur à deux semaines d'intervalle, cette nouvelle étude devrait obtenir des résultats excellents.

BIBLIOGRAPHIE

1. **LEMPEREUR J.J.** Evaluation statistique des mesures cliniques de la mobilité du rachis. *Annales kinésithérapie*. 1981, 8, pp. 11-34.
2. **LEMPEREUR J.J.** Evaluation clinique des amplitudes du rachis cervical. *Annales Kinésithérapies*. 1984, 3, pp. 69-74.
3. **GOUILLY P., PETITDANT B., BRAUN R., ROYER A., CORDIER J.P.** Bilan du rachis cervical. s.l. : EMC(Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 2009. pp. 1-16. 26-008-G-10.
4. **MARC T., RIFKIN D., CUDEL A.** Bilan du rachis. *Kinésithérapie Scientifique*. Mai 2003, 433, pp. 59-60.
5. **DUFOUR X., BARETTE G., BARILLEC F.** Le bilan kinésithérapique rachidien vu par la thérapie manuelle. *Kinésithérapie Scientifique*. 2011, 518, pp. 41-48.
6. **BERTUIT J., VAN GEYT B., FEIPEL V.** Validité et fiabilité des moyens d'évaluation du rachis cervical: revue critique de la littérature. *Kinésithérapie Scientifique*. 2011, 520, pp. 29-37.
7. **KOUYOUMDJIAN P., BONNEL F., DAGEAUX L., ASECIO G.** Examen clinique du rachis cervical : conduite diagnostique et enquête étiologique. *Kinésithérapie Scientifique*. 2011, 521, pp. 33-47.
8. **DE KONING C.H.P., VAN DEN HEUVEL J.B.S., SMITS-ENGELSMAN B.C.M., HENDRICKS E.J.M.** Clinimetric evaluation of active range of motion measures in patients with no-specific neck pain : a systematic review. *Europena Spine journal*. 2008, 17, pp. 905-921.

9. **FLETCHER J.P., BANDY W.D.** Intrarater reliability of CROM measurement of cervical spine active range of motion in persons with and without neck pain. *Journal of orthopaedic sports physical therapy*. octobre 2008, Vol. 38, 10, pp. 640-645.
10. **ANAES, service des recommandations professionnelles.** Masso-kinésithérapie dans les cervicalgies communes et dans le cadre du " coup du lapin " ou whiplash. Mai 2003.
11. **CASTAING J., SANTINI J.J.** *Anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur : le rachis*. Paris : Vigot, 1960. pp. 77-79. 2-7114-0776-4.
12. **KAPANDJI I.A.** *Physiologie articulaire: fascicule III Tronc et Rachis*. 845. Paris : Maloine, 1972. p. 170;214.
13. **POICHOTTE E.** Inclinomètre et standardisation des mesures d'amplitudes articulaires. *Kinésithérapie Scientifique*. 2005, 460, pp. 37-43.
14. **ROYER A., CECCONELLO R.** Bilans articulaires cliniques et goniométriques. Généralités. s.l. : EMC, 2004. p. 1. 26-008-A-10.
15. **DUFOUR M.** *Anatomie de l'appareil locomoteur, Tome 3, Tête et Tronc*. 2e édition. Issy-les-Moulineaux : Masson, 2009. pp. 15-31; 114-117; 156-171; 208-216; 253; 304; 344-347. ISBN: 978-2-294-7148-3.
16. **DUFOUR M., PILLU M.** *Biomécanique Fonctionnelle, Membres-Tête-Tronc*. Issy-les-Moulineaux : Masson, 2006. pp. 441-446; 471-472; 507-510. ISBN: 2-294-08877-8.
17. **CLELAND J.** *Examen clinique de l'appareil locomoteur, tests, évaluations et niveaux de preuves*. Issy-les-Moulineaux : Masson, 2005. pp. 112-113. 978-2-294-06818-8.

ANNEXES

ANNEXE I : Rappels anatomo-physiologiques.

ANNEXE II : Prototypes provisoires.

