

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

[Année de soutenance : 2023]

N°:

THÈSE POUR LE
DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 23 Octobre 2023

Par Coralie LANGLOIS

Née le 14/03/1997 à Lens - France

La natation peut-elle être un moyen préventif et thérapeutique afin de
lutter contre les troubles musculo-squelettiques du chirurgien-
dentiste ?

JURY

Président : Pr AGOSSA

Assesseurs : Dr GAMBIEZ Alain

Dr BECAVIN Thibault

Dr PONCHANT Antoine

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

[Année de soutenance : 2023]

N°:

THÈSE POUR LE
DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 23 Octobre 2023

Par Coralie LANGLOIS

Née le 14/03/1997 à Lens - France

La natation peut-elle être un moyen préventif et thérapeutique afin de
lutter contre les troubles musculo-squelettiques du chirurgien-
dentiste ?

JURY

Président : Pr AGOSSA

Assesseurs : Dr GAMBIEZ Alain

Dr BECAVIN Thibault

Dr PONCHANT Antoine

Président de l'Université	:	Pr. R. BORDET
Directrice Générale des Services de l'Université	:	M-D. SAVINA
Doyen UFR3S	:	Pr. D. LACROIX
Directrice des Services d'Appui UFR3S	:	G. PIERSON
Doyen de la faculté d'Odontologie – UFR3S	:	Pr. C. DELFOSSE
Responsable des Services	:	N. RICHARD
Responsable de la Scolarité	:	G. DUPONT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTE.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

K. AGOSSA	Parodontologie
P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
C. DELFOSSE	Doyen de la faculté d'Odontologie – UFR3S Odontologie Pédiatrique
E. DEVEAUX	Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

T. BECAVIN	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
P. BOITELLE	Responsable du Département de Prothèses
F. BOSCHIN	Responsable du Département de Parodontologie
C. CATTEAU	Responsable du Département de Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
X. COUTEL	Biologie Orale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
M. DUBAR	Parodontologie
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Responsable du Département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Responsable du Département de Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable du Département des Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
T. TRENTESAUX	Responsable du Département d' Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Prothèses

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

Table des matières

Table des matières.....	5
Table des abréviations.....	7
Introduction.....	8
1. Rappel anatomique de l'appareil locomoteur.....	9
1.1. Ostéologie de l'appareil locomoteur.....	9
1.2. Arthrologie de l'appareil locomoteur.....	10
1.2.1. Présentation et description.....	10
1.2.2. Le disque intervertébral.....	10
1.3. Myologie de l'appareil locomoteur.....	11
1.3.1. Structure et fonctions.....	11
1.3.2. Le système myofascial.....	12
1.3.3. Organisation musculaire de l'appareil locomoteur.....	13
1.3.3.1 Le rachis cervical.....	13
1.3.3.2 La ceinture scapulaire.....	15
.....	16
1.3.3.3 Le complexe de l'épaule.....	16
1.3.3.4 Région du bras et de l'avant-bras.....	16
1.3.3.5 Rachis thoracique, lombaire et région de l'abdomen.....	17
1.3.3.6 La ceinture pelvienne et les membres inférieurs.....	17
1.4. Neurologie de l'appareil locomoteur.....	18
1.5. Tissus fibreux de l'appareil locomoteur.....	19
2. Conditions de travail du chirurgien dentiste.....	20
2.1. Postures de travail.....	20
2.1.1. Positions debout et assise.....	20
2.1.2. La tête et le cou du chirurgien dentiste.....	21
2.1.3. L'épaule et le bras du chirurgien dentiste.....	22
2.1.4. L'avant-bras et le poignet du chirurgien dentiste.....	22
2.1.5. Le dos du chirurgien dentiste.....	23
2.2. Répétition de gestes statiques.....	24
2.3. Notion de déséquilibre musculaire chez le chirurgien dentiste.....	26
3. Conséquences de ces conditions de travail.....	30
3.1. Troubles musculo-squelettiques.....	30
3.2. Troubles musculo-squelettiques liés au travail (TMSLT).....	31
3.3. Troubles musculo-squelettiques du chirurgien dentiste.....	31
3.3.1. Région de la tête et du cou.....	33
3.3.2. Région des épaules et de la ceinture scapulaire.....	34
3.3.3. Région de l'avant-bras et du poignet.....	35
3.3.4. Région du dos et du bassin.....	35
4. Facteurs de risques.....	38
4.1. Facteurs psychologiques et psychosociaux.....	38
4.2. Facteurs physiologiques et individuels.....	39
4.2.1. Facteurs généraux.....	39
4.2.1.1 Indice de masse corporelle.....	39
4.2.1.2 Âge et vieillissement.....	39
4.2.1.3 Relation âge et IMC.....	41

4.2.1.4 Sexe.....	41
4.2.1.5 Fatigue chronique.....	41
4.2.2. Variabilité individuelle.....	42
4.2.3. Relation occlusion-posture.....	42
4.2.4. Facteurs biomécaniques.....	42
4.3. Facteurs environnementaux.....	43
5. Moyens de prévention.....	45
5.1. L'ergonomie.....	45
5.1.1. La vision indirecte.....	45
5.1.2. Le siège opérateur et l'angle pelvien.....	45
5.2. L'activité physique.....	46
5.3. La natation.....	48
5.3.1. Origine.....	48
5.3.2. La natation santé.....	49
5.3.3. L'eau.....	49
5.3.3.1 L'hydrothérapie.....	49
5.3.3.2 Flottabilité.....	49
5.3.3.3 Résistance à l'avancement.....	51
5.3.4. Techniques actuelles réglementées par la FINA.....	53
5.3.4.1 Le crawl.....	53
5.3.4.2 Le dos.....	55
5.3.4.3 La brasse.....	56
5.3.4.4 Le papillon.....	57
6. La natation, moyen thérapeutique.....	59
6.1. Participation musculaire en crawl.....	59
6.2. Participation musculaire en dos crawlé.....	62
6.3. Comparaison de l'activité musculaire en natation à celle du chirurgien-dentiste.....	63
6.4. Accessoires et performance.....	66
6.5. Inconvénients.....	66
6.5.1. Fragilité de l'épaule.....	67
6.5.1.1 En crawl.....	67
6.5.1.2 En dos.....	67
6.5.2. Durée et fréquence d'entraînement.....	67
6.6. Exercices spécifiques.....	68
7. Activités aquatiques.....	70
8. Conclusion.....	71
9. Bibliographie.....	72
10. Table des figures.....	82
11. Table des tableaux.....	83
12. Annexes.....	85

Table des abréviations

ADN	Acide désoxyribonucléique
ANSES	Agence Nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail
DIV	Disque intervertébral
EMG	Électromyogramme
Fa	Force de gravité
FFN	Fédération française de la natation
FHP	Forward Head Posture ou Syndrome de la tête en avant
FINA	Fédération internationale de natation amateur(e)
Fp	Force de pesanteur
FUDC	Fléchisseur ulnaire du carpe
IMC	Indice de masse corporelle
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité (pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles)
IRM	Imagerie par résonance magnétique
IRMBS	Institut de recherche du bien-être de la médecine et du sport santé
MUAPs	Motor Unit Action Potential Duration ou Potentiel d'action de l'unité motrice
LERC	Long extenseur radial du carpe
OMS	Organisation mondiale de la santé
SCM	Sterno-cléido-mastoïdien
SNC	Système nerveux central
SNP	Système nerveux périphérique
TMS	Troubles musculo-squelettiques
TMSLT	Troubles musculo-squelettiques liés au travail

Introduction

La profession de chirurgien dentiste permet de valoriser de nombreuses compétences et notamment le travail manuel et la dextérité du praticien, mais ceci n'est pas sans conséquences. La précision et la minutie des gestes établies de manière répétitive et statique vont avoir des effets néfastes sur le reste du corps. Les postures et conditions de travail tels que les positions assises affaissées avec le cou, les épaules ainsi que le tronc en flexion vers l'avant amènent à des anomalies plus ou moins sévères de l'appareil locomoteur du professionnel de santé [1,2]. En effet ce métier figure parmi les carrières les plus à risques de développer des troubles musculo-squelettiques (TMS). Les études qui abordent la santé au travail chez les chirurgiens dentistes montrent que les troubles les plus répandus sont liés au système musculo-articulaire avec une prévalence d'apparition de symptômes quelque soit la localisation variant de 64 à 93 % [3], ceux-ci accompagnés de près par la fatigue, l'anxiété et les allergies [4–6].

Ce métier dit « sédentaire » et les conditions de travail qui en relèvent ont fait l'œuvre de nombreux articles scientifiques permettant de relever un large éventail de facteurs de risques pouvant être de l'ordre du psychologique, psychosocial, physiologique, environnemental et organisationnel [7,8]. Des hypothèses ont été posées afin d'établir l'engrenage des troubles et leurs conséquences pour finalement proposer des règles d'ergonomie [9,10].

Les moyens de prévention primaire reposent sur l'ergonomie et ses principes clés proposant le maintien de bonnes postures de travail, l'usage d'outils ergonomiques développés pour la profession ainsi que l'utilisation de techniques spécifiques telles que l'emploi de la vision indirecte notamment pour éviter d'importantes flexions du cou et du tronc [11–13].

L'activité physique est un conseil préventif récurrent qui figure dans les recherches afin de se protéger des TMS mais aussi influencer sur les inconvénients psychologiques du métier comme le stress ou l'anxiété qui accompagnent le chirurgien dentiste qui porte de nombreuses casquettes : chef d'entreprise, chef d'équipe et professionnel de santé [14,15].

La natation-remède est un choix naturel parce qu'elle fait partie intégrante de la culture comme étant une activité physique permettant de soulager les douleurs de dos. Il est intéressant de rechercher concrètement et scientifiquement si ces faits sont avérés et si cela peut-être une solution performante tant de façon préventive que thérapeutique pour lutter contre les TMS auxquels est confronté la profession.

1. Rappel anatomique de l'appareil locomoteur

Un rappel anatomique est essentiel à la compréhension des sujets qui vont être évoqués. Il n'est, en revanche, pas nécessaire ici de détailler l'anatomie complète du corps humain. Une attention particulière doit-être portée sur la description succincte de l'appareil locomoteur. Ce dernier va regrouper les muscles, les articulations et les os produisant les mouvements et les postures du corps humain. Les troubles musculo-squelettiques du chirurgien dentiste abordés vont concerner ce système. L'appareil locomoteur est régit par des règles de biomécanique. Celle-ci définit la mécanique d'une structure vivante mettant en jeu diverses notions tels que le principe des forces, la gravité, la résistance et les couples de rotation.

L'appareil locomoteur va intégrer le tronc et les différents rachis ; cervical, thoracique et lombaire, les membres inférieurs et supérieurs. Les articulations vont rattacher l'ensemble de la structure et la rendre mobile. Autrement dit c'est un axe rachidien qui va comporter la ceinture scapulaire reliant les membres supérieurs, et la ceinture pelvienne reliant les membres inférieurs [16–18].

1.1. Ostéologie de l'appareil locomoteur

Différentes formes d'os composent l'appareil locomoteur: os longs, courts, plats, irréguliers, sésamoïdes. Ceci est expliqué par les différentes contraintes auxquelles chaque os est soumis. En effet, la pression, la torsion et la traction, par le biais de tendons et ligaments, vont engendrer des variations de courbures, modifier la résistance et faire émerger des crêtes, des tubercules, des tubérosités, des processus, témoignant ainsi de la puissance musculaire sous-jacente [18–20].

La tête est composée de la face et de la boîte crânienne.

Le membre supérieur est composé de la clavicule, de la scapula, de l'humérus, de l'ulna et du radius, ainsi que le carpe, lui même composé du métacarpe et des phalanges.

Le membre inférieur est composé de l'os coxal, du fémur, de la patella, du tibia, de la fibula, ainsi que du tarse, lui même composé par l'avant-pied: métatarse et phalanges.

Le tronc est composé de 7 vertèbres cervicales, 12 vertèbres thoraciques, 5 vertèbres lombaires, du sacrum, du coccyx et des côtes. Le rachis est l'axe mobile du tronc. Dans le plan sagittal cet axe rachidien présente trois courbures : une lordose cervicale, une cyphose thoracique et une lordose lombaire.

1.2. Arthrologie de l'appareil locomoteur

1.2.1. Présentation et description

Il existe différents types d'articulations notables dans le corps humain : des articulations dites fibreuses, cartilagineuses et les plus répandues : **synoviales**. Ce sont ces dernières qui intéressent l'appareil locomoteur car elles permettent une très grande mobilité des structures. L'articulation synoviale, historiquement appelée diarthrose est composée entre deux surfaces articulaires d'une capsule renfermant un liquide dit synovial permettant de lubrifier l'articulation. Cette capsule est tapissée d'une membrane fibreuse ainsi qu'une membrane séreuse, la synoviale. Il y est également retrouvé : des ligaments, du fibrocartilage ainsi que du cartilage hyalin.

Au niveau du membre supérieur la plus importante est l'**articulation scapulo-humérale** faisant partie d'un complexe, nommé complexe articulaire de l'épaule incluant également l'articulation scapulo-thoracique.

Les articulations à hauteur du membre inférieur sont les articulations coxo-fémorale, fémoro-patellaire et fémoro-tibiale.

Les vertèbres vont principalement représenter les articulations du rachis.

1.2.2. Le disque intervertébral

Il est nécessaire d'établir une précision sur le disque intervertébral (DIV) qui se situe entre chaque vertèbre du rachis permettant sa mobilité dans les différents plans de l'espace, en vue de comprendre certains troubles liés à ces structures. Le disque est composé de lamelles fibreuses concentriques dans lesquelles un noyau s'établit, la transition entre ces deux structures est irrégulière puisque les deux éléments se confondent progressivement. Composés de protéoglycanes, de collagène et d'élastine ces structures donnent au rachis ses importantes propriétés mécaniques. L'élasticité et la résistance au cisaillement du rachis sont permises par la configuration et l'orientation des fibres de collagène ainsi qu'à la présence de liaisons d'élastine transversalement aux fibres voisines. Ainsi les DIV confèrent au rachis la mobilité et la possibilité d'endurer des charges élevées (figure 1) [16,18,21].

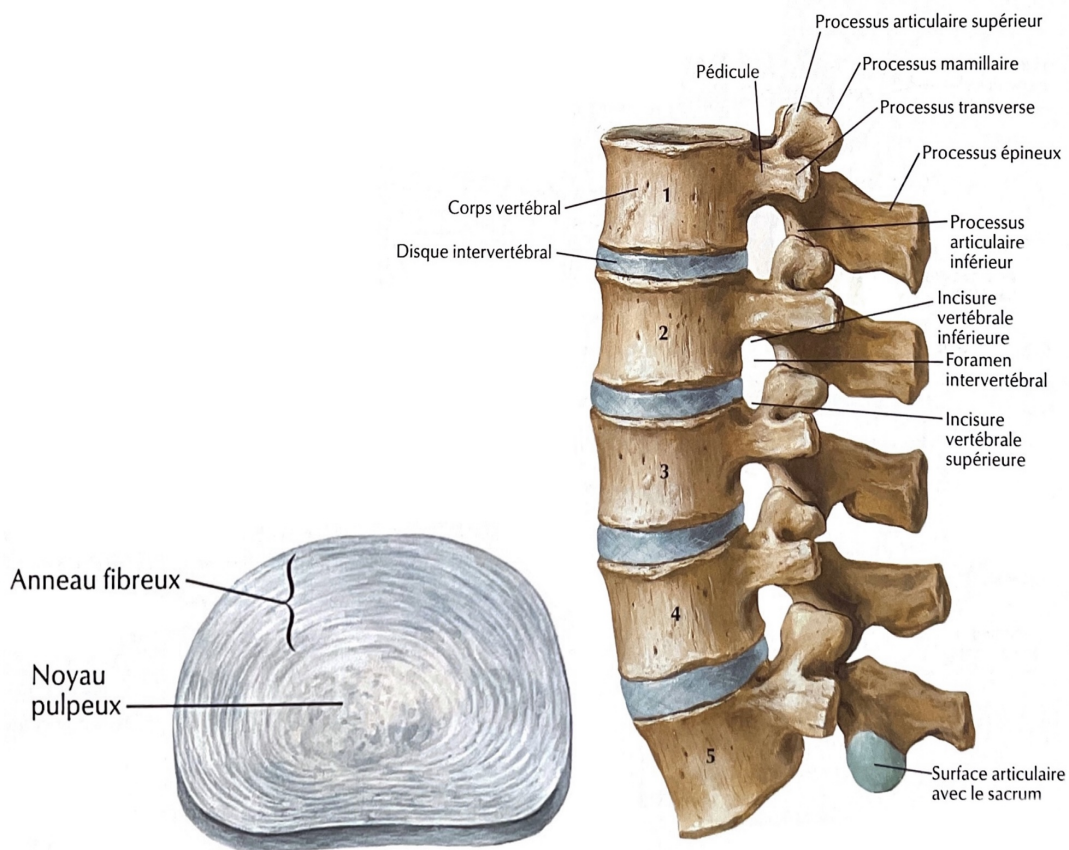


Figure 1: Schémas d'un disque intervertébral en vue supérieure à gauche et des vertèbres lombaires de L1 à L5 en vue latérale gauche à droite d'après [24].

1.3. Myologie de l'appareil locomoteur

1.3.1. Structure et fonctions

Le tissu musculaire réunit trois types de fibres musculaires : les muscles lisses retrouvés dans les viscères, les muscles cardiaques, spécifiques au myocarde et les muscles striés qui correspondent aux muscles intervenant dans la constitution de l'appareil locomoteur. Structurellement, le muscle strié présente un ventre, une partie charnue et il est encadré par des tendons l'associant aux os, le tendon peut-être d'insertion ou d'origine. De part sa teneur en collagène, le tendon peut être élastique et extensible mais il ne se contracte pas. Le muscle strié lui, a une grande capacité de contraction, il est de nature extensible, élastique, contractile. La notion de viscosité musculaire a un intérêt pour la pratique sportive : s'échauffer avant l'effort permettrait de modifier la viscosité musculaire par une variation de température et de préparer les fibres musculaires aux diverses contraintes [16,22].

Les muscles striés correspondant également aux muscles dits « squelettiques » vont s'associer au système ostéo-ligamentaire afin d'assurer deux fonctions principales : le mouvement et la protection de l'appareil locomoteur. Le mouvement s'établit sur trois niveaux :

1. Le mouvement du corps dans l'espace
2. Le mouvement entre deux articulations
3. Le mouvement intra-articulaire

1.3.2. Le système myofascial

Le système myofascial décrit par Richardson, Hodges et al, (Figure 2) différencie les muscles globaux des muscles locaux. Les muscles locaux sont profonds, internes, mono-articulaires, et courts. Ils sont étroitement liés au système structurel représenté par les os, les ligaments et les capsules articulaires. Leur fonction primaire est donc d'assurer la stabilité segmentaire. A l'inverse, les muscles globaux sont longs, superficiels, externes, poly ou mono-articulaires. Ces derniers permettent d'entraîner le mouvement [22].

Le maintien de l'équilibre de l'appareil locomoteur lors d'un mouvement fait également intervenir des muscles compensatoires appelés muscles antagonistes. Selon Aruin A. et Atash M., la coordination des mouvements fonctionne par paires musculaires agoniste/antagoniste. Les muscles antagonistes vont se contracter afin d'améliorer la stabilité segmentaire, de contrôler l'ajustement postural, d'organiser le mouvement et d'augmenter la protection des systèmes entre eux. Ce phénomène peut-être nommé par le terme de co-contraction. Ces contractions sont anticipées et régies par le centre de gravité qui se modifie en fonction des positions et mouvements [22,23].

Pouvoir classer les muscles en fonction de leurs caractéristiques et propriétés au sein de ce système myofascial permet de mettre en évidence un intérêt dans la rééducation et les troubles musculaires. En effet, des douleurs causées par des troubles de coordination musculaire, par l'atrophie, par l'augmentation de la masse graisseuse relèvent des muscles locaux. Les muscles globaux quant à eux seraient responsables de troubles liés à la puissance, l'endurance, la coordination musculaire, la morphologie. Ces troubles seraient plus facilement traités avec une reprise de l'activité quotidienne sans aller chercher des objectifs d'entraînements intenses [22].

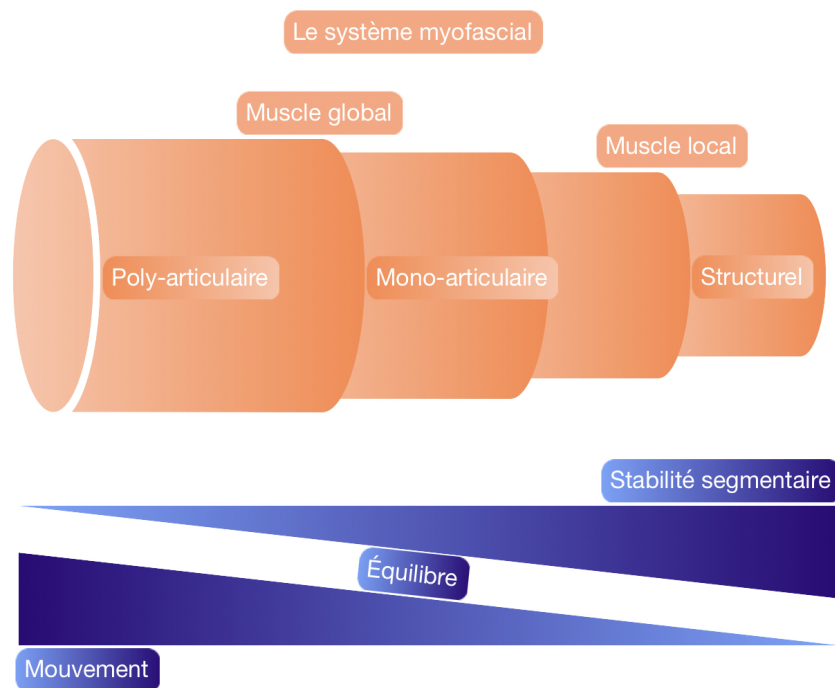


Figure 2: Schéma représentant le système myofascial d'après [22]. Plus les muscles sont courts, locaux et mono-articulaires plus ils servent à la stabilité segmentaire. À l'inverse, plus ils sont poly-articulaires et globaux plus ils permettent le mouvement. L'association de ces différentes fibres musculaires permet l'équilibre.

1.3.3. Organisation musculaire de l'appareil locomoteur

Une configuration commune des structures musculaires est souvent utilisée dans les descriptions anatomiques : il existe une hiérarchisation des fibres musculaires en différents niveaux ; supérieur, moyen, inférieur, mais également une distinction entre plans profond, superficiel et intermédiaire. Dans l'ensemble, les plans profonds vont permettre de fixer, plaquer les structures. Les plans superficiels quant à eux contribuent également à stabiliser les structures, voire de participer à des rotations, des sagittalisations [16,18,22].

Cependant, il est nécessaire de présenter ici, les principaux muscles de l'appareil locomoteur et leurs fonctions en distinguant les zones d'intérêts tout en y associant les muscles antagonistes respectifs.

1.3.3.1 Le rachis cervical

L'organisation musculaire du rachis cervical est représentée par la figure 3 [24]. Ci-dessous, une énumération succincte des principaux muscles ayant un intérêt pour le développement des parties suivantes [22,25]:

- ◆ Les scalènes vont permettre la flexion, l'inclinaison latérale et la rotation controlatérale du cou. Les scalènes seront antagonistes du sterno-cléido-mastoïdien (SCM) en extension. Les scalènes peuvent jouer un rôle accessoire dans la respiration [26].
- ◆ Le trapèze et l'élévateur de la scapula, muscles de la ceinture scapulaire participent à l'extension et l'inclinaison latérale du cou, ils seront antagonistes des muscles antérieurs du cou permettant sa flexion et son inclinaison controlatérale.
- ◆ Le SCM réalise l'extension, la flexion, la flexion latérale, la rotation homolatérale et sera antagoniste des muscles profonds du cou permettant la rotation homolatérale du cou.
- ◆ Les sous-occipitaux permettent l'extension du cou et seront antagonistes de la rotation controlatérale du cou permis par des muscles antérieurs et profonds du cou.
- ◆ Les érecteurs du rachis cervical du cou quant à eux vont aider à l'extension du cou et sont antagonistes de sa flexion.
- ◆ Le petit pectoral, muscle de la ceinture scapulaire participe à la flexion du cou [9].

