



Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation
Pays de la Loire.

54, rue de la Baugerie - 44230 SAINT- SÉBASTIEN SUR LOIRE

Intérêts de la pratique de la natation comme activité physique après
un épisode de lombalgie – Revue narrative

Mathilde JUGAN

Mémoire UE28

Semestre 10

Année scolaire : 2020-2021

REGION DES PAYS DE LA LOIRE



AVERTISSEMENT

Les mémoires des étudiants de l'Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et de la Réadaptation sont réalisés au cours de la dernière année de formation MK.

Ils réclament une lecture critique. Les opinions exprimées n'engagent que les auteurs. Ces travaux ne peuvent faire l'objet d'une publication, en tout ou partie, sans l'accord des auteurs et de l'IFM3R.

REMERCIEMENTS

Pour commencer, mes remerciements vont à ma directrice de mémoire, pour son aide et ses conseils tout au long de ce travail.

Je tiens également à remercier ma maman, mon frère, ma sœur et mon copain pour leur soutien durant la formation et particulièrement durant cette dernière année.

Merci aux personnes ayant participé à la relecture de ce mémoire.

RESUME

Introduction : La lombalgie est très courante dans la population et constitue le second motif de consultation chez le médecin généraliste. Elle a souvent un pronostic favorable et l'activité physique est considérée, par la Haute Autorité de Santé, comme le traitement principal. Ainsi, en 2017, la Sécurité sociale a lancé une campagne publicitaire « Mal de dos ? Le bon traitement, c'est le mouvement ». La natation apparaît donc parmi les activités physiques choisies pour illustrer ces affiches.

Objectif : Identifier les intérêts que présente la natation sur les fonctions physiologiques et mécaniques chez des patients ayant eu une lombalgie.

Matériel et méthodes : Une revue de littérature étudiant les effets physiologiques et mécaniques de la natation est réalisée sur PubMed, ScienceDirect et la Cochrane.

Résultats : Douze articles ont été inclus. Cinq études se sont intéressées aux effets de la natation sur le rachis lombaire et sept se sont intéressées aux potentiels effets physiologiques de la natation. Ce sport semble améliorer les capacités cardiorespiratoires, les performances physiques, les tâches visuo-motrices ainsi que le module d'élasticité du psoas et l'extension lombaire.

Discussion : Le niveau de preuve des résultats obtenus reste limité. De nouvelles études avec des niveaux de méthodologie et des mesures prédictives plus élevés chez des patients lombalgiques sont nécessaires pour avoir des résultats plus fiables. Ainsi, la pratique de la natation doit être adaptée en fonction des besoins du patient et conseillée en fonction de ceux-ci.

ABSTRACT

Introduction: Low back pain is very common in the population and is the second most common reason for consultation with the general practitioner. It often has a favourable prognosis and physical activity is considered, by the High Authority for Health, as the main treatment. For example, in 2017, the Social Security launched an advertising campaign "Back pain? The right treatment is movement". Swimming is one of the physical activities chosen to illustrate these posters.

Objective: To identify the benefits of swimming on physiological and mechanical functions in patients with low back pain.

Material and methods: A literature review of the physiological and mechanical effects of swimming was conducted on PubMed, ScienceDirect and the Cochrane.

Results: Twelve articles were included. Five studies looked at the effects of swimming on the lumbar spine and seven looked at the potential physiological effects of swimming. The sport appears to improve cardiorespiratory fitness, physical performance, visual-motor tasks, as well as improve psoas elastic modulus and lumbar extension.

Discussion: The level of evidence of the results obtained remains limited. New studies with higher levels of methodology and predictive measures in low back pain patients are needed to have more reliable results. Thus, swimming should be adapted according to the patient's needs and advice should be given accordingly

Mots-clés – Keywords

Mots-clés

- Effets physiologiques
- Effets mécaniques
- Natation
- Lombalgie

Keywords

- Low back pain
- Mechanical effects
- Physiological effects
- Swimming

Table des matières

1	<i>Introduction</i>	1
2	<i>Cadre conceptuel</i>	2
2.1	Définition de la lombalgie.....	2
2.2	Étiologie et facteurs de risques de la lombalgie	3
2.3	Épidémiologie.....	6
2.4	Anatomophysiologie du rachis et du rachis lombaire	7
2.5	Physiologie de la douleur.....	11
2.6	Syndrome de déconditionnement.....	11
2.7	Biomécanique des fluides	12
2.8	La natation sportive.....	15
3	<i>Problématique et question de recherche</i>	18
4	<i>Matériel et méthodes</i>	19
4.1	Interrogation des bases de données scientifiques.....	19
4.2	Stratégie de recherche.....	20
4.3	Critères d'éligibilité	22
4.4	Processus de sélection des articles.....	22
5	<i>Résultats</i>	23
5.1	Objectifs des études	23
5.2	Qualité méthodologique des études retenues	24
5.3	Extraction de données des articles inclus	26
6	<i>Discussion</i>	37
6.1	Interprétation des résultats	37
6.2	Réponses à la problématique.....	43
6.3	Limites de cette revue narrative	48
6.4	Perspectives pour la pratique	48
6.5	Conflits d'intérêts	49
7	<i>Conclusion</i>	50
8	<i>Bibliographie</i>	51
9	<i>Annexes</i>	57
9.1	Annexe 1 : Table des figures et des tableaux.....	57
9.2	Annexes 2 : Tableau récapitulatif des résultats des études incluses	58

1 Introduction

La lombalgie est définie par des douleurs se situant au niveau de la charnière thoraco-lombaire et le pli fessier inférieur (1). D'après la Haute Autorité de Santé (HAS), cette pathologie touchera 84% des Français au cours de leur vie (2). Parmi ces patients, 6 à 8% évolueront vers la chronicité (2). La lombalgie chronique représente la deuxième cause de consultation chez le médecin et la troisième cause de demande d'invalidité (2). D'autre part, les accidents du travail sont causés par la lombalgie chez 1 personne sur 5 et coûtent près d'un milliard d'euros par an (3). Différentes étiologies peuvent donc être responsables de ces maux.

La Fédération Française de Natation regroupe différentes activités pratiquées dans l'eau comme la nage en bassin, la nage en eaux libre, le plongeon, la natation synchronisée et les sports d'équipes. L'action de nager est une technique qui permet à l'Homme de se mouvoir dans l'eau grâce à sa propre énergie corporelle. La natation est un sport olympique depuis 1896 chez les hommes et depuis 1912 pour les femmes (4). La nage loisir est majoritaire à 75% parmi ceux qui pratiquent ce sport.

Dans l'objectif de limiter les risques de chronicité et de récurrences, la HAS recommande de pratiquer une activité physique régulière (5). La natation apparaît dans des affiches de la campagne publicitaire « Mal de dos ? Le bon traitement, c'est le mouvement » réalisée par la Sécurité Sociale (6). La lombalgie commune est donc un problème de santé publique majeur ayant un impact économique et social important.

Des questions émergent sur les raisons pour lesquelles la natation peut être recommandée à des patients en fin de rééducation de lombalgie et l'intérêt que ce sport peut présenter pour eux.

Ce travail a donc pour objectif de déterminer ce que la pratique de la natation peut apporter à des patients sortant d'une lombalgie afin de les conseiller en fonction de leurs besoins par le biais d'une revue de littérature.

2 Cadre conceptuel

2.1 Définition de la lombalgie

L'étymologie du mot « lombalgie » se compose du radical -lombes- (du latin lumbus désignant les régions postérieures de l'abdomen, situées symétriquement à droite et à gauche de la colonne vertébrale) ; et du suffixe -algie (du grec algos, signifiant la souffrance et la douleur physique). Étymologiquement, le terme lombalgie désigne une douleur physique au niveau de la région lombaire (7)(8)(9).

Selon la Haute Autorité de Santé (HAS), la lombalgie se définit comme une douleur située entre la charnière thoraco-lombaire et le pli fessier inférieur (AE). Elle peut être associée à une radiculalgie correspondant à une douleur d'un ou des deux membres inférieurs au niveau d'un ou plusieurs dermatomes (10).

La HAS distingue **trois catégories** de lombalgie. La première est la poussée aiguë de lombalgie qui désigne les douleurs aiguës avec ou sans douleur de fond préexistante. Elle nécessite une intensification temporaire des traitements ou entraîne une diminution temporaire des capacités fonctionnelles. La seconde catégorie est celle à risque de chronicité qui désigne les patients ayant des douleurs lombaires d'une durée inférieure à trois mois. Ils présentent un risque élevé d'absence de résolution de la lombalgie (présence de drapeaux jaunes). Une lombalgie est dite chronique lorsqu'elle dure plus de trois mois. Enfin, la dernière catégorie est la lombalgie récidivante qui correspond à un risque de chronicité récidivant dans les douze mois. Ces trois catégories font partie des lombalgies communes désignant une douleur lombaire ne comportant pas de signes d'alerte (drapeaux rouges) (figure 1) (10).

 DRAPEAUX ROUGES	 DRAPEAUX JAUNES
→ Douleur de type non mécanique : douleur d'aggravation progressive, présente au repos et en particulier durant la nuit. → Symptôme neurologique étendu (déficit dans le contrôle des sphincters vésicaux ou anaux, atteinte motrice au niveau des jambes, syndrome de la queue-de-cheval). → Paresthésie au niveau du pubis (ou périnée). → Traumatisme important (tel qu'une chute de hauteur). → Perte de poids inexplicable. → Antécédent de cancer. → Usage de drogue intraveineuse, ou usage prolongé de corticoïdes (par exemple thérapie de l'asthme). → Déformation structurale importante de la colonne. → Douleur thoracique (rachialgies dorsales). → Âge d'apparition inférieur à 20 ans ou supérieur à 55 ans. → Fièvre. → Altération de l'état général.	Indicateurs psychosociaux d'un risque accru de passage à la chronicité → Indicateurs d'un risque accru de passage à la chronicité et/ou d'incapacité prolongée. → <u>Problèmes émotionnels</u> tels que la dépression, l'anxiété, le stress, une tendance à une humeur dépressive et le retrait des activités sociales → <u>Attitudes et représentations inappropriées</u> par rapport au mal de dos, comme l'idée que la douleur représenterait un danger ou qu'elle pourrait entraîner un handicap grave, un comportement passif avec attentes de solutions placées dans des traitements plutôt que dans une implication personnelle active → <u>Comportements douloureux inappropriés</u>, en particulier d'évitement ou de réduction de l'activité, liés à la peur. → <u>Problèmes liés au travail</u> (insatisfaction professionnelle ou environnement de travail jugé hostile) ou problèmes liés à l'indemnisation (rente, pension d'invalidité).

Figure 1 - Listes drapeaux rouges et jaunes selon la HAS (10)

Afin de limiter les risques de chronicisation, la HAS recommande de pratiquer une activité physique dès que cela est possible. Parmi celles-ci, la natation est indiquée pour les patients qui le souhaitent. Le choix de l'activité physique doit prendre compte des préférences du patient afin qu'il s'investisse dans la réalisation de celle-ci. Il faut que ce soit une activité physique adaptée au patient, et qu'elle soit progressive et fractionnée (1). De plus, depuis 2017, la sécurité sociale Française a lancé une campagne publicitaire qui vise à lutter contre les idées reçues du grand public sur la lombalgie (11). Parmi les activités physiques utilisées pour illustrer cette campagne, la natation y apparaît dans une des affiches (6).

2.2 Étiologie et facteurs de risques de la lombalgie

Dans un premier temps, il est important de distinguer la cause et les facteurs de risques. Une cause est définie comme un « ensemble des conditions nécessaires et suffisantes qui expliquent un fait complexe et sont à l'origine d'un événement » (12). Elle est donc être présente avant l'apparition des symptômes. En parallèle, un facteur de risque est défini comme « ce qui joue un rôle dans l'apparition d'un phénomène, le déroulement d'un processus » (12). Ils sont liés à l'individu, son mode de vie ainsi qu'à son environnement.

Les causes de douleur au niveau du rachis lombaire sont multiples mais peuvent se regrouper en deux catégories : la lombalgie spécifique et la lombalgie dite commune. La lombalgie spécifique est caractérisée par l'identification d'une atteinte du rachis ou d'une autre pathologie notamment inflammatoire, infectieuse ou métabolique. La lombalgie commune est caractérisée par l'absence de cause identifiée argumentée par l'absence d'anomalies radiographique et biologique permettant de déterminer une atteinte spécifique. Elle se porte souvent sur des **pathologies fonctionnelles** telles qu'une hypo-extensibilité musculaire, un trouble postural ou un déséquilibre musculaire (13) (14).

Les origines mécaniques peuvent être liées à :

- Des défauts de posture lorsque la musculature dorsale est trop faible
- Des tensions musculaires qui peuvent être aggravées par du stress ou de l'anxiété
- D'une lésion du disque inter vertébral pouvant provoquer une hernie discale, un lumbago ou des douleurs sciatiques
- Des modifications des articulations vertébrales comme l'arthrose
- Des malformations du rachis
- Des tassements vertébraux liés à l'ostéoporose

Les différentes étiologies de douleur lombaire apparaissent à des fréquences différentes dans la population et peuvent être classées en fonction de ce critère (15).

Ainsi, les causes communes sont :

- Les blessures somatiques du disque intervertébral
- Les blessures somatiques des articulations apophysaires
- Inflammation ou blessure au niveau de l'articulation sacro-iliaque
- Les trigger points du muscle glutéal et des muscles para vertébraux

Les étiologies moins communes sont :

- Prolapsus du disque intervertébral avec une compression aiguë d'une racine nerveuse
- Spondylolisthésis
- Une hyper mobilité de la région lombaire
- Une fracture de stress des Pars interarticulaire (spondylolysis)
- Une sténose du canal lombaire
- Une fracture vertébrale par écrasement

- Une pathologie de l'articulation de la hanche
- La fibromyalgie
- Causes rhumatologiques
- Causes gynécologiques
- Causes gastro-intestinales
- Causes génito-urinaires

Concernant les facteurs de risques, il en existe une multitude (15).

Tableau 1 - Les facteurs de risques associés à des douleurs lombaires (15)

Facteurs de risques	Preuves
<i>Age</i>	Risque accru jusqu'à 50 ans, puis le risque relatif diminue chez les hommes mais augmente chez les femmes
<i>Sexe</i>	Femmes multipares
<i>Obésité</i>	Incertain
<i>Taille</i>	Incertain
<i>Posture</i>	Aucune association avec la lordose ou la longueur des jambes
<i>Fumeur</i>	Forte association avec la lombalgie et la sciatique
<i>Travail physique</i>	Risque accru chez ceux dont le travail implique de la flexion, de la torsion ou de la lourdeur Risque accru de lombalgie et de sciatique avec exposition aux vibrations Les mineurs de charbon ont moins de protubérances de disque que les autres professions Faible risque de lombalgie chez les agriculteurs
<i>Occupation sédentaire</i>	Risque accru en position assise Conduire une voiture à moteur peut causer une lombalgie ou hernie discale Les emplois impliquant une position debout ou assise présentent une incidence plus élevée de lombalgie que ceux où les positions changent
<i>Aptitude augmentée</i>	Quelques preuves qu'une bonne endurance isométrique des muscles du dos peut être associée à une lombalgie réduite

<i>Facteurs psychologiques</i>	Stress, anxiété, dépression associée avec une lombalgie liée au travail
--------------------------------	---

2.3 Épidémiologie

2.3.1 La lombalgie

La lombalgie est un enjeu de Santé Publique. La poussée aiguë de lombalgie représente le deuxième motif de consultation chez le médecin traitant avec 6 millions de consultations chaque année en France. Selon la Haute Autorité de Santé, environ 84% des Français souffriront de lombalgie au cours de leur vie. Elle évolue favorablement dans 90% des cas en moins de 4 à 6 semaines. Cependant, elle entraîne un arrêt de travail chez 1 personne sur 5 et est la première cause de désinsertion professionnelle chez les personnes de moins de 45 ans (2). Selon INRS, la lombalgie coûterait un milliard d'euros par an en France, soit près de la moitié des dépenses totales liées aux troubles musculo-squelettiques (16)(17). En cela, elle représente un enjeu de santé publique majeur.

Elle devient chronique dans 3 à 6% des cas. Le traitement principal de la lombalgie aiguë est l'activité physique. Elle permet une évolution favorable de celle-ci mais prévient également de la chronicité (18). La natation fait partie des activités physiques proposées aux patients pour éviter cela.

2.3.2 La natation

En 2019, la Fédération Française de Natation a recensé 314 000 licenciés, 600 000 adhérents, dont 53% de femmes, dans 1 300 clubs. Cependant, il y aurait 4,5 à 12 millions de personnes qui pratiqueraient ce sport. Parmi eux, 75% font ce sport en loisir contre 25% qui le pratique en compétition.

Parmi les 1 300 clubs, 42% ont un programme de « natation santé ». Ce programme consiste en une natation adaptée pour permettre aux personnes atteintes de maladies chroniques ou sortant d'un programme d'éducation thérapeutique, de développer, maintenir ou restaurer son capital santé et améliorer sa qualité de vie (19).

Dans l'étude de Kaneoka (20) comparant des nageurs compétiteurs à des nageurs de loisir, 68% des nageurs compétiteurs déclarent une discopathie contre 29% chez les nageurs de loisir. Ainsi, la pratique de la natation à haute intensité peut être génératrice de lombalgie.