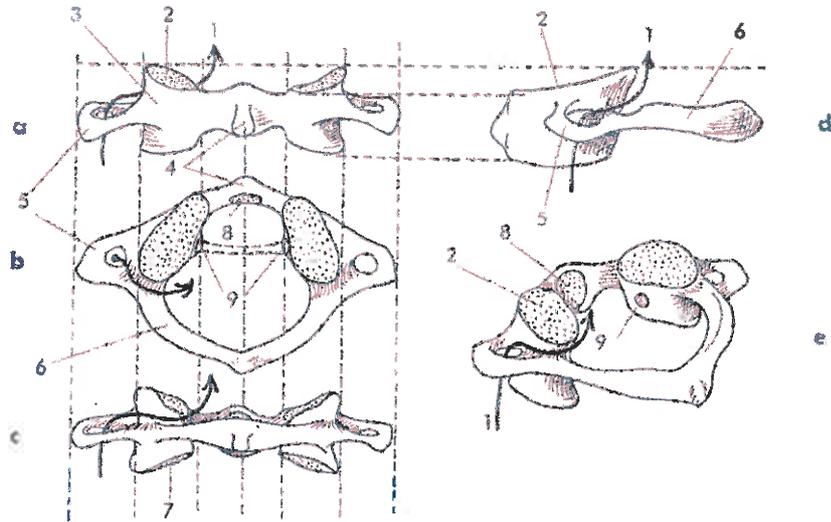
ANNEXE III : Consentement éclairé et fiche de renseignements.

ANNEXE IV : Prises de mesures.

ANNEXE I : rappels anatomo-physiologiques

1^{re} cervicale (atlas) en vues antérieure (a), supérieure (b),
postérieure (c), latérale (d) et postéro-latérale-supérieure
en vue oblique écartée (e).

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 ancre vertébrale | 6 arc postérieur |
| 2 fossette articulaire supérieure | 7 fossette articulaire inférieure |
| 3 masse latérale | 8 fossette pour l'odontoid |
| 4 tubercule antérieur | 9 tubercule du ligament transverse |
| 5 processus transverse | |

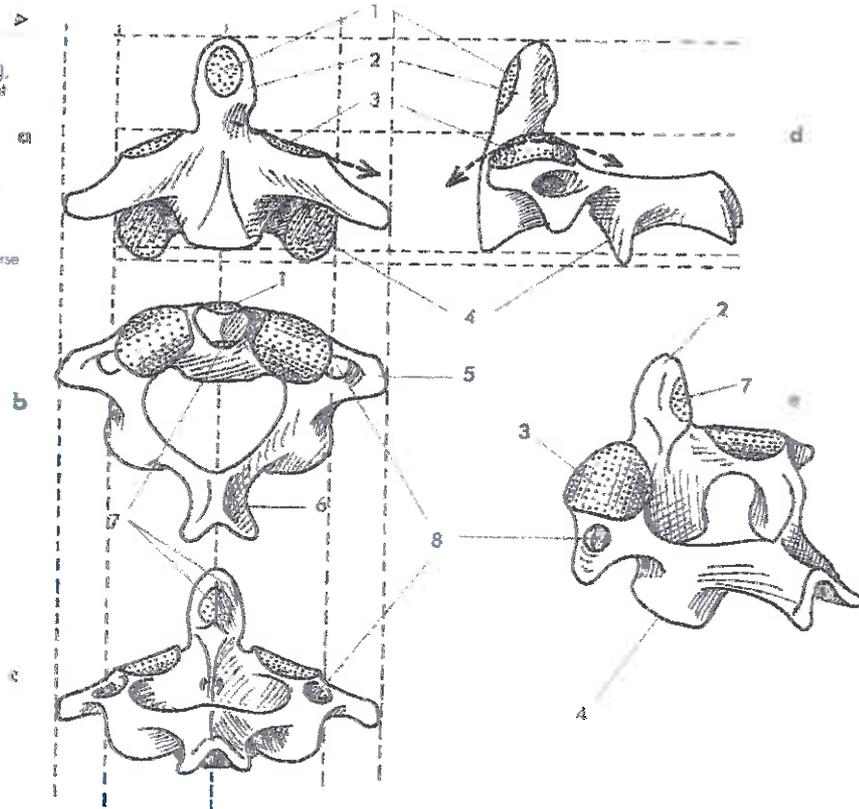


Atlas (15)

1-19

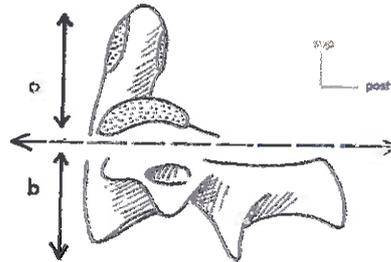
2^e cervicale (axis) en vues antérieure (a), supérieure (b), postérieure (c), latérale (d) et postéro-latérale-supérieure en vue oblique (e).