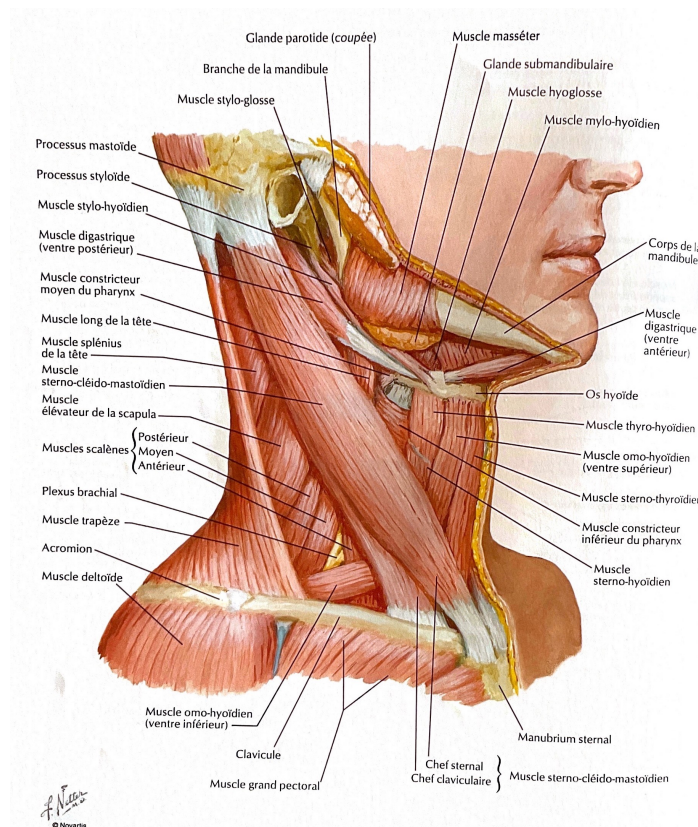


Figure 3: Schéma représentant les muscles du cou sur une vue latérale, d'après [24].

1.3.3.2 La ceinture scapulaire

Il est important de distinguer les mouvements d'antépulsion et de rétropulsion du moignon de l'épaule permis par la ceinture scapulaire (composée des articulations sterno-claviculaire et acromio-claviculaire) des mouvements de flexion de l'épaule permis par l'articulation scapulo-humérale. L'organisation musculaire de la ceinture scapulaire est décrit dans le tableau 1 [19,22]. Le muscle trapèze (faisceaux supérieur et moyen), les rhomboïdes et le dentelé antérieur sont stabilisateurs de la ceinture scapulaire [9].

Tableau 1: Organisation musculaire autour de la ceinture scapulaire, muscles agonistes en vert, antagonistes en orange. Production personnelle d'après [19,22].

Ceinture scapulaire	Élévation	Abaissement	Antépulsion	Rétropulsion
Trapèze faisceau supérieur				
Trapèze faisceau moyen				
Trapèze faisceau inférieur				
Élévateur scapula				
Petit rhomboïde				
Grand rhomboïde				
Dentelé antérieur supérieur				
Dentelé antérieur inférieur				
Petit pectoral				
Grand pectoral				
Grand dorsal				

1.3.3.3 Le complexe de l'épaule

La coiffe des rotateurs permet la rotation de l'épaule, mais celle-ci va également permettre, grâce aux muscles infra-épineux, supra-épineux, petit rond et sous-scapulaire de stabiliser la tête de l'humérus dans la cavité glénoïdale. Ainsi la coiffe visible à la figure 4, retient et maintient centrée l'articulation lors d'une élévation importante du bras [19,22,27].

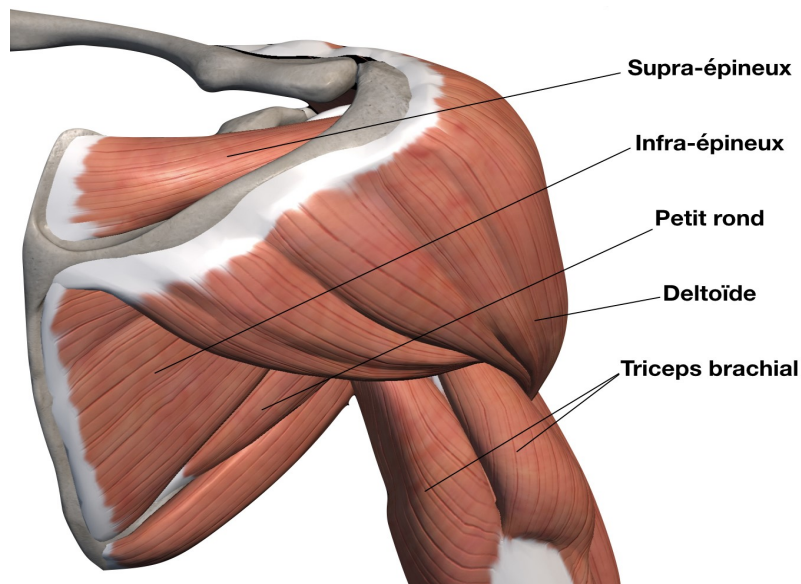


Figure 4: Schéma représentant le complexe de l'épaule sur une vue postérieure. La coiffe des rotateurs étant représentée par les muscles supra et infra-épineux et petit rond et le subscapulaire qui, de part son insertion sur la face antérieure de la scapula est absent de cette vue postérieure. Production personnelle à l'aide des applications C.Anatomy© et Procreate©

1.3.3.4 Région du bras et de l'avant-bras

L'organisation musculaire du bras et de l'avant-bras [19] décrit dans le tableau 2 va se centrer sur l'articulation du coude permettant sa flexion, son extension, sa pronation ainsi que sa supination. À noter, la pronation et la supination se projettent également sur les articulations radio-ulnaire proximale et distale.

Tableau 2: Organisation musculaire du bras et de l'avant-bras, muscles agonistes en vert, antagonistes en orange. Production personnelle d'après [19].

Articulations huméro-radiale et huméro-ulnaire	Flexion	Extension	Pronation	Supination
Biceps brachial	■	■	■	■
Brachial	■	■		
Brachioradial	■	■	■	■
Triceps brachial	■	■		
Anconé	■	■		
Supinateur			■	■
Rond pronateur	■	■	■	■
Carré pronateur			■	■
Long extenseur radial du carpe LERC	■	■	■	■
Fléchisseur radial du carpe FRC			■	■

1.3.3.5 Rachis thoracique, lombaire et région de l'abdomen

La stabilisation du tronc et le contrôle de la posture sont permis par les muscles liés à la cage thoracique ainsi qu'aux vertèbres lombaires comme les muscles multifidus, obliques interne et externe et le transverse. Ce dernier fait d'ailleurs partie des muscles qui se contractent de manière anticipée avant quelconque mouvement afin de stabiliser le corps [28–30]. D'une manière générale le tronc postérieur répond et se contracte afin de stabiliser le tronc antérieur et inversement. Les muscles érecteurs du rachis lombaire comme le longissimus, l'iliocostal et l'épineux vont renforcer le dos et participer à l'extension du tronc. Le muscle grand droit de l'abdomen est responsable de la flexion du buste en avant. Les obliques interne et externe sont responsables de la rotation et l'inclinaison du buste [31]. Les annexes 1 à 3 illustrent l'organisation musculaire de la région thoraco-lombaire [20,22].

1.3.3.6 La ceinture pelvienne et les membres inférieurs

Il faut comprendre que le positionnement des hanches peut influencer la posture du dos et du cou. Les mouvements sont permis par une participation musculaire assez large réunissant les muscles du rachis lombaire, les muscles du tronc antérieur et postérieur, les muscles de la hanche et de la cuisse [18,22].

Les muscles érecteurs du rachis lombaire et le muscle grand droit de l'abdomen participent à la stabilisation et au contrôle du bassin. D'autres muscles interviennent dans la stabilité et la mobilité du bassin et de la colonne vertébrale : fessiers, ilio psoas, adducteurs et tenseur du fascia lata.

Des muscles permettant une bascule du bassin vers l'avant sont des muscles à action « lordosante » et accentuent la lordose lombaire, augmentant ainsi la pression des DIV, il va s'agir des muscles psoas, droit antérieur fémoral et les muscles du rachis lombaire.

À l'inverse les muscles à action « délordosante » emmènent le bassin vers l'arrière, en rétroversion, il s'agit des muscles ischio-jambiers (biceps fémoral, semi-membraneux, semi-tendineux), grand fessier et grand droit [31].

1.4. Neurologie de l'appareil locomoteur

Le corps est composé de trois systèmes nerveux. Le système nerveux autonome végétatif, le système nerveux central (SNC) et le système nerveux périphérique (SNP). Ces deux derniers systèmes sont intéressants pour comprendre l'origine des mouvements. Ainsi le SNC relie le cerveau et la moelle spinale. Le SNP quant à lui, possède douze paires de nerfs crâniens et trente et une paires de nerfs spinaux. Ces nerfs spinaux sont répartis en plexus cervical, brachial, lombaire, sacral et pudendal. Les nerfs spinaux innervant les muscles sont à l'origine de la contraction musculaire qui permet de créer le mouvement. Le plexus brachial est représenté à la figure 5.

Un nerf peut-être à la fois sensitif, moteur ou les deux à la fois, il est alors mixte. Un nerf moteur ou efférent est composé de dendrites, d'un corps cellulaire prolongé par un axone. Cet axone se divise en plaques motrices réparties dans les fibres musculaires. L'ensemble forme une unité motrice [16].

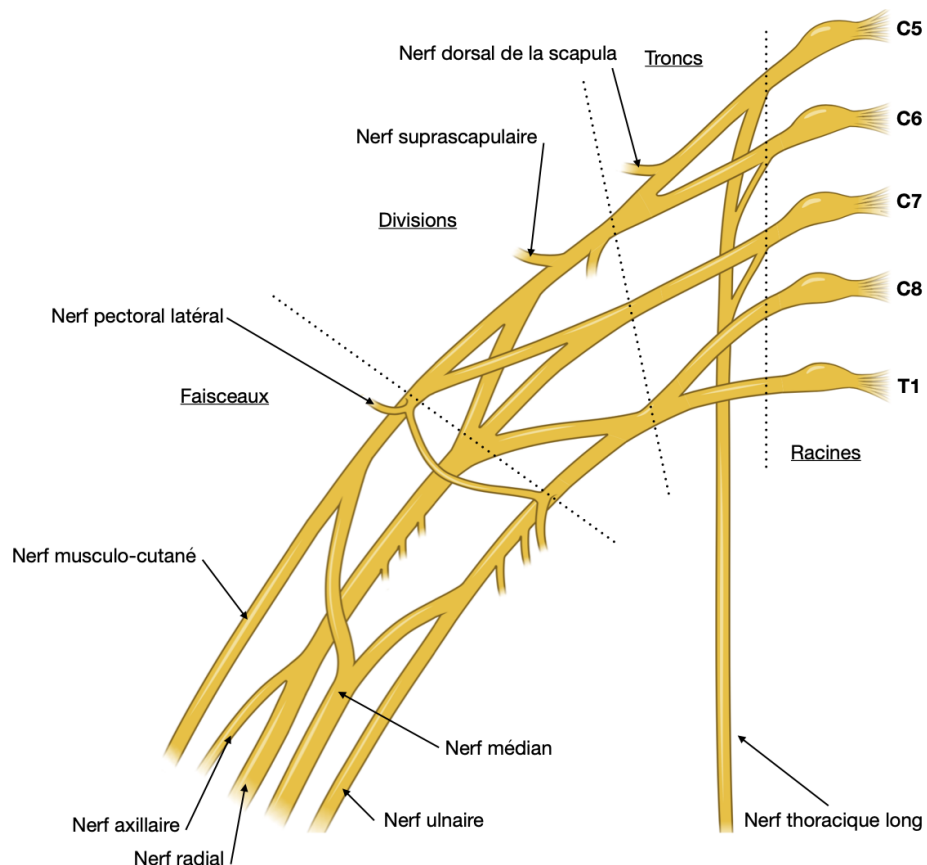


Figure 5: Schéma représentant le plexus brachial. Production personnelle d'après [24].

1.5. Tissus fibreux de l'appareil locomoteur

Toujours en association aux autres tissus pour permettre le bon fonctionnement mécanique des mouvements : les bourses synoviales, les fascias, les gaines synoviales ou vasculaires, les aponévroses et les capsules articulaires ont pour fonction(s) de soutenir, de protéger, d'envelopper, de relier, les structures osseuses, articulaires, musculaires entre-elles [16,18].

Ainsi ce rappel anatomique va permettre une bonne compréhension des postures, de la position des membres dans l'espace et du déséquilibre musculaire et nerveux décrits dans la seconde partie exposant les conditions de travail du chirurgien dentiste.

2. Conditions de travail du chirurgien dentiste

2.1. Postures de travail

Les exigences visuelles nécessaires pour respecter les critères de qualité des soins caractérisent majoritairement la position de la tête et du cou du praticien. Le besoin de précision dans la manipulation et dans la stabilité du geste impliquent une acceptation de postures préoccupantes et nocives ainsi que des répercussions sur la position des poignets, des avant-bras, du dos et des épaules [32].

2.1.1. Positions debout et assise

Depuis quelques décennies, la posture assise a été adoptée afin d'éviter les désordres provoqués par la position debout comme les troubles de la circulation sanguine. Finalement, elle engendre d'autres problématiques. Une variation dans la répartition du poids du corps, une augmentation de pression ainsi qu'une compensation sur la colonne vertébrale vont avoir pour conséquences des douleurs et des lésions pouvant aller jusqu'à la dégénérescence des structures [9,33].

Callaghan J.P. compare les charges musculaires des chirurgiens-dentistes en position debout et en position assise sans soutien. Il affirme que la pression cumulée par la colonne lombaire quelle que soit la posture dépasse toutes les valeurs seuils de tolérance des structures physiologiques. Sont mentionnés les **muscles érecteurs du rachis inférieurs et supérieurs**, ainsi que **le grand dorsal**. L'alternance de ces positions ne permettrait pas la récupération de

l'appareil locomoteur du fait des forces constantes subies de manière fixe, et sans dynamisme [34].

Pejic N. trouve en revanche que les charges cumulées en position assise sont plus importantes qu'en station debout et qu'une association des deux postures peut réduire l'apparition de blessures et de fatigue [35]. N.Z Ratzon et al, concluent que les praticiens en position assise subissent des lombalgies plus sévères que les praticiens alternant les positions debout et assise et ceci même avec une durée de travail plus faible [36].

Trois postures assises différentes ont été étudiées par Waongenngarm P. et al. L'étude a été menée sur des patients sains, excluant toutes douleurs de dos ou de cou. Les modalités communes des trois postures sont une absence de soutien du dos, hanches et genoux à 90 degrés, et les pieds placés à largeur d'épaules. Entre une position assise droite, une position assise affaissée et une position penchée vers l'avant, les résultats montrent que la posture penchée vers l'avant provoque au bout d'une heure le plus grand inconfort par rapport aux deux autres postures. Inconfort localisé au niveau du cou, du haut et du bas du dos ainsi qu'aux hanches et aux cuisses. Il est observé une activité musculaire accrue dans cette position des **muscles iliocostal et multifidus**. La position assise droite, elle, induit un recrutement supérieur des muscles **oblique interne, transverse et iliocostal**. L'inconfort est accentué par l'augmentation de la durée du maintien de la position [37].

2.1.2. La tête et le cou du chirurgien dentiste

De nombreux articles prêtent attention à la position de la tête et du cou du chirurgien dentiste en pratique et montrent l'existence de facteurs influençant la flexion et l'inclinaison de la tête.

Marklin RW. montre que les chirurgiens-dentistes passent au moins la moitié de leur temps de travail avec la nuque en flexion à plus de 60 degrés et 35 % du temps avec la nuque en flexion à 30 degrés [38]. Une étude coréenne constate chez les praticiens une flexion du cou supérieure à 20 degrés pendant plus de 5 heures par jour [2].

Après avoir analysé l'angulation de divers segments du corps enregistrés à la suite de différents soins dans différents secteurs : Il est admis que les praticiens penchent davantage la tête et le tronc pour des actes peu spécifiques qui ne nécessitent pas de précision comme le contrôle et le retrait d'un champ opératoire. L'hypothèse faite est que les praticiens jugent bon de bouger davantage lorsque les patients ne peuvent subir de dommages [39]. La localisation de la dent semble jouer fortement : la vision directe induit davantage d'angulation entre l'os pariétal et C7¹ ainsi qu'entre C7 et L1² par

1 Septième vertèbre cervicale

2 Première vertèbre lombaire

rapport à l'utilisation d'un miroir et implique une charge sur les cervicales, les vertèbres lombaires et sur la région de la nuque, majoritairement représentée par l'étendu des **trois faisceaux du muscle trapèze** provoquant de plus grands troubles par rapport à la visions indirecte [38–41].

Une combinaison d'une flexion de la tête vers l'avant ainsi qu'une flexion latérale est majoritairement observée. Ceci induit des charges plus importantes pouvant engendrer le développement de symptômes [42,43]. La flexion vers l'avant du cou et des épaules fragilisent **les muscles scalènes, le SCM et petit pectoral [44]**.

Outre les facteurs de vision et de secteur, le bassin joue un rôle important et influence également la position du haut du corps : la rotation du bassin vers l'avant est corrélée à l'activité musculaire dans la région du cou [37,45].

2.1.3. L'épaule et le bras du chirurgien dentiste

Le chirurgien dentiste en pratique, use de son bras et de son épaule pour de nombreuses raisons : préhension d'instruments, de matériel, interactions et échanges avec l'assistante... ou encore simplement élever bras et épaule lors d'un soin par manque d'adaptation correcte du fauteuil, de la position ou de la hauteur de la tête du patient. Ces habitudes ne sont pas sans risques : selon Marklin RW. les chirurgiens-dentistes passent 20 % de leur temps avec une élévation de l'épaule de 30 degrés et un peu plus de 20 % de leur temps à 60 degrés [38].

Diverses articles ont analysé l'abduction et l'élévation du bras et de l'épaule sans charge, dans un cadre professionnel où les mouvements sont répétitifs, statiques. Ces études montrent que ces gestes entraînent l'apparition de symptômes et de fatigue significative dans la région de l'épaule et du cou. Cette région est majoritairement représentée par le **trapèze**. Cependant, qu'il s'agisse d'une élévation de l'épaule ou du bras modérément ou fortement élevée : l'activité du trapèze ne varie pas. Les symptômes peuvent donc apparaître à des degrés modérés d'élévation [46].

Une relation étroite est retrouvée entre les techniques de travail et l'arrivée des symptômes. Un exemple peut-être donné avec une différence incontestable de l'angle du coude entre un soin réalisé au maxillaire, et l'autre effectué à la mandibule. Le coude est davantage fléchi pour travailler sur l'arcade supérieure et entraînera donc plus de symptômes [43,47–49].

La pression intramusculaire des **muscles supra et infra-épineux** a été mesurée par rapport à différents degrés d'abduction du bras variant de 0 à 90° par Palmerud et les résultats montrent que ces muscles subissent davantage de pression quand l'abduction tend vers 90°. La pression intramusculaire de ces muscles est donc influencée par la position des bras [50].

L'élévation du bras augmente la tension du plexus brachial [51,52].

2.1.4. L'avant-bras et le poignet du chirurgien dentiste

Le travail manuel du chirurgien dentiste incite inlassablement à la flexion-extension du poignet.

Les **muscles extenseurs de l'avant-bras** possèdent une activité plus importante que **les fléchisseurs**, ceci permet d'augmenter la stabilité du poignet lors d'une préhension. En revanche, cela sous entend également une tension supérieure notable pendant le soin sur l'avant-bras. Le poignet induit également une flexion dorsale très importante de la main travaillante associée à une grande flexion palmaire de la main controlatérale.

La pression retrouvée dans le canal cubital est accentuée par la flexion répétée du coude, et ceci augmente l'irritation du nerf ulnaire.

Le nerf sensitif radial du carpe situé entre le **muscle brachioradial** et le tendon du long extenseur radial du carpe (LERC) est comprimé par la pronation de l'avant-bras. Une pronation récurrente engendre une oppression sur le **muscle rond pronateur**, qui lui même échauffera le nerf médian de l'avant-bras qui le traverse [42,51,53,54].

2.1.5. Le dos du chirurgien dentiste

D'après les travaux menés par Marklin RW. le chirurgien dentiste passe presque la moitié de son temps (45%) en position assise, réalisant une flexion du tronc de 30 degrés vers l'avant [38].

Une étude est parvenue à démontrer que la hauteur du siège et la posture du corps influencent de manière significative l'activité **des muscles trapèze supérieur et longissimus**. Lorsque le siège est en position haute et que le tronc est penché vers l'avant, l'électromyogramme (EMG) enregistre une plus faible activité musculaire que lorsque le siège est en position basse [55].

En reprenant l'étude de K. Katano, le praticien penche la tête en avant de 45° en moyenne pendant les soins, cette inclinaison est suivie par celle du tronc et augmente donc la charge sur le bas du dos [40].

Il faut rappeler la nécessité, en position assise, de maintenir les courbures physiologiques et principalement la lordose lombaire : cependant, comme cité ci-dessus, une flexion est souvent observée au niveau lombaire, il s'agit d'une « délordose ». Celle-ci est accompagnée par l'influence et la corrélation de l'antéversion du bassin sur l'activité musculaire du dos. Cette posture est qualifiée de geste lésionnel, de posture nocive. Elle a de nombreuses conséquences. Les contraintes de gravité sont modifiées. Plus le dos se penche et se courbe vers l'avant plus la pression sur les disques lombaires

augmente, comme on peut le voir à la figure 6 [37,45,56,57]. Ce propos est nuancé par une autre études, des mesures in vivo de la pression des DIV ont été réalisées face à diverses activités : les résultats montrent que la pression reste plus faible en position assise par rapport à la position debout [58].

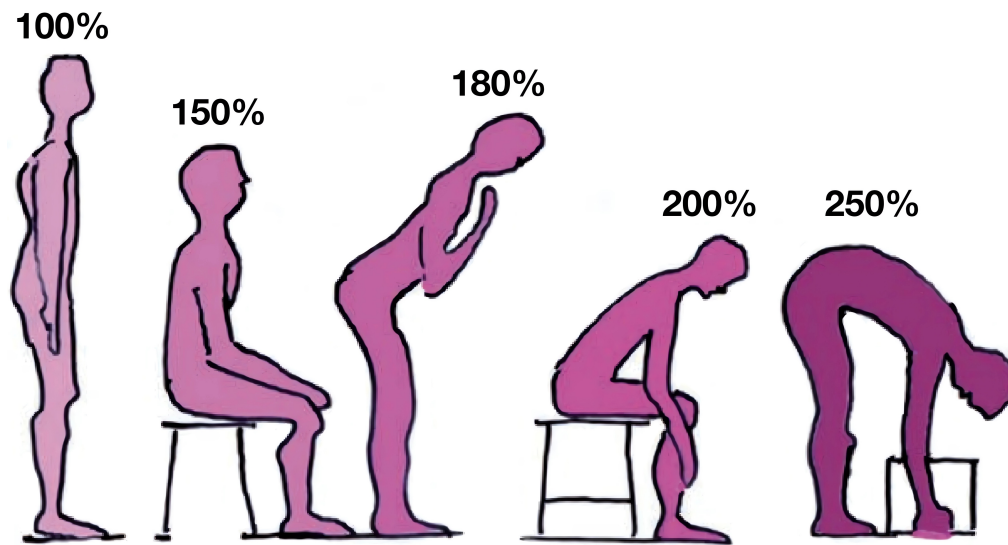


Figure 6: Pression exercée sur le disque L5-S1 en fonction des postures [56].

Le système myofascial décrit plus haut permet la compréhension des études suivantes : centrée sur la flexion de l'épaule, la première investigation a montré que l'intervention du **muscle transverse** et du **muscle oblique interne** était retardée chez les participants présentant des douleurs de dos. Le contrôle spinal qui consiste à contracter de façon préventive le tronc est donc altéré chez les participants lombalgiques [59]. Hodges et Richardson tirent des conclusions similaires lors de différents mouvements de bras chez des patients présentant également des douleurs de dos, le contrôle spinal étant défaillant, ces mouvements de bras entraîneraient des défauts de stabilisation efficace de la colonne vertébrale [60].

2.2. Répétition de gestes statiques

Malgré les points d'appuis qu'utilise le praticien afin de réaliser ses soins avec précision, les membres supérieurs ainsi que le cou, les épaules et le dos vont se fixer, se contracter pour immobiliser le corps de façon à le stabiliser. Ces postures et gestes statiques sont répétés indéfiniment. De plus, le développement du travail à 4 mains a induit une réduction de gestes par le praticien le rendant davantage immobile sur des phases plus longues [10].

Ce surmenage accable les tissus en dépassant leur seuil de tolérance, provoquant des blessures affectant les muscles, les tendons et les ligaments et affaiblissant ainsi l'appareil musculo-squelettique [7].

Ces gestes statiques participent à une compression nerveuse qui a pour conséquence l'apparition d'une paresthésie puis d'un engourdissement. Les douleurs se suivent d'une faiblesse musculaire pour aboutir à l'atrophie musculaire, l'ischémie ou encore la nécrose musculaire. Ceci peut-être expliqué par le maintien de la posture statique prolongée qui comprime les veines et les capillaires à l'intérieur des muscles, provoquant des micro-lésions dues à l'absence d'oxygénation et de nutrition des tissus [8,9,51]. Un résumé du processus menant à l'apparition de troubles se trouve dans la Figure 7.

Les os et les cartilages des articulations sont également affectés par les charges et les tensions accumulées dans le temps [7].