2.4 Anatomophysiologie du rachis et du rachis lombaire

Le rachis et les muscles du dos soutiennent le poids du corps et transmettent les forces aux membres inférieurs par l'intermédiaire de la ceinture pelvienne, orientent et soutiennent la tête (21). Le rachis s'étend donc de la base du crâne à la ceinture pelvienne. Il est composé de 24 vertèbres : 5 vertèbres cervicales, 12 vertèbres thoraciques, 7 vertèbres lombaires, puis du sacrum (issus de la fusion de 4 vertèbres) et du coccyx (issus de la fusion de 5 vertèbres) (figure 2 (22)). Cet ensemble est divisé en deux parties : une première partie de la région cervicale à la région lombaire qui représente le rachis mobile. La seconde partie représente le rachis fixe formé de vertèbres soudées, le sacrum et le coccyx. Le rachis relie donc le crâne à la ceinture pelvienne. Cet axe de mobilité protège l'axe médullaire et nerveux (23).

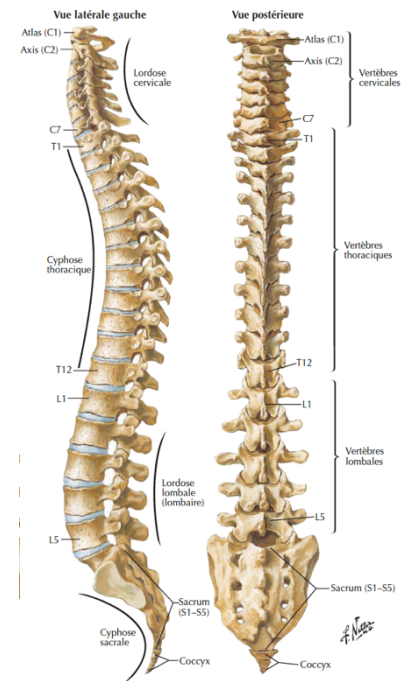


Figure 2 - Schéma du rachis

Le rachis est situé dans la partie postérieure du corps sur la ligne médiane. Dans le plan sagittal, l'articulation entre chaque étage vertébral forme 4 courbures : une lordose cervicale, une cyphose thoracique, une lordose lombaire et une cyphose sacrale (23). La lordose correspond à une convexité antérieure et la cyphose à une concavité antérieure. Cet enchainement permet au rachis d'être stable. Les contraintes mécaniques augmentent dans le sens cranio-caudal, ce qui explique que les pathologies sont plus fréquentes dans la région lombaire.

L'anatomophysiologie du rachis lombaire permet de mieux comprendre les contraintes subies sur cette région lors des différentes nages. Le corps vertébral des vertèbres lombaires est très volumineux dû aux fortes contraintes mécaniques et à la charge qui s'exercent en position debout (24) (25). Le rachis possède une stabilité intrinsèque et extrinsèque lui permettant de résister aux forces de compression, de cisaillement, de torsion et de flexion. La stabilité intrinsèque est liée aux éléments disco-ligamentaires qui entraînent une pression constante à l'intérieur du disque intervertébral et une tension permanente des ligaments adjacents (25).

2.4.1 Stabilité du rachis

La stabilité fonctionnelle du rachis est assurée par trois sous-systèmes : un système passif, un actif et un neuromusculaire. Le sous-système passif est constitué des vertèbres, des disques intervertébraux, des capsules, des ligaments et des apophyses articulaires. En position neutre, ce système assure la stabilité du rachis en fonction du mouvement mais est très limité en position neutre.

Au niveau du rachis lombaire, le sous-système actif est constitué du multifidus, du muscle érecteur du rachis, du grand dorsal, du transverse de l'abdomen, l'oblique interne, le carré des lombes et du psoas (figure 3 (21)). Cette composante active permet au rachis d'avoir une stabilité mécanique sous contrainte de charges importantes. Enfin, le sous-système neuromusculaire est composé des nerfs et du système nerveux central. Il permet d'informer le système nerveux central des afférences venant du sous-système actif et passif. Il coordonne ces deux sous-systèmes afin de trouver le juste compromis entre la force, la stabilité et la mobilité. Ces trois systèmes permettent d'assurer la stabilité du rachis pour supporter les charges sus-jacentes et les contraintes liées au soulèvement (26).

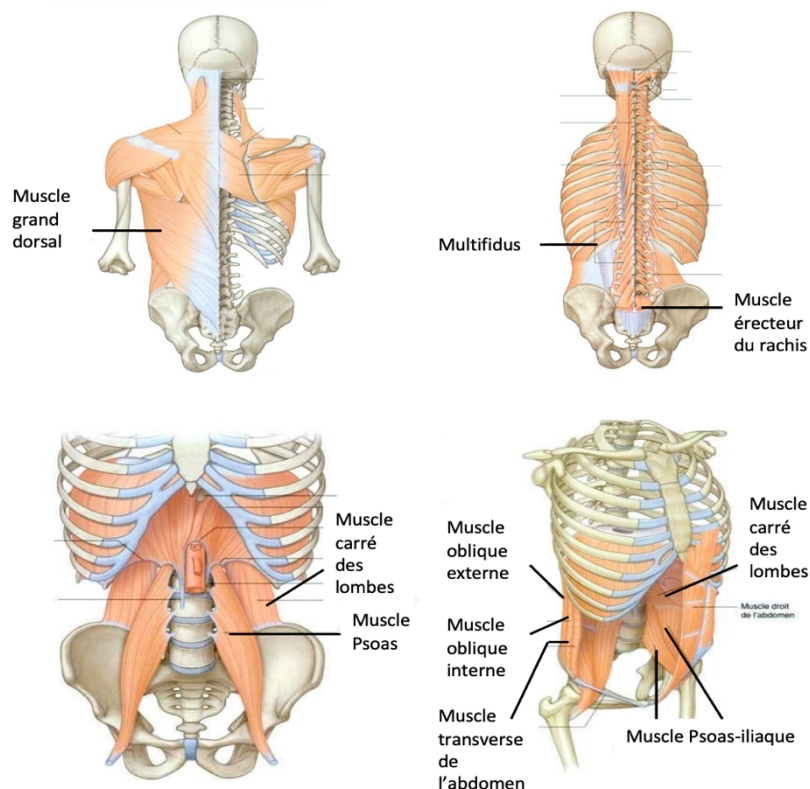


Figure 3 - Schéma des muscles érecteur du rachis, du Multifidus, du grand dorsal, du transverse de l'abdomen, l'oblique interne, le carré des lombes et du psoas

2.4.2 Le disque intervertébral

Le disque intervertébral est essentiel aux articulations inter-corporéales qui sont des articulations symphysaires (figure 4 (22)). Il est peu vascularisé mais n'est pas innervé. Le premier disque intervertébral est retrouvé entre C2 et C3 et le dernier se trouve entre L5 et S1 (23). L'épaisseur de ce disque varie suivant l'étage rachidien où il se trouve. Ainsi, le disque intervertébral lombaire est plus épais que les autres. L'épaisseur du disque n'est pas uniforme dans chaque région rachidienne. Son épaisseur varie en fonction de la courbure rachidienne. Au niveau de la lordose lombaire, le disque intervertébral est plus épais en avant qu'en arrière. Ces variations de hauteur conditionnent la mobilité rachidienne.

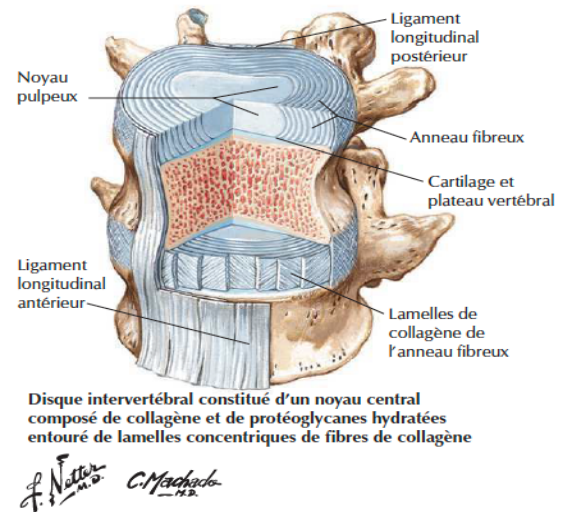


Figure 4 - Schéma du disque intervertébral

Le rôle mécanique du disque intervertébral est de maintenir un espace déformable entre les corps vertébraux afin de permettre du mouvement entre eux tout en étant un amortisseur dynamique (25). Il permet donc d'absorber les contraintes en compression exercées au niveau du rachis afin de ne pas léser les vertèbres. Le disque intervertébral est composé de deux éléments : l'annulus fibrosus en périphérie et le nucleus pulposus au centre. L'annulus fibrosus est constitué de 7 à 15 lamelles concentriques intriquées entre elles mais faiblement unies entre elles. C'est une structure fibreuse collagénique, élastique et fixée au bourrelet marginal de la vertèbre. Cette organisation confère à l'annulus fibrosus une bonne extensibilité verticale. Le nucléus pulposus est une masse ovoïde et gélatineuse qui occupe près de 50% du volume du disque intervertébral. Il est incompressible, inextensible, déformable et hydrophile. Il se déplace lors des mouvements du rachis. Les deux qualités principales de cet ensemble sont l'élasticité et la résistance (27).

2.4.3 Les ligaments et capsules

Il existe six ligaments différents au niveau du rachis répartis en deux groupes selon la partie de la vertèbre où ils s'insèrent (figure 5 (28)). La première catégorie de ligaments en contient deux s'insérant sur le corps vertébral. Ainsi, le corps vertébral est maintenu intrinsèquement par le ligament longitudinal ventral (*légende 11 de la figure 5*) et le ligament longitudinal dorsal (*légende 9 de la figure 5*). Ces deux ligaments sont également liés au système disco-corporéal du rachis.

Le deuxième groupe contient quatre ligaments qui s'insèrent sur l'arc neural de la vertèbre. Ce groupe est composé du ligament jaune (*légende 5 de la figure 5*), du ligament supra-épineux (*légende 3 de la figure 5*), du ligament inter épineux (*légende 6 de la figure 5*) et du ligament transverse entre les processus transverse des vertèbres (23).

Sur le plan mécanique, le rachis lombaire doit assurer la stabilisation et permettre la mobilité de la base du tronc. Il doit donc être souple mais aussi rigide. Ainsi, les mouvements permis au rachis lombaire sont la flexion et l'extension dans la plan sagittal, l'inclinaison latérale dans le plan frontal et la rotation dans le plan transversal, selon un axe vertical (24).

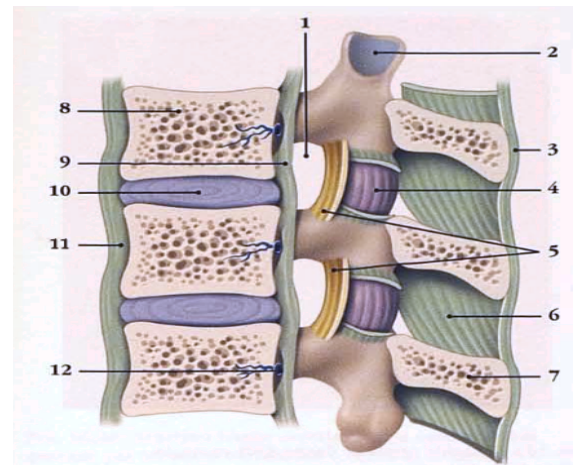


FIG. 10.43. Articulations intervertébrales (coupe sagittale)

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1. foramen intervertébral | 7. processus épineux |
| 2. processus articular | 8. corps vertébral |
| 3. lig. supra-épineux | 9. lig. longitudinal postérieur |
| 4. capsule de l'art. zygapophysaire | 10. disque intervertébral |
| 5. ligg. jaunes | 11. lig. longitudinal antérieur |
| 6. lig. interépineux | 12. v. basivertébrale |

Figure 5 - Schéma des ligaments rachidiens

Tableau 2 - Amplitudes des mouvements du rachis d'après Castaing et Santini (24)

	Région cervicale	Région Thoracique	Région lombaire
Flexion	55°	30°	45°
Extension	65°	35°	35°
Inclinaison latérale	20°	30°	20°
Rotation	50°	30°	10°

Le rachis lombaire est en relation directe avec la ceinture pelvienne. Celle-ci permet l'antéversion et la rétroversion du bassin. L'antéversion du bassin entraîne une hyperlordose lombaire et la rétroversion tend à diminuer cette lordose.

2.5 Physiologie de la douleur

La douleur est définie par l'association internationale pour l'étude de la douleur (IASP) comme une « expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, associée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle ou décrite en termes d'une telle lésion » (29). La douleur est une expérience éprouvante, liée à des lésions réelles ou potentielles avec des composantes sensorielles, émotionnelles, cognitives et sociales. La transmission du message douloureux de la périphérie vers le système nerveux central se fait par l'activation successive de trois neurones. Le premier neurone transmet l'information nociceptive du site de stimulation jusqu'à la moelle épinière. Puis, le deuxième neurone transmet ce message jusqu'au thalamus qui va filtrer l'information. Enfin, le dernier neurone transmet l'information nociceptive jusqu'au cortex somato-sensoriel (figure 6 (30)). Ce système nociceptif peut être activé par différentes formes de stimuli : mécanique, thermique, ou encore chimique.

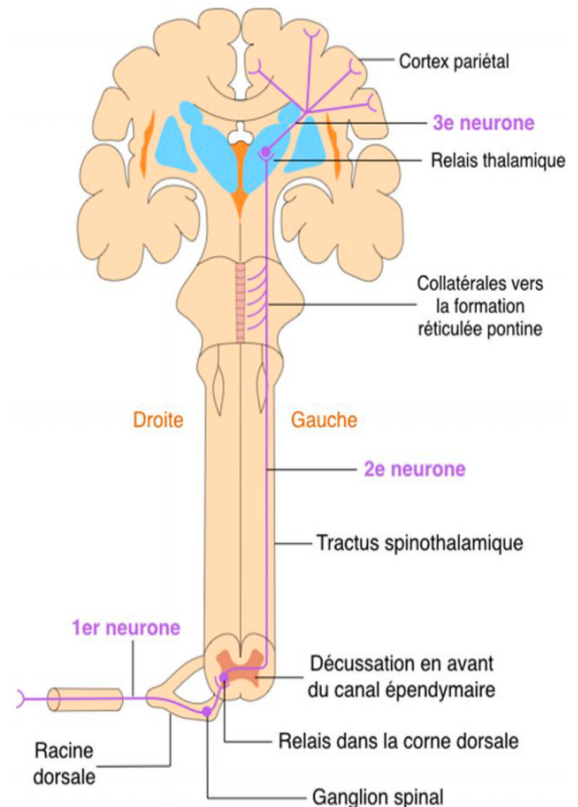


Figure 6 - Schéma du circuit de l'information nociceptive

2.6 Syndrome de déconditionnement

Progressivement, l'évolution de la lombalgie peut s'accompagner d'un déconditionnement à l'effort qui peut apparaître plus ou moins rapidement et qui entraîne une diminution des capacités physiques initiales. Ce déconditionnement apparaît après quelques semaines d'inactivité et peut entraîner une baisse des aptitudes aérobies, une atrophie des différentes fibres musculaires et une diminution de la musculature de la paroi antérieure et postérieure du tronc (31).

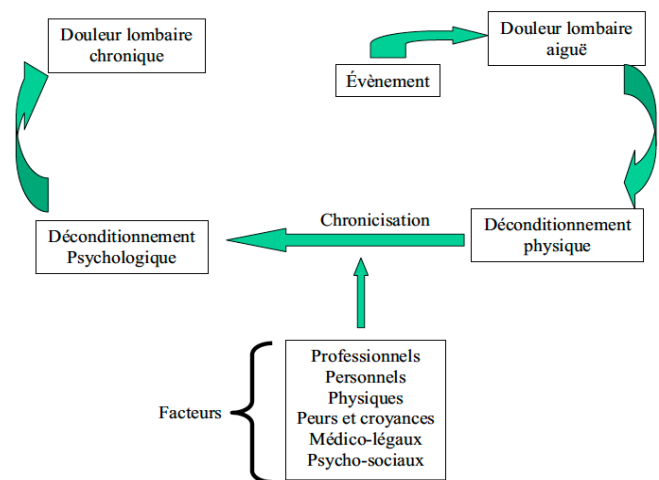


Figure 7 - Étape favorisant l'évolution vers une lombalgie chronique

L'évolution de la douleur chez les patients lombalgiques de la phase aiguë à la phase chronique a été conceptualisée en trois étapes. La première étape correspond à la douleur aiguë liée à une blessure ou une lésion qui peut favoriser l'apparition de facteurs psychosociaux tels que le stress ou l'incapacité temporaire. La deuxième étape est caractérisée par le déconditionnement physique qui peut apparaître après quatre à six mois d'inactivité. Enfin, la dernière étape est liée à l'apparition d'un déconditionnement psychologique débutant après le délai normal de la guérison physiologique (figure 7) (31).

Le syndrome de déconditionnement se traduit par une perte de mobilité rachidienne, une diminution des performances musculaires principalement au niveau des extenseurs du rachis associé à un retentissement psychosocial avec une augmentation des scores d'anxiété et de dépression (32).