- 1. facette pour C1
- 2. odontoid
- 3. facettes articulaires supérieures
- 4. PAF inférieur
- 5. processus transversaire
- 6. processus épineux
- 7. facette pour le ligament transverse
- 8. foramen transversaire



1-20

Morphologie de C2, de profil
 a) moitié supérieure (rigide)
 b) moitié inférieure (mobile)

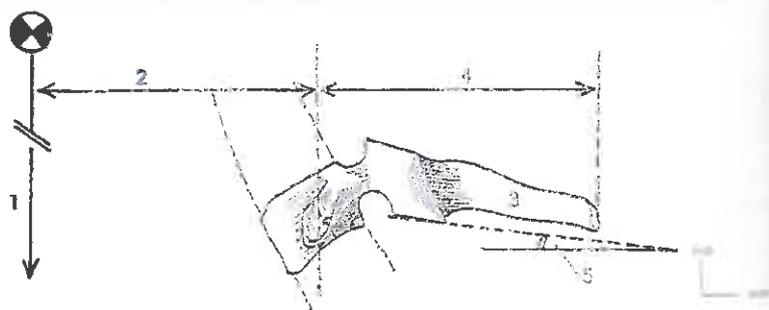


Axis (15)

1-21

C7, de profil.

- 1. ligne gravitaire de la tête
- 2. bras de levier gravitaire
- 3. processus épineux
- 4. bras de levier des muscles postérieurs
- 5. inclinaison latérale des PAF antérieurs par l'horizontale



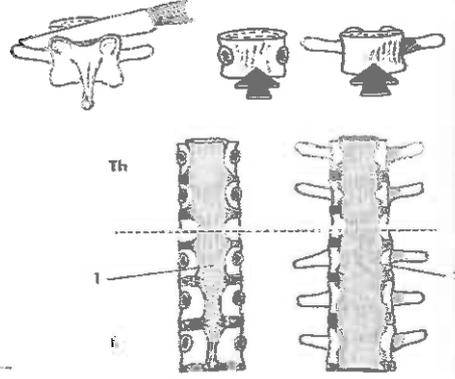
Septième vertèbre cervicale (15)

2-3

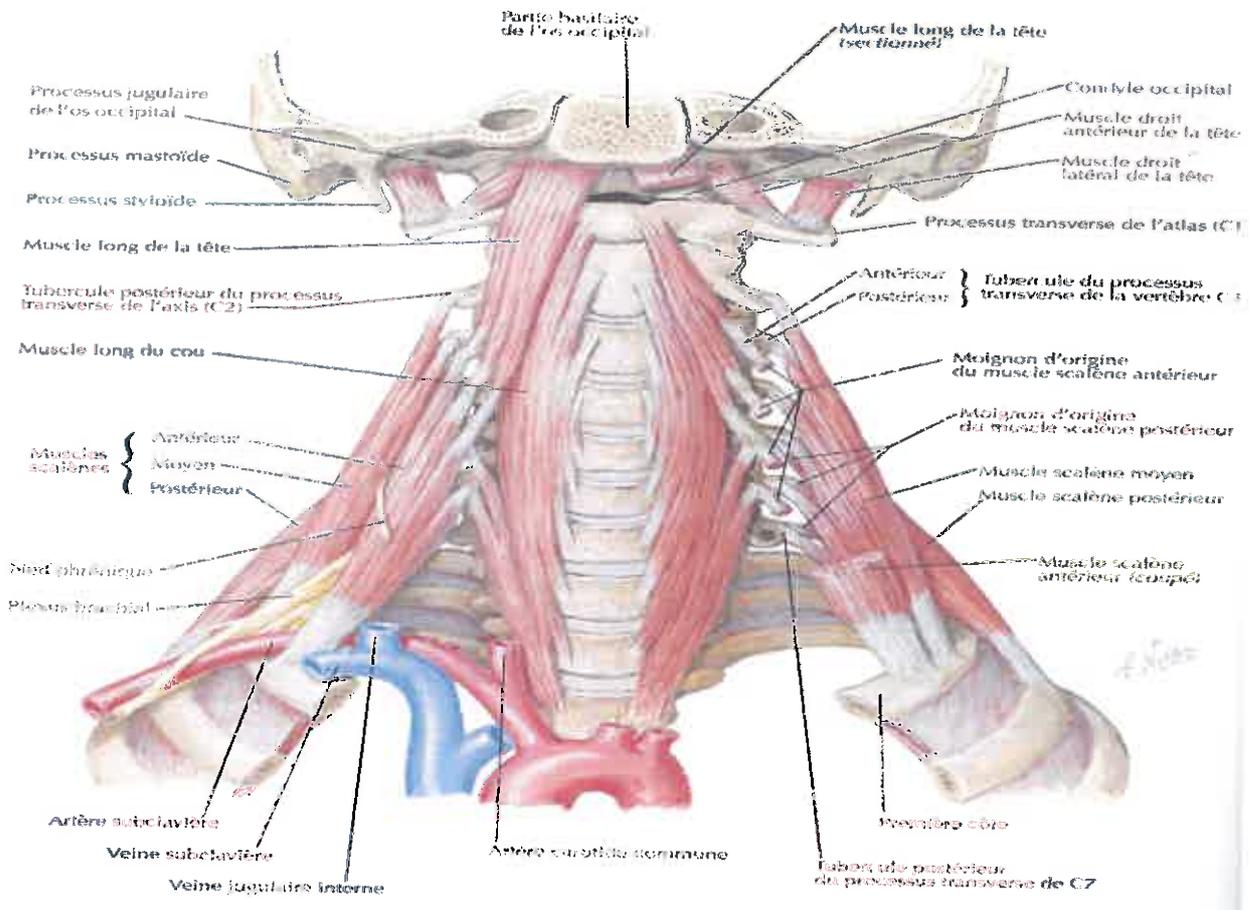
ligaments longitudinaux
du C2 au C7
les deux parties
du C2 au C6 en vue postérieure
du C6 au C7 en vue antérieure
du C2 au C7 en vue latérale