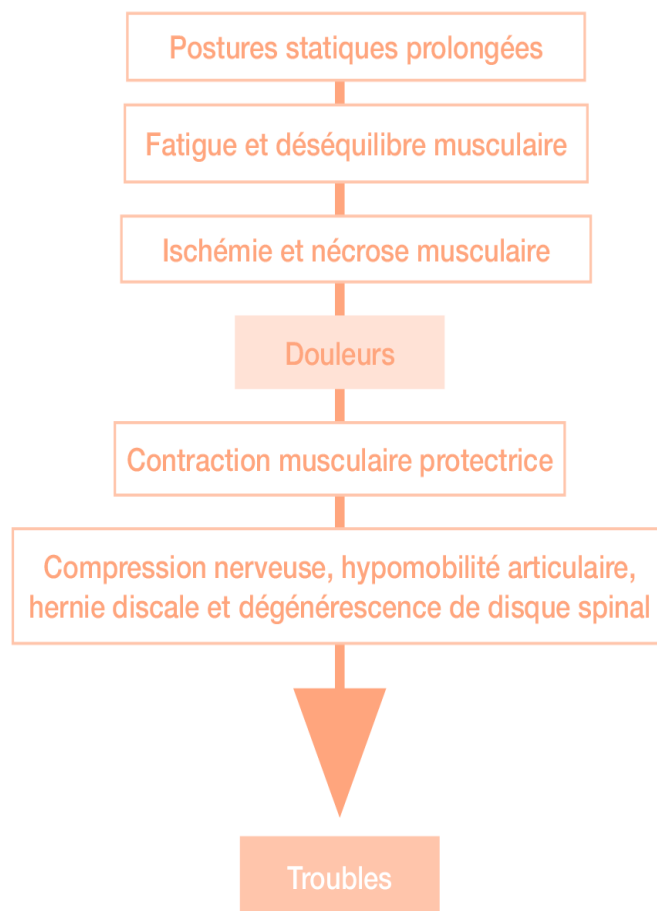


Figure 7: Organigramme représentant les conséquences possibles des postures statiques prolongées [9].

Une étude japonaise démontre qu'avec une position statique du bassin en flexion vers l'avant ou en flexion latérale, la charge musculaire **des abdominaux, des obliques externes, des érecteurs du rachis et du multifidus** est considérablement élevée et déséquilibrée [61].

Les véritables lésions nerveuses sont secondaires à la compression ou à l'ischémie. Les conséquences successives d'une inflammation d'un nerf sont l'œdème, la fibrose et enfin une perte partielle de l'exécution neuronale.

La vascularisation du nerf peut également être perturbée engendrant une ischémie neuronale [51].

Chez le chirurgien-dentiste, les **muscles trapèze, deltoïde, supra et infra-épineux** sont majoritairement concernés par des troubles en raison de gestes statiques des épaules. La répétition de gestes statiques peut s'inscrire dans des cycles courts de réalisation, en revanche la répétition perpétuelle ne permet pas aux muscles de se détendre [62–64].

Le praticien ne porte pas de charges élevées et n'a pas besoin d'impliquer de grandes forces dans ses gestes mais l'absence de dynamisme joue grandement sur les risques d'apparition de troubles [42].

2.3. Notion de déséquilibre musculaire chez le chirurgien dentiste

La tête penchée vers l'avant, déportée du thorax engendre un déséquilibre musculaire. Plusieurs articles évoquent que la compression des muscles concernés par cette posture engendre un raccourcissement des fibres musculaires antérieures telles que **les scalènes, le SCM et le petit pectoral**, et à l'inverse que la tension altère la longueur musculaire et rallongent les fibres comme celles des **faisceaux moyens et inférieurs du trapèze**. Ces dernières sont les plus douloureuses. Une réinitialisation de la position, de la morphologie des fibres va être maintenu en ce sens du fait de la répétition des gestes. Ce remaniement adaptatif des fibres entretient le déséquilibre ainsi que les troubles de posture. Il existe des fibres stabilisatrices qui vont être sur-sollicitées, finissant par s'hypertrophier pour contre-balancer la faiblesse musculaire [44,51,52]. Un résumé schématique de ce déséquilibre musculaire est représenté dans la figure 8.

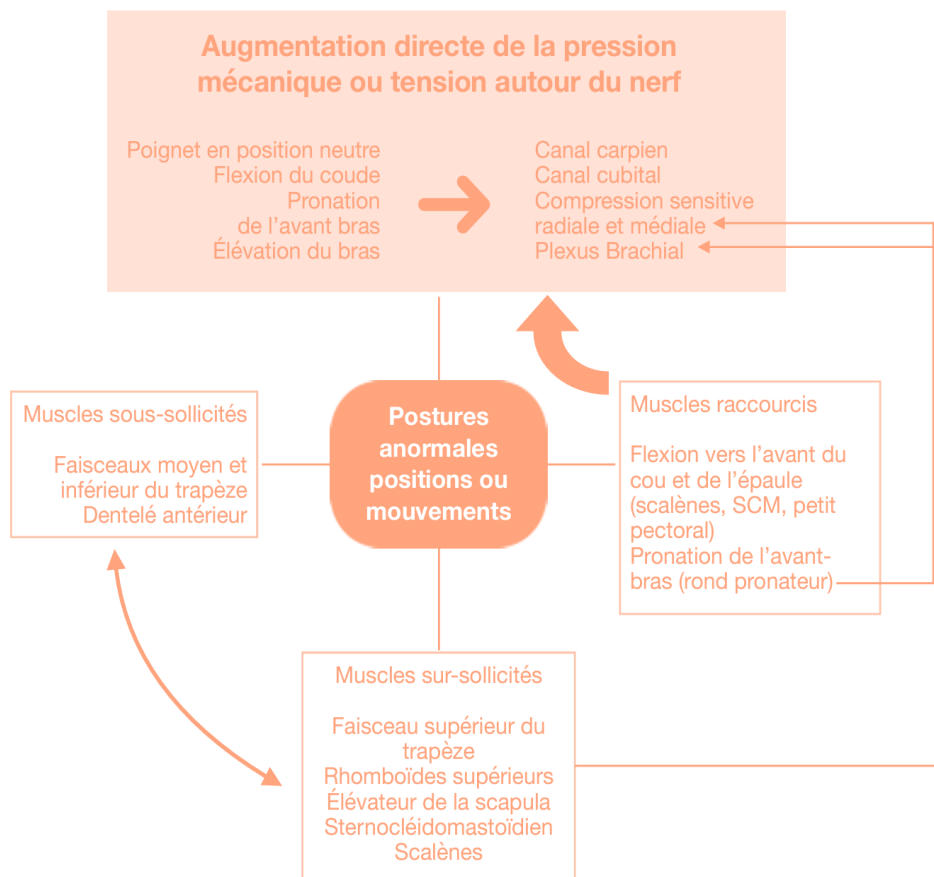


Figure 8: Existence de trois caractéristiques musculaires majeures ayant des répercussions sur les structures nerveuses dans la région cervico-scapulaire qui participent aux symptômes du déséquilibre musculaire d'après [52].

Le déséquilibre musculaire engendré par de mauvaises positions va influencer à son tour la possibilité d'un maintien de bonnes postures en raison de la faiblesse ou la fatigue des muscles de la ceinture scapulaire et du dos [9].

Un récapitulatif permet de rendre compte de l'ensemble des muscles du chirurgien-dentiste traumatisés dans le tableau 3 et schématisés dans la figure 9. Le trapèze est le muscle le plus décrit dans la littérature centrée sur la physiopathologie des troubles du haut du corps. Lors de tests de palpations, les douleurs rencontrées se tiennent généralement sur les différents faisceaux du trapèze [46,51,65]. Kadefords R. et al, mettent en évidence dans ce muscle des unités motrices à faible seuil d'activation (MUAPs) qui sont recrutées dans l'ensemble des postures du bras. Ces unités ne sont pas spécifiques et finissent par être constamment activées que ce soit par des mouvements dynamiques ou statiques. Le trapèze comporte donc néanmoins une certaine tolérance aux mouvements statiques [66].

Tableau 3: Résumé du déséquilibre musculaire chez le chirurgien dentiste, fibres sur-sollicitées en orange, fibres sous-sollicitées en vert, fibres rallongées soulignées et fibres raccourcies en italique. Production personnelle d'après [34,37-42,44,46,50,51-53,55,59,61,62,64].

Localisation Mouvement	Tête Cou	Épaule Bras	Avant-bras Poignet	Dos Bassin
Flexion	<u>Trapèze supérieur</u> <i>SCM</i> <i>Scalènes</i> <i>Petit pectoral</i> <u>Sous occipitaux</u> <i>Trapèze moyen et inférieur</i> <u>Élévateur de la scapula</u>	Grand dorsal Deltoïde		<u>Trapèze supérieur</u> <u>Longissimus</u> <u>Iliocostal</u> <u>Épineux</u> <u>Multifidus</u> <u>Grand dorsal</u> <i>Transverse</i> <i>Oblique interne</i> <u>Élévateur de la scapula</u>
Extension			Triceps brachial Anconé	
Rotation		Deltoïde		
Pronation et supination			Carré pronateur Rond pronateur Brachioradial	
Abduction		Trapèze > Deltoïde Infra-épineux Supra-épineux		
Adduction		Deltoïde		<u>Rhomboïde supérieur</u>
Antépulsion		<i>Dentelé antérieur</i>		

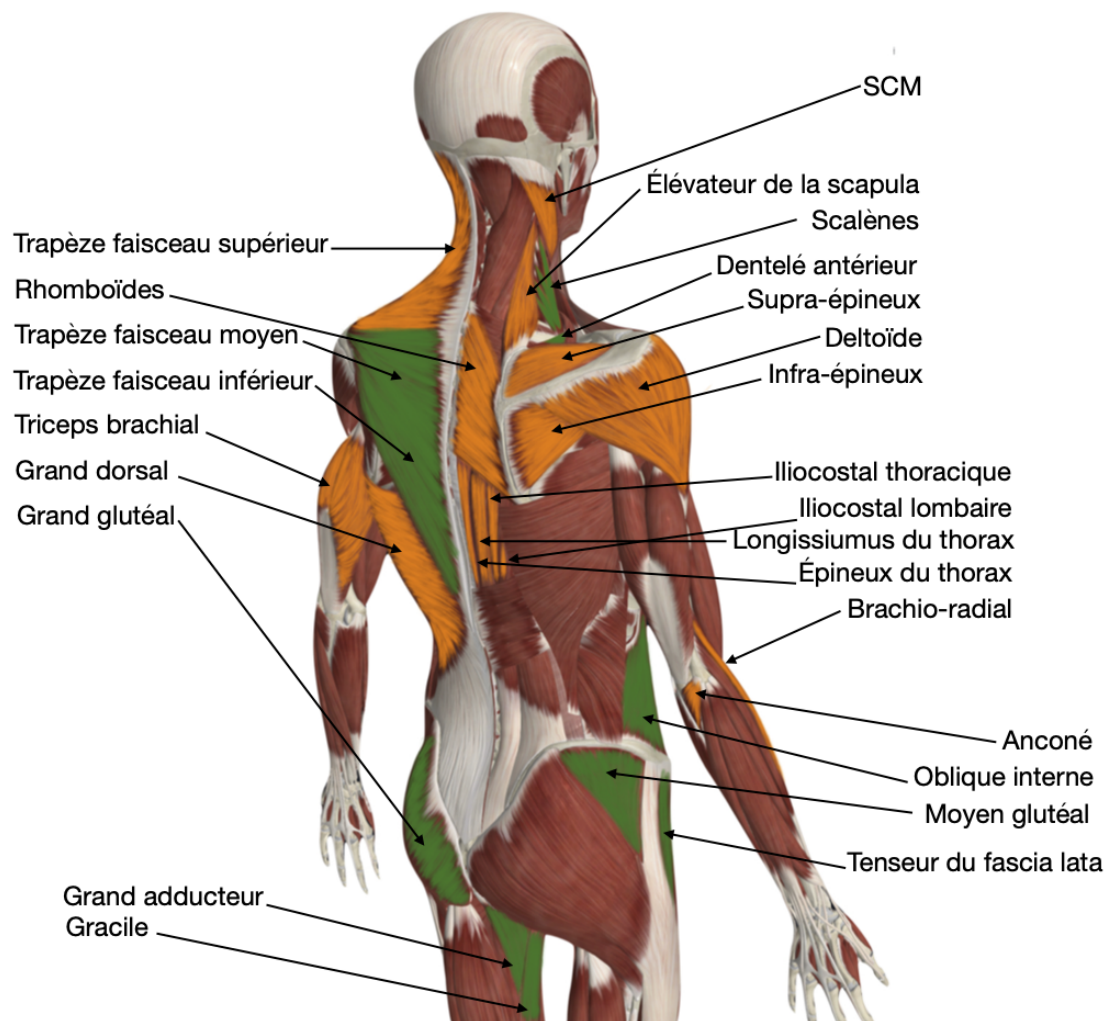


Figure 9: Mise en avant des muscles sur-sollicités en orange et des muscles sous-sollicités en vert chez le chirurgien dentiste. Les muscles trapèze, oblique externe et grand dorsal ont été coupés afin de pouvoir observer les muscles des couches sous-jacentes plus profondes. Production personnelle à l'aide des applications C.Anatomy© et Procreate©.

3. Conséquences de ces conditions de travail

La répétition de gestes et l'enchaînement de soins tout au long de la journée amènent le chirurgien dentiste à faiblir face aux efforts qu'il doit mener pour lutter contre les postures néfastes.

Avec toutes ces erreurs de postures décrites, le chirurgien dentiste se retrouve confronté à des douleurs, des blessures qui peuvent devenir irréversibles. La profession est à risque de différents syndromes, ou pathologies qui sont réunis dans la notion de TMS.

La littérature confirme que l'inconfort, la gêne et l'accumulation de ces troubles induisent sur le long terme des symptômes douloureux ainsi que des TMS [1].

3.1. Troubles musculo-squelettiques

Selon l'INRS³, les TMS sont des pathologies qui intéressent le corps dans sa globalité, ils citent des maladies des membres supérieurs ou inférieurs et des maladies touchant l'appareil locomoteur. Ils concernent les tissus mous des poignets, du cou, des épaules, du dos comme les muscles, les nerfs et les ligaments. Quelques exemples sont donnés comme le syndrome du canal carpien, les tendinopathies, les raideurs musculaires, les signes de fatigue musculaire, ou encore l'hernie discale [15,67].

Une seconde définition peut être donnée par le ministère du travail, de l'emploi et de l'insertion : les TMS vont rassembler une multitude de maladies localisées au niveau et autour des articulations comme les poignets, les coudes, les épaules et les genoux. Ici, outre les muscles, ligaments et nerfs seraient également concernés d'autres tissus mous comme les bourses séreuses, les gaines tendineuses, les vaisseaux sanguins, les articulations au sens large. D'autres pathologies viennent s'ajouter aux précédentes : le syndrome de la coiffe des rotateurs, tendinite du sus épineux, l'épicondylite, l'épitrôchléite, les lombalgies mais aussi le syndrome tensionnel de la nuque [68].

Kumar S. définit la blessure comme étant une « perturbation mécanique des tissus entraînant une douleur ». C'est un traumatisme provoquant l'altération de l'état du tissu. Outre la douleur, s'installent une inflammation et une cascade de défenses biochimiques rendant complexe l'utilisation de ces structures endommagées [7].

3 Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles

3.2. Troubles musculo-squelettiques liés au travail (TMSLT)

On distingue les TMS, des TMS liés au travail. Ceux-ci sont les plus fréquents et sont expliqués par une cause multifactorielle. Les TMS forment la première maladie professionnelle reconnue en France. Les contraintes de répétitions de gestes, les charges portées, les postures de travail, les conditions de travail, le niveau de pénibilité de la profession, une demande accrue des entreprises à la productivité, l'efficacité, l'appel au rendement... tout ceci peut être à l'origine des TMS. Tous les secteurs professionnels sont concernés [15].

Les TMS de types lombalgies et troubles des membres supérieurs représentent les 3/4 des maladies professionnelles en 2002 [69].

Un engrenage est établi à partir du moment où l'individu fera face à un TMS. Dans l'étude de Frymoyer J.W et al, les personnes atteintes de lombalgies présentent significativement des signes d'anxiété, de tension, et de dépression par rapport au groupe de personnes non atteintes ou légèrement de lombalgies. [70]

3.3. Troubles musculo-squelettiques du chirurgien dentiste

Il est reconnu et rapporté dans de nombreuses études que le chirurgien dentiste de part ses postures, ses positions de travail prolongées, ses activités répétées est confronté aux TMS. Ce sont les maladies professionnelles les plus fréquemment rencontrées chez le praticien [3,4,71–73].

Dans différentes études, ces troubles sont orientés de façon unanime au niveau du dos, du cou, des épaules et des poignets. Les données de 4 études ont été confrontées dans un diagramme de Kiviat représenté à la figure 10, afin d'observer les proportions des localisations des troubles rapportés par les praticiens [3,71–74].

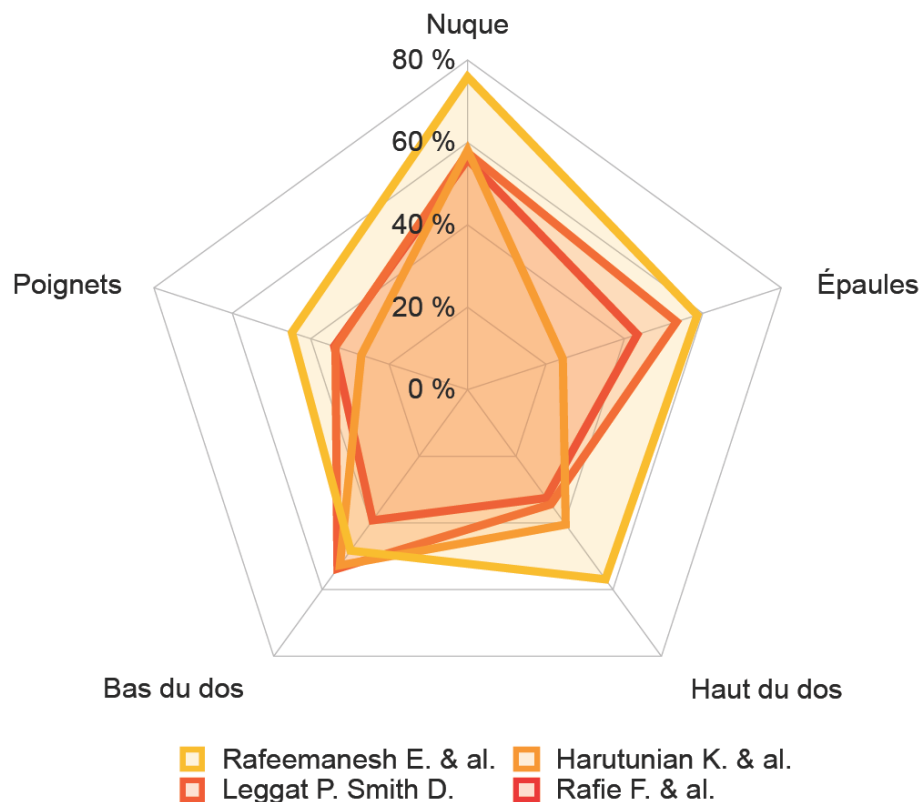


Figure 10: Proportions des localisations des symptômes douloureux rapportés par des praticiens interrogés dans 4 études sur la prévalence des TMS chez les chirurgiens-dentistes. Production personnelle d'après [71-74].

Des praticiens du Queensland en Australie ont participé à une étude cherchant à mesurer la prévalence des TMS et étudier leur impact. L'étude aborde la sévérité de ces TMS afin de révéler l'impact des symptômes au quotidien : il apparaît qu'un tiers des praticiens ont déclaré avoir consulté un médecin pour prendre en charge les symptômes, 1 praticien sur 10 a déclaré avoir pris un congé en raison de TMS : principalement un congé maladie, s'étendant de 1 à 72 jours [72].

Diverses études relèvent des taux d'apparition élevés de troubles avec 79,8 % d'étudiants et de professeurs confirmant l'existence de douleurs du système musculo-squelettique au cours des six derniers mois [74]; 82 % de praticiens australiens affirment en avoir eu au cours du dernier mois, en majorité des douleurs dorsales [75] et enfin 87,2 % des praticiens du Queensland ayant participé(s) à l'étude citée ci-dessus confirment l'apparition d'au moins un symptôme au cours des douze derniers mois [72].

Bethany Valachi, physiothérapeute, spécialisée en évaluation ergonomique et son mari Keith Valachi chirurgien dentiste, ont fondé une société (posturedontics) proposant conférences, coaching et éducation sur l'ergonomie.

Ils dressent un éventail des TMS du chirurgien-dentiste, complétés ici par d'autres troubles relevés dans de nombreux articles. Ces derniers ne traitent pas tous de la profession, certains abordent les postures de travail en général, néanmoins un parallèle peut être fait et valider leurs intérêts et leurs présences dans ce paragraphe.

- ❖ Un constat a été fait suite à l'analyse de ces études : dans les articles centrés sur les chirurgiens-dentistes, rares sont mentionnés les diagnostics des TMS : ce sont d'avantages des symptômes, des douleurs et leurs localisations qui sont évoqués.
- ❖ Une hypothèse peut émerger : y a-t-il un retard de diagnostics chez les praticiens. Ceci pose une difficulté quant à la délimitation entre douleurs, symptômes et diagnostics.

3.3.1. Région de la tête et du cou

De nombreux syndromes au diagnostic différentiel complexe incitent à les réunir du fait des symptômes pouvant être concomitants : syndrome tensionnel de la nuque, arthrose cervicale, syndrome myofascial, myalgie du trapèze, raideurs de la nuque, syndrome du défilé thoracique, upper crossed syndrome⁴, text neck syndrome⁵ [9,10,68].

Syndrome tensionnel de la nuque : menant à des sensibilités à la palpation. Ce syndrome peut être mixte avec une zone plus étendue comprenant aussi les épaules. Une relation modérée est retrouvée avec le travail répétitif, la flexion du cou, la charge statique et les facteurs psychosociaux professionnels [76].

Syndrome supérieur croisé : ce syndrome est généralement associé au FHP⁶ désignant la posture de la tête en avant. Constat de tension des muscles et des tissus mous de part une position désalignée limitant la mobilité de la tête, en posture assise affaissée pendant une période prolongée: affaiblissement des scalènes (fléchisseurs du cou), des trapèzes moyens inférieurs et rhomboïdes, du raccourcissement de l'élévateur de la scapula, du grand pectoral et petit pectoral [77].

Syndrome du text-neck : rejoint le symptôme précédent mais le terme est plus en vogue de part l'ampleur de l'utilisation des téléphones portables chez les jeunes. Néanmoins, la posture constatée est une flexion de la tête et du cou vers l'avant de façon prolongée et statique. Le stress apporté aux structures provoquent ici des symptômes de douleurs dans le cou, des contractions musculaires menant à une blessure de la colonne cervicale. Ce syndrome peut aboutir à de l'arthrose cervicale [78].

4 Syndrome supérieur croisé

5 Syndrome du text-neck

6 Forward head posture

Syndrome myofascial : est défini par des douleurs au niveau du cou et des épaules. Le FHP peut également y être associé. Des recherches sont encore nécessaires mais les résultats d'une étude montrent que des patients présentant des douleurs cervicales spontanées avaient significativement ($p>0,05$) une tête plus avancée avec un angle cervical inférieur ainsi qu'une lordose cervicale réduite [79].

Myalgie du trapèze : le faisceau supérieur du trapèze est majoritairement touchée et va entraîner des douleurs, des sensibilités, des spasmes musculaires [9].

3.3.2. Région des épaules et de la ceinture scapulaire

Syndrome du défilé thoracique [52]: correspondant à la compression du plexus brachial et des éléments artériels et veineux comme la veine subclavière. L'origine de la compression peut être traumatique, chirurgicale ou encore posturale. La posture influençant grandement la compression du plexus est celle d'une tête positionnée antérieurement au thorax, avec une abduction de la scapula, ou une rotation interne de l'épaule. Les symptômes prédominants sont l'inconfort cervicale, l'engourdissement du bras, la parésie. Une étude a montré le remaniement des fibres musculaires du muscle scalène qui est très intéressant dans la physiopathologie de ce syndrome étant donné sa localisation [26,80].

Syndrome de la coiffe des rotateurs [27]: des raisons extrinsèques ou intrinsèques peuvent-être à l'origine d'irritation des tendons des muscles de la coiffe étant donné leurs rapports intimes avec l'acromion. Des gestes répétitifs, une morphologie particulière de l'acromion, une baisse de vascularisation menant à une calcification de l'articulation sont autant de facteurs provoquant ce syndrome qui est très répandu. Les douleurs s'immiscent dans le bras, le coude, dans la zone musculaire du trapèze. Une classification a été mise en place en 1983 par Neer et distingue trois types de lésions :

- ◆ Le stade I correspond à un œdème et une hémorragie de la bourse acromiale.
- ◆ Le stade II correspond à une tendinite.
- ◆ Le stade III correspond à la rupture tendineuse.