2.7 Biomécanique des fluides

La biomécanique des fluides correspond à l'étude des fluides en statique et en dynamique. L'hydrostatique est l'étude de l'équilibre d'un corps dans un liquide et l'hydrodynamique correspond à l'étude du mouvement d'un corps dans un liquide (33).

2.7.1 Hydrostatique

En position statique, le nageur est soumis à deux forces externes : son poids et la poussée d'Archimède. Le poids du nageur est défini par : $P = mg$ (P = poids du nageur ; m = masse du sujet ; g = constante gravitationnelle). C'est une force verticale dirigée du haut vers le bas à partir du centre de gravité, situé au niveau du bassin. La poussée d'Archimède est également une force verticale mais dirigée du bas vers le haut. Elle correspond à la résultante verticale des forces de pression exercées sur la surface d'un corps immergé. Son point d'application est situé au niveau du centre géométrique du volume d'eau déplacé. Le poids et la poussée d'Archimède sont deux forces opposées. La flottaison du nageur va donc dépendre du rapport entre ces deux forces, et en particulier de la densité du corps immergé (figure 8). La densité d'un corps correspond au rapport du poids du corps sur le poids d'un volume d'eau équivalent. Elle est déterminée par les os, les muscles, les viscères et la graisse. Ainsi, trois possibilités émergent :

- Poids (P) = Poussée d'Archimède (P_a), alors le nageur est en équilibre ;
- $P < P_a$, le corps remonte à la surface ;
- $P > P_a$, le corps s'enfonce.

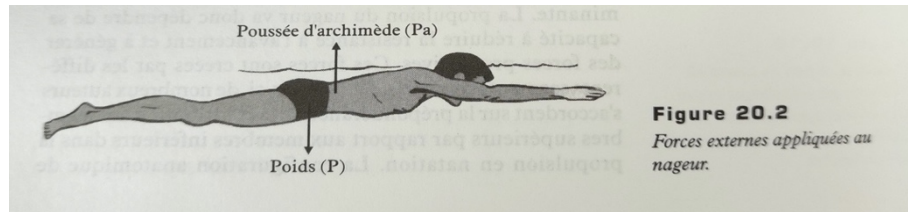


Figure 8 - Forces externes appliquées au nageur (31)

Le niveau de flottaison dépend aussi du sexe et de l'âge de la personne. Ainsi, un adolescent flottera mieux qu'une personne âgée (34).

La tête a un rôle important dans l'équilibre aquatique. Elle permet de s'équilibrer horizontalement en alignant les différents segments corporels. Lorsque la tête est bien alignée, le volume corporel immergé est réparti centralement par rapport à l'ensemble du corps. A l'inverse, lorsque la tête est redressée, le corps va basculer à la verticale dans l'eau (34).

2.7.2 Hydrodynamique

L'écoulement de l'eau exerce une force constante sur le corps en mouvement. La nature de l'écoulement du fluide autour du corps va être influencée par la vitesse de celui-ci. Il peut être laminaire ou turbulent (figure 9). A faible vitesse, le fluide qui s'oppose au nageur s'écoule de manière parallèle au mouvement en suivant les contours du corps immergé. Lorsque la

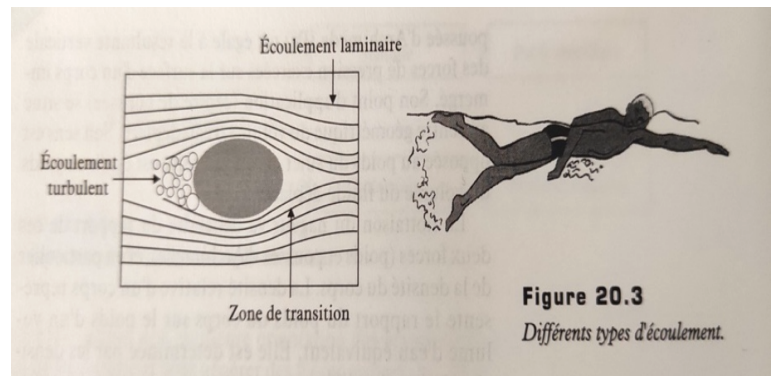


Figure 9 - Les deux types d'écoulements du fluide (31)

vitesse de déplacement augmente, l'écoulement du fluide devient turbulent et donc instable. Pour des vitesses d'écoulement similaires, un courant turbulent oppose plus de résistance à la progression du nageur qu'un courant laminaire. La **vitesse de nage** va donc influencer la nature de l'écoulement autour de lui. De plus, lorsque le nageur n'a pas une **position profilée**, cela favorise une augmentation de la résistance au déplacement (33) (figure 10). Les mécanismes de rééquilibration sont donc liés aux réductions des résistances à l'avancement. L'équilibre et le déplacement sont intimement liés. En effet, pour aller à une même vitesse, un nageur dépensera moins d'énergie qu'un autre nageur s'il a un meilleur équilibre. Il pourra

donc nager plus longtemps. A propulsion égale et avec un meilleur équilibre, il nagera plus vite (34).

En natation, les nageurs ont des profils morphologiques différents, des vitesses de déplacement différentes et des positions de segments variées et variables au cours du cycle de nage. Ces paramètres sont essentiels pour déterminer les forces mises en jeu sur le corps du nageur et de la résistance qui s'oppose à lui (33).

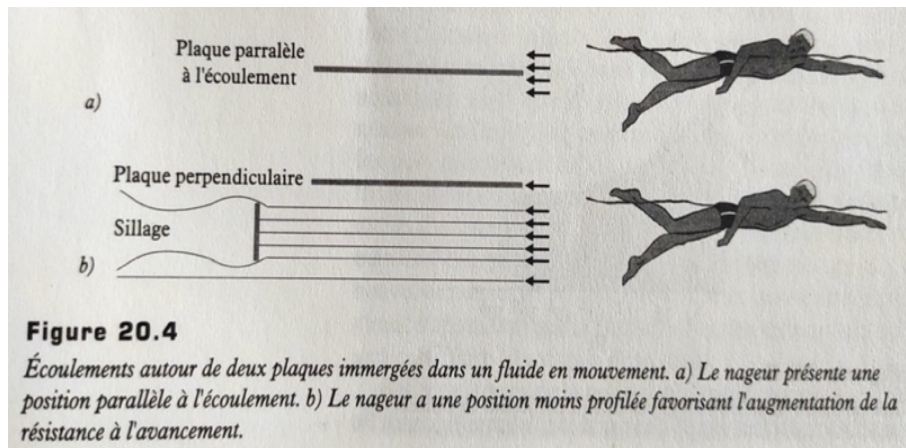


Figure 10 - Différence d'écoulement du fluide en fonction de profilage du corps du nageur (31)

Forces résistives et propulsives

Le milieu dans lequel le nageur évolue influence sa propulsion. Cette dernière est la résultante de forces créées à la jonction entre la nageur et l'eau. Le nageur est donc soumis aux forces résistives, qui s'oppose à son déplacement, et aux forces propulsives, qui favorisent son déplacement. Ces deux forces vont déterminer la vitesse du nageur (33).

Lorsqu'un nageur se déplace, il est soumis à quatre forces résistives : les résistances de frottement, de forme, tourbillonnaire et de vague (figure 11). La force de frottement entre la peau du nageur et l'eau va transformer le flux

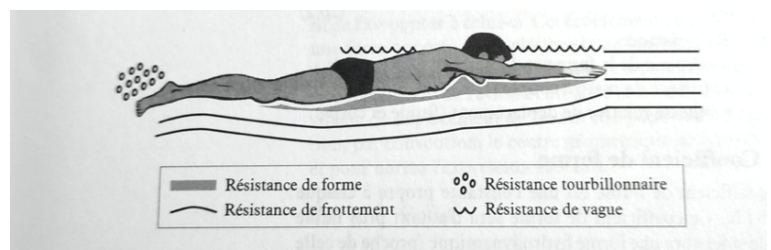


Figure 11 - Les différents types de résistance (31)

laminaire en flux turbulent créant ainsi des résistances. Les résistances de formes sont liées à la forme du corps, à son alignement et aux changements de position des segments au cours de la nage. Lorsque le nageur **n'est pas parfaitement à l'horizontal**, la **résistance** à son avancement est **augmentée**. La résistance tourbillonnaire correspond à des reliefs de zones

de basse pression provenant du fluide dévié par le nageur. Enfin, la résistance de vague, correspondant aux turbulences à la surface de l'eau, est accentuée lors des mouvements du nageur. C'est la principale source de résistance à vitesse élevée (33). Cette force dépend de la vitesse du nageur et des mouvements réalisés à la surface de l'eau (34).

La force propulsive provient essentiellement de la main. Cette force résulte de la force de portance et de la force de trainée (figure 12). Ces deux forces dépendent de nombreux paramètres dont la trajectoire de la main et vont permettre l'avancée du nageur (33). La force de portance va tendre à redresser le corps, à l'équilibrer. La force de trainée correspond aux mouvements des bras du nageur vers l'arrière afin qu'il se déplace vers l'avant (34).

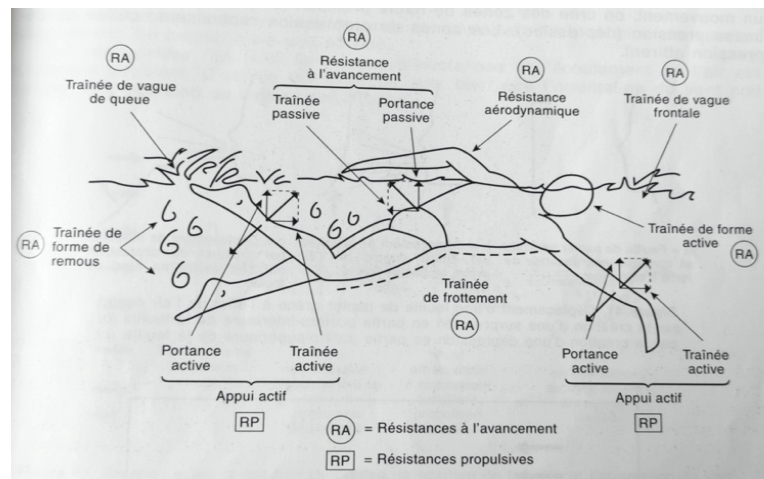


Figure 12 - Synthèse de l'ensemble des résistances lors de la nage

2.8 La natation sportive

La natation comporte quatre nages différentes : le crawl, la brasse, le dos crawlé et le papillon. Ces quatre nages se divisent en deux groupes : les nages alternées avec le crawl et le dos crawlé, et les nages simultanées ou symétriques qui se composent donc du papillon et de la brasse (35).

2.8.1 Le crawl

Le crawl est considéré comme la nage la plus rapide des quatre. Elle se réalise sur le ventre, en étant au maximum à l'**horizontal**. Le cycle de propulsion par les membres supérieurs se divise en deux phases : une phase de traction sur l'eau et une phase aérienne. La main entre dans l'eau coude tendu et au-dessus de la tête et dans l'alignement de l'épaule homolatéral. Puis, elle sort de l'eau au niveau de la cuisse, coude fléchis à 100° environ. Les membres supérieurs sont en opposition de phase, c'est-à-dire que lorsque le bras droit est en phase de

traction, le bras gauche est quant à lui en phase aérienne (34). Le mouvement de propulsion est possible grâce à deux muscles principaux : le **grand pectoral** et le **grand dorsal**. Ensuite, la phase de propulsion peut être divisée en deux parties. Une première phase durant laquelle le coude passe de l'extension à une flexion d'environ 40°. Cette partie recrute le **biceps brachial** et le **muscle brachial**. Puis, le coude passe de 40° de flexion à l'extension durant la deuxième partie de la phase de propulsion. Cette phase recrute le **triceps brachial**. La phase de dégagement du bras est permise par la **coiffe des rotateurs** et le **deltoïde** permet le retour aérien du bras. La propulsion nécessite un point d'ancrage solide assuré par le **trapèze**, le **sous-scapulaire** et le **grand dentelé** (36).

Au niveau des membres inférieurs, le nageur réalise des battements de jambes pour permettre l'équilibre et la stabilité du corps. Les battements de jambes correspondent à une phase ascendante et une phase descendante alternée et en opposition de phase entre les deux jambes (34). La propulsion des membres inférieurs débute par la flexion de hanche grâce à l'**ilio-psyas**, au **droit fémoral** ainsi que par la flexion plantaire permise par le **triceps sural**, augmentant ainsi la surface d'appui. Puis, le **droit fémoral** déclenche l'extension de genou aidé par l'ensemble du groupe musculaire du **quadriceps**. Enfin, le retour de la jambe en position de départ se fait grâce aux **muscles glutéaux** et aux **ischio-jambiers**. La synchronisation entre les membres supérieurs et les membres inférieurs se fait grâce aux **muscles abdominaux** (grands droits, obliques internes et externes, le transverse) et les muscles para spinaux lombaires et thoraciques (36). Enfin, le nageur respire sur un côté, lorsque son bras entre en phase aérienne.

2.8.2 Le dos crawlé

Cette nage se réalise sur le dos, le corps à l'horizontal pour réduire les résistances au déplacement. Comme pour le crawl, le nageur va alterner ses membres supérieurs avec une phase aérienne et une phase de poussée dans l'eau. L'entrée de la main se fait au-dessus de la tête et dans l'alignement de l'épaule homolatérale. Puis, elle effectue un mouvement de poussée dans l'eau pour sortir au niveau de la cuisse et passer en phase aérienne. Lors de l'entrée de la main dans l'eau, le nageur fait un mouvement de rotation du tronc homolatéral au bras en mouvement. Cela favorise le mouvement de poussée et facilite l'entrée de la main dans l'eau (34). La propulsion recrute principalement le **grand dorsal** mais également le **grand pectoral**, le **biceps brachial** et le **triceps brachial** permettant au bras d'exercer une forte poussée dans l'eau (37).

Au niveau des membres inférieurs, le nageur réalise des battements de jambes en alternant les phases ascendantes et descendantes et les jambes sont en opposition de phase. Ces mouvements des membres inférieurs mettent en œuvre la contraction du **quadriceps**, des **ischio-jambiers**, du **triceps sural** et des **muscles glutéaux**. De plus, les muscles abdominaux permettent de stabiliser le tronc pendant les battements de jambes (37). Durant cette nage, le nageur peut respirer normalement car sa tête se trouve hors de l'eau (34).

2.8.3 La brasse

La brasse est la nage la moins rapide des quatre. Il s'agit d'une nage ventrale et se compose de deux phases : une phase de propulsion avec le corps aligné et une phase de reprise d'air avec la tête au-dessus de la surface de l'eau, le cou en extension. La position de départ des jambes est en flexion, rotation externe de hanche et flexion de genou. Après la propulsion, les membres inférieurs sont en extension de hanche et de genou. En position initiale des jambes, les bras sont tendus en avant des épaules, au niveau de l'axe du corps. A cet instant, la tête est sous l'eau, et le corps est bien aligné. En position finale des jambes, les mains sont au niveau du thorax sur la ligne médiane. L'action réalisée avec les mains est un demi-cercle externe. Lors de la deuxième phase de nage, la tête est hors de l'eau pour permettre la respiration. L'action du mouvement des bras permet de propulser le corps et permet également au nageur de se redresser pour pouvoir sortir sa tête de l'eau. Dans cette nage, les membres supérieurs n'ont pas de phase aérienne. Les membres inférieurs et supérieurs doivent être coordonnés pour avoir une bonne propulsion vers l'avant (34). La flexion des membres inférieurs est permise grâce aux **quadriceps**, **ischio-jambiers** et aux **muscles glutéaux**. Puis, l'écartement des jambes se fait grâce aux muscles **quadriceps**, **glutéaux** et aux **ischio-jambiers**. Enfin, le rapprochement des jambes se fait par la contraction des **adducteurs** et du **triceps sural**. Concernant le mouvement des membres supérieurs, la phase de traction sur l'eau recrute le **grand dorsal** et le **grand pectoral**. Puis, les bras sont ramenés sous le torse grâce au **deltoïde** et au **triceps**. La puissance du geste est assurée par les muscles de la **coiffe des rotateurs** (37).

2.8.4 Le papillon

Le papillon se réalise sur le ventre. L'action des bras correspond à des phases d'entrée dans l'eau, de recherche d'appui, de traction, de poussée, de sortie puis de retour des bras au-dessus de la tête. La phase de recherche d'appui permet de sortir la tête de l'eau et donc

au nageur de respirer. Le reste du corps réalise des **ondulations** à partir du rachis jusqu'aux jambes (34). Le **grand dorsal** et le **grand pectoral** permettent l'amorce du mouvement des bras. Puis, le **biceps** et le **triceps** exercent une traction sur l'eau permettant la propulsion. Enfin, le retour aérien et la stabilisation des bras se fait grâce au **deltoïde** et aux muscles de la **coiffe des rotateurs**. Les mouvements ondulatoires des membres inférieurs se réalisent par la contraction de l'**ilio-psoas** et du **quadriceps** puis des **muscles glutéaux** et du **triceps sural**. Enfin, les **muscles abdominaux** et **para-spinaux** permettent d'initier le mouvement des bras, de sortir les bras hors de l'eau pour le passage à la phase aérienne, et le transfert d'énergie entre le haut et le bas du corps (37).