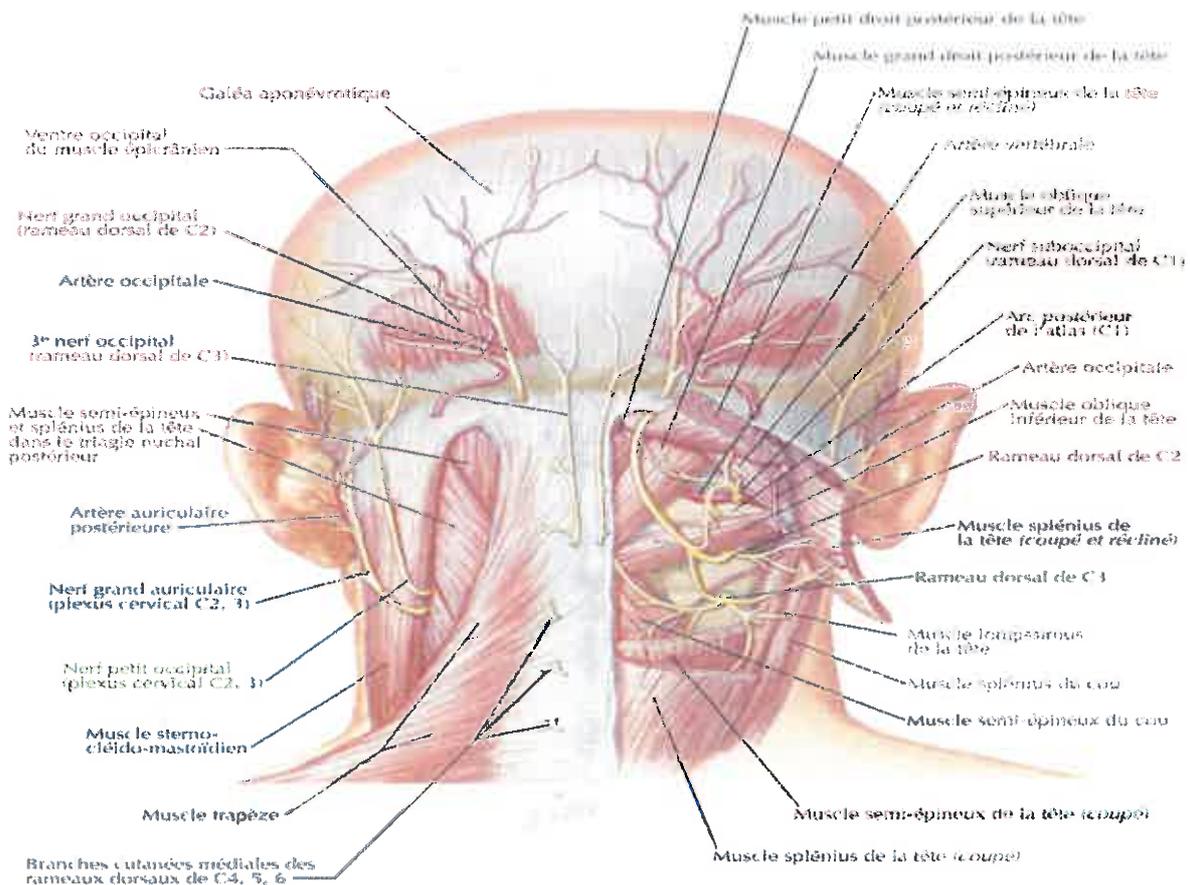
b



Ligaments des articulations intercorporeales (15)



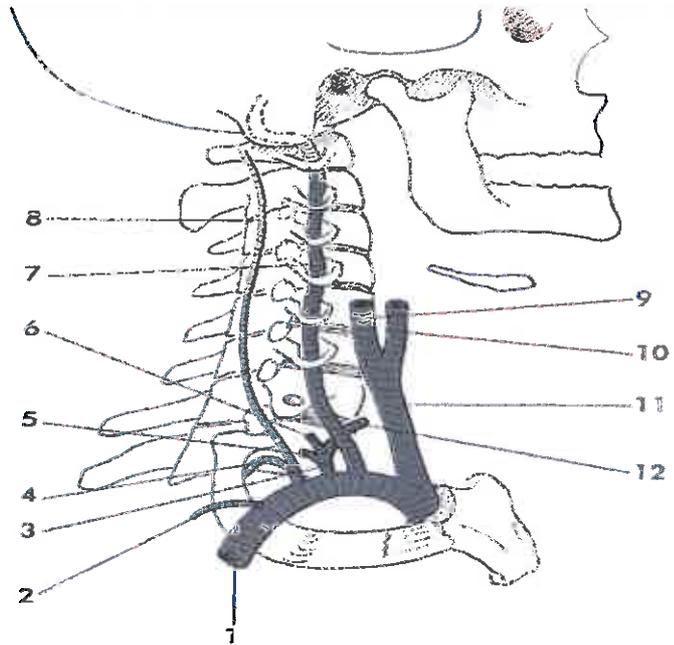
Muscles du crâne et cou, d'après Netter



Muscles du cou, d'après Netter

Artères cervicales (vue latérale).

- 1 artère sous-clavière
- 2 artère dorsale de la scapula
- 3 tronc thyro-cervical
- 4 artère intercostale suprême
- 5 artère transverse du cou
- 6 artère cervicale ascendante
- 7 artère vertébrale
- 8 artère cervicale profonde
- 9 artère carotide interne
- 10 artère carotide externe
- 11 artère carotide commune
- 12 artère thyroïdienne inférieure

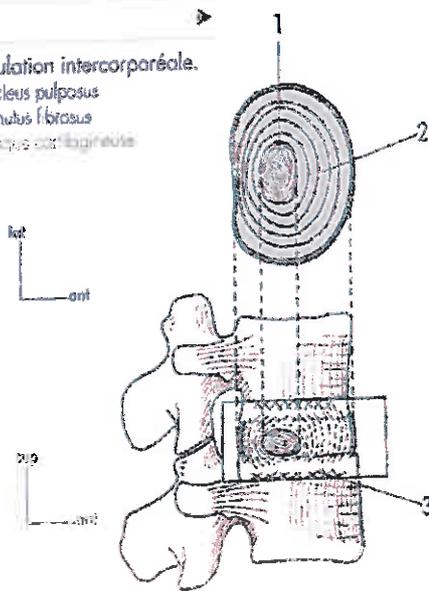


Système artériel du cou (15)

2-1

Articulation intercorporelle.