Il est important de réaliser de nombreux tests mesurant l'amplitude de l'épaule afin d'écarter les diagnostics différentiels tels que l'atteinte neurologique ou encore la cervicarthrose. Radiologie, arthroscanner, IRM⁷ sont des examens complémentaires possibles permettant de confirmer le diagnostic. Le traitement de première intention est conservateur et induit l'arrêt de l'activité physique, la

7 Imagerie par résonance magnétique

recherche de repos, la rééducation par kinésithérapie voire la prise d'anti-inflammatoires et d'antalgiques. Le second traitement est chirurgical.

3.3.3. Région de l'avant-bras et du poignet

L'épicondylite latérale : la succession de mouvements de pronation et de supination entraînant l'alternance d'une flexion et d'une extension du poignet peut amener à une inflammation de la zone articulaire qui réunit l'ensemble des tendons des muscles extenseurs et du muscle supinateur de l'avant-bras qui permettent ces mouvements (insertion musculaire sur l'épicondyle latéral de l'humérus). Charge, force et répétition vont influencer l'arrivée de cette inflammation [16].

Tendinopathies : les actions d'étirement, de contraction et de palpation conjointement douloureuses, caractérisent les tendinopathies qui évoluent fréquemment vers la chronicité. Il n'y a pas forcément de situation inflammatoire dans ce cadre puisque les cellules de l'inflammation n'y sont pas retrouvées. De nombreuses hypothèses expliquent alors la survenue de la douleur et le facteur chronique de ces TMS [67].

Ténosynovite du fléchisseur radial du carpe : est une tendinite retrouvée dans des professions manuelles où les combinaisons de flexion et d'extension sont inlassablement répétées [81].

Syndrome du canal carpien : Le nerf médian naissant du plexus brachial passe dans ce canal. La répétition de gestes peut provoquer l'inflammation et l'œdème des structures musculaires et ligamentaires situées dans le canal carpien du poignet, rendant le tout très douloureux [16]. La flexion et l'extension du poignet augmentent la pression interne du canal carpien [51]. D'autres symptômes situés dans la région cervico-scapulaire s'associent fréquemment à ce syndrome [82]. Loslever P. et Ranaivosoa A, se penchent sur les données épidémiologiques et biomécaniques de ce syndrome et confirment que les deux mains sont deux fois plus touchées que la main dominante seule et que la flexion du poignet est plus nocive que l'extension [83].

3.3.4. Région du dos et du bassin

Hernie discale : elle est fréquemment subie par une population assez jeune. L'hyper-flexion, la sur-extension du tronc peuvent provoquer une hernie discale, il s'agit là d'une déchirure de la structure d'un disque intervertébral, qui emmène des fibres de ce disque au-delà de la zone où elles sont morphologiquement établies, en regard de la moelle spinale par exemple. Cette moelle se retrouve comprimée créant ainsi d'importantes douleurs et une certaine paralysie [16].

Névrite sciatique : l'inflammation du nerf sciatique peut-être provoquée à divers étages de l'appareil locomoteur du fait de son trajet et de ses ramifications. Cette irritation est occasionnée par un pincement de disque intervertébral lombaire ou sacré, un traumatisme, une tension [16].

Lombalgie aiguë : La flexion du dos est la position majoritairement responsable des lombalgies. La charge, l'amplitude de mouvement ou la vitesse peuvent influencer la sévérité des symptômes. Il est donc primordial de préserver les courbures physiologiques et ainsi conserver la lordose lombaire reflétant la position neutre. Lorsque le tronc est en flexion, les structures antérieures subissent une compression, les structures postérieures quant à elles accusent une tension. L'observation de ce déséquilibre est visible au niveau ligamentaire, articulaire et musculaire. La position du bassin et des membres inférieurs étant intimement liée à celle des lombaires, ces derniers vont pouvoir limiter ou accentuer la flexion du dos [56].

Les risques ont des effets différés et le ministère du travail établit l'existence de plusieurs niveaux d'apparition :

- ◆ Niveau 1 : douleurs et gênes au moment de l'effort ou de l'activité et aucuns symptômes au repos.
- ◆ Niveau 2 : douleurs et gênes dès le début de l'effort ou de l'activité, s'apaisant progressivement au repos
- ◆ Niveau 3 : douleurs et gênes constantes que ce soit en activité ou au repos, cela signe le caractère chronique du TMS.

Le traumatisme vertébral : une hyper-flexion latérale ou une compression importante de la moelle cervicale peut provoquer une lésion, un pincement ou encore un étirement des nerfs supra et infra claviculaires formant le plexus brachial [16].

Un résumé schématique rassemble les TMS fréquemment rencontrés chez le chirurgien dentiste à la figure 11.

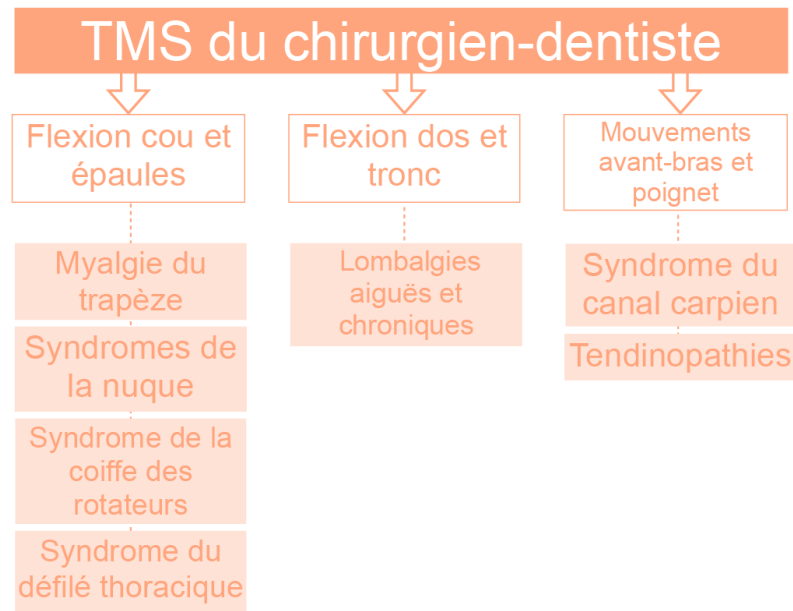


Figure 11: Résumé des TMS fréquemment rencontrés chez le chirurgien-dentiste. Production personnelle d'après [9,26,51,52,56,67,80,82,83].

4. Facteurs de risques

Les facteurs de risques de développement de TMS en chirurgie dentaire sont très documentés et peuvent être distingués de la façon suivante :

- ◆ Facteurs psychologiques et psychosociaux : stress, anxiété
- ◆ Facteurs physiologiques et individuelles : généraux (âge, indice de masse corporelle (IMC), sexe), fatigue chronique, variabilité individuelle, biomécaniques, relation occlusion-posture
- ◆ Facteurs organisationnels et environnementales

4.1. Facteurs psychologiques et psychosociaux

Une revue systématique centrée sur les prévalences des TMS des chirurgiens-dentistes montre des taux importants de stress au sein de la profession. Ces chirurgiens dentistes anxieux, évoquent diverses raisons retrouvées dans le tableau 4 suivant [4,84,85].

Tableau 4: Tableau rassemblant les données concernant les raisons d'anxiété des praticiens. Production personnelle d'après [84,85].

Raisons de l'anxiété	Pourcentage de déclaration des chirurgiens dentistes
Questions juridiques et assurances	61,2 %
Organisation du cabinet dentaire	56,6 %
Gestion du personnel	55,2 %
Soins chez l'enfant	52 %
Contraintes de temps	48 %
Maintien de la concentration	43 %

Les caractéristiques psychosociales d'un individu, le stress et les soucis de productivité individuelle placent un curseur de sensibilité assez bas face aux blessures potentielles liées au travail et sont donc également des facteurs de risques [49,86].

4.2. Facteurs physiologiques et individuels

4.2.1. Facteurs généraux

L'hétérogénéité des populations dans les études engendre des limites importantes telles que l'âge, le sexe, l'IMC. Elles sont à considérer et représentent des facteurs de risques physiologiques et individuels.

4.2.1.1 Indice de masse corporelle

Au sujet des douleurs lombaires, une méta-analyse de 2021 avait pour objectif d'examiner la relation entre modifications de composition et de morphologie des muscles lombaires avec les lombalgies. Les muscles très souvent analysés dans ces études sont les **muscles multifidus (MF)**, **psaos majeur (PM)** ainsi que les **érecteurs du rachis (LES)**. La méthode d'imagerie majoritairement utilisée est celle de l'IRM, s'agissant de la technique de référence permettant un examen précis des tissus mous.

Il en résulte de nombreuses conclusions et notamment une diminution significative du volume des muscles multifidus chez les patients atteints de lombalgies, un taux d'infiltration intramusculaire de graisse plus importante à des niveaux lombaires inférieurs. En revanche, il n'y a pas de différence significative entre les **muscles psaos majeur et érecteur du rachis**, qu'il s'agisse de composition musculaire ou de morphologie [87].

Une étude portant sur les postures de travail et les TMS chez les chirurgiens dentistes montre qu'un IMC élevé ainsi qu'un manque de forme physique vont augmenter les douleurs de dos [71].

4.2.1.2 Âge et vieillissement

L'âge est un facteur de risque discuté. En effet de nombreuses études se contredisent et deux constats se posent faisant émerger différentes hypothèses pouvant expliquer le second constat :

Constat 1 : un âge élevé peut se corrélérer aux douleurs de dos et de genoux mais aussi aux symptômes centrés sur les épaules, le cou, les bras et le dos [43,71]. Constat pouvant s'expliquer facilement par le vieillissement des structures.

Constat 2 : un jeune âge peut se corrélérer aux douleurs de dos, du cou, des épaules.

- ❖ Hypothèse 1 : douleurs apparaissent par manque d'expérience et de techniques et l'âge permet ainsi d'adapter la position au fil du temps afin de se préserver [3].

- ◆ Hypothèse 2 : si les statistiques montrent que les jeunes sont plus touchés, il se peut que les jeunes praticiens ayant été confrontés aux TMS ont cessé l'exercice et ne peuvent plus compter dans les relevés des praticiens plus âgés [48,72].

Le vieillissement des structures est une notion importante à prendre en considération. En effet le vieillissement de l'appareil locomoteur ainsi que la fatigue musculaire jouent sur la chronicité des TMS.

Ceci va s'observer à différents niveaux :

- ◆ cellulaire : avec une diminution de cellules souches et une diminution de la réparation de l'ADN⁸.
- ◆ tissulaire : avec une diminution de la prolifération tissulaire, un déclin de la vascularisation provoquant une désorganisation tissulaire dû à une mauvaise communication intercellulaire. Le vieillissement tissulaire progresse plus ou moins rapidement selon le type de tissu.
- ◆ métabolique : un déséquilibre entre le taux d'ostéoblastes et d'ostéoclastes ainsi qu'une carence vitamino-calcique engendre des modifications dans le métabolisme osseux. C'est ainsi qu'à partir de 40 ans, la masse osseuse chez l'homme va diminuer de 3 % toutes les décennies, ce taux sera de 8 % chez la femme, qui est donc davantage à risque de fractures et d'ostéoporose [88].

Il est important d'explorer le mécanisme du vieillissement du cartilage articulaire afin de bien comprendre l'affaiblissement de l'appareil locomoteur.

Ce mécanisme va agir sous l'influence de trois facteurs :

- ◆ L'obésité, qui ajoute une surcharge pondérale sur les articulations, accélérant le processus dégénératif.
- ◆ Les microtraumatismes, qui surviennent au travail ou dans une activité sportive intense ou répétée.
- ◆ La morphologie individuelle et génétique.

Retour sur la région basse du rachis : outre l'atrophie musculaire caractéristique décrite précédemment, la structure ostéoarticulaire lombaire sous-jacente est donc également concernée par la sénescence. Selon Jean DUBOUSSET, « la colonne lombaire, est la portion la plus atteinte par le vieillissement ».

Des facteurs génétiques, constitutionnels et acquis sont mis en évidence quant à la progression du vieillissement de la colonne lombaire :

- ◆ Facteurs génétiques et constitutionnels : ils vont représenter des pathologies, des déformations structurales, des malformations congénitales plus ou moins décelées pendant l'enfance.

8 Acide désoxyribonucléique

- ◆ Facteurs acquis : ces derniers vont refléter la pratique excessive de sport, certaines activités professionnelles, ainsi que les antécédents de traumatologie, de maladies ayant atteint(s) la structure osseuse du corps humain [88].

4.2.1.3 Relation âge et IMC

L'augmentation de l'infiltration graisseuse dans la région lombaire serait corrélée à l'âge, tout sexe confondu. Cette augmentation de masse graisseuse aurait également pour conséquence une altération de la qualité de la composition musculaire, et donc une répercussion sur le plan physique [87,89–95]. Selon un bulletin académique national brésilien de médecine, il est admis que généralement, l'atrophie musculaire fait suite à une perte de l'activité physique, entraînant une diminution de la force musculaire elle-même. Si cette baisse d'activité physique renvoie à l'augmentation de l'âge, la masse graisseuse intramusculaire se substitue lentement aux fibres musculaires [88].

4.2.1.4 Sexe

Les femmes auraient davantage de troubles localisés à la nuque et dans le haut du dos par rapport aux hommes. En ce qui concerne les douleurs dans le bas du dos il n'y aurait pas de différence significative [74,96].

En ajustant l'âge ainsi que l'IMC, les femmes auraient davantage d'infiltration intramusculaire de graisse dans la région lombaire que les hommes [87,89,92,93] et l'étude de Finsen et al, admet que les femmes auraient plus de troubles dans la région des hanches et des poignets [48]. Les troubles des poignets sont également confirmés par une étude brésilienne qui rapporte que les femmes ont plus de risques de développer des tendinites que les hommes, en revanche, ces derniers auraient davantage de risques de développer de l'arthrite et des lombalgies [97].

Il n'y a donc pas de réel consensus concernant le développement de troubles selon le sexe.

4.2.1.5 Fatigue chronique

Un dernier facteur de risque général ayant de grandes conséquences est la fatigue chronique, pouvant s'apparenter ici à de l'épuisement professionnel. Kumar S. désigne la fatigue comme un sujet délicat pouvant avoir plusieurs origines associées ou non : mécanique, psychologique, physiologique. Si la fatigue est physiologique, elle peut-être locale ou générale. La fatigue générale témoigne d'une baisse d'énergie provoquée par une activité prolongée ou intense. La fatigue mécanique quant à elle apparaît au-delà des seuils de tolérance physique et reflète la répétition de charges cumulées [4,8,9].

4.2.2. Variabilité individuelle

Le corps humain est doué d'une capacité à se mouvoir et à réaliser une multitude de mouvements, ceci est permis par la contraction de multiples groupes musculaires qui s'associent, c'est la synergie musculaire. Une recherche a mis en évidence des hypothèses afin de comprendre comment la force musculaire s'active et se répartie. L'hypothèse retenue estime que la distribution de l'activité est différente dans les muscles et que la force étant dépendante du volume et de la longueur des fibres musculaires, elle sera également différente. Ceci aboutit à un déséquilibre proportionnel de la force. Cette instabilité influence l'apparition et la chronicité des TMS. Francois Hug évoque « la notion de signature individuelle des coordinations musculaires ». Une prise en charge propre à chacun serait judicieuse afin de mieux cerner les besoins permettant de lutter contre les TMS. L'étiologie de ce phénomène et ses impacts ne sont pas encore maîtrisés aujourd'hui [98].

Kilbom et al, mettent en évidence que la variabilité des postures ou des techniques existe par les grandes différences interindividuelles dans la charge de travail et ceci constitue un facteur de risque dans l'apparition de troubles musculo-squelettiques [43,49].

4.2.3. Relation occlusion-posture

De nombreuses études scientifiques ont essayé de démontrer une relation entre dysfonctions occlusales et pathologies posturales. Les résultats sont majoritairement contradictoires de part la faiblesse méthodologique. Au delà de la ceinture cervico-scapulaire, les interrelations entre occlusion et posture ne peuvent être prouvées scientifiquement. Ceci reste donc un sujet actuel dans les recherches scientifiques [99].

Il est malgré tout intéressant de mentionner une étude qui a été réalisée sur une population de chirurgiens-dentistes. Lehto TU et al, tentent une approche multidisciplinaire des TMS des praticiens, et permettent d'établir une corrélation entre les praticiens atteints de dysfonctions temporo-mandibulaire et la prévalence d'apparition de troubles et de douleurs au niveau des épaules et du cou [14].

4.2.4. Facteurs biomécaniques

D'un point de vue anatomique, chacun présente une morphologie différente, variable, permise par une prédisposition génétique. Des facteurs anatomiques et posturaux seront à l'origine de conséquences biomécaniques ayant pour finalité une accélération du vieillissement de l'appareil locomoteur. Une lordose lombaire insuffisante aboutit à des contraintes antérieures plus intenses,

amenant à une usure des disques. A l'inverse, l'excès de lordose peut aboutir à des contraintes postérieures plus importantes menant à une usure des apophyses articulaires [88].

L'ensemble des tissus du corps ont des propriétés visco-élastiques. Celles-ci vont faire face aux traumatismes liés à l'exercice professionnel (par exemple) en tenant compte de la durée et du degré de déformation subie par les structures. Ce sont donc les propriétés visco-élastiques de chaque tissu qui établissent le temps nécessaire à leur recouvrement [7].

4.3. Facteurs environnementaux

L'environnement du chirurgien-dentiste et ses conditions de travail représentent à eux seuls des facteurs de risques.

Dans une fiche argumentaire publiée par le ministère du travail concernant la prévention de la pénibilité du travail, il est évoqué que les postures pénibles définies par une position forcée des articulations, la répétition de gestes statiques, le bruit, les vibrations mécaniques, les agents chimiques dangereux, sont des facteurs de risques professionnels. L'exposition à ces risques doit dépasser des seuils rigoureusement établis pour que ces derniers soient pris en compte dans les mesures de prévention [100].

Les gestes répétitifs et statiques au sein du cabinet, préfigurent un risque dans le cadre des TMS liés au travail [7]. L'organisation du cabinet, les techniques ainsi que les outils influencent significativement leurs apparitions [46]. David blanc confirme que le travail musculaire statique avec des contractions prolongées sans mouvements engendrent une sous alimentation du muscle en oxygène et en glucose induisant une diminution de l'apport sanguin pouvant conduire à la fatigue, l'apparition de crampes ou des douleurs. Il alarme sur de simples gestes qui paraissent inoffensifs comme le maintien de la canule d'aspiration ou alors lever le bras au-dessus du patient pour se saisir d'un instrument pouvant être à l'origine de troubles [13]. Les positions extrêmes des membres, des épaules et du cou détaillées plus haut sont des risques élevés de dégradation de l'appareil locomoteur et du système articulaire [49].

Des contradictions sont observées concernant le possible lien entre TMS et la durée de période travaillée :

- ❖ Une étude trouve une relation significative ($p=0,007$) entre la prévalence des TMS et le nombre d'heures travaillées par semaine (moyenne de 41h/semaine) [73]. Finsen et al, rapportent davantage de symptômes des praticiens lorsque ces derniers pratiquent de longues séances avec les patients. Cette organisation peut donc être préjudiciable. Dans cette même étude, les symptômes liés aux épaules seraient corrélés à la durée des pauses [48].

- ◆ D'autres études affirment qu'il n'y a pas de différence entre le nombre d'heures travaillées, les années de travail cumulées et l'apparition des TMS [42,43].

Kumar a cherché à établir des hypothèses quant à l'étiologie des TMS. La première théorie mise en évidence est celle de 4 facteurs (génétique, morphologique, psychosocial et mécanique) qui, ensemble, provoqueraient les TMS. Il l'intitule « Multivariate interaction theory of musculoskeletal injury precipitation », et peut-être un bon moyen de résumer l'ensemble des facteurs de risques évoqués à la figure 12. Il met en place ensuite, une seconde théorie qui est celle de la fatigue différentielle, puis la théorie de la charge cumulative ainsi que la théorie du surmenage [7,8].

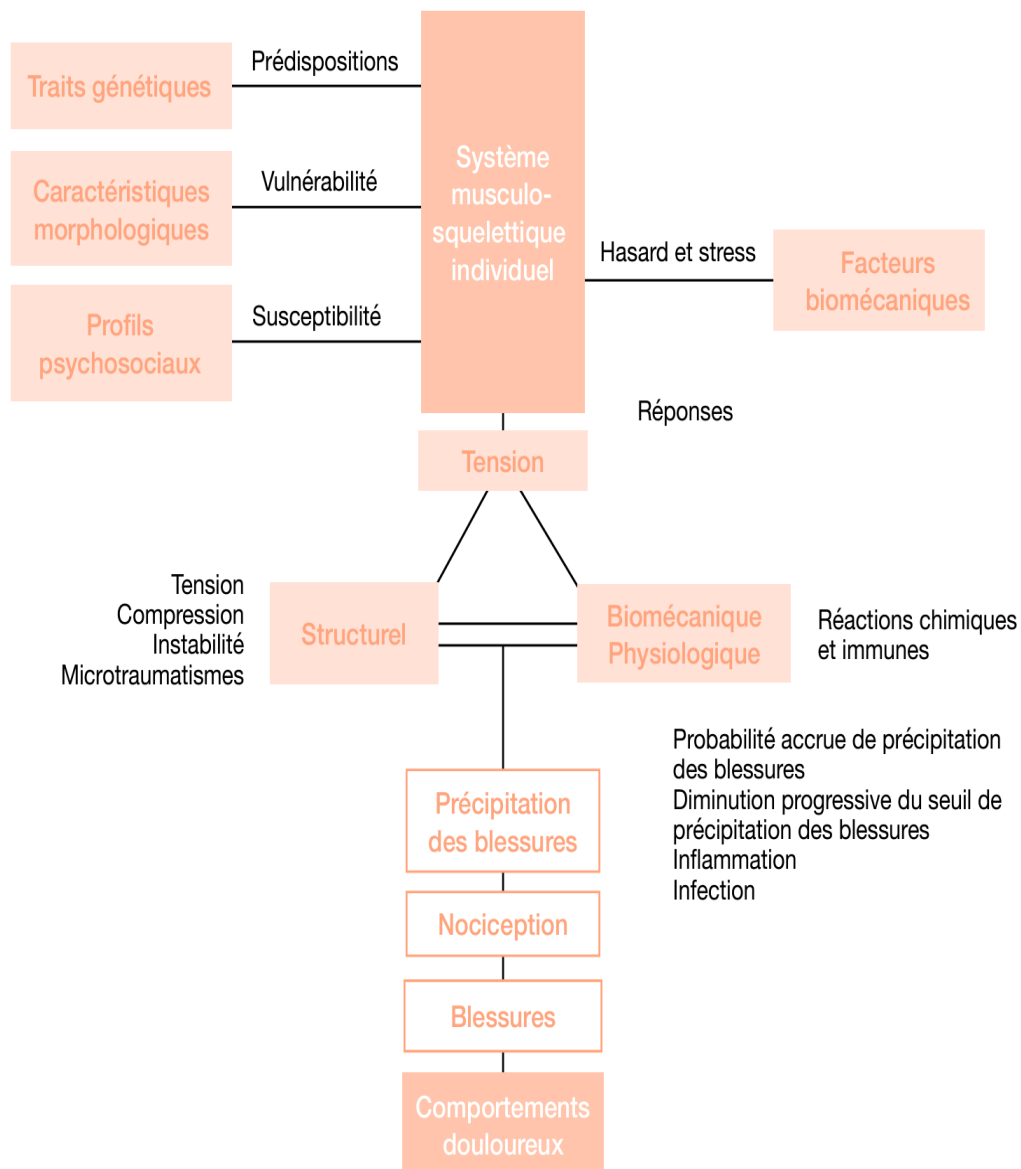


Figure 12: Théorie de l'interaction multivariée de la précipitation des blessures musculo-squelettiques d'après [7].

5. Moyens de prévention

5.1. L'ergonomie

Selon la constitution de l'OMS⁹ entrée en vigueur en 1948, la prévention se définit comme « l'ensemble des mesures visant à éviter ou réduire le nombre et la gravité des maladies, des accidents et des handicaps » [11]. Se distinguent :

- ◆ La prévention primaire : « ensemble des actes visant à **diminuer l'incidence** d'une maladie dans une population et à réduire les risques d'apparition ; sont ainsi pris en compte la prévention des conduites individuelles à risque comme les risques en terme environnementaux et sociétaux ».
- ◆ La prévention secondaire : « qui cherche à **diminuer la prévalence** d'une maladie dans une population et qui recouvre les actions en tout début d'apparition visant à faire disparaître les facteurs de risques ».
- ◆ Prévention tertiaire : « où il importe de **diminuer des incapacités chroniques** ou **récidives** dans une population et de **réduire les complications, invalidités ou rechutes** consécutives à la maladie ».

L'ergonomie est le moyen de prévention primaire voire même secondaire le plus évident permettant de préserver le système musculo-squelettique du chirurgien-dentiste. Quelques points peuvent être détaillés :

5.1.1. La vision indirecte

Apprendre à manier la vision indirecte reste très compliqué si la technique n'est pas mise en place dès le début de la formation. Il faut s'habituer à comprendre l'inversion des mouvements dans le miroir et l'irrigation continue des moteurs est difficile à contrôler. Malgré cela, la vision indirecte reste indispensable pour éviter une flexion trop importante de la tête et du cou. David Blanc conseille de travailler en vision indirecte avec un travail à 4 mains, deux scialytiques, et un miroir qui ne s'utilise pas comme un écarteur de joue [101].