Lors des nages symétriques (brasse et papillon), il peut y avoir des **contraintes répétées en flexion et extension** au niveau du rachis thoraco-lombaire. L'hyperlordose sera responsable d'une surcharge de l'arc postérieur. Lors des nages alternées (crawl et dos crawlé), il peut y avoir, à moindre mesure, une tendance à la lordose lombaire pour faciliter le déplacement. Ces deux nages peuvent être responsables de **microtraumatismes répétés en rotation** au niveau de la région lombaire dûs aux mouvements de roulis des épaules. Le bassin doit être stable durant ces deux nages afin de favoriser les battements de jambes. Les contraintes répétées se feront principalement au niveau de la charnière lombo-sacrée pour les nages alternées (38).

Enfin, le travail d'un groupe musculaire peut être accentué en nageant avec des accessoires de natation comme le pull-buoy, la planche ou encore des plaquettes.

3 Problématique et question de recherche

La natation est depuis longtemps recommandée par les professionnels de santé pour les patients lombalgiques. En effet, l'activité physique en milieu aquatique, bénéficiant de la poussée d'Archimède, est principalement recommandée car elle allège le poids du corps limitant ainsi les contraintes au niveau des articulations. L'argument principal est donc que ce sport ne traumatiserait pas le rachis. De plus, la natation est reconnue par le Ministère de la Santé et des Sports depuis 2009. Cette reconnaissance a permis la mise en place d'un programme « Natation santé » au sein des clubs de la Fédération Française de Natation (FFN) répondant aux enjeux nationaux de santé publique (39). Malgré ces recommandations, peu d'études ont été réalisées sur les effets de la natation pour les patients lombalgiques.

Par ailleurs, les professionnels de santé conseillent souvent la natation sans expliquer les raisons pour lesquelles cette pratique serait bénéfique pour eux. Cela aboutit régulièrement à une non-adhésion à cette recommandation, le patient n'en voyant pas l'intérêt. Par ailleurs, il convient de nuancer ces effets car la pratique de la natation à haut niveau peut être génératrice de lombalgie.

Étant un sport souvent recommandé comme activité physique chez les patients lombalgiques, des questions émergent quant aux bénéfices (respiratoires, cardio-vasculaires, musculo-squelettiques, antalgiques, mentaux) que la natation peut apporter pour améliorer la santé physique et morale des patients. Nous pouvons également nous demander comment la natation peut-elle être prescrite et dans quels intérêts thérapeutiques. Il serait intéressant de les expliquer aux patients afin de les encourager et les rassurer sur les bénéfices de cette pratique.

La question de recherche liée à ce travail est la suivante : En quoi la pratique de la natation peut présenter un intérêt pour les fonctions physiologiques et mécaniques du patient en fin de rééducation d'une lombalgie commune ?

4 Matériel et méthodes

Une revue narrative se définit comme une revue de littérature dont l'objectif est d'identifier les connaissances concernant un « sujet précis, recueillies à partir de la littérature pertinente sans processus méthodologique systématique, explicite, d'obtention et d'analyse qualitative des articles » (40). Il existe deux sous-catégories de revue narrative : la revue systématique de base et la revue narrative basée sur certaines techniques systématiques (41). Ainsi, ce travail tend vers la deuxième sous-catégorie d'une revue narrative.

4.1 Interrogation des bases de données scientifiques

Afin de répondre à la problématique et à la question de recherche, une exploration systématique de la littérature a été entreprise sur différentes bases de données scientifiques sur une période allant de septembre 2020 à janvier 2021.

Ainsi, trois bases de données ont été interrogées :

- Medline PubMed : c'est la base de données généraliste à accès libre rassemblant le plus grand nombre de publications biomédicales avec plus de 30 millions de publications.
- Cochrane Library : c'est une base de données qui contient différents types de preuves indépendantes de haute qualité pour éclairer la prise de décision en matière de soins de santé
- ScienceDirect : cette base de données exploite les données de l'éditeur Elsevier. Elle n'est pas spécifique à la kinésithérapie.

4.2 Stratégie de recherche

Le modèle SPIDER (« S : Sample (échantillon) ; PI : Phénomène d'Intérêt ; D : Design (schéma) ; E : Évaluation ; R : Research type (type de recherche) »), issu de l'Evidence Based Medicine, permet de formuler précisément la question de recherche et de définir les mots-clés (42).

Tableau 3 - Critères SPIDER utilisés pour la construction de l'équation de recherche

Critères SPIDER	Critères retenus
<i>Sample (échantillon)</i>	Patients ayant eu une lombalgie commune, hommes ou femmes, de tout âge
<i>Phénomène d'Intérêt</i>	Pratiquer la natation en fin de rééducation d'une lombalgie commune (post-lombalgie)
<i>Design (schéma)</i>	Études observationnelles, études contrôlées randomisées, revue systématique
<i>Évaluation</i>	Intérêts de la natation sur la physiologie et la biomécanique des patients sortant d'un épisode de lombalgie
<i>Type de recherche</i>	Recherche mixte

Suite à la mise en place de la stratégie de recherche, des concepts-clés sont apparus permettant d'identifier des mots-clés nécessaires à la construction d'une équation de recherche.

Les mots-clés utilisés pour construire les équations de recherche sont les suivants :

- En français : lombalgie commune ; lombalgie non spécifique ; natation ; sport santé ; fonctions vitales.
- En anglais : low back pain ; non-specific low back pain ; swimming ; health sport ; vital functions.

Une équation de recherche a été établie en combinant les mots-clés et leurs synonymes associés à des opérateurs booléens. Ces derniers permettent d'associer des termes entre eux afin d'affiner nos recherches. L'équation de recherche a été écrite en anglais pour trouver de la littérature internationale.

Ainsi, l'équation utilisée est formulée de la façon suivante : ((“low back pain” OR lumbar spine) AND swim*) OR (Swim* AND health sport AND vital functions). Dans l'équation de recherche, la troncature a été utilisée sur le terme « swim » afin d'inclure tous les termes commençant par « swim ». Cela permet d'obtenir des résultats plus exhaustifs.

Ces équations de recherche ont ensuite été utilisées dans les différentes bases de données en les adaptant aux modalités de langage de ces dernières. Les résultats trouvés sont résumés dans le tableau 4.

Tableau 4 - Résultats obtenus dans les différentes bases de données

Base de données	Équation de recherche	Nombre de résultats
PubMed	((“low back pain” OR lumbar spine) AND swim*) OR (Swim* AND “health sport” AND vital functions)	N = 180
Cochrane Library	((low back OR lumbar spine) AND swim* AND pain) OR (Swim* AND health sport AND vital functions)	N = 28
ScienceDirect	(“low back pain” AND swim) OR (Swim AND “health sport” AND “vital functions”)	N = 558
Total		N = 766

4.3 Critères d'éligibilité

Après avoir établi une question de recherche, il est indispensable de préciser les critères d'éligibilité des études. Ces derniers permettent de sélectionner les études à inclure dans la revue et de rendre la recherche plus reproductible. Les études ne comportant pas les critères d'inclusion seront donc exclues de la revue de littérature (43).

Critères d'inclusion :

- Articles disponibles en anglais ou en français
- Études observationnelles
- Population de nageurs, professionnels ou amateurs
- Études évaluant un des effets de la natation suivant : effets biomécaniques, effets cardiorespiratoires, effets cardiovasculaires, fonction osseuse / articulaire, fonction cognitive

Critères d'exclusion :

- Études non francophones ou anglophones
- Études datant de plus de 10 ans (avant 2010)
- Données de la littérature grise
- Étude d'un seul sujet
- Sujets présentant une pathologie (ex : sténose rachidienne, tumeur, fracture) ou ayant eu une chirurgie rachidienne

4.4 Processus de sélection des articles

Un opérateur a trié, lu et extrait les données des articles obtenus. Dans un premier temps, les articles obtenus grâce aux équations de recherche ont été triés en fonction des critères d'éligibilité cités précédemment. En cas d'incertitude concernant l'article, celui-ci a été gardé pour la suite de la sélection. Puis, après cette première étape, la version complète des articles sélectionnés a été recherchée pour continuer le processus de sélection. Après lecture intégrale des articles, une nouvelle sélection a été effectuée en fonction des critères d'éligibilité. La dernière étape de sélection a été l'analyse méthodologique des études retenues, ce qui a permis d'exclure les articles de mauvaise qualité. Les articles restants ont été inclus dans la revue de littérature.

La recherche a été réalisée de septembre 2020 à janvier 2021. Un total de 766 articles a été trouvé sur les trois bases de données. Après une première application des critères

d'inclusion, 444 articles ont été exclus. Puis la lecture du résumé a permis d'écarter 277 articles. Après lecture intégrale des documents, 25 articles ont été exclus. Enfin, après analyse de la qualité des études 12 d'entre eux ont été inclus dans cette revue.

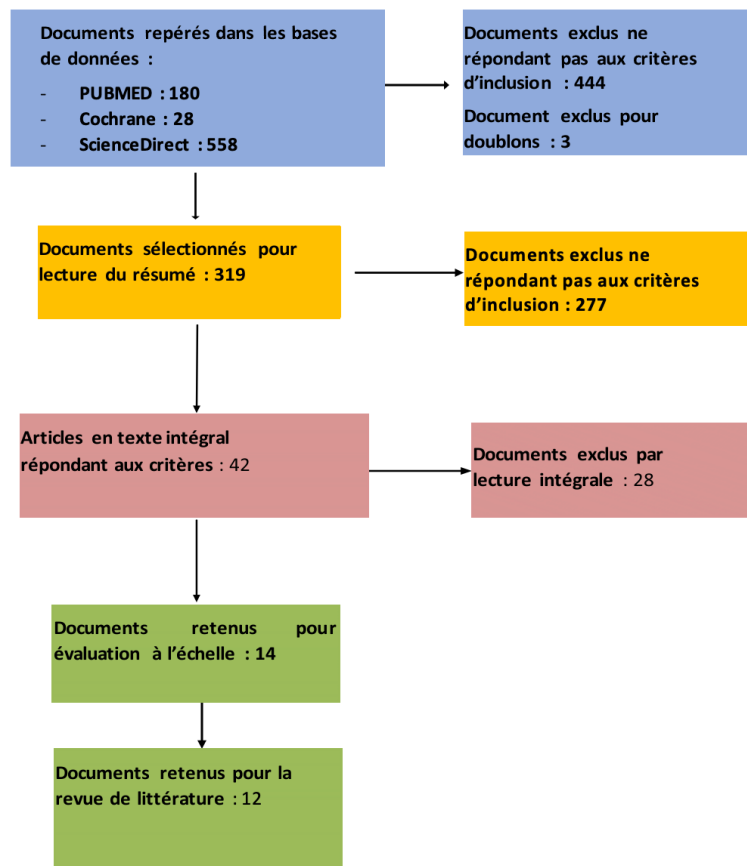


Figure 13 - Diagramme de flux PRISMA

5 Résultats

5.1 Objectifs des études

Parmi les études sélectionnées, 5 articles s'intéressent aux effets de la natation sur le rachis lombaire et 7 articles concernent l'impact de ce sport sur les fonctions vitales du corps.

Effets de la natation sur le rachis lombaire chez des nageurs compétiteurs

- **Kitamura (2019) (44)** : clarifier les caractéristiques des modules d'élasticité des muscles et de l'extension lombaire lorsque les nageurs souffrant de lombalgie (LBP) effectuent des mouvements d'ondulation de dauphin (DK).
- **Zaina (2015) (45)** : Comparer la prévalence des déformations de la colonne vertébrale et des lombalgies chez les nageurs adolescents par rapport à un groupe contrôle.

- **Folkvardsen (2016) (46)** : Élucider les possibilités de nage d'élite qui influence sur la dégénérescence discale lombaire (DD) et le mal de dos (LBP).
- **Owen (2020) (47)** : Déterminer si la participation à des sports impliquant des activités porteuses debout, telles que la course, peut être associée à des caractéristiques du disque intervertébral plus bénéfiques que le groupe contrôle non sportifs.
- **Sato (2010) (48)** : évaluer l'association entre les activités sportives et la lombalgie chez l'enfant et l'adolescent.

Effets sur les fonctions vitales dans la population générale

- **Lahart (2017) (49)** : Déterminer l'effet chronique (à long terme) de la natation en piscine sur les résultats en natation non élite ou non compétitive.
- **Mohr (2014) (50)** : Déterminer si l'entraînement à la natation à haute intensité améliore l'état de santé cardiovasculaire chez les femmes sédentaires pré ménopausées avec une hypertension légère.
- **Shoemaker (2019) (51)** : Identifier les effets indépendants et combinés de la posture, de l'immersion dans l'eau, de la rétention de CO₂ et de l'implication motrice sur la réponse cérébro-vasculaire à une intensité modérée de nage
- **Wong (2018) (52)** : Examiner les effets d'un régime de natation sur la rigidité artérielle (vitesse de l'onde de pouls), la pression sanguine (TA), la réflexion des ondes (indice d'augmentation), la force musculaire et la capacité aérobie chez les sédentaires et les femmes ménopausées souffrant d'hypertension de stade 2
- **Nualnim (2012) (53)** : Déterminer si la natation régulière réduirait la pression artérielle (TA) et améliorerait la fonction vasculaire.
- **Su (2020) (54)** : Évaluer l'effet de nager sur la densité minérale osseuse (DMO) chez les femmes ménopausées et pré ménopausées
- **Gomez-Bruton (2017) (55)** : Déterminer les effets de la natation régulière sur la densité minérale osseuse (DMO) chez des jeunes adultes (18 à 30 ans)

5.2 Qualité méthodologique des études retenues

Les 12 études retenues répondent aux caractéristiques d'un article scientifique avec les auteurs identifiables, une structure IMRAD (Introduction, Méthode, Résultat et Discussion) et la présence des références bibliographiques. Parmi celles-ci, se trouvent **5 études transversales, 3 revues systématiques, 3 études contrôlées randomisées et 1 étude cas/témoin**. Les études transversales et les études cas/témoin sont des études

observationnelles. Les études transversales sont des études descriptives dont l'objectif est d'étudier la prévalence et les caractéristiques d'une exposition et des événements de santé sur un échantillon représentatif de la population cible. Les études cas/témoin analysent l'association entre l'exposition des facteurs de risques et la survenue d'une pathologie (56). Les études contrôlées randomisées sont des protocoles expérimentaux dont l'objectif est d'évaluer l'efficacité d'une thérapie. Elles comparent un groupe expérimental à un groupe contrôle (57). Les revues systématiques « recensent, analysent et synthétisent de façon standardisée et objective des données scientifiques probantes et pertinentes afin de répondre à une question précise et clairement formulée. Pour réduire le plus possible les biais, elles utilisent une méthode rigoureuse de recherche et de sélection d'information bibliographique » (58).

D'après la classification des preuves scientifiques de la Haute Autorité de Santé, les études transversales sont de preuve 4, les études cas/témoin sont de preuve 3, les études de cohorte sont de preuve 2, les revues systématiques ainsi que les études contrôlées randomisées sont de preuve 1 (59).

Pour évaluer la qualité des études, des grilles d'évaluations ont été utilisées en fonction du type d'études. Ainsi, les différentes grilles d'évaluation utilisées sont les suivantes :

- Pour les études transversales et études cas témoins : Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies
- Pour les études contrôlées randomisées : PeDro
- Pour les revues systématiques : AMSTAR

Tableau 5 - Qualité méthodologique des études sélectionnées

1 ^{er} auteur (année de publication)	Taux de critères positifs
Études transversales évaluées avec Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies	
Kitamura (2019) (44)	8/14
Zaina (2015) (45)	7/14
Folkvardsen (2016) (46)	7/14
Owen (2020) (47)	9/14
Sato (2010) (48)	7/14
Shoemaker (2019) (51)	11/14

Étude contrôlées randomisées évaluées avec la grille PeDro	
Mohr (2014) (50)	7/11
Wong (2018) (52)	8/11
Nualnim (2012) (53)	7/11
Revue systématique évaluée avec la grille AMSTAR	
Lahart (2017) (49)	9/11
Su (2020) (54)	9/11
Gomez-Bruton (2017) (55)	9/11

5.3 Extraction de données des articles inclus

Les résultats des différentes études inclus dans la revue sont présentés dans les tableaux en annexe 2.

Cinq études se sont intéressées aux effets de la natation sur le rachis lombaire. Une étude s'intéresse à l'analyse de l'élasticité des muscles et de l'extension lombaire pendant l'ondulation chez le nageur. Deux études évaluent la prévalence de lombalgie chez les adolescents pratiquant la natation. Enfin, deux études évaluent l'impact de la natation sur les disques intervertébraux lombaires.

Sept études se sont intéressées aux potentiels effets physiologiques de la natation. La fonction cardiorespiratoire et cardiovasculaire sont étudiées dans quatre études. La masse corporelle est évaluée dans deux études. La fonction cognitive est évaluée dans une étude. Une autre étude s'intéresse à la performance physique. Enfin, deux études évaluent l'impact de la natation sur la fonction osseuse.

Population

Deux études s'intéressent à des populations de moins de 18 ans. Cinq études s'intéressent à des populations dont l'âge est compris entre 18 et 30 ans et quatre études s'intéressent à des adultes de plus de 40 ans. Une étude n'a pas renseigné l'âge des sujets étudiés dans leur revue systématique.

5.3.1 Effets de la natation sur le rachis lombaire

Une étude compare des nageurs ayant des douleurs lombaires et des nageurs sans douleurs. Trois études comparent des nageurs à un groupe contrôle ne pratiquant pas la natation. Une étude évalue la prévalence de lombalgie chez des adolescents en fonction de leur pratique sportive.