- 1. nucleus pulposus
- 2. annulus fibrosus
- 3. plaque cartilagineuse

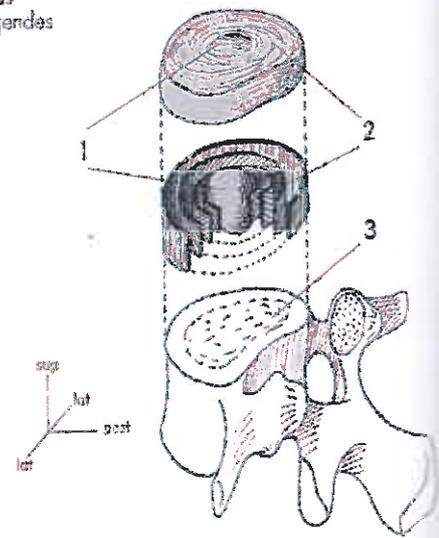


2-2

Disposition des fibres discales (mêmes légendes que 2-1).

a

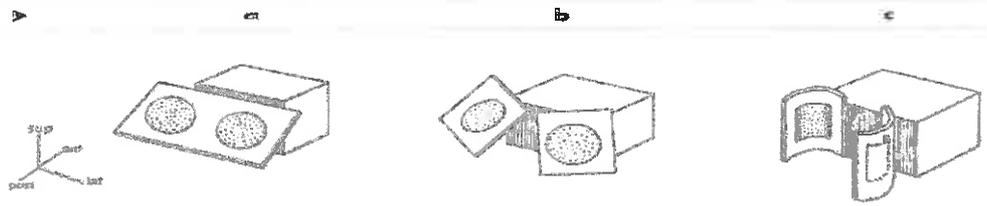
b



Articulations intercorporelles (15)

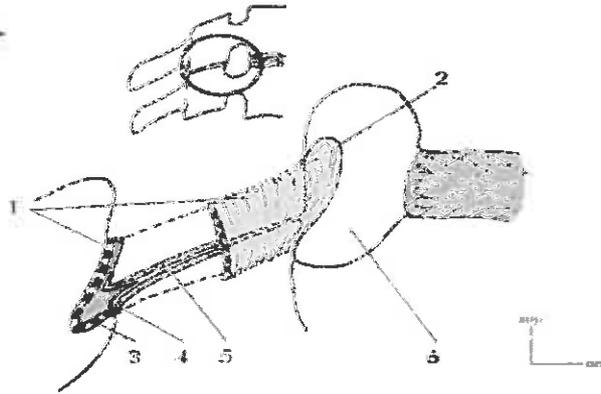
2-4

Orientation des facettes supérieures des processus articulaires postérieurs aux niveaux cervical (a), thoracique (b) et lombal (c).



2-5

Articulation des processus articulaires postérieurs.
1 capsule
2 recessus antéro-supérieur
3 recessus postéro-inférieur
4 inclusion ménischoïde
5 cartilage



Articulations interfacettaires postérieures (15)

ANNEXE II : Prototypes provisoires





ANNEXE III : Consentement éclairé et fiche de renseignements

Formulaire de consentement éclairé

Je soussigné(e)..... accepte librement et volontairement de participer à l'étude effectuée par Mr Thomas BONTEMPS, sous la direction de Mr Roland BRAUN, masseur-kinésithérapeute.

Je reconnais avoir eu toutes les informations sur le protocole de l'étude, à savoir que :

- cette étude a pour but d'étudier la mobilité du rachis cervical par inclinomètre,
- aucune indemnité ne sera versée,
- je reconnais avoir pu poser toutes questions à l'examineur,
- je suis informé(e) que ma participation est libre et que je peux quitter l'étude à tout moment,
- mon consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités,
- toutes les données et informations qui me concernent resteront strictement confidentielles,
- je pourrai à tout moment demander toutes informations complémentaires aux organisateurs de l'étude,
- j'accepte de communiquer mon numéro de téléphone, il ne servira en rien en dehors des besoins de l'étude,
- j'accepte la possibilité d'être convoqué pour une seconde prise de mesures.