5.1.2. Le siège opérateur et l'angle pelvien

Amand Malancon, chirurgien dentiste des années 60 est un précurseur en ergonomie. Il a permis à la profession d'évoluer. Ses deux priorités étaient le siège opérateur et l'accessibilité de l'instrumentation dynamique. Il est donc le promoteur de la position de travail assise : c'est l'un des premiers à allonger complètement les patients [12,102].

9 Organisation mondiale de la santé

Si le siège est plus ou moins haut par rapport aux genoux, une variation dans la distribution du poids sera observée et la pression se fera davantage sur les ischions ou sur les faces postérieures des cuisses et des pieds. Le tout est donc de répartir correctement les appuis au-delà des angles de référence, afin de préserver la lordose lombaire physiologique. Un sacrum maintenu favorise la préservation de la lordose, ceci permis par un dossier le plus bas possible [33].

Différents auteurs préconisent de modifier les postures de travail de façon régulière afin d'éviter de comprimer les structures et ainsi favoriser l'arrivée du flux sanguin jusqu'aux éléments du rachis permettant sa nutrition. De plus, l'utilisation d'un siège instable montre des résultats concluants sur l'activité et le déséquilibre musculaire [58,61].

Dans l'étude de Kamil NSM. Et Dawal SZM. lorsque l'angle pelvien et l'angle du haut du tronc s'établissent entre 0 et -5 degrés par rapport au plan sagittal les muscles du tronc représentés par le longissimus, érecteurs du rachis et multifidus sont dans une position neutre où l'activité musculaire est relativement faible et où la longueur des fibres musculaires est idéale. Le système ostéoarticulaire est ainsi protégé de tout traumatisme et permet alors d'exercer ses fonctions de résistance ici à un faible niveau car il n'y a aucune contrainte musculaire [37,45].

En résumé :

Une diminution de l'activité statique, l'alternance de différents types de soins, une variation dans les postures peuvent diminuer les risques de dégradation des structures et l'apparition des TMS chez le chirurgien-dentiste [48,49].

Akesson I et Hansson G. recommandent une formation continue sur l'ergonomie dentaire, mise en place dès les premières années du cursus de chirurgie dentaire afin d'alerter les étudiants aux différents risques auxquels ils peuvent être confrontés [42]. La prévention devrait prendre place dès les premiers mois de la formation, et être maintenue et répétée tout au long du cursus [10,103].

5.2. L'activité physique

Profession à risque de part les mauvaises postures statiques et prolongées, il est nécessaire de suivre les recommandations de l'ANSES¹⁰ : favoriser la pratique physique et encourager la réduction des comportements sédentaires. L'une des recommandations est la pratique d'une activité physique d'au moins 30 minutes par jour. Cette activité doit comporter des exercices de renforcement musculaire, d'assouplissement et de mobilité articulaire.

L'INRS a publié une revue de littérature sur la pratique d'exercice physique au travail et rapporte des preuves d'efficacité pour prévenir des TMS dans la

10 Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation environnement travail

région du cou et des épaules. Dans la littérature, il est constaté que « l'exercice constitue un moyen efficace de prévention primaire et secondaire des lombalgies » [15].

Diverses études évoquent l'effet de l'activité physique sur la prévention primaire des TMS : stratégie intéressante et vivement recommandée pour le praticien, quel que soit l'âge [10,14,103]. Elles incitent à un mode de vie sain et appellent à une régularité dans l'exercice physique [104].

Il est important de rappeler que l'activité physique permet également une diminution du stress, facteur prédominant dans l'apparition et le maintien des TMS. Le sport est un remède naturel contre l'anxiété quand il s'agit d'une séance spontanée qui est tout à fait décuplé lorsqu'il s'agit d'activité régulière améliorant également la condition physique [105].

L'activité physique est un terme général réunissant une multitude de disciplines. Certaines activités seront plus efficaces que d'autres dans la prévention des TMS. Survient alors la notion de sport-santé défini par le Ministère des solidarités et de la Santé et le ministère des Sports comme étant une stratégie nationale permettant « d'améliorer l'état de santé de la population en favorisant l'activité physique et sportive de chacun, au quotidien, avec ou sans pathologie, à tous les moments de la vie ». À l'aube des jeux olympiques de Paris en 2024, différentes actions sont déployées :

- ◆ Promotion de la santé et du bien-être par l'activité physique et sportive.
- ◆ Développer l'offre à l'activité physique adaptée à des fins thérapeutiques.
- ◆ Mieux protéger la santé des sportifs et renforcer la sécurité des pratiques quelle que soit leur intensité.
- ◆ Documenter et diffuser les connaissances relatives aux bénéfices et impacts de la pratique sportive sur la santé et la condition physique.

Y sont mentionnés le développement de la marche, le cyclisme ou encore l'aisance aquatique.

Ici la volonté de se tourner vers la natation est un choix personnel qui est alimenté par les convictions communes des bienfaits de celle-ci.

5.3. La natation

5.3.1. Origine

L'évolution de la natation au cours des siècles [106,107] :

Préhistoire : la survie. Les preuves apparaissent avec le début de l'écriture, découverte de peintures égyptiennes datées de 6000 ans.

Mythologie grecque : l'hygiène et l'éducation. Pas de natation au programme des jeux olympiques de l'antiquité. La pratique thermale devient un pilier de la culture romaine.

Moyen âge et Renaissance : l'art de nager. La natation est un plaisir avant tout. Une formation est instaurée pour les chevaliers. A Rome, l'apprentissage de la natation fait partie intégrante de l'éducation du citoyen.

1603 : la natation sportive. Un édit impérial japonais inclut la natation aux programmes scolaires et elle devient un sport.

XVIII et XIX^e siècle : l'utilité militaire. La natation fait partie intégrante de la formation militaire, ce même modèle s'étend à l'école. Nage chien, nage grenouille, nage sous l'eau, planche, nage sur le dos, puis se développe la brasse.

1837 : le sport de compétition. Un virage compétitif pour la natation grâce aux anglo-saxons qui établissent une nouvelle technique avec l'over arm stroke¹¹.

1846 : le premier championnat mondial. Il s'effectue en Australie.

1869 : les premières règles. Elles s'établissent avec la naissance de la première fédération de clubs de natation.

1896 : la natation aux Jeux Olympiques d'Athènes. Épreuves de crawl et de brasse.

1873 : création de la société des nageurs du Havre. Se développent ensuite 250 clubs en France, en l'espace de 10 ans.

1904 : l'apparition de la nage sur le dos.

1908 : la fédération internationale de natation amateur (FINA) est créée à Londres. La réglementation des épreuves de natation en compétition provient toujours de cette fédération.

1920 : création de la fédération française de natation (FFN).

Années 40 : évolution technique des nages existantes et apparition du papillon.

Années 60 : quête d'efficacité, début des recherches scientifiques.

¹¹ Coup de bras par dessus, bras ramené d'arrière en avant hors de l'eau.

5.3.2. La natation santé

Depuis 2009, la natation est considérée par le ministère de la santé et des sports, comme une pratique répondant aux enjeux politiques de la santé publique. « La natation, un acte de prévention pour la santé publique » selon le Docteur Jean Jacques Chorrin de la FFN. La fédération a créé des actions de prévention tels que la natation santé avec « Nagez forme santé » et « Nagez forme bien-être ». La natation est accessible à tous, peu importe l'âge, peu importe les contraintes, des programmes peuvent facilement être établis en fonction de chacun. Outre l'action de nager, d'autres formes d'activités physiques dans un espace aquatique existent et permettent également des bienfaits sur la santé. Pour rappel les activités aquatiques sont très utilisées dans le milieu médical pour la rééducation ce qui rend indéniable les avantages de la pratique [108,109].

Selon Weissland T. et Leprêtre P-M., les thérapeutes préconisent la natation dans le but de réinvestir symétriquement les muscles du tronc et de redynamiser l'appareil locomoteur [110].

5.3.3. L'eau

5.3.3.1 L'hydrothérapie

La sensation de pesanteur permise par la poussée d'Archimède offre une sensation de bien-être. L'eau qui « porte » est également bénéfique pour le relâchement musculaire et diminue les contraintes articulaires permettant la préservation du système ostéoarticulaire en le rendant souple et mobile.

Densité et résistance plus élevées que l'air, l'eau offre divers bienfaits tels que l'effet hydromassant, l'amélioration du drainage lymphatique, de la circulation sanguine, son retour veineux ainsi que la tonification musculaire. L'immersion en milieu aquatique implique une isolation sensorielle et procure une sensation de bien-être, une relaxation, un apaisement et de nombreux articles montrent que la natation permet une diminution de l'anxiété et du stress, qui, pour rappel est un facteur de risque au développement et à la persistance des TMS [108].

D'autres intérêts sont apportés par la natation selon l'IRMBS¹², comme l'amélioration de l'équilibre statique et dynamique, la coordination des membres, la proprioception et l'orientation spatio-temporelle.

5.3.3.2 Flottabilité

La technique et la performance de nage vont être influencées par la flottabilité, et la contrainte d'une posture horizontale dans l'eau. Le corps du nageur est soumis à deux forces principales : la poussée d'Archimède (Fa) et la gravité

12 Institut de recherche du bien-être, de la médecine et du sport santé

terrestre (G). La poussée d'Archimède soumet le corps d'une poussée verticale orientée vers le haut, égale au poids du volume d'eau déplacé par le corps. Cette poussée s'applique au centre géométrique du corps : le centre de volume. Le nageur flotte si son poids est inférieur au poids du volume d'eau qu'il déplace. La force de gravité est la force d'attraction terrestre, c'est une force de pesanteur (F_p). Contrairement à la poussée d'Archimède, la pesanteur est une force verticale orientée vers le bas. Elle s'applique au centre de gravité du nageur. Le centre de gravité du nageur se trouve au niveau du bassin et le centre de volume se situe au niveau de la poitrine. Cette différence engendre un déséquilibre causé par les jambes lourdes qui nous tirent vers le bas et la poitrine qui tente de flotter grâce aux poumons. Intervient la notion de couple de redressement qui se met en place, pour rappel : deux forces agissent à contrario sur le corps (F_a et F_p), le couple de redressement amène les centres de gravité et de volume sur un même axe. En nageant, les bras et la position de la tête vont influencer positivement ce couple de redressement. En dynamique dans le bassin avec les mouvements constants du corps, ces centres se déplacent en permanence. La figure 13 illustre le phénomène [111].

Figure 13: Schéma représentant la notion de couple de redressement influencée par la poussée d'Archimède et le centre de gravité [111].

5.3.3.3 Résistance à l'avancement

Trois types de résistances sont rencontrées en natation et présentées dans la figure 14 :

- ◆ Résistances de formes : liées au corps du nageur avec sa morphologie et sa position dans l'eau ainsi qu'aux mouvements verticaux et latéraux qu'il réalise en nageant et la vitesse de déplacement dans le milieu aquatique. Il s'agit de résistances frontales.
- ◆ Résistances de vagues : liées à la vitesse de déplacement, aux mouvements de nage verticaux et latéraux plus ou moins amples et à la position du corps à la surface de l'eau.
- ◆ Résistances de frottement : liées à la viscosité des molécules d'eau au contact du corps [111].

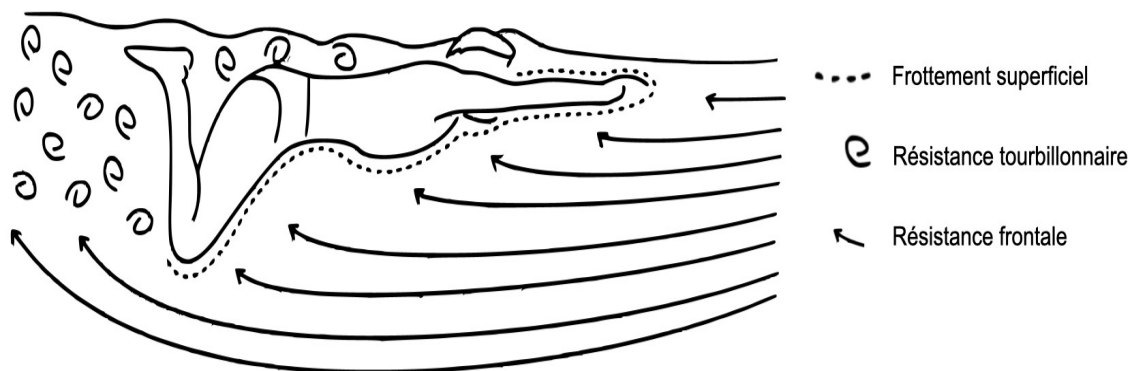


Figure 14: Schéma des trois formes de résistances provoquées par l'eau [111].

La notion de mécanique des fluides permet de mieux comprendre ces différentes formes de résistance. Un premier type d'écoulement dit laminaire est un écoulement régulier sans turbulences, les fluides se déplaçant selon des lignes de courant s'écoulant parallèlement entre elles. Les vitesses d'écoulement peuvent varier. Les couches de fluide glissent les unes sur les autres sans se mélanger. Les écoulements laminaires engendrent une faible résistance. Le second est dit turbulent : Si les lignes de courant se heurtent contre un corps, elles subissent une modification de vitesse et de direction, les molécules d'eau partent dans toutes les directions et viennent modifier toutes les autres lignes de courant proches et tout ceci vient modifier les écoulements qui deviennent turbulents représentés à la figure 15. Il est nécessaire de limiter ces résistances à l'avancement par le biais de techniques de nage et de matériel.

Figure 15: Schéma représentant les écoulements turbulents [111].

Pour améliorer l'avancement il est nécessaire de maintenir une bonne posture dans l'eau avec une position fixe la plus horizontale possible, et ceci tout au long de l'entraînement. Il faut éviter les mouvements horizontaux et verticaux du corps, comme le lacet ou le tangage qui peuvent induire des turbulences et augmenter la résistance à l'avancement. Cependant, et ceci dans une certaine mesure, le roulis qui est une oscillation latérale est au contraire bénéfique à l'avancement comme illustré à la figure 16 [111].

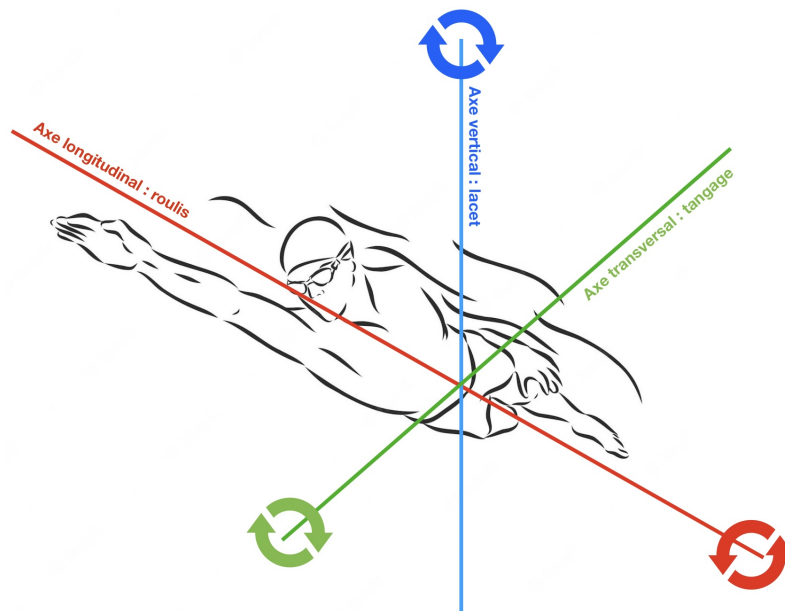


Figure 16: Les trois déséquilibres principaux retrouvés en natation, selon les trois axes de l'espace. Production personnelle d'après [111].

5.3.4. Techniques actuelles réglementées par la FINA

5.3.4.1 Le crawl

Réglementation FINA : le crawl est la technique majoritairement utilisée dans l'épreuve de nage dite « libre ». Une position hydrodynamique est recherchée avec un corps à l'horizontal, la tête dans l'alignement de la colonne vertébrale, les yeux fixent le fond du bassin. En dynamique, le corps doit être rigide sans être raide.

Coordination des bras : le retour du bras s'effectue parallèlement à la propulsion du bras controlatéral. Dégagement de l'eau du bras, le coude vers le haut (illustré dans la figure 17), la main est relâchée cela facilite le roulis des épaules, un appui est recherché en profondeur à l'aide du bras opposé. La coordination des bras se trouve lorsque le premier bras termine son action de propulsion, l'autre entre dans l'eau à son tour.

Coordination des jambes : se retrouve dans la réalisation de six battements de jambes pour un cycle de nage. Le battement doit être petit, rapide avec les jambes et les pointes de pieds allongées. L'accélération des jambes facilite l'effort musculaire des bras, et l'effort musculaire des bras facilite l'accélération des jambes.

Respiration : concernant les temps de respiration : l'expiration active se réalise à la sortie du bras, l'inspiration passive se fait sur le retour des bras de la sortie de l'eau. La tête reste fixée, elle effectue une rotation latérale tout en restant dans l'axe cervical, l'œil du côté opposé reste dans l'eau, la bouche tordue vient chercher l'air dans le creux de la vague.

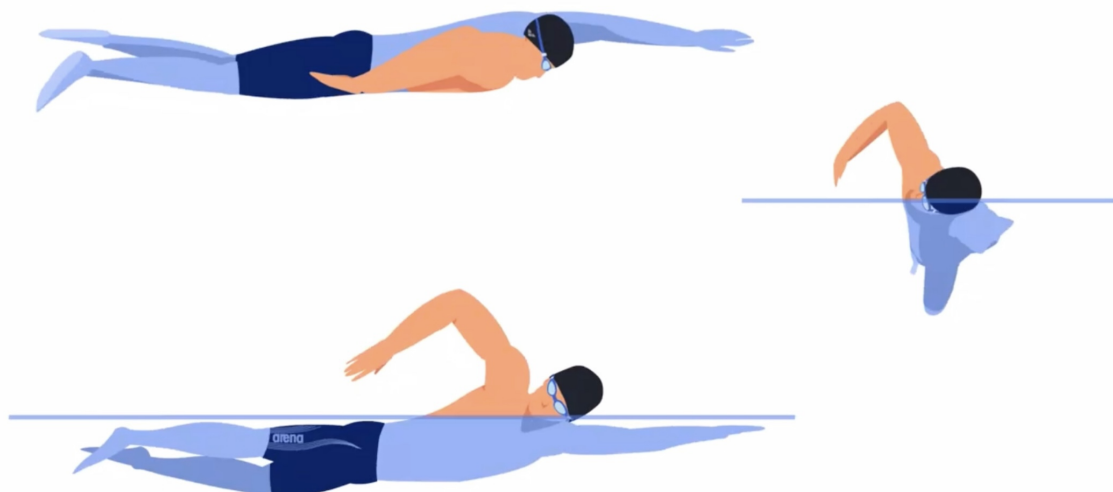


Figure 17: Illustration de l'enchaînement du crawl par le studio de production Macaia© en collaboration avec Arena®.

La répétition des cycles des bras en crawl est possible et expliquée par le paradoxe de Codman et la notion de cycles ergonomiques. Selon Ernest Amory Codman, le fait de pouvoir réaliser, en partant d'une position de référence d'un bras placé verticalement le long du corps, pouce vers l'avant, paume contre cuisse, une abduction de 180° vers l'avant dans un plan sagittal et d'obtenir la même position de référence mais cette fois-ci avec pouce vers l'arrière et paume regardant vers le dehors, représente un paradoxe car à l'époque, il ne parvient pas en expliquer la raison [17]. La vérité réside dans la production d'une rotation interne du membre supérieur de 180° , voir figure 18. Cette rotation est permise par l'existence du troisième degré de liberté de l'articulation de l'épaule permettant une rotation sur l'axe longitudinal du bras. En natation, les cycles ergonomiques qui représentent une répétition de mouvements successifs permettent d'enchaîner le cycle des bras sans être « bloqué » physiquement.

Figure 18: Illustration du paradoxe de Codman [17].

Le cycle des bras en crawl met donc en jeu une multitude d'actions au sein du membre supérieur ainsi qu'une participation musculaire importante liée à plusieurs articulations [17].

5.3.4.2 Le dos

La réglementation FINA de cette nage implique l'obligation d'être sur le dos. Une position hydrodynamique est recherchée avec un corps à l'horizontal, la tête ainsi que les oreilles à moitié dans l'eau. Elle se situe dans l'axe du corps dans l'alignement de la colonne vertébrale, les yeux fixent le plafond. Poitrine et nombril à l'interface air/eau. En dynamique, le corps est bien étiré, grandi, la tête reste fixe.

La figure 19 ci-dessous améliore la compréhension du cycle de nage :

Coordination des bras : elle est simple et s'effectue sur deux respirations par cycle de nage ainsi qu'un relâchement de la main sur le deuxième temps du retour de bras pour que le bras opposé puisse effectuer sa propulsion sans contraintes.

Coordination des jambes : comme en crawl, il faut effectuer six battements de jambes par cycle de nage. Jambes et pointes de pieds allongées. Le battement qui part de la hanche et qui se termine par un « fouetté » des chevilles, est très important parce qu'il permet le maintien de la position du corps. Sans battements le bassin et les jambes plongent vers le bas dû à la force de gravité.

Respiration : Une double respiration par cycle de bras est requise. L'expiration se fait lorsque les bras réalisent la propulsion, la phase de poussée des épaules aux cuisses. L'inspiration s'effectue sur le premier temps du retour de chaque bras. Le retour d'un bras se fait lorsque le bras opposé enclenche sa phase de propulsion [111].

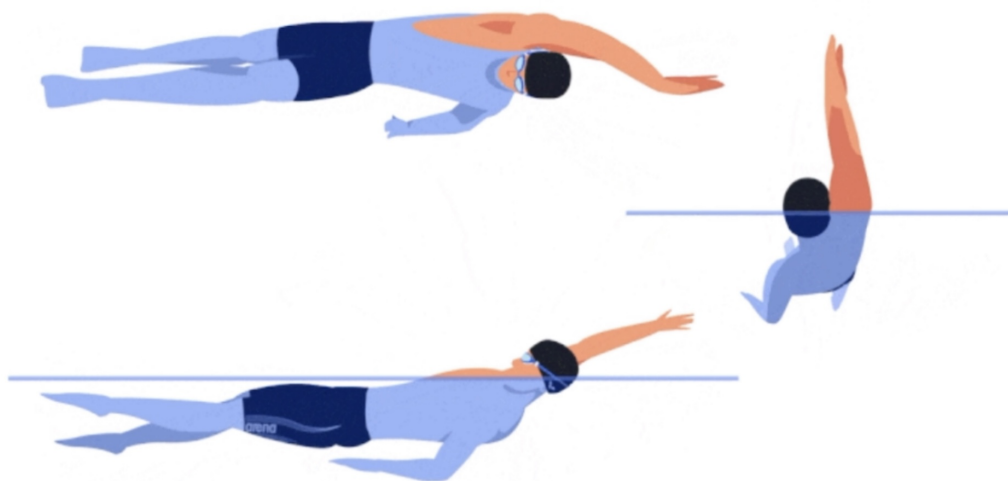


Figure 19: Illustration de l'enchaînement du dos crawlé en trois vues par le studio de production Macaia© en collaboration avec Arena®.

5.3.4.3 La brasse

La réglementation FINA de la brasse décrit une position ventrale dès la première traction de bras, les mouvements des bras et des jambes sont simultanés toujours dans le plan horizontal. Lors du virage, le mur doit être touché par les deux mains en même temps. Un déséquilibre volontaire est recherché avec une oscillation de type tangage permettant de diminuer les résistances en plongeant sous la surface de l'eau.

Coordination des bras : se décrit premièrement par une extension se transformant en flexion en début de prise d'appui. Les épaules doivent se retrouver au dessous du niveau des mains et des coudes. L'appui sur l'eau est permis par un balayage semi-circulaire des bras vers le bas et l'extérieur.

Coordination des jambes : La figure 20 illustre majoritairement les ciseaux de brasse constitués d'un retour sous-marin, d'une phase propulsive (composée d'une prise d'appui, d'un fouetté et d'un soulèvement) et enfin d'une glisse (resserrement des ciseaux, remplacement du corps).

Respiration : l'inspiration se fait lorsque la tête est au plus haut pendant la phase d'appui (au début du retour des bras), l'expiration forcée se place juste avant quand la tête et les épaules commencent à se redresser sur la fin du retour des jambes [111].