Prévalence de lombalgie chez les nageurs compétiteurs

Zaina et al. (45) étudient les déformations du rachis et la prévalence de lombalgie parmi un échantillon d'adolescents pratiquant la natation en compétition comparativement à un groupe contrôle ne pratiquant pas cette activité. Ainsi, le groupe expérimental était composé de 112 nageurs et le groupe contrôle de 217 adolescents d'une moyenne d'âge de 12,5 ans. Les déformations du rachis ont été évaluées par deux examens. Dans un premier temps, la mesure de l'angle de rotation du tronc a été réalisée à l'aide d'un scoliomètre de Brunell. Puis, la distance de la septième vertèbre cervicale (C7) et de la troisième vertèbre lombaire (L3) a été mesurée par rapport au fil à plomb tendu entre l'occiput et le sacrum. Des seuils cliniques ont été définis à partir de données normatives : 50 mm pour C7 et 60 mm pour L3. Dans un second temps, la prévalence de lombalgie a été évaluée à l'aide d'un questionnaire collectant des données concernant leurs antécédents de lombalgie, des éventuelles visites médicales à ce sujet, le diagnostic posé, la médication prise. Ce questionnaire a été validé dans l'étude de Negrini et al. (60). Ainsi, la prévalence de lombalgie du groupe nageur est significativement ($p < 0,05$) plus élevée comparativement au groupe contrôle (OR : 1,61 ; IC 95% : 1,01-2,57). Cette prévalence était surtout significativement ($p < 0,05$) plus élevée chez les femmes (OR : 2.10 ; IC 95% : 1,08-4,06).

L'angle de rotation chez les hommes ne s'est pas révélé significativement différent entre les deux groupes. Mais, chez les femmes, cet angle s'est révélé significativement ($p < 0,05$) plus important dans le groupe de nageurs que dans le groupe contrôle avec respectivement $5,3 \pm 2,7^\circ$ et $4,5 \pm 1,9^\circ$. Le groupe de nageurs était associé à un risque plus élevé d'asymétrie du tronc dans le plan sagittal (OR : 1,86 ; $P < 0,05$), avec significativement plus de risque chez les femmes. Les auteurs concluent que la natation peut être associée à un risque accru d'asymétrie du tronc et d'hypercyphose. Ils concluent également que la natation peut être associée à une prévalence plus importante de lombalgie chez les femmes (45).

Sato et al. (48) étudient la prévalence de lombalgie dans différents sports dont la natation. Un questionnaire anonyme et protégeant les données personnelles a été utilisé. Celui-ci recueillait des informations concernant les antécédents de lombalgie, les détails de leur activité physique (notamment avec le temps de pratique) ainsi que leurs éventuelles activités musicales et sociales. 26 766 réponses valides ont été retenues pour l'étude parmi les 34 830 réponses récoltées. 5 662 personnes pratiquaient la natation. Parmi celles-ci, 27,5% des sujets ont déclaré une lombalgie dont 17,5% étaient des lombalgies sévères. Les auteurs retrouvaient une association significative ($p < 0,05$) entre la natation et la lombalgie. Ces

derniers ont conclu, au vu de leurs résultats, que cette population présentait plus de risque de développer une lombalgie en pratiquant la natation qu'en ne faisant pas de sport (48).

Impact de la natation sur les disques intervertébraux lombaires, l'élasticité des muscles et sur l'extension lombaire

Kitamura et al. (44) étudient le module d'élasticité de différents muscles ainsi que l'extension lombaire et de hanche durant le mouvement d'ondulation chez les nageurs. Ainsi, deux groupes ont été constitué à partir d'un échantillon de nageurs universitaires. Le groupe expérimental est constitué de 11 nageurs souffrant de lombalgie pendant la natation et l'extension lombaire. Le groupe contrôle est constitué de 21 nageurs sans lombalgie. La répartition des deux groupes s'est faite à partir des résultats d'un questionnaire concernant la présence et l'intensité de leur lombalgie (évaluée par l'échelle visuelle analogique), leur style de nage et le nombre d'années de pratique de natation. Cette étude a donc évalué les modules d'élasticité du **psoas major, de l'iliacus, du teres major, du latissimus dorsi, du pectoralis major et du pectoralis minor**. Ces modules d'élasticité ont été mesurés par l'élastographie ultrasonique par ondes de cisaillement avec une sonde linéaire.

L'angle d'extension lombaire et l'angle d'extension de hanche pendant l'ondulation du nageur ont été mesurés à l'aide d'une caméra sous-marine et à l'aide d'un goniomètre pour l'extension de hanche. Les participants ont réalisé des mouvements d'ondulations à 0,5m de la surface de l'eau sur une distance de 15m avec un effort maximal. La caméra sous-marine était placée à 0,5m de la surface de l'eau, à 7,5m de la paroi latérale du départ de la piscine et à 4m de la ligne de nage du sujet. Les résultats de Kitamura et al. (44) présentent un module d'élasticité significativement ($p < 0,05$) **plus élevé du psoas majeur et un module élastique plus faible du pectoral mineur dans le groupe des nageurs avec lombalgie** (groupe LBP) par rapport au groupe témoin. De plus, le groupe LBP a indiqué un angle d'extension lombaire significativement ($p < 0,05$) plus grand lors de l'exécution de l'ondulation et un angle d'extension de la hanche passif plus petit que le groupe témoin. Les auteurs ont conclu que les nageurs souffrant de lombalgie pendant la natation présentaient un module d'élasticité plus élevé de leur psoas majeur, un module élastique inférieur de leur pectoral mineur et une plus grande extension lombaire pendant les mouvements d'ondulations par rapport aux nageurs sans lombalgie. Ainsi, ils conseillent de surveiller l'apparition de ces problèmes chez les patients pratiquant la natation pour prévenir de la lombalgie (44).

Folkvardsen et al. (46) ont étudié l'influence de la natation sur la dégénérescence discale et sur la lombalgie. Pour cette étude, deux groupes ont été constitués. Le groupe expérimental est composé de 100 nageurs et le groupe contrôle, ne pratiquant pas de sport, est composé de 96 sujets. Dans un premier temps, les participants ont rempli un questionnaire concernant leurs douleurs lombaires. Puis une seconde partie du questionnaire était destinée aux nageurs pour recueillir les données concernant les distances parcourues à l'entraînement par semaine, le nombre d'heures de natation par semaine, les nages pratiquées majoritairement. Dans un second temps, les participants ont passé une Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) afin de déterminer l'état de leurs disques intervertébraux lombaires. Le degré de dégénérescence a été évalué en utilisant le même Échelle de classification Pfirrmann. Les hernies ont été évaluées soit en saillie, soit en extrusion. Le nombre de dégénérescences discales n'était pas significativement différente entre les deux groupes. Cependant, le nombre de dégénérescences discales au niveau de L1-L2 ($p = 0,02$) était significativement plus élevé dans le groupe de nageurs que dans le groupe contrôle. Au niveau de L4-L5, le nombre de renflements du disque intervertébral était significativement plus élevé ($p = 0,04$) dans le groupe de nageurs que dans le groupe contrôle. Le nombre de hernies discales n'était pas significativement différent entre les deux groupes. Le pourcentage de lombalgies parmi le groupe expérimental n'était pas significativement différent du pourcentage de lombalgies dans le groupe contrôle. Cependant, la présence de renflements discales était significativement associée à la présence de lombalgies dans le groupe contrôle par rapport au groupe nageur (contrôle : 83,3% ; nageur : 37,5% ; $p = 0,03$). Les auteurs ont conclu que les changements du disque intervertébral chez les jeunes adultes sont relativement courants. Comparativement aux adultes ne pratiquant pas de sport, les nageurs d'élites ne présentent pas de risque supérieur de modification de l'ensemble des disques intervertébraux. Cependant, les nageurs avaient plus de dégénérescences discales au niveau de L1–L2 et de renflements discales au niveau L4–L5 (46).

Owen et al. (47) s'intéressent à l'impact de différents sports, dont la natation, sur les disques intervertébraux. Ainsi, 308 athlètes répartis en 6 groupes selon leur sport, dont 47 nageurs, ont été comparés à un groupe contrôle de 71 sujets non sportifs. Dans un premier temps, les participants ont répondu à un questionnaire concernant la présence de lombalgie, leur taille et leur poids, la durée de la carrière et la charge d'entraînement (jours par semaine, heures par jour). Dans un second temps, une Imagerie par Résonance Magnétique suivie d'une analyse d'images a été utilisée pour examiner les disques intervertébraux. Ainsi, les

données récoltées à partir de ces images concernent la hauteur du disque intervertébral, l'hydratation relative du noyau intervertébral et l'angle de la lordose lombaire. Le taux de lombalgies chez les nageurs était significativement ($p < 0,05$) plus élevé que dans le groupe contrôle (8,5% chez les nageurs contre 0% chez les non sportifs). De même, l'angle de la lordose lombaire s'est révélé **significativement** ($p < 0,001$) **moins important** chez les nageurs que dans le groupe contrôle (29,08° chez les nageurs contre 34,58° dans le groupe contrôle).

La hauteur des disques intervertébraux à tous les niveaux lombaires s'est révélée **significativement** ($p < 0,01$) **plus importante** chez les nageurs (8,9mm) que dans le groupe contrôle (8,3mm). Concernant la largeur du disque intervertébral, seule celle du disque en L5-S1 s'est révélée significativement ($p < 0,01$) **plus importante** chez les nageurs (25,6mm) que dans le groupe contrôle (22,8mm). Enfin, le rapport entre la hauteur du disque intervertébral et la hauteur du corps vertébral de l'ensemble des niveaux lombaires s'est montré significativement ($p < 0,01$) plus important chez les nageurs (0,41) que dans le groupe contrôle (0,38). Cependant, ces résultats ne se sont pas révélés significativement différents lors de l'analyse appariées des échantillons (une fois les variations de taille prises en compte). Les auteurs concluent que la natation pourrait être bénéfique pour les différents paramètres du disque intervertébral par rapport au groupe témoins, notamment avec un meilleur rapport entre la hauteur du disque intervertébral et la hauteur du corps vertébral (meilleure hypertrophie) (47).

5.3.2 Effets de la natation sur les fonctions physiologiques du corps

Dans cette partie, six études comparent des sujets pratiquant la natation à un groupe contrôle ne pratiquant pas ce sport et une étude compare des sujets pratiquant la natation à un groupe contrôle et à un groupe pratiquant un sport à impact modéré.

Fonction cardiorespiratoire / cardiovasculaire et performance physique dans la population générale

Lahar et Metsio (49) se sont intéressés aux effets physiologiques à long terme de la natation chez des sujets pratiquant ce **sport en loisir**. Ils ont récolté des données de 29 études éligibles à leurs critères de sélection. Après analyse de neuf études, il s'est révélé que la natation présentait un effet significativement et cliniquement bénéfique sur la **VO2 max** (6,32 mL/Kg/min). Des études impliquant des individus souffrant d'hypertension ont signalé des améliorations significatives pour la compliance de l'artère carotide et pour la dilatation médiée par le flux et la sensibilité baroréflexe cardiovagale. Cependant, aucune différence n'a

été trouvée en cas de résistance vasculaire de l'avant-bras après des entraînements de natation. Un effet significatif de la natation sur le **débit expiratoire de pointe** a également été observé dans une analyse en sous-groupe distincte d'enfants et d'adolescents asthmatiques (DM 63,49 L / min, 95% ; IC 25,01-101,97, I2 = 52%, deux études, 38 participants). Aucun effet significatif de la natation par rapport aux témoins n'a été trouvé pour toute autre mesure de la fonction pulmonaire en combinaison analyses de population ou analyses de sous-groupes séparés des enfants / adolescents asthmatiques. Comparativement à différents groupes témoins, des études ont rapporté des **réductions significatives d'hyperréactivité bronchique** chez les adultes asthmatiques, chez les enfants / adolescents asthmatiques, ainsi que des améliorations bronchoconstriction induite par l'exercice. Aucune différence significative n'a été trouvée entre les groupes de natation et de contrôle pour les biomarqueurs sanguins. Les auteurs ont conclu que l'analyse groupée de populations combinées et de diverses analyses de sous-groupes, la natation avait des **effets sur la VO2max, sur la ventilation minute maximale et sous-maximale**. La natation a également conduit à **l'amélioration significative du débit expiratoire de pointe** dans une analyse groupée d'adultes et enfants / adolescents en bonne santé souffrant d'asthme et dans une analyse en sous-groupe de cette dernière population uniquement (49).

Mohr et al. (50) étudient l'effet de deux modes d'entraînement de natation sur la santé cardiovasculaire chez des femmes sédentaires. Ainsi, trois groupes ont été constitués d'un premier groupe expérimental avec un entraînement à haute intensité regroupant 21 sujets. Le second groupe expérimental correspondait à un entraînement d'intensité modérée et qui regroupait 21 sujets également. Enfin, le dernier groupe était le groupe contrôle composé de 20 sujets. Le groupe à haute intensité (HIT) a effectué 6 à 10 répétitions de 30 secondes de nage à une vitesse maximale, chaque répétition est entrecoupée de 2 min de récupération. Le deuxième programme de natation expérimentée (MOD) était composé d'une heure de nage en continu à intensité modérée. Ces deux programmes ont été mis en place pendant une période de 15 semaines.

Cette étude a suivi la tension artérielle, la fréquence cardiaque au repos en utilisant un moniteur de tension artérielle automatique, toutes les demi-heures pendant les 2 heures de repos. L'examen du taux de cholestérol a également été suivi au cours de l'étude. Enfin différents tests d'effort ont été réalisés pour examiner les changements au cours des 15 semaines. La **tension artérielle systolique a significativement ($p < 0,05$) diminuée** à la fin des 15 semaines d'entraînement de 6 ± 1 mm Hg dans le groupe HIT et de 4 ± 1 mm Hg dans le

groupe MOD comparativement au groupe contrôle. La tension artérielle diastolique n'était pas significativement différente entre le groupe contrôle et chaque groupe d'entraînement. La **fréquence cardiaque au repos a diminué significativement** ($p < 0,05$) de 5 ± 1 BPM sur 15 semaines à la fois dans le groupe HIT (76 ± 2 à 71 ± 2 BPM) ainsi que dans le groupe MOD (78 ± 3 à 73 ± 3 BPM), alors qu'il n'a pas été significativement modifié dans le groupe contrôle (77 ± 2 et 74 ± 2 BPM). Aucun changement significatif n'a été observé sur les taux de cholestérol dans le sang après les 15 semaines d'entraînement dans les deux groupes. Enfin, après la période de formation, les performances physiques ont été augmentées significativement ($p < 0,05$) dans le groupe HIT et dans le groupe MOD de, respectivement, $13 \pm 3\%$ et $22 \pm 3\%$, soit une distance totale de 342 ± 14 m et 368 ± 15 m. Les auteurs concluent que la nage intermittente à haute intensité peut être un programme efficace pour **améliorer la santé cardiovasculaire et les performances physiques** chez les sédentaires avec une légère hypertension. Des **adaptations similaires** sont aussi présentes dans un programme d'intensité modérée (50).

Wong et al. (52) se sont intéressés aux effets de la natation sur la **fonction artérielle**, la force musculaire ainsi que les capacités aérobies chez les sédentaires. Les participants ont été répartis aléatoirement dans deux groupes. Ainsi, 52 personnes ont été affiliées au groupe expérimental et 48 personnes au groupe contrôle. Le groupe expérimental a suivi un programme de natation d'une durée de 20 semaines. Des mesures cardiovasculaires ont été recueillies pour l'ensemble des participants au début et à la fin du programme, ainsi que des mesures évaluant la composition corporelle, la force musculaire et la capacité cardiorespiratoire. La tension artérielle a été mesurée à l'aide d'un appareil oscillométrique automatique. Les mesures de la rigidité artérielle et l'analyse de l'onde de pouls ont été examinées à l'aide d'un tonomètre à aplanation. Enfin, pour mesurer la force musculaire du haut du corps, la force de préhension a été évaluée à l'aide d'une poignée dynamomètre de force. La pression artérielle systolique et diastolique ainsi que la fréquence cardiaque ont significativement ($p < 0,05$) diminuées dans le groupe expérimental par rapport au groupe contrôle. De plus, la force musculaire et la VO_2 max ont significativement ($p < 0,05$) augmentées dans le groupe expérimental par rapport au groupe contrôle. Les auteurs ont conclu que la natation peut **améliorer la fonction artérielle** grâce à la **diminution de la tension artérielle, de la rigidité et de la réflexion des ondes de pouls** chez les femmes ménopausées souffrant d'hypertension de type 2. Enfin, la natation a également permis **d'améliorer la force musculaire et les capacités cardiorespiratoires** (52).

Nualnim et al. (53) ont étudié les effets de la natation sur la **pression artérielle** et la fonction vasculaire chez des personnes de plus de 50 ans. Pour ce faire, deux groupes ont été constitués. Le groupe expérimental était composé de 24 sujets et le groupe contrôle était composé de 19 personnes. Les sujets du groupe expérimental ont été soumis à un programme de natation d'une durée de 12 semaines. L'entraînement durait 20 minutes au début puis, une fois les participants plus à l'aise, il durait 40 minutes. L'intensité de l'entraînement a également augmenté au cours du programme. Enfin, il y avait 3 à 4 entraînements par semaine. Les sujets devaient nager en continu durant l'entraînement. Les ondes de pouls de l'artère carotide et de l'artère fémorale ont été examinées à l'aide de la tonométrie par aplanation artérielle. La mesure de la tension artérielle a été obtenue à l'aide d'un moniteur ambulateur non invasif sur une période de 24 heures. Enfin, des tests d'effort ont été réalisés à l'aide d'un protocole Bruce modifié.