Fait à le

Thomas BONTEMPS
Signature :

Signature du participant, précédée

de la mention « lu et approuvé » :

FICHE DE RENSEIGNEMENTS / MESURES

Madame Mademoiselle Monsieur

NOM :

PRENOM :

AGE :

SEXE :

LATERALITE :

ACTIVITE PHYSIQUE :

FREQUENCE :

TAILLE :

POIDS :

PATHOLOGIE RACHIDIENNE :

TELEPHONE :

Mesures avec mètre ruban :

-Flexion :

-Extension :

-Inclinaison droite :

-Inclinaison gauche :

-Rotation droite :

-Rotation gauche :

Mesures avec inclinomètre :

-Flexion :

-Extension :

-Inclinaison droite :

-Inclinaison gauche :

-Rotation droite :

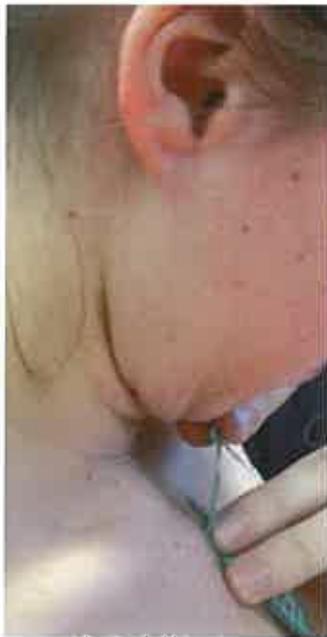
-Rotation gauche :

Flèche en C3 :

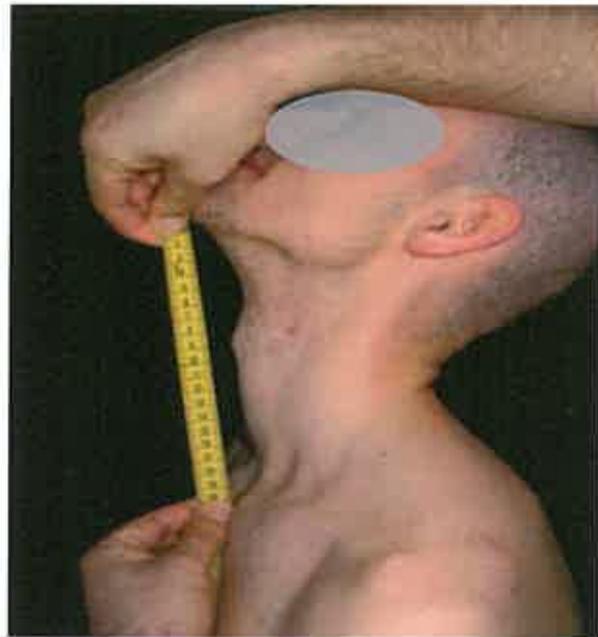
ANNEXE IV : Prises de mesures



Repérage osseux de C3 et du bord postéro-latéral de l'acromion



Flexion avec mètre ruban



Extension avec mètre ruban (3)



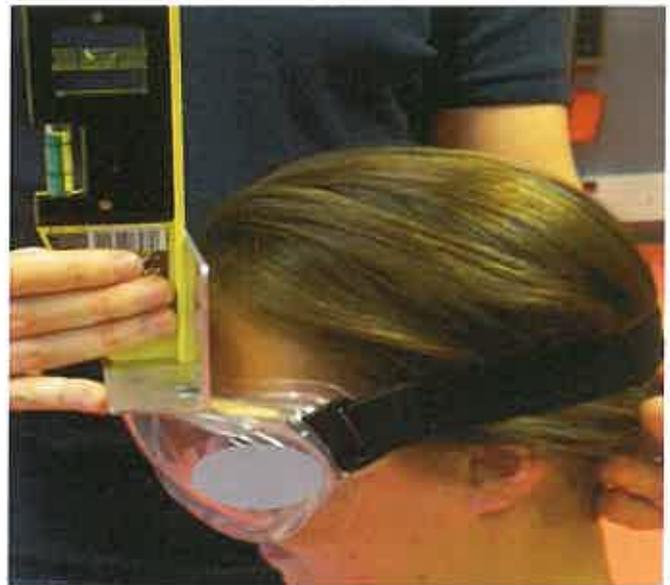
Inclinaison avec mètre ruban (3)



Rotation avec mètre ruban



Mise en place du prototype



Prise de la verticale de l'inclinomètre



Mise à zéro de l'inclinomètre



Flexion avec inclinomètre



Extension avec inclinomètre



Prise de l'horizontale du prototype



Mise à zéro de l'inclinomètre



Inclinaison latérale avec inclinomètre



Prise de l'horizontale du prototype en décubitus dorsal



Mise à zéro de l'inclinomètre



Rotation avec inclinomètre



Prise de la flèche sagittale en C3 (3)