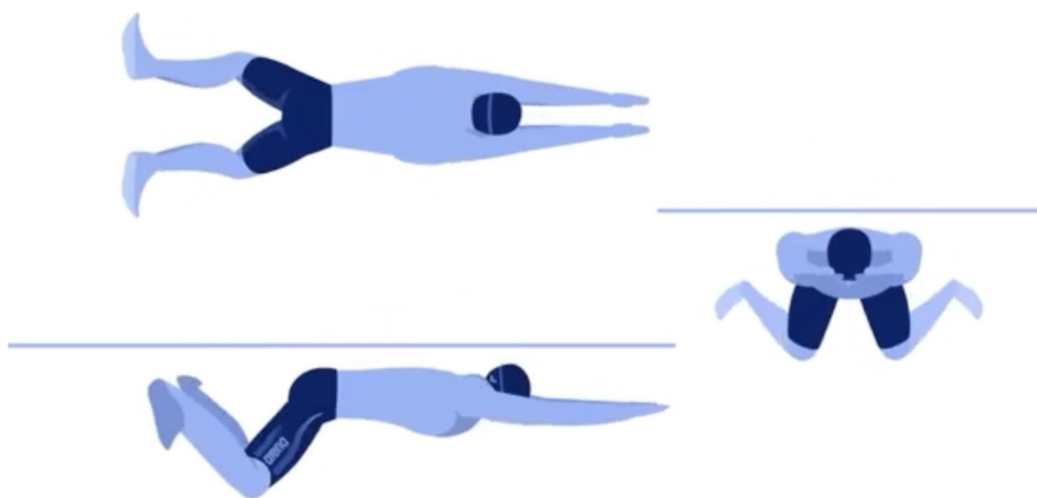


Figure 20: Illustration de l'enchaînement de la brasse en trois vues par le studio de production Macaia© en collaboration avec Arena®.

Selon le Docteur Cascua, la brasse aurait un effet préventif sur la coiffe des rotateurs. Le mouvement des bras moins ample serait moins traumatique que le crawl. Les membres inférieurs seraient davantage sollicités en brasse, ceci améliorerait la mobilité articulaire des hanches. L'inconvénient ici c'est la rotation externe des genoux menant à une modification de l'axe des patellas, induisant le syndrome rotulien. La brasse serait plus énergétiquement que le crawl et la nage plaisir n'induirait pas de douleurs de genoux [109].

Weissland T et Leprêtre J-M. affirment que la brasse est la nage la plus pratiquée chez les novices qui ne mettent pas la tête dans l'eau, or la réglementation technique de la brasse indique un redressement de la tête permis par la remontée des mains vers la surface de l'eau pour pouvoir inspirer. Contrairement au crawl et au dos, ce sont surtout les membres inférieurs qui vont générer la propulsion. La grande difficulté de la brasse réside dans la coordination et la symétrie des mouvements des bras et des jambes. Ainsi il est observé une extension du rachis cervical, une hyperlordose lombaire et des rotations de genoux pouvant être à l'origine de contre-indications chez des personnes ayant des lombalgies ou ayant eu des antécédents de lombalgies ou encore des interventions ligamentaires au niveau des genoux [110].

De ce fait, la brasse ne sera pas retenue comme moyen préventif ou thérapeutique dans la lutte contre les TMS du chirurgien-dentiste.

5.3.4.4 Le papillon

Règlement FINA : dernière née des 4 nages, une position ventrale est obligatoire, les épaules se tenant parallèlement à la surface de l'eau. Les membres supérieurs et inférieurs doivent se mouvoir en simultané. La coulée après chaque départ ou chaque virage ne doit pas excéder quinze mètres et les deux mains doivent toucher le mur en même temps.

Phase de propulsion : Extension des bras pour tirer le corps vers l'avant, le menton doit être orienté contre la poitrine. Les mains se tournent vers l'extérieur, pouce regardant vers le bas. Vient la phase d'appui des mains dans l'eau créant une aspiration pour que le corps soit happé vers l'avant. Puis il est observé une rotation du poignet ainsi qu'un redressement de la tête, des bras et avants-bras. La figure 21 permet la compréhension du cycle.

Fouetté du dauphin : vers le bas, en fin de phase d'appui de poussée propulsif, permettant à la tête de sortir de l'eau pour pouvoir inspirer.

Respiration : La respiration peut se réaliser latéralement ou frontalement. Cette dernière s'effectue une fois tous les 2 cycles de nage. L'inspiration se fait en fin de phase de poussée, en début de phase de relâchement et l'expiration forcée se tient sur l'appui propulsif [111].

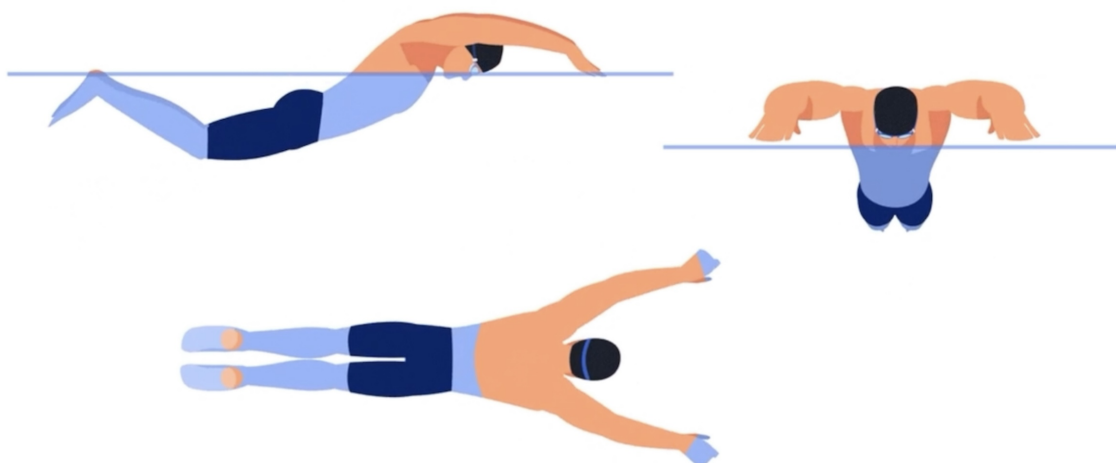


Figure 21: Illustration de l'enchaînement du papillon en trois vues par le studio de production Macaia© en collaboration avec Arena®.

Nage complexe réservée aux nageurs de haut niveau, nécessitant une grande coordination entre respiration, ondulation et synchronisation des membres [110]. Le papillon ne sera donc également pas retenue comme nage pouvant conduire à des bienfaits dans l'amélioration physique des praticiens concernés par les TMS. De plus, ce travail de thèse a pour but de concerner une large population de chirurgiens-dentistes or la technicité du papillon et ses exigences physiques rendent cette fenêtre très étroite.

En résumé :

Au-delà des effets préventifs, seuls le crawl et le dos peuvent espérer apporter quelques effets thérapeutiques quant aux TMS du chirurgien-dentiste.

6. La natation, moyen thérapeutique

Les études se contredisent dès lors qu'il s'agit d'évoquer la natation comme réel moyen thérapeutique pour lutter contre les TMS. Il est possible dans un premier temps de mettre en évidence la participation musculaire du crawl et du dos et ainsi émettre quelques postulats.

6.1. Participation musculaire en crawl

L'étude de l'activité électromyographique du nageur au fil des années a permis de mettre en évidence les différents muscles actifs lors d'un mouvement de crawl. Pour rappel, les muscles du bras et de l'épaule sont rigides et permettent la fixation de l'ensemble du corps [112].

Phase de propulsion : le bras est l'élément propulseur et a pour fonction la prise d'appui dans l'eau permettant la traction vers l'arrière, sollicitant :

- ◆ les adducteurs (car vers l'arrière) : grand pectoral, grand dorsal, grand rond.
- ◆ puis successivement les fléchisseurs (biceps brachial)
- ◆ et les extenseurs (triceps brachial, anconé).

Une participation musculaire est nécessaire pour le bras fixe assimilé à une pôle et le tronc mobile avec une traction du corps vers l'avant :

- ◆ Petits et grands palmaires
- ◆ Fléchisseurs des doigts, FUDC¹³
- ◆ Brachioradial, Biceps brachial, brachial antérieur
- ◆ Coiffe des rotateurs (sus épineux, sous épineux, petit rond)
- ◆ Abducteurs : Deltoïde (faisceau postérieur), trapèze faisceau inférieur,
- ◆ Petits et grands pectoraux, grand rond, rhomboïdes, subscapulaire [112].

Trois études s'accordent à confirmer l'importance de trois muscles majoritairement actifs en phase de propulsion : grand pectoral, groupe triceps, et grand dorsal. La figure 22 renseigne l'activité musculaire des principaux muscles étudiés dans l'article de Puce [113–115].

13 Fléchisseur ulnaire du carpe

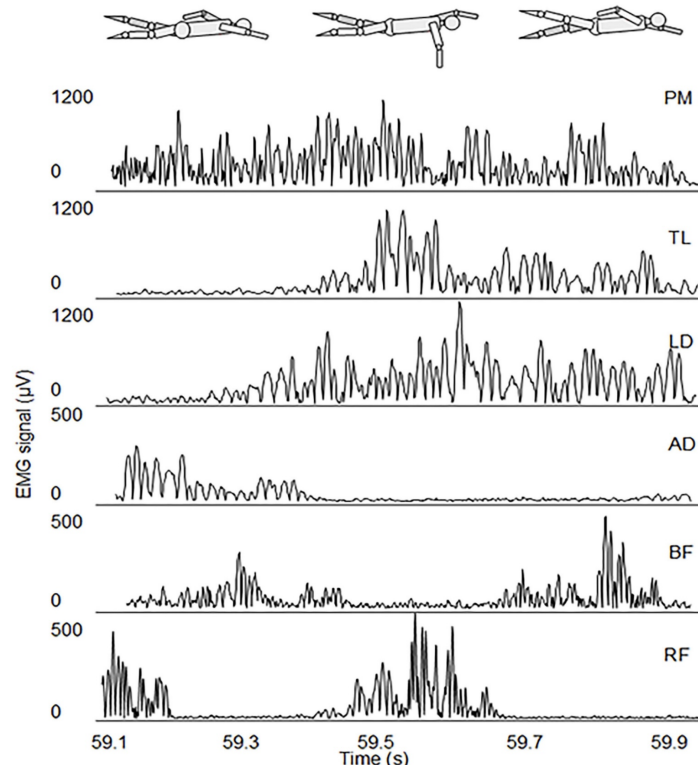


Figure 22: Activation électromyographique de six muscles représentatifs en phase sous-marine du crawl. PM, grand pectoral ; TL, triceps latéral ; LD, grand dorsal ; AD, deltoïde antérieur ; BF, biceps fémoral et RF, droit fémoral [113].

Phase de retour : le bras sort de l'eau, est amené vers l'avant et en profondeur par une déflexion du coude et une pronation de l'avant-bras. Ceci sollicitant :

- ◆ les abducteurs (car vers l'avant) : deltoïde et trapèze,
- ◆ puis successivement fléchisseurs : biceps brachial
- ◆ et extenseurs : triceps brachial et anconé
- ◆ Antépulseurs : insertions fixes au thorax par le dentelé antérieur et le grand pectoral

Une mobilisation de la scapula est nécessaire (élévation, abduction, bascule axillaire) :

- ◆ dentelé antérieur,
- ◆ faisceau supérieur trapèze,
- ◆ élévateur de la scapula,
- ◆ deltoïde,
- ◆ coiffe des rotateurs (sus épineux, sous épineux, petit rond)

Le poignet est maintenu par :

- ◆ Extenseurs des doigts

La paume de main tourne vers la surface de l'eau grâce aux : [112].

- ◆ Carré pronateur et rond pronateur.

Battement des jambes : muscles biceps fémoral, droit fémoral et abdominaux pour le gainage et la fixation du corps [113].

Phase de récupération et respiration : Les données électromyographiques d'une étude californienne montrent que les muscles **deltoïde, infra et supra-épineux et le dentelé antérieur** sont majoritairement actifs en **phase de récupération** [114]. Une étude réalisée à l'université du Gloucestershire montre l'importance des muscles du haut du corps dans la qualité et la puissance de la respiration en crawl. Le muscle dentelé antérieur ayant un rôle important dans la stabilité de l'épaule si celle-ci est blessée, il pourrait y avoir des répercussions sur la fatigue musculaire et donc sur la respiration [115].

Un parallèle peut-être fait entre les résultats d'une étude coréenne et l'avantage d'une expiration active en crawl : les muscles sollicités pour permettre la **respiration active** sont les **muscles intercostaux externes et internes, le grand droit de l'abdomen, les érecteurs du rachis, les dentelés postéro-inférieurs et les transverse de l'abdomen et du thorax** [16]. L'étude montre l'amélioration de la masse musculaire du diaphragme et des abdominaux profonds chez des patients lombalgiques lors de la réalisation d'exercices de stabilisation lombaire avec un appareil augmentant la résistance respiratoire [116]. L'expiration active dans l'eau en crawl permet d'avoir un effet de résistance similaire grâce à la densité de l'eau. En découle une hypothèse de l'amélioration des muscles stabilisateurs par le biais du crawl et donc une amélioration posturale.

L'activité musculaire du crawl est imagée à la figure 23 ci dessous :

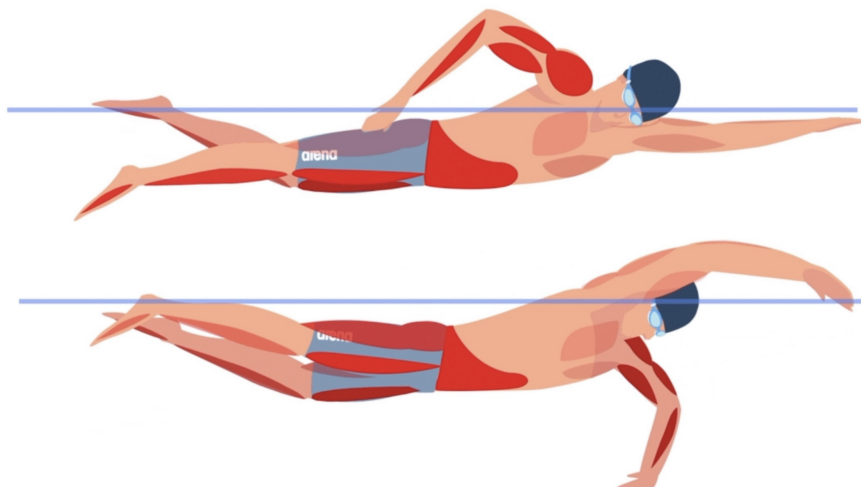


Figure 23: Illustration de l'activation musculaire en crawl, par le studio de production Macaia©, en collaboration avec Arena®.

6.2. Participation musculaire en dos crawlé

Contrairement au crawl, les EMG du dos sont rares, il a été difficile de mettre en évidence les muscles actifs lors de cette nage [117].

Phase de propulsion : Des chercheurs brésiliens ont analysé la phase de propulsion en dos et mettent en lumière les muscles qui interviennent dans cette phase. L'étude mentionne :

- ◆ Les muscles biceps brachial et triceps brachial
- ◆ Le droit fémoral, gastrocnémien médial et tibial antérieur.

Contrairement au crawl où les nageurs débutants ne maîtrisent pas forcément le virage du crawl, il est facilement accessible aux novices de réaliser une propulsion avec les jambes face au mur au départ ou entre chaque longueur et ceci rend pertinent l'intérêt des muscles mis en lumière dans cette étude [118], groupements musculaires imagés à la figure 24.

Pink M et al, souhaitent clarifier le rôle de la ceinture scapulaire dans le dos crawlé et ont réalisé des analyses électromyographiques et cinématographiques de 12 muscles de l'épaule. Les résultats amènent à différentes conclusions intéressantes comme l'intérêt :

- ◆ Des muscles grand dorsal, subscapulaire et petit rond dans la phase de propulsion, ce sont des muscles « tirants ».
- ◆ Les muscles grand pectoral et infra-épineux sont actifs dans toutes les phases de la nage.
- ◆ Les phases d'entrée et de sortie de la main dans l'eau intéressent les muscles deltoïde, sus-épineux, scapulaires, ce sont donc des muscles de positionnement.
- ◆ Le petit rond et le subscapulaire montrent une activité musculaire continue pour permettre le contrôle de la rotation de humérale, ce sont ces deux muscles qui se fatiguent en premier [119].

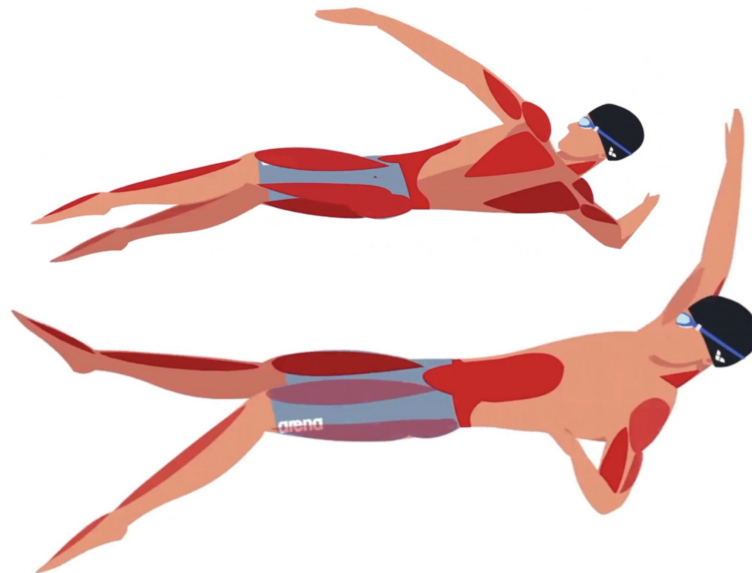


Figure 24: Illustration de l'activation musculaire en dos crawlé, par le studio de production Macaia©, en collaboration avec Arena®.

Pour le reste, il est facile de supposer la sollicitation de muscles similaires retrouvés en crawl, la seule différence étant l'intensité de l'activation musculaire qui peut être plus ou moins importante selon si le corps est en position horizontale par la face ventrale ou par la face dorsale.

6.3. Comparaison de l'activité musculaire en natation à celle du chirurgien-dentiste

Dans un second temps, il est possible de confronter l'activation musculaire de ces deux nages avec celle du chirurgien-dentiste dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5: Confrontation des sollicitations musculaires entre le chirurgien dentiste, le crawl et le dos crawlé. Production personnelle d'après [34,37-42,44,46,50,51-53,55,59,61,62,64,112-119]

Localisation (fonctions confondues) :	Sollicitation musculaire chez le chirurgien-dentiste	Sollicitation musculaire en crawl*	Sollicitation musculaire en dos crawlé*
Tête et cou	SCM, scalènes et sous-occipitaux		
Ceinture scapulaire, épaules et bras	Coiffe des rotateurs :Supra-épineux, Infra-épineux		
		Coiffe : Subscapulaire et Petit rond	
	Élévateur de la scapula		
	Triceps brachial et anconé		
	Deltoïde		
	Trapèze		
		Grand pectoral	
	Petit pectoral		
		Grand rond	
Dos / Tronc	Érecteurs du rachis (longissimus, iliocostal, multifidus, épineux		
	Grand dorsal		
	Rhomboïdes		
		Expiration active : intercostaux, abdominaux, érecteurs du rachis, dentelé postéro-inférieur	
	Dentelé antérieur		
Avant-bras et poignets		Petit et grand palmaires	
		Biceps brachial	
		Fléchisseur des doigts	
		Extenseur des doigts	
		FUDC	
		Brachial antérieur	
	Brachioradial		
	Carré pronateur		
	Rond pronateur		
		Brachial antérieur	
Hanches et membres inférieurs			Gastrocnémien médial Tibial antérieur
		Biceps fémoral et droit fémoral	

* : L'énumération des muscles est faite par rapport aux études mentionnées dans cette thèse, la liste est donc non-exhaustive.

La majorité des muscles endommagés par les postures du praticien pourront être sollicités de façon dynamique en natation. Néanmoins le manque d'études sur cette recherche précise amène à l'élaboration de postulats :

- ◆ Exemple du muscle trapèze: le trapèze est très sollicité en nage mais l'étirement du muscle est différent en dos crawlé : le trapèze est étiré vers l'avant chez le chirurgien-dentiste et vers l'arrière en dos : les faisceaux ne sont pas étirés dans la même direction, la supposition est que cela atténue le déséquilibre.
- ◆ Le caractère symétrique de la nage permet également de travailler l'ensemble du corps sans déséquilibre et permet le renforcement et l'endurance musculaire [108].
- ◆ La sollicitation musculaire en natation (en excluant le cadre professionnel et compétitif) sera toujours bénéfique
- ◆ La sur-sollicitation musculaire ne désigne pas un renforcement musculaire mais bel et bien une lésion tissulaire et une fatigue du muscle qui devient plus faible, l'activer en nageant sera favorable
- ◆ Même si les nages activent des fibres déjà sur-sollicitées dans la pratique dentaire, elles le font d'une façon dynamique.
- ◆ Le dos étire le corps dans son ensemble et ceci vers l'arrière alors que le praticien se fléchit et se courbe vers l'avant.

Une étude récente affirme de façon significative que la natation thérapeutique réduit les douleurs de dos, que le dos crawlé serait la nage la plus confortable pour des patients lombalgiques en rééducation et que la natation quel que soit la nage améliorerait la capacité respiratoire [120].

Le crawl serait moins coûteux énergétiquement parlant et permettrait une propulsion plus efficace que le dos. Cela signifie que le dos nécessite une sollicitation de l'appareil locomoteur plus importante mais cela n'est pas un inconvénient puisque c'est ce qui est recherché ici, afin de renforcer les muscles. L'efficacité de propulsion importe peu étant donné qu'il n'est pas question de compétition et de vitesse [121].

6.4. Accessoires et performance

Les accessoires utilisés en phase d'entraînement vont surtout rendre possible l'isolation de certaines parties du corps afin de concentrer le travail dynamique sur d'autres. Ainsi les outils existants interviennent dans le développement de la performance de nage.

Les plaquettes : augmentent les surfaces d'appuis et permettent d'ajouter de la résistance à l'avancement. Plus les plaquettes sont grandes plus cela joue sur le renforcement musculaire. Les moyennes vont servir pour un aspect technique. Les plus petites servent pour relâcher les doigts de la main et améliorer les sensations [111].

Le pull-buoy : petit flotteur qui se place entre les cuisses va permettre de modifier la position des centres de volume et de gravité permettant leur rapprochement et ainsi donc améliorer l'équilibre et la flottabilité.

Il est conseillé de toujours utilisé un élastique supplémentaire pour fixer les jambes. L'élastique ne s'utilise pas seul, toujours en combinaison avec le pull-buoy et ou les plaquettes [111].

Les palmes : peuvent être utiles pour prévenir des troubles du genou notamment en brasse, pour les autres nages, les nageurs ayant une souplesse correcte des chevilles n'en tirent pas profit [31].

Le tuba : lève toute contrainte respiratoire quand la nage n'est pas encore acquise et permet de se concentrer sur l'apprentissage des mouvements de nage. D'un point de vue professionnel, le tuba peut permettre des corrections de posture lors de la respiration (tête excentrée, ou trop en arrière) et ainsi améliorer la performance de nage [122,123].

6.5. Inconvénients

Les effets bénéfiques de la natation peuvent rapidement s'estomper et des effets préjudiciables apparaissent, expliqué soit par un manque de technique ou de posture, soit par une fréquence de nage trop importante. Les nageurs professionnels sont confrontés à de nombreuses blessures, comme le syndrome de la coiffe des rotateurs [109,124].

6.5.1. Fragilité de l'épaule

Les facteurs de risque de blessure de l'épaule peuvent être détaillés comme ci-dessous: [124]

Facteurs intrinsèques :

- ◆ L'âge
- ◆ Les troubles morphologique articulaire
- ◆ Le myotype et déséquilibres musculaires
- ◆ L'hyperlaxité constitutionnelle
- ◆ Les facteurs métaboliques

Facteurs extrinsèques :

- ◆ Le caractère répétitif du geste du nageur
- ◆ Le type de nage
- ◆ La respiration unilatérale
- ◆ Les erreurs dans la préparation physique
- ◆ L'excès d'entraînement
- ◆ Le matériel utilisé

6.5.1.1 En crawl

L'hyper rotation médiale de l'épaule permettant l'entrée dans l'eau ou agissant en fin de poussée ou un défaut de vascularisation provoquant une lésion d'origine ischémique peuvent être les raisons pour lesquelles le tendon du muscle supra épineux de l'épaule est fréquemment atteint [124].

6.5.1.2 En dos

Il faut veiller à ne pas négliger la respiration qui passe sur un plan secondaire puisqu'hors de l'eau. La respiration reste importante pour un résultat technique et hydrodynamique optimale [125].

Le dos crawlé peut aboutir à une laxité multidirectionnelle occasionnant une distension de la capsule articulaire antérieure de l'épaule [124,126].

Sur le long terme la nage sur le dos aboutit à une accentuation de la cyphose dorsale ainsi qu'une activation trop importante des épaules en rotation [56,124,127].

6.5.2. Durée et fréquence d'entraînement

Une étude a été menée pour mettre en relation lombalgies et pratique sportive. Il a été démontré que les adolescents pratiquant plus de 8h de sport semaine (natation, football, basketball) sont sujets à davantage de lombalgies par rapport aux adolescents n'en pratiquant que 3-4 heures semaines [128].