La pression artérielle prise occasionnellement a significativement ($p < 0,05$) diminué entre le début et la fin du programme de natation chez le groupe expérimental (131 ± 3 mm Hg à 122 ± 4 mm Hg). De même, la pression artérielle systolique prise sur 24 heures a significativement ($p < 0,05$) diminué dans le groupe expérimental entre le début (128 ± 5 mm Hg) et la fin du programme (119 ± 2 mm Hg). La compliance de l'artère carotide a significativement ($p < 0,05$) augmenté dans le groupe expérimental entre le début ($0,14 \pm 0,01$ mm² / mmHG) et la fin du programme de natation ($0,17 \pm 0,01$ mm² / mm Hg). La dilation médiée par le flux brachial a également augmenté significativement ($p < 0,05$) dans le groupe expérimental entre le début ($3,3 \pm 0,9$ %) et la fin du programme ($7,2 \pm 1,1$ %). Enfin, la sensibilité baroréflexe cardiovagale a augmenté significativement ($p < 0,05$) dans le groupe expérimental entre le début ($4,1 \pm 0,5$ ms / mm Hg) et la fin ($6,1 \pm 0,7$ ms / mm Hg). Aucun changement n'a été significatif dans le groupe contrôle. Les auteurs ont conclu que la natation peut avoir des **effets hypotenseurs** et **des améliorations de la fonction vasculaire** chez les adultes plus âgés (53).

Évolution de la masse corporelle dans la population générale

Lahar et Metsios (49), dont l'étude a été présentée précédemment, se sont également intéressés à l'évolution de la **masse corporelle** à long terme chez des sujets pratiquant la natation. Ainsi, la natation présente un effet significativement positif ($p < 0,05$) sur la graisse corporelle comparativement au groupe contrôle (différence moyenne = - 1.92%, 95% CI : -4.64 à -0.80, $I^2 = 0\%$, deux études et 44 participants). Les auteurs concluent que la natation était

associée à une **réduction significative du pourcentage de graisse corporelle** et une **augmentation de la masse maigre** dans les populations combinées (49).

Mohr et al. (50), dont l'étude a également été présentée précédemment, ont étudié le taux de graisse et le taux de masse maigre du corps entier évalué par balayage DXA corporel total. Le pourcentage de graisse corporelle dans le corps a significativement ($p < 0,05$) diminué dans le groupe HIT (début = $43,1 \pm 1,1$ % ; fin = $41,4 \pm 1,2$ %) ainsi que dans le groupe MOD (début = $44,1 \pm 1,2$ % ; fin = $42,1 \pm 1,0$ %). De plus, la masse grasse totale a diminué significativement ($p < 0,05$) dans le groupe HIT de $1,1 \pm 0,2$ kg et dans le groupe MOD de $2,2 \pm 0,3$ kg par rapport au début du programme. La masse maigre a augmenté significativement ($p < 0,05$) de $1,7 \pm 0,3$ kg dans le groupe HIT et de $1,3 \pm 0,3$ kg dans le groupe MOD. Aucun changement significatif n'a été observé dans le groupe contrôle. La circonférence de hanche a significativement ($p < 0,05$) diminué de 108 ± 2 à 105 ± 2 cm dans le groupe MOD. Aucune différence significative n'a été trouvée dans le groupe HIT et dans le groupe contrôle. Enfin, la masse corporelle a significativement ($p < 0,05$) diminué après les 15 semaines d'entraînement dans le groupe HIT ($76,5 \pm 1,9$ à $75,9 \pm 2,1$ kg) et dans le groupe MOD ($83,8 \pm 4,3$ à $82,4 \pm 4,0$ kg), mais est restée similaire dans le groupe contrôle. Les auteurs concluent que l'entraînement de natation permet de réduire la masse grasse totale et d'augmenter la masse maigre corporelle (50).

Fonction cognitive dans la population générale

Shoemaker et al. (51) s'intéressent à l'effet de la natation sur la fonction cérébro-vasculaire et sur les **fonctions cognitives**. Dans cette étude, deux groupes ont été formés : un groupe contrôle comprenant 10 athlètes terrestres et un groupe expérimental comprenant 8 nageurs. Chaque participant a été soumis à une batterie de test dans quatre conditions différentes chacun dans son environnement : en position verticale, en position verticale avec du CO₂ pour le groupe contrôle, en position couchée, en position couchée avec du CO₂ et enfin en nageant 20 minutes à 50% de leur fréquence cardiaque pour le groupe expérimental. Un test cognitif a été réalisé en position verticale dans les deux groupes et à la fin des 20 minutes de nage chez le groupe expérimental (figure 14).

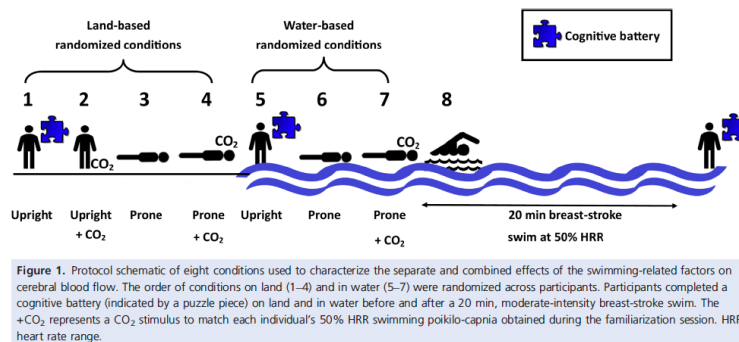


Figure 14 - Schéma du protocole expérimental de l'étude de Shoemaker et al. (51)

Le test cognitif permet de mesurer les performances visuomotrices, les performances inhibitrices ainsi que la commutation mentale. Ce test dure 2 minutes et contient trois tâches qui évaluent les trois domaines cités précédemment. Les participants ont vu des stimuli rouges ou verts positionnés à gauche ou à droite d'un point fixe central et ils devaient appuyer le plus rapidement possible sur le bouton correspondant en étant le plus précis possible.

Enfin, des mesures de suivi ont été faites concernant le diamètre et la vitesse de propagation du sang dans l'artère carotide interne réalisées à l'aide d'un échographe. La position couchée a diminué la pression artérielle moyenne de 5% ($p = 0,01$), correspondant à une diminution significative de la pression artérielle diastolique (11% ; $p < 0,01$) et de la fréquence cardiaque (20% ; $p < 0,01$). L'hypercapnie (+8 mm Hg) en position couchée dans l'eau a significativement augmenté la fréquence cardiaque de 9% ($p < 0,01$), mais pas la pression artérielle moyenne ($p = 0,78$). Alors que l'immersion dans l'eau augmentait la pression artérielle moyenne dans en position verticale, cette position n'a pas modifié de manière fiable le test cognitif (tous $P \geq 0,15$) dans les deux groupes. Vingt minutes de nage de faible intensité ont amélioré de 4% ($p = 0,01$) le test de vitesse de visuomotricité (en taux de réponse ajusté à la précision), indépendamment du groupe de sujets. Cette amélioration était liée à un temps de réaction plus rapide de 3% ($p = 0,01$) sans compromettre la précision. Les auteurs concluent qu'après 20 minutes de natation, le fonctionnement cognitif, notamment les performances dans une tâche visuomotrice était meilleures par rapport à leur niveau de référence (51).

Fonction osseuse dans la population générale

Su et al. (54) étudient l'effet de la natation sur la fonction osseuse chez des **patients ostéoporotiques**. Cinq articles ont été retenus pour être analysés dans cette étude. Sur ces cinq articles, trois études ont mesuré la **densité minérale osseuse du rachis lombaire** chez

des sujets pratiquant la natation comparée à des sujets ne pratiquant pas d'activité. Après analyse de ces études, la densité minérale osseuse était significativement plus élevée dans les groupes de nageurs que dans les groupes contrôle. Cependant, les groupes présentaient une forte hétérogénéité ($\chi^2 = 5,16$). Pour limiter cette hétérogénéité, les auteurs ont divisé les sujets en deux sous-groupes. Le premier sous-groupe était composé des femmes ménopausées, pratiquant la natation entre 3 à 6 heures par semaine alors que le second sous-groupe était composé de femmes pré-ménopausées pratiquant la natation moins de 3 heures par semaine. La densité de la colonne lombaire des nageuses ménopausées du groupe expérimental était significativement plus élevée que celle du groupe témoin ($\chi^2 = 0,15$), alors que dans la population générale, la tendance n'était pas significative. Les auteurs concluent que la natation peut avoir un **effet sur la densité minérale osseuse du rachis lombaire** des nageuses ménopausées si le temps de **pratique de la natation est compris entre 3 et 6 heures** par semaine, mais pas chez les nageuses en pré-ménopause ayant un temps de nage inférieur à 3 heures hebdomadaires (54).

Gomez-Bruton et al. (55) se sont intéressés à l'effet de la natation régulière sur la **densité minérale osseuse** chez des **jeunes adultes**. Leur revue systématique regroupe 14 articles. Parmi ces études, le groupe de nageurs était comparé à un groupe contrôle ne pratiquant pas de sport ainsi qu'à un groupe ostéogénique (il s'agit d'un groupe dont les sujets pratiquent un sport à impact modéré). Aucune différence de densité minérale osseuse du corps entier n'a été trouvée entre les valeurs des nageurs et les témoins ($p = 0,251$). L'hétérogénéité des études pour la densité minérale osseuse du corps entier était faible ($I^2 = 33,89$). Aucune différence n'a été montrée entre les nageurs et les témoins pour la colonne lombaire ($p = 0,492$). Cependant, l'hétérogénéité des études pour la colonne lombaire était élevée ($I^2 = 72,09$; $P < 0,001$). Les auteurs concluent que les jeunes nageurs adultes présentent des valeurs de **densité minérale osseuse similaires** à celles des non-sportifs du groupe contrôle et des valeurs inférieures à celles des autres athlètes ostéogéniques pour la colonne vertébrale lombaire, le col du fémur et le corps entier. Ces résultats suggèrent, selon les auteurs, que la **natation est neutre par rapport à la masse osseuse**, comme l'ont présenté les valeurs de la densité minérale osseuse similaires entre les nageurs et les témoins non sportifs (55).

6 Discussion

Cette revue de littérature s'oriente vers une synthèse narrative de données scientifiques concernant les effets de la natation sur le rachis lombaire ainsi que sur les fonctions corporelles dans l'objectif de recommander ce sport à des patients lombalgiques.

Afin de limiter le risque de biais liés à ce type de méthodologie, la section des articles s'est faite sur la base méthodologique d'une revue systématique. Cela permet d'avoir un premier regard critique avant l'interprétation des données à disposition (intérêts et limites). Puis, après sélection des articles, les données ont été retranscrites au maximum sous forme de faits objectifs, en apportant le niveau de preuve dès que cela était possible.

Dans un premier temps, nous avons étudié les impacts de la natation au niveau du rachis lombaire. Puis, dans une seconde partie, nous avons analysé les effets de ce sport sur les fonctions corporelles. Enfin, nous avons initié une discussion autour des bénéfices ou contraintes que la natation peut apporter à des patients lombalgiques.

Nous avons essayé au maximum de structurer cette revue narrative. Enfin, la retranscription de données au sein de cet écrit peut apporter un biais de formulation.

La qualité des études ainsi que la population étudiée dans ces articles ne nous permettent pas de conclure sur les effets trouvés chez des patients en fin de rééducation suite à une lombalgie. Nous pouvons seulement émettre des hypothèses à partir de ces résultats pour notre population cible.

6.1 Interprétation des résultats

6.1.1 Effets de la natation sur le rachis lombaire

Prévalence de lombalgie chez les nageurs compétiteurs

Zaina et al. (45) mettent en avant que la natation peut être associée à un risque accru d'asymétrie du tronc et d'hypercyphose et être associée à une prévalence plus importante de lombalgie chez les adolescents pratiquant la natation en compétition notamment chez les femmes. Un des biais de cette étude est que les auteurs n'ont pas utilisé de radiographie pour confirmer ou infirmer les asymétries du rachis. Ainsi, il est possible de retrouver des faux positifs parmi ces résultats. D'autre part, la prévalence de lombalgie a été évaluée à partir d'un questionnaire validé précédemment dans une autre étude. Ce questionnaire a été distribué aux adolescents sans entretien avec les examinateurs, ce qui peut amener à un biais d'interprétation de part et d'autre. Le questionnaire comportait une question sur les antécédents de lombalgies. Le fait de faire appel à ses souvenirs pour répondre à cette

question peut amener à un biais de rappel. La taille de l'échantillon n'a pas pu être calculée faute de données suffisantes pour le faire. Cela peut également amener un biais sur l'effet des résultats. De plus, l'âge moyen des participants est de 12,5 ans. Ces sujets sont encore en pleine croissance et de ce fait, les résultats peuvent présenter des biais. Enfin, l'étude étant transversale, un véritable lien de cause à effet entre la natation et la lombalgie ne peut être déterminé.

Les résultats précédents rejoignent ceux de l'étude réalisée par Sato et al. (48) chez des adolescents d'une moyenne d'âge de 12 ans également. En effet, les auteurs retrouvent 27,5% de sujets présentant une lombalgie dont 17,5% étaient des lombalgies sévères. Dans cette étude, un des biais principaux était le manque d'explication de terme « lombalgie » dans le questionnaire distribué aux participants. En effet, l'interprétation des questions en lien avec ce terme était dépendante du jugement de chaque sujet et peut varier d'une personne à une autre. De même, la prévalence de lombalgie chez les adolescents peut également être due à des paramètres autres que le sport. Enfin, il s'agit d'une étude transversale donc un lien de causalité entre l'activité physique et la prévalence de la lombalgie ne peut être établi. Ainsi, la pratique de la natation de façon intense semble avoir un effet sur l'apparition d'une lombalgie.

Impact de la natation sur les disques intervertébraux lombaires, l'élasticité des muscles et sur l'extension lombaire

Kitamura et al. (44) mettent en évidence que les nageurs souffrant de lombalgie pendant la natation présentaient un module d'élasticité plus élevé de leur psoas majeur, un module élastique inférieur de leur pectoral mineur et une plus grande extension lombaire pendant les mouvements d'ondulations par rapport aux nageurs sans lombalgie. En effet, la taille de l'effet entre l'extension lombaire durant l'ondulation et la présence de lombalgie est de 0,701 avec une p-value < 0,001. De même, la taille de l'effet entre le module d'élasticité du psoas et la présence de lombalgie est de 0,516 avec une p-value = 0,003. La taille de l'effet mesure la force de l'effet observé, ici la présence de lombalgie, sur le module d'élasticité du psoas et de l'extension lombaire durant l'ondulation. Ce mouvement se réalise le corps à l'horizontal sous l'eau et peut être présent au début du crawl, du dos crawlé ou du papillon. Il permet de prendre de la vitesse avant de commencer la nage. Cette étude portant seulement sur l'ondulation, les résultats trouvés ne peuvent pas être appliqués pour les quatre nages existantes. Enfin, cet article étant une étude transversale, il présente un biais dans l'interprétation d'une potentielle association entre ces résultats et la présence d'une

lombalgie chez les nageurs. Cependant, selon les auteurs, pour réduire la lombalgie chez les nageurs, il serait intéressant de prendre en compte les problèmes révélés par leur étude.

Folkvardsen et al. (46) ont mis en avant que le nombre de dégénérescences discales au niveau de L1-L2 ($p = 0,02$) était significativement plus élevé dans le groupe de nageurs que dans le groupe contrôle. De même le nombre de renflements du disque intervertébral en L4-L5 était significativement ($p = 0,04$) plus élevé dans le groupe de nageurs que dans le groupe contrôle. De plus, le pourcentage de lombalgies n'était pas significativement différent entre les deux groupes ($p = 0,41$). Cependant, la présence de renflements discaux était significativement associée à la présence de lombalgies dans le groupe contrôle par rapport au groupe nageur (contrôle : 83,3% ; nageur : 37,5% ; $p = 0,03$). Un des principaux biais de cette étude est le biais de sélection des deux groupes. En effet, les auteurs ont eu accès à des données d'une étude précédente de 2009 leur permettant de constituer le groupe contrôle. Les deux groupes différaient géographiquement avec une possible différence culturelle dans la perception de la douleur. De plus, les groupes n'étaient pas appariés pour le sexe, le poids, la taille et l'âge pouvant influencer les résultats obtenus. Pour minimiser les risques de confusion, les auteurs ont utilisé un test de Wald qui a été pris en compte dans l'analyse de la régression logistique.

Les deux groupes de l'étude étant issus de deux échantillons différents, l'imagerie par Résonnance Magnétique était donc différente entre eux, ce qui peut également influencer les résultats. D'autre part, une partie des résultats reposait sur une question d'autoévaluation pour leurs antécédents douloureux constituant un biais de rappel. Enfin, s'agissant d'une étude transversale, une relation de cause à effet entre les résultats obtenus et la présence de lombalgie chez les nageurs ne peut être affirmée. De manière générale, il semblerait que la natation ne provoque pas davantage de modifications du disque intervertébral sur l'ensemble du rachis lombaire chez les nageurs compétiteurs. Elle pourrait cependant être liée à certaines modifications du disque intervertébral à des niveaux spécifiques du rachis lombaire.