Berger et Owen analysent l'effet de l'entraînement de natation en compétition sur la réduction du stress, et les conclusions attestent que l'entraînement intensif, la fatigue ainsi que l'augmentation du nombre de séances diminuent les bienfaits psychologiques permis par la natation [129].

Une expérience a été réalisée auprès d'étudiants qui avaient pour habitude de nager environ 4000m lors d'une séance: il leur a été demandé pendant une dizaine de jours de nager environ 9000m. Un questionnaire a été établi avant pendant et après pour évaluer les divers effets de ce sur-entraînement. Le sentiment de bien-être a diminué de façon significative ($p < 0,05$) avec un changement de 0,8 sur une échelle de 7 points [130].

En résumé, l'objectif n'étant pas de performer en compétition ici, il est indispensable de trouver un équilibre dans la fréquence et la durée d'entraînement pour conserver les bienfaits de cette activité physique que ce soit sur le plan musculaire ou le plan psychologique (bien-être et changement d'humeur).

La natation peut donc être un moyen complémentaire et primaire dans la rééducation car de nombreux avantages sont malgré tout reconnus. La natation peut-être préconisée en phase initiale de rééducation car cela permet une reprise d'activité physique douce sans charges et sans contraintes mécaniques. Cependant ceci sera insuffisant et il faudra progressivement introduire des exercices spécifiques, des sports en charge(s) qui permettront le renforcement musculaire profond [109].

6.6. Exercices spécifiques

De nombreuses études s'orientent sur l'intérêt d'exercices spécifiques et localisés en guise de thérapeutique. Contrairement aux idées reçues, la natation qui est une activité physique entretenant le corps dans son ensemble et ceci sans charges ne serait ni la solution idéale ni la thérapeutique recommandée pour soigner les TMS du dos, des cervicales ou encore des épaules.

Selon Dufour X. et al, il n'y a pas de « bon ou mauvais sport », le tout étant d'éviter les pratiques qui exercent des contraintes sur le rachis avec chocs, torsions, et flexions maximales [56]. Néanmoins Novak C. et Mackinnon S. relèvent l'inefficacité d'exercices physiques non spécifiques. Le renforcement général serait donc inopérant dans l'espoir de remanier les déséquilibres musculaires et accentuerait même ces derniers [51]. En effet, d'un point de vue biomécanique, la rééducation se doit de se centrer sur les muscles ayant des fonctions de stabilisation [131].

Afin de limiter la récurrence des épisodes douloureux chez des sujets atteints, ils préconisent avant tout le renforcement musculaire spécifique en y associant

une prise en charge médicale avant d'entreprendre la reprise d'activités physiques diverses [56,131].

- ◆ Mise en place d'**étirements** pour des douleurs centrées sur la ceinture scapulaire et le cou : Higgs et Mackinnon préconisent d'entreprendre des étirements spécifiques des muscles proximaux du cou et des épaules pour en améliorer l'amplitude et ainsi empêcher d'entretenir la faiblesse du **muscle dentelé antérieur et des faisceaux moyens et inférieurs du trapèze** [54].
- ◆ Mise en place d'**exercices spécifiques**
 1. pour des douleurs lombaires chroniques : Il s'agira d'orienter les séances sur la colonne vertébrale thoracique et les muscles marqueurs du contrôle et de la stabilité dynamique du tronc tels que les muscles **multifidus et abdominaux** profonds [131–133] : Une étude s'est penchée sur la récupération du muscle multifidus avec et sans exercices spécifiques et les résultats confirment l'idée qu'il est nécessaire d'établir des séances spécifiques et localisées pour retrouver un diamètre et un volume musculaire efficace pour éradiquer les douleurs lombaires persistantes [134].
 2. pour des douleurs cervicales : l'association de thérapie manuelle (traitement conservateur de modulation des tissus mous) et d'exercices de stabilisation (mouvements dynamiques des bras, du menton et de la ceinture scapulaire) ont montré des résultats significatifs quant à l'amélioration de la fonction et de la posture de la tête en avant et des épaules arrondies ainsi qu'une diminution des douleurs [135].
- ◆ Association d'exercices localisés et d'étirements : Des exercices de renforcement spinaux associés à des étirements permettent de diminuer de 30 % la prévalence des lombalgies [104].

L'idée générale entretient donc la nécessité d'exercices spécifiques, néanmoins l'exemple concret d'exercices pratiques est insuffisant dans ces études. En découle l'intérêt de solliciter des thérapeutes spécialisés pouvant remédier à la problématique en apportant des exercices spécifiques localisés.

7. Activités aquatiques

Le manque de temps libre, la peur et la phase d'apprentissage peuvent freiner le premier pas vers la natation. C'est pourquoi, le développement des activités aquatiques comme l'aquabike, l'aquajump, l'aquagym, l'aquastep... sans respiration active sous l'eau peut être intéressant. En revanche, une limite se pose quand à l'efficacité de l'activation musculaire qui se restreint aux membres inférieurs.

Deux études récentes de 2022 mettent l'accent sur l'intérêt d'exercices spécifiques localisés chez des patients atteints de troubles musculo-articulaires.

L'une d'elle est parvenue à mettre en lumière l'efficacité d'exercices en milieu aquatique sur le renforcement musculaire de personnes atteintes de lombalgies chroniques. L'utilisation d'une planche associée à des exercices dynamiques des membres permet d'augmenter l'activation musculaire des abdominaux. La réalisation de mouvements (extension/flexion et abduction/adduction) des hanches renforce davantage les muscles fessiers [136].

La seconde a expérimenté la pratique de l'aquastretching et de l'aquapilates en élaborant un programme sur six semaines chez des patients atteints de spondylarthrite ankylosante. Bien que l'on s'écarte des TMS en reprenant ici des recherches sur une maladie articulaire inflammatoire chronique, l'expérimentation peut y être étendue : les résultats montrent une diminution des douleurs et une amélioration de la capacité de performance et de la mobilité de la colonne vertébrale [137].

Ainsi l'association du milieu aquatique et du renforcement musculaire est possible et se développe.

8. Conclusion

Bien que la natation soit ancrée dans les mœurs comme moyen fiable pour apaiser les douleurs notamment articulaires, cette thèse montre malgré les nombreuses recommandations établies par le gouvernement, le ministère de la santé et des sports et la fédération française de natation que la pratique reste insuffisante quand l'objectif est thérapeutique et qu'il doit parvenir à réduire les TMS avérés chez le chirurgien dentiste. Bien que la sollicitation musculaire se confond avec les muscles traumatisés par les postures du chirurgien dentiste, l'accumulation des longueurs de bassin ne vont pas suffisamment augmenter le volume musculaire qui permettrait d'améliorer la protection du système musculo-articulaire.

En effet de nombreuses études tendent à démontrer que la récupération et la rééducation de l'appareil locomoteur seront plus efficaces à long terme par l'emploi d'exercices spécifiques localisés et d'étirements. En revanche le constat est clair : il manque cruellement d'exemples concrets et de marche à suivre concernant la profession.

Néanmoins, la natation conserve ses avantages et ses nombreux bienfaits. La pratique diminue de nombreux facteurs de risques tels que le stress et l'IMC. Elle permet donc de façon préventive de retarder ou d'éviter l'apparition de symptômes. Le développement d'activités récentes tels que l'aquapilates ou l'aquastretching étendent les possibilités d'un renforcement musculaire en milieu aquatique.

La suite logique de ce travail serait de réaliser des recommandations voire un programme d'exercices de renforcement musculaire et d'étirements liés spécifiquement aux zones endommagées par la pratique dentaire et ceci pouvant être effectués sur terre ou en milieu aquatique.

9. Bibliographie

1. Hamberg-van Reenen HH, van der Beek AJ, Blatter BM, van der Grinten MP, van Mechelen W, Bongers PM. Does musculoskeletal discomfort at work predict future musculoskeletal pain? *Ergonomics*. 2008;51(5):637-48.
2. Park HS, Kim J, Roh HL, Namkoong S. Analysis of the risk factors of musculoskeletal disease among dentists induced by work posture. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(12):3651-4.
3. Hayes M, Cockrell D, Smith D. A systematic review of musculoskeletal disorders among dental professionals. *Int J Dent Hyg*. 2009;7(3):159-65.
4. Moodley R, Naidoo S, van Wyk J. The prevalence of occupational health-related problems in dentistry: A review of the literature. *J Occup Health*. 2018;60(2):111-25.
5. Ayers KMS, Thomson WM, Newton JT, Morgaine KC, Rich AM. Self-reported occupational health of general dental practitioners. *Occup Med*. 2009;59(3):142-8.
6. Puriene A, Aleksejuniene J, Petrauskiene J, Balciuniene I, Janulyte V. Self-reported occupational health issues among lithuanian dentists. *Ind Health*. 2008;46(4):369-74.
7. Kumar S. Theories of musculoskeletal injury causation. *Ergonomics*. 2001;44(1):17-47.
8. Kumar S. A conceptual model of overexertion, safety, and risk of injury in occupational settings. *Hum Factors J Hum Factors Ergon Soc*. 1994;36(2):197-209.
9. Valachi B, Valachi K. Mechanisms leading to musculoskeletal disorders in dentistry. *J Am Dent Assoc*. 2003;134(10):1344-50.
10. Valachi B, Valachi K. Preventing musculoskeletal disorders in clinical dentistry. *J Am Dent Assoc*. 2003;134(12):1604-12.
11. Organisation Mondiale de la Santé. Préambule à la Constitution. Conférence Internationale sur la santé, New York, 19–22 juin 1946 ; signé le 22 juillet 1946 par les représentants de 61 États. Actes officiels de l'Organisation mondiale de la santé, 2, 100. 1946.
12. Malencon A. L'équipement du cabinet dentaire. Editions CdP. 1985.
13. Blanc D. La notion de pénibilité chez le chirurgien dentiste ? *Dental tribune*. Editions Française. 2014;

14. Lehto T, Helenius H, Alaranta H. Musculoskeletal symptoms of dentists assessed by a multidisciplinary approach. *Commun Dent Oral Epidemiol.* 1991;19:38-44.
15. Troubles musculosquelettiques (TMS). Ce qu'il faut retenir - Risques [Internet]. INRS. [cité 6 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/risques/tms-troubles-musculosquelettiques/ce-qu-il-faut-retenir.html>
16. Behnke R. Anatomie cinétique. éditions désiris. 2009.
17. Kapandji AI. Qu'est-ce que la biomécanique ? Sauramps Medical. 2011. 592 p.
18. Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur, tome 1 Membre inférieur. Elsevier Masson. 2015. 543 p.
19. Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur, tome 2 Membre supérieur. elsevier. 2016. 517 p.
20. Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur, tome 3 Tête et tronc. Elsevier. Elsevier Masson; 2017. 405 p.
21. Rouch P, Skalli W. Biomécanique du disque lombaire normal et pathologique. *Bull Académie Natl Médecine.* 2015;199(8-9):1335-43.
22. Valerius KP, Frank A, Kolster BC, Hamilton C, Lafont EA, Kreutzer R. Les muscles, anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur. De boeck. 2013. 420 p.
23. Aruin AlexanderS, Latash MarkL. Directional specificity of postural muscles in feed-forward postural reactions during fast voluntary arm movements. *Exp Brain Res.* 1995;103(2).
24. Netter F. Atlas d'anatomie humaine. deuxième. Masson; 1997.
25. Barette G, Barillec F, Estampe F, Ghossoub P. Organisation musculaire du rachis cervical. *Kinésithér Sci.* 2013;(540):11-6.
26. Machleder HI. The anterior scalene muscle in thoracic outlet compression syndrome: Histochemical and morphometric studies. *Arch Surg.* 1986;121(10):1141.
27. Bouté P. Les lésions de la coiffe des rotateurs de l'épaule. *Rev Med Brux.* 2007;
28. Hodges PW, Richardson CA. Transversus abdominis and the superficial abdominal muscles are controlled independently in a postural task. *Neurosci Lett.* 1999;
29. Kiefer A, Shirazi-Adl A, Parnianpour M. Synergy of the human spine in neutral postures. *Eur Spine J.* 1998;7(6):471-9.

30. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther.* 1997;77(2):132-42.
31. Lhopitalier P. Natation, préparation athlétique pour tous. Amphora; 2017.
32. Haslegrave CM. What do we mean by a 'working posture'? *Ergonomics.* 1994;37(4):781-99.
33. Blanc D. Restez bien assis! Dental tribune. Editions Française. 2014;
34. Callaghan JP, McGill SM. Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting. *Ergonomics.* 2001;44(3):280-94.
35. Pejicic N, Djuric-Jovicic M, Miljkovic N, Popovic D, Petrovic V. Posture in dentists: Sitting vs. standing positions during dentistry work - an EMG study. *Srp Arh Celok Lek.* 2016;144(3-4):181-7.
36. Ratzon NZ, Yaros T, Mizlik A, Kanner T. Musculoskeletal symptoms among dentists in relation to work posture. *Work.* 2000;15(3):153-8.
37. Waongenngarm P, Rajaratnam BS, Janwantanakul P. Perceived body discomfort and trunk muscle activity in three prolonged sitting postures. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(7):2183-7.
38. Marklin RW, Cherney K. Working Postures of Dentists and Dental Hygienists. *J Calif Dent Assoc.* 2005;33(2):133-6.
39. Pope-Ford R. A quantitative assessment of low back pain in dentistry. *Procedia Manuf.* 2015;3:4761-8.
40. Katano K, Nakajima K, Saito M, Kawano Y, Takeda T, Fukuda K. Effects of line of vision on posture, muscle activity and sitting balance during tooth preparation. *Int Dent J.* 2021;71(5):399-406.
41. Hayes MJ, Smith DR, Taylor JA. Musculoskeletal disorders and symptom severity among Australian dental hygienists. *BMC Res Notes.* 2013;6:250.
42. Åkesson I, Hansson GÅ, Balogh I, Moritz U, Skerfving S. Quantifying work load in neck, shoulders and wrists in female dentists. *Int Arch Occup Environ Health.* 1997;69(6):461-74.
43. Kilbom A, Persson J, Jonsson BG. Disorders of the cervicobrachial region among female workers in the electronics industry. *Int J Ind Ergon.* 1986;
44. Mackinnon SE, Louis S, Novak CB. Clinical Commentary: Pathogenesis of cumulative trauma disorder. *J Hand Surg.* 1994;873-83.
45. Kamil NSM, Dawal SZM. Effect of postural angle on back muscle activities in aging female workers performing computer tasks. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(6):1967-70.

46. Haddad O, Sanjari MA, Amirfazli A, Narimani R, Parnianpour M. Trapezius muscle activity in using ordinary and ergonomically designed dentistry chairs. *Int J Occup Environ Med*. 2012;3(2):76-83.
47. Finsen L, Christensen H. A biomechanical study of occupational loads in the shoulder and elbow in dentistry. *Clin Biomech*. 1998;13(4-5):272-9.
48. Finsen L, Christensen H, Bakke M. Musculoskeletal disorders among dentists and variation in dental work. *Appl Ergon*. 1998;29(2):119-25.
49. Kilbom Å, Persson J. Work technique and its consequences for musculoskeletal disorders. *Ergonomics*. 1987;30(2):273-9.
50. Palmerud G, Forsman M, Sporrang H, Herberts P, Kadefors R. Intramuscular pressure of the infra- and supraspinatus muscles in relation to hand load and arm posture. *Eur J Appl Physiol*. 2000;83(2-3):223-30.
51. Novak CB, Mackinnon SE. Repetitive use and static postures: A source of nerve compression and pain. *J Hand Ther*. 1997;10(2):151-9.
52. Novak CB, Mackinnon SE. Thoracic outlet syndrome. *Orthop Clin North Am*. 1996;27(4):747-62.
53. Armstrong TJ, Chaffin DB. Some biomechanical aspects of the carpal tunnel. *J Biomech*. 1979;12(7):567-70.
54. Higgs PE. Repetitive motion injuries. *Annu Rev Med*. 1995;
55. Bertolaccini G da S, Nakajima RK, Filho IFP de C, Paschoarelli LC, Medola FO. The influence of seat height, trunk inclination and hip posture on the activity of the superior trapezius and longissimus. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(5):1602-6.
56. Dufour X, Ghossoub P, Cériani A, Barette G. Ecole du dos: prévention des lombalgies. *Kinésithér Sci*. 2012;(529):33-41.
57. Nachemson A, Morris J. In vivo measurements of intradiscal pressure. *J Bone Joint Surg*. 1964;1077-92.
58. Wilke HJ, Neef P, Caimi M, Hoogland T. New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine*. 1999;24(8):755-62.
59. Hodges PW, Richardson CA. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80(9):1005-12.
60. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. *Spine*. 1996;21(22):2640-50.
61. Watanabe M, Kaneoka K, Wada Y, Matsui Y, Miyakawa S. Trunk muscle activity with different sitting postures and pelvic inclination. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2014;27(4):531-6.

62. Jonsson B. The static load component in muscle work. *Eur J Appl Physiol.* 1988;57(3):305-10.
63. Jonsson B. Measurement and evaluation of local muscular strain in the shoulder during constrained work. *J Hum Ergol.* 1982;(11):73-88.
64. Järvholm U, Palmerud G, Karlsson D, Herberts P, Kadefors R. Intramuscular pressure and electromyography in four shoulder muscles: intramuscular pressure and electromyography. *J Orthop Res.* 1991;9(4):609-19.
65. Blanc D, Farre P, Hamel O. Variability of musculoskeletal strain on dentists: an electromyographic and goniometric study. *Int J Occup Saf Ergon.* 2014;20(2):295-307.
66. Kadefors R. Recruitment of low threshold motor-units in the trapezius muscle in different static arm positions. *Ergonomics.* 1999;42(2):359-75.
67. Kaux JF, Crielaard JM. Tendon et tendinopathie. *J Traumatol Sport.* 2014;31(4):235-40.
68. Prévention des risques pour la santé au travail [Internet]. Disponible sur: <https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques-pour-la-sante-au-travail/article/troubles-musculo-squelettiques>
69. Aptel M, Aublet-Cuvelier A. Prévenir les troubles musculosquelettiques du membre supérieur: un enjeu social et économique. *Santé Publique.* 2005;Vol. 17(3):455-69.
70. Frymoyer JW, Rosen JC, Clements J, Pope MH. Psychologic factors in low-back-pain disability. *Clin Orthop.* 1985;195(NA;):178-84.
71. Rafeemanesh E, Jafari Z, Kashani F, Rahimpour F. A study on job postures and musculoskeletal illnesses in dentists. *Int J Occup Med Environ Health.* 2013;26(4):615-20.
72. Leggat P, Smith D. Musculoskeletal disorders self-reported by dentists in Queensland, Australia. *Aust Dent J.* 2006;51(4):324-7.
73. Rafie F, Zamani Jam A, Shahravan A, Raoof M, Eskandarizadeh A. Prevalence of upper extremity musculoskeletal disorders in dentists: symptoms and risk factors. *J Environ Public Health.* 2015;2015:517346.
74. Harutunian K, Gargallo-Albiol J, Figueiredo R, Gay-Escoda C. Ergonomics and musculoskeletal pain among postgraduate students and faculty members of the School of Dentistry of the University of Barcelona (Spain). A cross-sectional study. *Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal.* 2011;425-9.
75. Marshall ED, Duncombe LM, Robinson RQ, Kilbreath SL. Musculoskeletal symptoms in New South Wales dentists. *Aust Dent J.* 1997;42(4):240-6.

76. Palmer K, Smedley J. Work relatedness of chronic neck pain with physical findings: a systematic review. *Scand J Work Environ Health*. juin 2007;33(3):165-91.
77. Bae WS, Lee HO, Shin JW, Lee KC. The effect of middle and lower trapezius strength exercises and levator scapulae and upper trapezius stretching exercises in upper crossed syndrome. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(5):1636-9.
78. Chu ECP. Preventing the progression of text neck in a young man: A case report. *Radiol Case Rep*. 2022;17(3):978-82.
79. Sun A, Yeo HG, Kim TU, Hyun JK, Kim JY. Radiologic assessment of forward head posture and its relation to myofascial pain syndrome. *Ann Rehabil Med*. 2014;38(6):821-6.
80. Sanders RJ, Ratzin Jackson CG, Banchero N, Pearce WH. Scalene muscle abnormalities in traumatic thoracic outlet syndrome. *Am J Surg*. 1990;159(2):231-6.
81. Sadowski M, Della Santa D. Les syndromes douloureux du poignet. *Rev Médicale Suisse*. 2006;2919-23.
82. Omurtag M, Novak CB. Evaluation of multiple level nerve compression. 1996;4(3).
83. Loslever P, Ranaivosoa A. Biomechanical and epidemiological investigation of carpal tunnel syndrome at workplaces with high risk factors. *Ergonomics*. 1993;36(5):537-55.
84. Gorter RC, Storm MK, Te Brake JHM, Kersten HW, Eijkman MAJ. Outcome of career expectancies and early professional burnout among newly qualified dentists. *Int Dent J*. 2007;57(4):279-85.
85. Ayers KMS, Thomson WM, Newton JT, Rich AM. Job stressors of New Zealand dentists and their coping strategies. *Occup Med*. 2008;58(4):275-81.
86. Jones T, Kumar S. Physical ergonomics in low-back pain prevention. *J Occup Rehabil*. 2001;11.
87. Crawford RJ, Volken T, Ni Mhuiris Á, Bow CC, Elliott JM, Hoggarth MA, Samartzis D. Geography of lumbar paravertebral muscle fatty infiltration: The influence of demographics, low back pain, and disability. *Spine*. 2019;44(18):1294-302.
88. Dubousset J. Le vieillissement de l'appareil locomoteur: avec une attention spéciale au vieillissement du rachis. Brésil: Académie nationale de médecine de Rio de Janeiro; 2009. Report No.: 5.
89. Seyedhoseinpoor T, Taghipour M, Dadgoo M, Sanjari MA, Takamjani IE, Kazemnejad A, Khoshamooz Y, Hides J. Alteration of lumbar muscle

morphology and composition in relation to low back pain: a systematic review and meta-analysis. *Spine J.* 2022;22(4):660-76.

90. Crawford RJ, Fortin M, Weber KA, Smith A, Elliott JM. Are MRI technologies crucial to our understanding of spinal conditions ? *J Orthop Sports Phys Ther.* 2019;49(5):320-9.
91. Dehghani Z. Comparison of pathologic findings of lumbosacral MRI between low back pain patients and the controls. *J Res Med Dent Sci.* 2018;6(5).
92. Sasaki T, Yoshimura N, Hashizume H, Yamada H, Oka H, Matsudaira K, Iwahashi H, Shinto K, Ishimoto Y, Nagata K, Teraguchi M, Kagotani R, Muraki S, Akune T, Tanaka S, Kawaguchi H, Nakamura K, Minamide A, Nakagawa Y, Yoshida M. MRI-defined paraspinal muscle morphology in Japanese population: The Wakayama Spine Study. *PLoS ONE.* 2017;12(11).
93. Sions JM, ELLIOTT JM, POHLIG RT, HICKS GE. Trunk muscle characteristics of the multifidi, erector spinae, psoas, and quadratus lumborum in older adults with and without chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2017;47(3):173-9.
94. Hebert JJ, Kjaer P, Fritz JM, Walker BF. The relationship of lumbar multifidus muscle morphology to previous, current, and future low back pain: A 9-Year Population-based prospective cohort study. *Spine.* 2014;39(17):1417-25.
95. Sions JM, Coyle PC, Velasco TO, Elliott JM, Hicks GE. Multifidi muscle characteristics and physical function among older adults with and without chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017;98(1):51-7.
96. Fernandez de Grado G, Denni J, Musset AM, Offner D. Back pain prevalence, intensity and associated factors in French dentists: a national study among 1004 professionals. *Eur Spine J.* 2019;28(11):2510-6.
97. Alexandre PCB, Da Silva ICM, De Souza LMG, De Magalhães Câmara V, Palácios M, Meyer A. Musculoskeletal disorders among brazilian dentists. *Arch Environ Occup Health.* 2011;66(4):231-5.
98. Hug F. Le mouvement humain: De l'unité motrice à la force musculaire. *médecine/sciences.* 2018;34:6-8.
99. Bourzgui F, Sebbar M, Fassi Fehri S, El Hamid A. Dysfonctionnement cranio-mandibulaire et malocclusions. *Int Orthod.* 2009;7(2):170-80.
100. Ministère des affaires sociales et de la santé, Ministère du travail, de l'emploi e du dialogue social. Présentation du compte personnel de prévention de la pénibilité. 2014.
101. Blanc D. Ces dents qui nous font tourner la tête ! *Dental tribune.* Editions Française. 2014;

102. Malencon A. Travaillons assis. Inf Dent. 1953;
103. Henry T. Les positions de travail des étudiants en chirurgie dentaire : une enquête en travaux pratiques sur simulateur à Lille. 2020.
104. Chenot JF, Greitemann B, Kladny B, Petzke F, Pfingsten M, Gabriele Schorr S. Non-specific low back pain. Dtsch Arztebl Int. 2017;114(51-52):883-90.
105. Poirel E. Bienfaits psychologiques de l'activité physique pour la santé mentale optimale. Santé Ment Au Qué. 2017;42(1):147-64.
106. Lamotte V. Il était une fois, une brève histoire de la natation. Sportivore. 2020;(10).
107. Université de Rennes. Histoire de la natation [Internet]. Disponible sur: <https://apprendre-a-nager.univ-rennes.fr/histoire-de-la-natation-0>
108. Bacqueart P. Ressources documentaires sport santé [Internet]. IRBMS. 2022. Disponible sur: <https://www.irbms.com/ressources-documentaires-sport-sante/>
109. Cascua S, Chorrin JJ. Libre de nager la brasse. Docdusport.com [Internet]. 2019;Natation Santé. Disponible sur: https://e.issuu.com/embed.html?d=magazineentier_ddsnatationpap&hideIssuuLogo=true&hideShareButton=true&u=docdusport
110. Weissland T, Leprêtre PM. Contrats de séances de natation (Partie 1). Kinésithér Sci. 2012;(530):59-62.
111. Pedroletti M. Natation, de l'apprentissage aux jeux olympiques. Amphora; 2009.
112. Catteau A, Hellard P, Boullé B, Sidney M, Seyfried D. L'entraînement, analyse de l'activité. Atlantica; 154 p. (Natation point des connaissances).
113. Puce L, Pallecchi I, Marinelli L, Mori L, Bove M, Diotti D, Ruggeri P, Faelli E, Cotellessa F, Trompetto C. Surface electromyography spectral parameters for the study of muscle fatigue in swimming. Front Sports Act Living. 2021;3:644765.
114. Nuber GW, Jobe FW, Perry J, Moynes DR, Antonelli D. Fine wire electromyography analysis of muscles of the shoulder during swimming. Am J Sports Med. 1986;14(1):7-11.
115. Lomax M, Tasker L, Bostanci O. An electromyographic evaluation of dual role breathing and upper body muscles in response to front crawl swimming: Breathing muscle EMG responses to swimming. Scand J Med Sci Sports. 2015;25(5):472-8.
116. Oh YJ, Park SH, Lee MM. Comparison of effects of abdominal draw-in lumbar stabilization exercises with and without respiratory resistance on

Women with low back pain: A randomized controlled trial. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res.* 2020;26.