Les résultats mis en évidence par Folkvardsen et al. (46) rejoignent ceux de l'étude d'Owen et al. (47). En effet, les auteurs retrouvent un rapport entre la hauteur du disque intervertébral et la hauteur du corps vertébral de l'ensemble des niveaux lombaires significativement ($p < 0,01$) plus important chez les nageurs (0,41) que dans le groupe contrôle (0,38). De même, la hauteur des disques intervertébraux à tous les niveaux lombaires s'est révélée significativement ($p < 0,01$) plus importante chez les nageurs (8,9mm) que dans le groupe

contrôle (8,3mm). Cependant, ces résultats ont été obtenus lorsque les deux échantillons n'étaient pas appariés. Lorsque les auteurs ont analysé ces résultats en prenant en compte l'appariement des deux groupes, il n'y avait plus de différences significatives entre eux. Cela constitue l'un des biais principaux de l'étude. En effet, les résultats différaient selon que l'ensemble de la population ou des paires appariées ont été pris en compte. Cela souligne l'importance de bien contrôler les potentiels facteurs de confusion lors du recrutement des sujets pour des mesures quantitatives. De plus, en fonction de leur âge, la population de l'étude peut ne pas avoir atteint la maturité du disque intervertébral ou la dégénérescence discale liée à l'âge et qui peut apparaître à partir de 30 ans. D'autre part, la participation à des activités sportives a été évaluée de manière subjective, ce qui peut engendrer un biais de rappel. Enfin, il s'agit d'une étude transversale, ce qui ne permet pas de conclure à un lien de causalité entre l'activité sportive et les caractéristiques retrouvées du disque intervertébral.

6.1.2 Effets de la natation sur les fonctions physiologiques du corps

Fonction cardiorespiratoire / cardiovasculaire et performance physique dans la population générale

Lahar et Metsio (49) ont mis en avant que la natation présente un effet significativement et cliniquement bénéfique sur la VO₂ max (6,32 mL/Kg/min). Ils ont également retrouvé des améliorations significatives pour la compliance de l'artère carotide et de la dilatation médiée par le flux et la sensibilité baroréflexe cardiovagale. Enfin, le débit expiratoire de pointe a significativement été amélioré dans le sous-groupe distinct d'enfants / adolescents asthmatiques pratiquant la natation (DM 63,49 L / min, 95% ; IC 25,01-101,97, I² = 52%, deux études, 38 participants). L'hétérogénéité au sein du groupe est importante ce qui peut influencer la différence trouvée dans l'étude. De plus, l'intervalle de confiance ne comprend pas la valeur 0, ce qui signifie que les auteurs peuvent conclure à une différence entre les deux groupes. Dans cette revue systématique, l'un des biais principaux est l'absence d'analyse de la qualité méthodologique des études incluses dans cette revue. En effet, la pertinence des résultats mis en avant dans cette revue dépend de la qualité des études incluses dans cette dernière. Cela peut présenter un biais dans l'interprétation des résultats.

Mohr et al. ont (50) mis en évidence qu'après 15 semaines d'entraînement de natation, la tension artérielle systolique a significativement ($p < 0,05$) diminué de 6 ± 1 mm Hg dans le groupe HIT et de 4 ± 1 mm Hg dans le groupe MOD comparativement au groupe contrôle. De même, la fréquence cardiaque au repos a diminué significativement ($p < 0,05$) de 5 ± 1 BPM

sur 15 semaines, à la fois dans le groupe HIT (76 ± 2 à 71 ± 2 BPM) et dans le groupe MOD (78 ± 3 à 73 ± 3 BPM), alors qu'elle n'a pas été significativement modifiée dans le groupe contrôle (77 ± 2 et 74 ± 2 BPM). Enfin, après la période de formation, les performances physiques ont été augmentées significativement ($p < 0,05$) dans le groupe HIT et dans le groupe MOD de, respectivement, $13 \pm 3\%$ et $22 \pm 3\%$, soit une distance totale de 342 ± 14 m et 368 ± 15 m. Un des principaux biais de cette étude est l'absence d'aveugle dans la méthodologie de l'étude. En effet, les participants et les examinateurs savaient s'ils appartenaient aux groupes expérimentaux ou au groupe contrôle. Cela peut présenter un biais dans l'analyse et l'interprétation des résultats. Enfin, les auteurs de cette étude contrôlée randomisée n'ont pas discuté des limites de leur étude. Cela peut également présenter un biais dans l'interprétation des résultats car ils peuvent ne pas en avoir tenu compte dans leur conclusion d'étude.

Wong et al. (52) ont mis en avant que la pression artérielle systolique et diastolique ainsi que la fréquence cardiaque ont significativement ($p < 0,05$) diminuées dans le groupe expérimental pratiquant la natation par rapport au groupe contrôle. De plus, la force musculaire et la VO_2 max ont significativement ($p < 0,05$) augmentées dans le groupe expérimental par rapport au groupe contrôle. Un des biais de cette étude repose sur le fait que les sujets et les thérapeutes n'étaient pas en aveugle. Cette absence d'aveugle peut constituer un biais dans l'analyse et l'interprétation des résultats car le fait de connaître l'affiliation du sujet peut influencer les résultats en fonction de ce que les auteurs souhaitent montrer.

Nualnim et al. (53) ont mis en évidence une amélioration significative de la pression artérielle systolique après leur programme de natation (début du programme : 128 ± 5 mm Hg ; fin du programme : 119 ± 2 mm Hg). De même, la compliance de l'artère carotide et la dilatation médiée par le flux brachial ont significativement ($p < 0,05$) augmenté dans le groupe expérimental entre le début et la fin du programme de natation. Enfin, la sensibilité baroréflexe cardiovasculaire a augmenté significativement ($p < 0,05$) dans le groupe expérimental entre le début ($4,1 \pm 0,5$ ms / mm Hg) et la fin ($6,1 \pm 0,7$ ms / mm Hg). Un des biais principaux concerne le nombre de sujet recruté pour l'étude. En effet, les auteurs n'ont pas calculé le nombre de sujets nécessaires à leur étude pour détecter une différence lorsqu'elle existe réellement. Ainsi, dans cette étude une différence peut être acceptée à tort (risque bêta) ou le rejet d'une différence peut être accepté à tort (risque alpha). De plus, les sujets et

thérapeutes n'étaient pas en aveugle dans cette étude. Cette absence peut constituer un biais dans l'analyse et l'interprétation des résultats car le fait de connaître l'affiliation du sujet peut influencer les résultats en fonction de ce que les auteurs souhaitent montrer.

Évolution de la masse corporelle dans la population générale

Lahar et Metsios (49) mettent en évidence que la natation présente un effet significativement positif ($p < 0,05$) sur la graisse corporelle comparativement au groupe contrôle (différence moyenne = - 1.92%, 95% CI : -4.64 à -0.80, $I^2 = 0\%$, deux études et 44 participants). L'hétérogénéité du groupe était de 0%, ce qui est positif pour l'interprétation des résultats car le groupe était homogène. Ce qui permet de comparer les sujets entre eux. De plus, l'intervalle de confiance ne comprend pas la valeur 0, ce qui permet également de conclure à une différence entre les deux groupes. Enfin, le seuil minimal de l'effet clinique n'est pas précisé dans l'article ce qui signifie que les auteurs ne peuvent pas conclure à un effet intéressant de la natation pour la perte de graisse corporelle.

Des résultats similaires sont retrouvés dans l'étude de Mohr et al. (50). En effet, le pourcentage de graisse corporelle ainsi que la masse grasse totale ont significativement ($p < 0,05$) diminués dans les deux groupes expérimentaux. La masse maigre a augmenté significativement ($p < 0,05$) de $1,7 \pm 0,3$ kg dans le groupe HIT et de $1,3 \pm 0,3$ kg dans le groupe MOD. La circonférence de hanche a significativement ($p < 0,05$) diminuée de 3 cm dans le groupe MOD. Enfin, la masse corporelle a significativement ($p < 0,05$) diminuée après les 15 semaines d'entraînement dans le groupe HIT ($76,5 \pm 1,9$ à $75,9 \pm 2,1$ kg) et dans le groupe MOD ($83,8 \pm 4,3$ à $82,4 \pm 4,0$ kg). Dans cette analyse des résultats, un seul paramètre est pris en compte. Or, d'autres facteurs peuvent influencer sur ces résultats comme l'alimentation. Un seul facteur ne permet pas de conclure sur ces résultats.

Fonction cognitive dans la population générale

Shoemaker et al. (51) ont mis en avant que 20 minutes de nage de faible intensité permettent d'améliorer de 4% ($p = 0,01$) le test de vitesse de visuomotricité (en taux de réponse ajusté à la précision), indépendamment du groupe de sujets. Cependant, l'environnement n'était pas apparié entre le groupe terrestre et le groupe de natation. Cela constitue donc un biais dans l'analyse et l'interprétation des résultats.

Fonction osseuse dans la population générale

Su et al. (54) ont mis en évidence que la densité minérale osseuse du rachis lombaire des nageuses ménopausées du groupe expérimental était significativement plus élevée que celle du groupe témoin ($\chi^2 = 0,15$; différence moyenne entre les deux groupes = 0.13 ; 95% IC : [0.07, 0.19]) alors que dans la population générale, la tendance n'était pas significative. Un des biais principaux de cette étude est l'hétérogénéité des populations intégrées dans cette revue. Cela peut présenter un biais dans l'interprétation des résultats. De plus, la borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95% est proche de 0, ce qui signifie que les auteurs peuvent conclure à un effet. Cependant, étant très proche de 0 et le seuil clinique n'étant pas indiqué dans la revue, nous pouvons nous interroger sur l'effet réel de la natation sur la densité minérale osseuse du rachis lombaire.

Gomez-Bruton et al. (55) ont mis en avant qu'aucune différence de densité minérale osseuse du corps entier n'a été trouvée entre les valeurs des nageurs et les témoins ($p = 0,251$). L'hétérogénéité des études pour la densité minérale osseuse du corps entier était faible ($I^2 = 33,89$). De plus, aucune différence n'a été montrée entre les nageurs et les témoins pour la colonne lombaire ($p = 0,492$). Cependant, l'hétérogénéité des études pour la colonne lombaire était élevée ($I^2 = 72,09$; $P < 0,001$). Cette hétérogénéité peut présenter un biais dans l'analyse et l'interprétation des résultats. D'autre part, un seul paramètre a été pris en compte pour discuter de la solidité de l'os. Cela peut présenter un biais dans l'étude car d'autres paramètres, comme la structure de l'os, influencent cette solidité. Enfin, les études incluses dans cette revue sont des études transversales. Ce critère peut présenter un biais dans le niveau de preuve des résultats apportés.

6.2 Réponses à la problématique

L'intérêt de la pratique de la natation chez des patients ayant eu une lombalgie semble controversé au vu des résultats trouvés. En effet, deux études ont évalué la prévalence de lombalgie chez des nageurs compétiteurs adolescents (45,48). Les auteurs de ces études ont trouvé que cette population avait une prévalence plus élevée de lombalgie comparativement à leur groupe contrôle. Cependant, ils n'ont pas pu établir de lien de causalité entre la natation et la prévalence de lombalgie dans cette population. Malgré cela, ces résultats amènent à se poser des questions quant aux bénéfices de la natation pour les patients ayant eu une lombalgie. En effet, nous pouvons émettre l'hypothèse qu'une pratique de la natation en compétition peut être responsable de lombalgie. Nous pouvons également supposer qu'une

pratique excessive de la natation peut engendrer un risque de récurrence chez les patients ayant eu une lombalgie. Néanmoins, une pratique adaptée de ce sport ne semble pas dangereuse pour ces patients.

Par ailleurs, deux autres études ont évalué l'impact de la natation sur les disques intervertébraux. Dans la première étude, les auteurs ont trouvé que les nageurs avaient plus de dégénérescences discales au niveau de L1–L2 et de renflements en L4–L5 (46). Dans la seconde étude, ils n'ont pas trouvé de différences significatives dans les caractéristiques du disque intervertébral entre les nageurs et le groupe témoin (47). Cependant, un lien de causalité entre la natation et des modifications du disque intervertébral ne peut être établi. Malgré cela, nous pouvons émettre l'hypothèse que la natation à forte intensité (pratiquée en compétition) peut impacter les structures intervertébrales. Chez des patients ayant eu une lombalgie, les structures intervertébrales peuvent être déjà fragilisées. De ce fait, une pratique trop importante de la natation pourrait fragiliser davantage ces structures. Cette activité pratiquée en loisir ne semble cependant pas contraignante pour le rachis lombaire et peut être recommandée aux patients ayant eu une lombalgie pour une reprise d'activité physique.

Ensuite, une étude a évalué le module d'élasticité des muscles ainsi que l'extension articulaire du rachis lombaire et des hanches pendant le mouvement d'ondulation. Les auteurs ont trouvé que le module d'élasticité du psoas était significativement plus élevé dans le groupe des nageurs avec lombalgie que dans le groupe contrôle. L'angle d'extension lombaire était également plus grand lors de l'exécution de l'ondulation et un angle d'extension de la hanche passif plus petit que le groupe témoin. Les auteurs pensent que ces résultats peuvent expliquer la présence de lombalgie chez les nageurs du groupe expérimental. Cependant, un lien de causalité entre les résultats présentés et la présence de lombalgie chez ces nageurs ne peut être établi (44). Malgré cela, ces résultats peuvent présenter un intérêt pour les patients lombalgiques. En effet, une des causes de lombalgie peut être liée à des tensions musculaires au niveau des muscles s'insérant sur le rachis lombaire, comme le psoas. Ainsi, le mouvement d'ondulation dans l'eau pourrait participer au maintien de l'élasticité du psoas chez les patients ayant eu une lombalgie pour cette raison. De même, certains patients lombalgiques peuvent avoir une perte de mobilité du rachis lombaire et du bassin. L'ondulation peut également présenter un intérêt chez les patients ayant eu une lombalgie pour maintenir la mobilité gagnée lors de la rééducation. Toutefois, ce mouvement pratiqué

de manière trop importante semble également provoquer des douleurs lombaires. Ce mouvement peut être recommandé aux patients lombalgiques pour les raisons énoncées précédemment tout en faisant attention que cela ne produise de nouvelles douleurs lombaires. Il est donc important de se souvenir de cela afin de conseiller et d'avertir les patients.

En revanche, le module d'élasticité du pectoralis minor était significativement plus faible dans le groupe des nageurs que dans le groupe contrôle. Cela pourrait traduire une raideur de ce dernier, ce qui, à long terme, pourrait entraîner une hypercyphose thoracique. Cela rejoindrait les résultats de l'étude de Zaina et al. (45) qui ont trouvé une prévalence plus élevée d'hypercyphose thoracique chez les nageurs. Or, certains patients post lombalgie pouvaient présenter des défauts de posture ayant causé leur douleur. Ainsi, ces résultats nous amènent à faire attention avec ces patients pour éviter les risques de récives. Des étirements après l'entraînement pourraient alors leur être proposés pour limiter ce risque.

Puis, quatre études ont évalué les effets de la natation sur les fonctions cardiorespiratoire et cardiovasculaire. Les différents auteurs ont trouvé qu'après un programme d'entraînement de natation, la fréquence cardiaque au repos a diminué, la VO₂ maximale s'est améliorée, le débit expiratoire de pointe a augmenté et la tension artérielle systolique a également été améliorée. Des populations différentes ont été étudiées dans chaque étude mais les auteurs ont trouvé des effets similaires (49,50,52,53). Ces résultats peuvent présenter un intérêt pour les patients ayant eu une lombalgie. En effet, ces patients peuvent présenter un déconditionnement physique pouvant être lié à leur lombalgie. Ainsi, un programme de natation peut être proposé aux patients ayant eu une lombalgie pour améliorer leur fonction cardiorespiratoire et les performances physiques si le bilan diagnostic kinésithérapique a mis en évidence un déficit de cette fonction.

D'autre part, deux études ont évalué l'évolution de la masse corporelle (principalement la masse grasse et la masse maigre) chez des nageurs comparativement à un groupe contrôle (49,50). Les auteurs ont trouvé que la masse corporelle, ainsi que la masse grasse totale semblaient diminuer significativement ($p < 0,05$) après un programme de natation. Quant à la masse maigre, elle semble augmenter significativement ($p < 0,05$) après un programme de natation. Ces résultats laissent penser que la natation pourrait avoir un effet sur la masse grasse et la masse maigre chez certaines personnes. Ainsi, ces résultats semblent présenter un intérêt chez des patients ayant eu une lombalgie. Cela pourrait leur permettre de

développer leur masse maigre (tel que la masse musculaire) au détriment de la masse grasse ce qui pourrait les aider à maintenir les bénéfices de la rééducation.