117. Clarys JP, Cabri J. Electromyography and the study of sports movements: A review. *J Sports Sci.* 1993;11(5):379-448.
118. Jesus KD, Jesus KD, Medeiros AIA, Gonçalves P, Figueire P. Neuromuscular activity of upper and lower limbs during two backstroke swimming start variants. *J Sports Sci Med.* 2015;
119. Pink M, Jobe FW, Perry J, Kerrigan J, Browne A, Scovazzo ML. The normal shoulder during the backstroke: an EMG and cinematographic analysis of 12 muscles. *Clinical Journal of sport medicine.* Raven Press. 1992;6-12.
120. Vizitiu E, Constantinescu M. Dorsalgia rehabilitation in static disorders of the spine by therapeutic swimming in young adults. *Balneo PRM Res J.* 2021;12(Vol.12, 1):82-6.
121. Gonjo T, McCabe C, Sousa A, Ribeiro J, Fernandes RJ, Vilas-Boas JP, Sanders R. Differences in kinematics and energy cost between front crawl and backstroke below the anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol.* 2018;118(6):1107-18.
122. Misimi F, Kajtna T, Kapus J. The Effect of Using Goggles and Snorkel for Aquatic Skills Acquisition in Youth Learn-to-Swim Programs. *Percept Mot Skills.* 2022;129(5):1525-45.
123. Barbosa T, Silva AJ, Reis AM, Costa M, Garrido N, Policarpo F, Reis VM. Kinematical changes in swimming front Crawl and Breaststroke with the AquaTrainer® snorkel. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109(6):1155-62.
124. Tixier A, Barette G, Loubière M, Dufour X. Evaluation de l'épaule du nageur. *Kinésithér Sci.* 2012;(535):5-15.
125. Benchehida A. Apprentissage de la natation, formation de base et exercices d'initiation aux quatre nages. 2015.
126. Viel E, Esnault M. Récupération du sportif blessé, de la rééducation en chaîne fermée au stretching en chaînes musculaires. 2003;
127. Tixier A, Loubière M, Dufour X, Barette G. Evaluation et rééducation de l'épaule du nageur (Partie 2). *Kinésithér Sci.* 2012;(538):13-23.
128. Rosset EB, Mélot C, Szpalski M, Keller TS, Balagué F. Activités sportives et développement de la force isoinertielle du tronc chez les adolescents : étude prospective sur deux ans. *Rev Med Suisse.* 2013;9.
129. Berger BG, Owen DR. Preliminary analysis of a causal relationship between swimming and stress reduction: intense exercise may negate the effects. *International Journal Psychologic.* 1992;

130. Morgan WP, Costill DL, Flynn MG, Raglin JS, O'Connor PJ. Mood disturbance following increased training in swimmers. *Med Sci Sports Exerc.* 1988;20(4):408.
131. Hides JA, Jull GA, Richardson CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine.* 2001;26(11):243-8.
132. O'Sullivan PB, Phyt GDM, Twomey LT, Allison GT. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine.* 1997;22(24):2959-67.
133. Yang SR, Kim K, Park SJ, Kim K. The effect of thoracic spine mobilization and stabilization exercise on the muscular strength and flexibility of the trunk of chronic low back pain patients. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(12):3851-4.
134. Hides JA, Richardson CA, Gwendolen A, Jull Mp. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine.* 1996;21(23):2763-9.
135. Fathollahnejad K, Letafatkar A, Hadadnezhad M. The effect of manual therapy and stabilizing exercises on forward head and rounded shoulder postures: a six-week intervention with a one-month follow-up study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019;20:86.
136. Psycharakis SG, Coleman SGS, Linton L, Valentin S. The water study: Which aquatic exercises increase muscle activity and limit pain for people with low back pain? *Physiotherapy.* 2022;116:108-18.
137. Gandomi F, Soufivand P, Ezati M, Salimi M, Assar S, Pournazari M, Abbasi H. The effect of Aqua Stretching exercises and Pilates on pain, function and spine posture in patients with ankylosing spondylitis: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022;14:183.

10. Table des figures

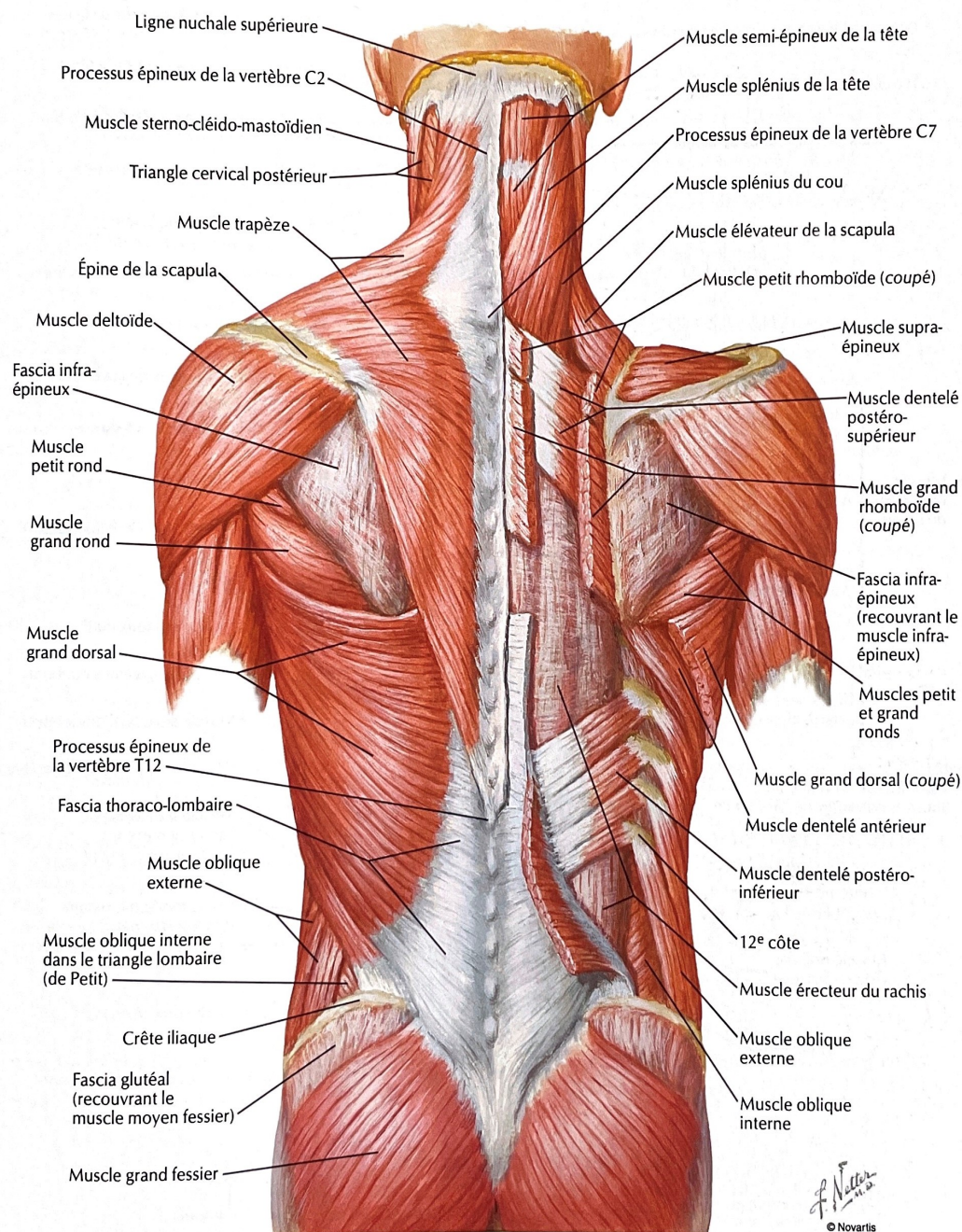
Figure 1: Schémas d'un disque intervertébral en vue supérieure à gauche et des vertèbres lombaires de L1 à L5 en vue latérale gauche à droite d'après [24].....	11
Figure 2: Schéma représentant le système myofascial d'après [22]. Plus les muscles sont courts, locaux et mono-articulaires plus ils servent à la stabilité segmentaire. À l'inverse, plus ils sont poly-articulaires et globaux plus ils permettent le mouvement. L'association de ces différentes fibres musculaires permet l'équilibre.....	13
Figure 3: Schéma représentant les muscles du cou sur une vue latérale, d'après [24].....	14
Figure 4: Schéma représentant le complexe de l'épaule sur une vue postérieure. La coiffe des rotateurs étant représentée par les muscles supra et infra-épineux et petit rond et le subscapulaire qui, de part son insertion sur la face antérieure de la scapula est absent de cette vue postérieure. Production personnelle à l'aide des applications C.Anatomy© et Procreate©.....	16
Figure 5: Schéma représentant le plexus brachial. Production personnelle d'après [24].....	18
Figure 6: Pression exercée sur le disque L5-S1 en fonction des postures [56].	23
Figure 7: Organigramme représentant les conséquences possibles des postures statiques prolongées [9].....	24
Figure 8: Existence de trois caractéristiques musculaires majeures ayant des répercussions sur les structures nerveuses dans la région cervico-scapulaire qui participent aux symptômes du déséquilibre musculaire d'après [52].....	26
Figure 9: Mise en avant des muscles sur-sollicités en orange et des muscles sous-sollicités en vert chez le chirurgien dentiste. Les muscles trapèze, oblique externe et grand dorsal ont été coupés afin de pouvoir observer les muscles des couches sous-jacentes plus profondes. Production personnelle à l'aide des applications C.Anatomy© et Procreate©.....	28
Figure 10: Proportions des localisations des symptômes douloureux rapportés par des praticiens interrogés dans 4 études sur la prévalence des TMS chez les chirurgiens-dentistes. Production personnelle d'après [71-74].....	31
Figure 11: Résumé des TMS fréquemment rencontrés chez le chirurgien-dentiste. Production personnelle d'après [9,26,51,52,56,67,80,82,83].....	36
Figure 12: Théorie de l'interaction multivariée de la précipitation des blessures musculo-squelettiques d'après [7].....	43
Figure 13: Schéma représentant la notion de couple de redressement influencée par la poussée d'Archimède et le centre de gravité [111].....	49
Figure 14: Schéma des trois formes de résistances provoquées par l'eau [111].	50
Figure 15: Schéma représentant les écoulements turbulents [111].....	51
Figure 16: Les trois déséquilibres principaux retrouvés en natation, selon les trois axes de l'espace. Production personnelle d'après [111].....	51
Figure 17: Illustration de l'enchaînement du crawl par le studio de production Macaia© en collaboration avec Arena®.....	52
Figure 18: Illustration du paradoxe de Codman [17].....	53
Figure 19: Illustration de l'enchaînement du dos crawlé en trois vues par le studio de production Macaia© en collaboration avec Arena®.....	54

Figure 20: Illustration de l'enchaînement de la brasse en trois vues par le studio de production Macaia© en collaboration avec Arena®.....	55
Figure 21: Illustration de l'enchaînement du papillon en trois vues par le studio de production Macaia© en collaboration avec Arena®.....	57
Figure 22: Activation électromyographique de six muscles représentatifs en phase sous-marine du crawl. PM, grand pectoral ; TL, triceps latéral ; LD, grand dorsal ; AD, deltoïde antérieur ; BF, biceps fémoral et RF, droit fémoral [113]...	59
Figure 23: Illustration de l'activation musculaire en crawl, par le studio de production Macaia©, en collaboration avec Arena®.....	60
Figure 24: Illustration de l'activation musculaire en dos crawlé, par le studio de production Macaia©, en collaboration avec Arena®.....	62

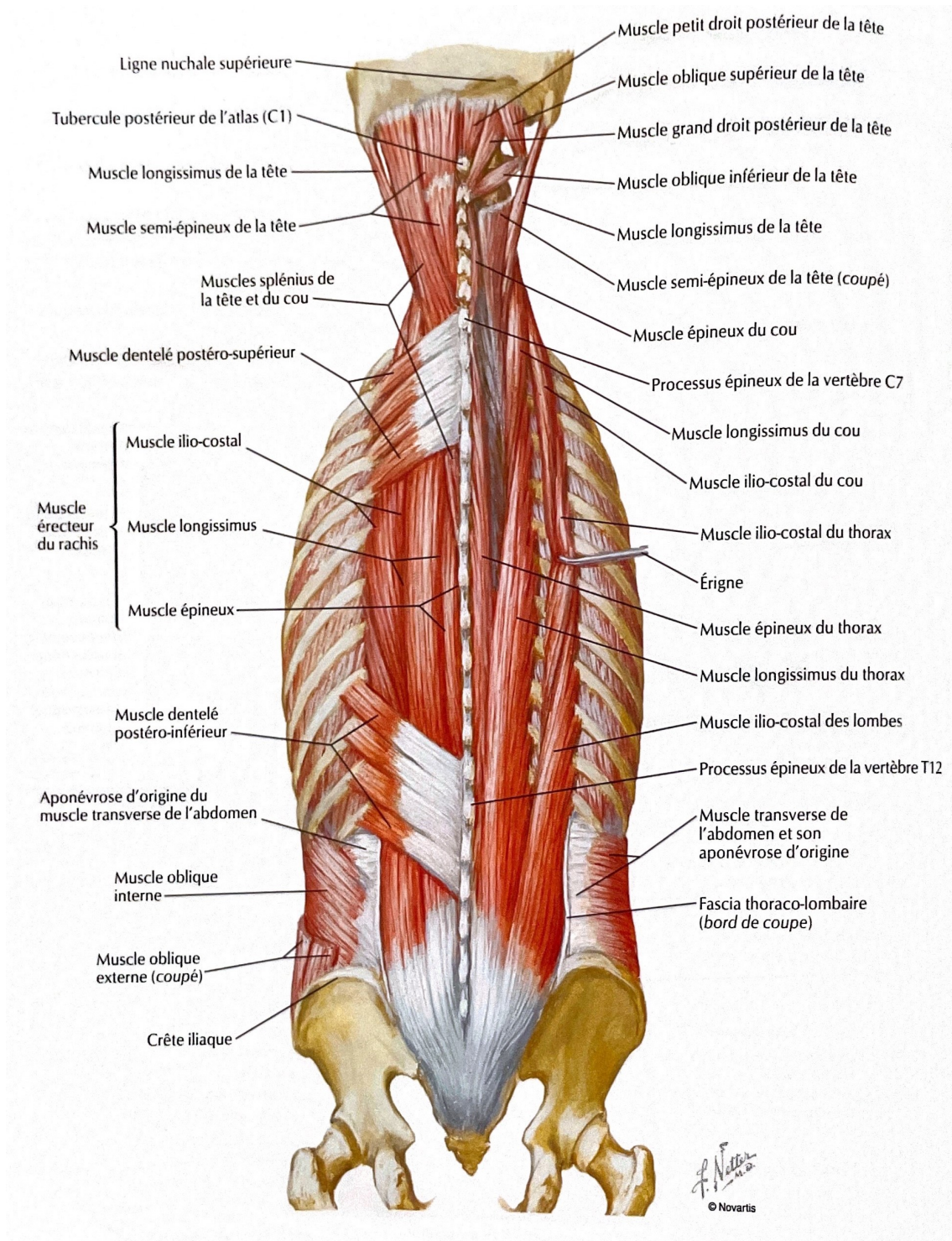
11. Table des tableaux

Tableau 1: Organisation musculaire autour de la ceinture scapulaire, muscles agonistes en vert, antagonistes en orange. Production personnelle d'après [19,22].....	15
Tableau 2: Organisation musculaire du bras et de l'avant-bras, muscles agonistes en vert, antagonistes en orange. Production personnelle d'après [19].	16
Tableau 3: Résumé du déséquilibre musculaire chez le chirurgien dentiste, fibres sur-sollicitées en orange, fibres sous-sollicitées en vert, fibres rallongées soulignées et fibres raccourcies en italique. Production personnelle d'après [34,37-42,44,46,50,51-53,55,59,61,62,64].....	27
Tableau 4: Tableau rassemblant les données concernant les raisons d'anxiété des praticiens. Production personnelle d'après [84,85].....	37
Tableau 5: Confrontation des sollicitations musculaires entre le chirurgien dentiste, le crawl et le dos crawlé. Production personnelle d'après [34,37-42,44,46,50,51-53,55,59,61,62,64,112-119].....	63

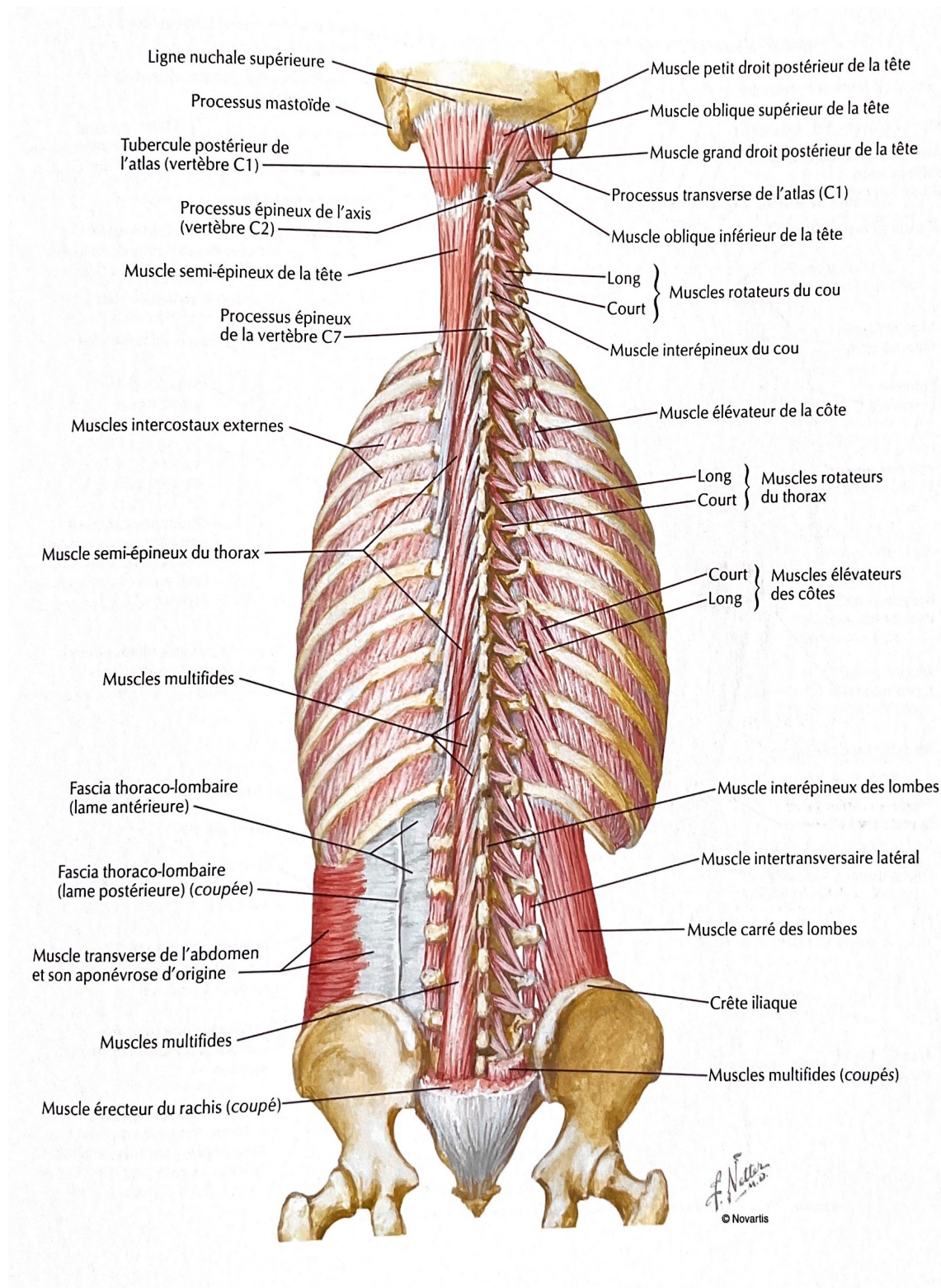
12. Annexes



Annexe (1) : Schéma représentant l'organisation musculaire superficielle du tronc postérieur d'après [24].



Annexe (2) : Schéma représentant l'organisation musculaire intermédiaire du tronc postérieur d'après [24].



Annexe (3) : Schéma représentant l'organisation musculaire profonde du tronc postérieur d'après [24].

La natation peut-elle être un moyen préventif et thérapeutique afin de lutter contre les troubles musculo-squelettiques du chirurgien-dentiste ? / **Coralie Langlois**. - p. 93 : ill. 24 ; réf. 137.

Domaines : Sciences anatomiques

Mots clés Libres : Chirurgien-dentiste ; Troubles musculo-squelettiques ; Natation ; Postures ; Douleurs ; Symptômes ; Muscles ; Activité physique ; Prévention ; Ergonomie

Résumé de la thèse en français

La profession de chirurgien-dentiste requiert de nombreuses compétences sociales, intellectuelles et manuelles. Le praticien s'y engage physiquement et psychologiquement et le revers peut-être parfois lourd de conséquences. Cette thèse aborde, à la suite d'un bref rappel anatomique de l'appareil locomoteur, les conditions de travail du chirurgien-dentiste exposant les différentes postures employées ainsi que l'effet répétitif et statique des gestes cliniques. Puis vient l'énoncé des troubles musculo-squelettiques (TMS) fréquemment rencontrés dans la profession. De nombreux articles scientifiques sur le sujet ont permis de relever les différents facteurs de risques favorisant l'apparition des TMS. Ces facteurs sont énumérés avant de développer les moyens de prévention primaire reposant sur l'ergonomie et l'activité physique.

Un choix personnel s'est porté sur les effets de la natation pour envisager la pratique comme moyen préventif et thérapeutique afin de palier aux TMS du chirurgien-dentiste. L'étude s'établit principalement sur l'analyse et la comparaison des activités musculaires du praticien et des nages en crawl et dos crawlé.

En résulte l'idée que ce sport, d'une manière préventive peut figurer parmi les activités physiques réunissant de nombreux avantages sur les plans physique et psychologique et ceci quelque soit l'âge ou le sexe. Bien qu'il soit difficile d'établir une frontière bien délimitée entre diagnostics et présence de symptômes et douleurs, des limites se posent quand les troubles sont avérés.

En effet, les recommandations retrouvées dans la littérature font état de la nécessité de recourir à des exercices spécifiques localisés complétés par la réalisation d'étirements dès lors qu'il s'agit de rééducation musculo-articulaire. De nouvelles pratiques se développent telles que l'aquapilates et l'aquastretching, proposant des thérapies ciblées en fonction des troubles et permettent au moins de conserver les bienfaits du milieu aquatique.

JURY :

Président : Monsieur le Professeur Kevimy AGOSSA

Assesseeurs : Monsieur le Docteur Antoine PONCHANT

Monsieur le Docteur Thibault BECAVIN

Monsieur le Docteur GAMBIEZ Alain