De plus, une étude a étudié l'impact de la natation sur les fonctions cognitives (51). Suite à leur étude, les auteurs ont conclu que 20 minutes de pratique par séance permettraient d'améliorer le fonctionnement cognitif, notamment les performances dans une tâche visuomotrice. L'exercice physique permettrait d'améliorer le traitement de l'information et des fonctions exécutives. Chez des patients en fin de rééducation d'une lombalgie, cela pourrait permettre de continuer d'améliorer le contrôle moteur en fonction de l'information visuelle reçue. Dans certaines conditions, cela pourrait leur permettre de mieux anticiper les mouvements en fonction de l'information visuelle reçue et leur redonner confiance dans le mouvement.

Deux études ont étudié les effets de la natation sur la structure osseuse (54,55). Les auteurs ont trouvé que la natation ne semblait pas améliorer la densité minérale osseuse chez les personnes pratiquant la natation. Cependant, cette pratique pourrait avoir un effet sur la densité minérale osseuse du rachis lombaire des nageuses ménopausées si le temps de pratique de la natation est compris entre 3 et 6 heures par semaine. Ces résultats semblent néanmoins peu significatifs sur la densité minérale osseuse. La natation semble peu intéressante pour les patients ayant eu une lombalgie liée à de l'ostéoporose.

Enfin, la natation pourrait également être intéressante pour les patients qui présentent un déconditionnement physique. En effet, dans les articles de Lahar et Metsio, de Mohr et al., de Wong et al. et de Nualnim et al. (49,50,52,53), la natation semble intéressante sur le plan cardiovasculaire et les performances physiques. Ce sport pourrait également être intéressant sur le plan musculaire. En raison des résultats des études de Lahart et al. et de Mohr et al. (49,50) ainsi que du grand nombre de muscles recrutés dans les différentes nages, la natation pourrait être intéressante pour améliorer la musculature de la paroi antérieure et postérieure du tronc chez les patients en fin de rééducation d'une lombalgie. La natation pourrait donc être intéressante pour le reconditionnement à l'effort de ces patients.

Pour résumer, le crawl peut permettre aux patients en fin de rééducation d'une lombalgie, de continuer à améliorer leurs capacités physiques (capacités cardiovasculaires et cardiorespiratoires). Cette nage permet également un travail de l'ensemble des groupes

musculaires du corps (membres supérieurs, membres inférieurs et du tronc). Le dos crawlé semble présenter les mêmes intérêts cardiovasculaires et cardiorespiratoires que le crawl. Sur le plan musculaire, cette nage recrute davantage les membres inférieurs et le tronc pour avancer et maintenir le corps à l'horizontal. Concernant la brasse, elle semble tout aussi intéressante que les deux nages citées précédemment sur le plan cardiorespiratoire et cardiovasculaire. Elle permet un travail musculaire, principalement des membres supérieurs et des membres inférieurs pour avancer. Cette nage peut présenter un intérêt pour les patients dont l'hyper lordose améliore leur lombalgie. Enfin, le papillon peut également permettre d'améliorer les capacités physiques des patients en fin de rééducation d'une lombalgie et de continuer leur reconditionnement à l'effort. Cette nage recrute principalement les muscles des membres supérieurs et du tronc. Elle demande beaucoup d'énergie pour avancer ainsi qu'une bonne technique de nage pour la réaliser. Cette nage peut aussi être intéressante chez le patient dont l'hyper lordose améliore leur lombalgie. Néanmoins, elle est recommandée pour des personnes ayant un bon niveau de natation afin d'éviter les blessures ou récides de douleurs.

Le travail musculaire peut être majoré par l'utilisation de matériel tel que le pull-buoy, la planche ou encore des plaquettes, en fonction des besoins du patients. Ce sport peut donc être recommandé pour des patients ayant eu une lombalgie liée à des défauts de posture lorsque la musculature dorsale est trop faible, ou lorsqu'un patient présente un déconditionnement physique. Des mouvements d'ondulations peuvent aussi être recommandés pour des patients ayant eu une lombalgie due à des tensions musculaires au niveau du psoas par exemple. Ces mouvements peuvent également être conseillés à des patients ayant eu une lombalgie due à un manque de mobilité lombaire notamment en extension. Enfin, le stress et l'anxiété peuvent être diminués par cette activité physique, ce qui peut influencer les tensions musculaires pouvant être responsables de la lombalgie.

Pour finir, si le patient souhaite pratiquer la natation comme activité physique de loisir pour éviter les risques de chronicisation ou de récides, il faudrait distinguer les patients ayant un bon niveau de natation et ceux qui n'ont pas une technique de nage adaptée afin de bien les orienter. Ainsi, la natation pratiquée individuellement semble à privilégier pour des personnes ayant de bonnes bases de technicité de nage. Pour les patients ne semblant pas avoir une bonne technique de nage, nous pouvons leur recommander ce sport accompagné et encadré d'un professionnel en natation pour améliorer leur technique de nage et éviter

qu'ils ne se blessent. Enfin, il semble que la natation ne doive pas être pratiquée de manière excessive, tel qu'une pratique en compétition, chez des patients en fin de rééducation d'une lombalgie liée à une atteinte du disque intervertébral. En effet, cela pourrait augmenter le risque de récurrence de leur lombalgie.

6.3 Limites de cette revue narrative

Cette revue narrative présente des limites. En effet, ce travail a été réalisé intégralement par une seule personne. Cependant, il est recommandé, pour la stratégie de recherche et le tri des articles, que ces étapes soient réalisées par au moins deux personnes (61). De plus, dans la stratégie de recherche, seules trois bases de données ont été interrogées. Une extension à d'autres moteurs de recherche aurait pu permettre d'obtenir de nouveaux résultats. Ainsi, cela aurait pu permettre d'être plus exhaustif dans les réponses apportées. Par ailleurs, seuls les articles rédigés en français ou en anglais ont été étudiés, écartant des articles potentiellement intéressants pour notre sujet.

D'autre part, peu d'études ont été trouvées concernant la pratique de la natation chez des patients lombalgiques ou post lombalgiques ainsi que sur les apports que cela peut leur apporter pour leur pathologie. Ainsi, les **populations des articles étudiés** peuvent présenter un biais dans nos hypothèses de conclusion car elles **diffèrent de notre population cible**.

Enfin, ce travail inclut des études de différents niveaux de preuve, ce qui peut influencer les résultats obtenus.

6.4 Perspectives pour la pratique

Au vu des résultats de cette revue de littérature, il semble intéressant de recommander la natation à des patients sortant d'une lombalgie. Les effets disposant du niveau de preuve le plus élevé concerne l'amélioration des capacités cardiorespiratoires (49,50,52,53). Cela peut donc être intéressant dans un programme de reconditionnement physique chez des patients ayant eu une lombalgie. Ainsi, ils développeraient et maintiendraient leurs capacités physiques tout en bougeant leur corps. Ce qui rejoint les recommandations de la Haute Autorité de Santé concernant la pratique d'une activité physique chez les patients lombalgiques afin de limiter le risque de récurrences (1). De plus, au niveau du rachis lombaire, la natation ne semble pas néfaste pour les patients si elle n'est pas pratiquée à haute intensité ou en compétition (45–48).

Nous pouvons donc recommander une pratique de natation de loisir à intensité modérée (avec une dépense énergétique comprise entre 3 et 6 METs). Ainsi, l'Organisation Mondiale de la Santé recommande de pratiquer une activité physique d'intensité modérée (comme la natation) pendant 150 minutes par semaine pour avoir des effets bénéfiques sur la santé (62).

La natation semble être un sport accessible à tous. Cependant, certaines personnes n'ont pas appris à nager alors que d'autres savent nager mais n'ont pas une bonne technique de nage. De ce fait, une mauvaise maîtrise de nage peut également conduire à des blessures chez les personnes notamment au niveau du rachis lombaire. La recommandation de la natation à des patients doit donc s'accompagner d'un questionnement du patient sur son niveau de nage afin de lui recommander le type d'activité qui lui correspond (63).

D'autre part, la natation peut également s'inscrire dans le contexte bio-psycho-social du patient. En effet, la natation peut être une bonne activité pour la santé mentale des patients. D'ailleurs, selon la HAS, l'activité physique permet d'améliorer la qualité de vie, du sommeil, réduit les signes d'anxiété et de dépression chez les personnes en bonne santé (64). Ainsi, chez des patients post lombalgiques, la pratique de la natation pourrait également leur être bénéfique d'un point de vue psychologique. Ce sport pourrait permettre de surmonter les peurs et douleurs que les patients peuvent avoir dans le mouvement. Ainsi, la natation pourrait permettre de redonner confiance au patient dans le mouvement et l'activité physique.

Suite à ces recherches, nous pouvons nous demander l'intérêt de la pratique de la brasse et du papillon pour des patients lombalgiques. En effet, ces deux nages sont rarement recommandées par les professionnels de santé car elles sont considérées comme hyper lordosantes au niveau du rachis lombaire (65). Or, certaines techniques rééducatives comme le McKenzie, sont basées sur une hyper lordose du rachis lombaire. Nous pouvons donc nous demander si ces deux nages peuvent être utilisées en parallèle d'une rééducation. Néanmoins, le papillon reste une nage technique ne pouvant pas être réalisée par tout le monde. La brasse devra donc être privilégiée si l'objectif recherché est l'hyper lordose pendant la pratique.

6.5 Conflits d'intérêts

L'auteur de cette revue ne déclare aucun conflit d'intérêt.

7 Conclusion

Notre recherche avait pour but d'identifier les effets de la pratique de la natation après un épisode de lombalgie. La pratique de la natation pourrait être bénéfique chez les patients post lombalgie sur le plan de la fonction cardiorespiratoire. Ce sport pourrait leur permettre d'améliorer leur VO2 max et leur performance physique. Cela permettrait de continuer le reconditionnement physique commencé en séance de rééducation pour les patients qui en ont besoin. Par ailleurs, un programme de nage intermittente ou continue permettrait de diminuer la masse corporelle et d'augmenter la masse maigre. Ces effets pourraient également être bénéfiques pour poursuivre le reconditionnement physique du patient et de maintenir les améliorations obtenues après la rééducation.

En revanche, la pratique de la natation à haute intensité peut être une cause possible de lombalgie. Ainsi, ce sport doit être conseillé sur la fréquence et l'intensité de nage pour que ce soit bénéfique pour le patient. Enfin, la natation pourrait être un outil en fin de rééducation des patients lombalgiques. Certaines modalités de nage, comme l'ondulation, peuvent augmenter l'élasticité du psoas ou permettre d'avoir une extension lombaire plus importante. Le fait de se mouvoir dans l'eau peut également améliorer l'état psychologique des patients et leur redonner confiance dans le mouvement sans douleur.

Le niveau de preuves des études incluses ainsi que leurs biais doivent nous inciter à être prudents dans l'interprétation des résultats. Des études de meilleure qualité sont nécessaires pour confirmer ou infirmer ces données. De nouvelles recherches pourraient être réalisées sur d'autres sports, comme les sports de contacts, et l'impact de ceux-ci ont sur le rachis lombaire.

Ce travail d'initiation à la recherche nous a permis d'obtenir des éléments de réponse à notre questionnement initial permettant de mieux conseiller les patients lombalgiques sur les effets de la natation. En conclusion, ce travail nous a permis de confirmer l'importance pour tout professionnel de santé d'utiliser le paradigme de l'Evidence Based Practice liant les données scientifiques, l'expérience du praticien et les attentes du patient.

8 Bibliographie

1. Haute Autorité de santé. Prise en charge du patient présentant une lombalgie - Rapport d'élaboration. mars 2019;178.
2. Haute Autorité de Santé. Lombalgie commune – Éviter le passage à la chronicité [Internet]. Haute Autorité de Santé. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/pprd_2974152/fr/lombalgie-commune-eviter-le-passage-a-la-chronicite
3. Les lombalgies au travail - Actualité - INRS [Internet]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/actualites/lombalgies-travail.html>
4. Natation • dicodusport.fr [Internet]. Dicodusport. 2016. Disponible sur: <https://dicodusport.fr/definition-sport/natation/>
5. Haute Autorité de Santé. Prévenir le passage à la chronicité de la lombalgie [Internet]. Haute Autorité de Santé. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_2962377/fr/prevenir-le-passage-a-la-chronicite-de-la-lombalgie
6. Mal au dos ? Le bon traitement, c'est le mouvement [Internet]. [cité 4 oct 2020]. Disponible sur: https://www.ameli.fr/sites/default/files/Documents/349564/document/a4_bd_4_natation.pdf
7. LOMBALGIE : Etymologie de LOMBALGIE [Internet]. Disponible sur: <https://www.cnrtl.fr/etymologie/lombalgie>
8. LOMBES : Etymologie de LOMBES [Internet]. Disponible sur: <https://www.cnrtl.fr/etymologie/lombes>
9. ALGIE : Etymologie de ALGIE [Internet]. Disponible sur: <https://www.cnrtl.fr/etymologie/algie>
10. Prise en charge du patient présentant une lombalgie commune [Internet]. Haute Autorité de Santé. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_2961499/fr/prise-en-charge-du-patient-presentant-une-lombalgie-commune
11. Outils pour la prise en charge de la lombalgie commune [Internet]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/medecin/sante-prevention/pathologies/lombalgies/outils-prise-charge-lombalgie-commune>
12. 9e édition (De A à Sabéisme). Définition de cause [Internet]. Disponible sur: <https://academie.atilf.fr/9/consulter/cause?page=1>
13. Dufour X, Barette G, Ghossoub P. Rééducation des patients lombalgiques en fonction

de l'étiologie. Kinésithérapie Sci. sept 2010;N° 513:p.25-34.

14. Airaksinen O, Brox JJ, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klaber-Moffett J, Kovacs F, et al. Chapter 4. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc. mars 2006;15 Suppl 2:S192-300.
15. Brukner P, Khan K. Brukner & Khan's Clinical Sports Medicine. 4e édition. Sydney ; New York: McGraw-Hill Medical; 2012. 1268 p.
16. Les lombalgies au travail - Actualité - INRS [Internet]. Disponible sur: <http://www.inrs.fr/actualites/lombalgies-travail.html>
17. L'Assurance maladie. Santé travail : enjeux & actions [Internet]. 2017. Disponible sur: http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/fileadmin/user_upload/document_PDF_a_telecharger/brochures/Rapport%20lombalgie_ATMP.pdf
18. Haute Autorité de Santé. Prévenir le passage à la chronicité de la lombalgie [Internet]. Haute Autorité de Santé. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_2962377/fr/prevenir-le-passage-a-la-chronicite-de-la-lombalgie
19. Baromètre Fédération Française de Natation [Internet]. Rénovons le Sport Français. 2019. Disponible sur: <https://renovons-le-sport-francais.com/barometre-federation-francaise-de-natation/>
20. Kaneoka K, Shimizu K, Hangai M, Okuwaki T, Mamizuka N, Sakane M, et al. Lumbar intervertebral disk degeneration in elite competitive swimmers: a case control study. Am J Sports Med. août 2007;35(8):1341-5.
21. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM, Tibbitts R, Richardson P, Horn A, et al. Gray's anatomie pour les étudiants. Elsevier; 2006. 1 vol. (XXX-1111 p.).
22. Netter FH. Atlas d'anatomie humaine. 4e éd. Masson; 2009. 1 vol. (548-44 p.).
23. Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur. Tome 3, Tête et tronc : ostéologie, arthrologie, myologie, neurologie, angiologie, morpho-topographie. Paris: Masson; 2002. 1 vol. (369 p.).
24. Dufour M, Pillu M. Biomécanique fonctionnelle : rappels anatomiques, stabilités, mobilités, contraintes ; membres, tête, tronc. Issy-Les-Moulineaux: Masson; 2006. 1 vol. (X-568 p.).
25. Bonnel F, Privat J-M, Kouyoumdjian P. La colonne lombaire : de l'idéal mécanique à la faillite fonctionnelle. Rev Rhum. 1 mars 2011;78:S42-7.
26. Demoulin C, Distrée V, Tomasella M, Crielaard J-M, Vanderthommen M. L'instabilité lombaire fonctionnelle: revue de la littérature. Ann Réadapt Médecine Phys. 1 nov

2007;50(8):669-76.

27. Rannou F, Mayoux-Benhamou M-A, Poiraud S, Revel M. Disque intervertébral et structures voisines de la colonne lombaire : anatomie, biologie, physiologie et biomécanique. EMC - Rhumatol-Orthopédie. 1 nov 2004;1(6):487-507.
28. Kamina P. Anatomie clinique. Tome 2, Tête, cou, dos. 3e éd. 5e tirage. Paris: Maloine; 2006. 1 vol. (VIII-405 p.).
29. DGOS. La douleur [Internet]. Ministère des Solidarités et de la Santé. 2020. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/prises-en-charge-specialisees/douleur/article/la-douleur>
30. Perruchoud DC, Albrecht E, Moret V. Manuel pratique d'algologie: Prise en charge de la douleur chronique. Elsevier Masson; 2017. 392 p.
31. Cherin P, de Jaeger C. La lombalgie chronique : actualités, prise en charge thérapeutique. Médecine Longévité. 1 sept 2011;3(3):137-49.
32. Poiraud S, Rannou F, Revel M. Intérêts du réentraînement à l'effort dans la lombalgie: le concept de restauration fonctionnelle. Ann Réadapt Médecine Phys. 1 juill 2007;50(6):419-24.
33. Allard P, Blanchi J-P. Analyse du mouvement humain par la biomécanique. 2e édition. Ville Mont-Royal (Quebec): Decarie; 2000. 1 vol. (400 p.).
34. Didier C. Natation sportive, approche scientifique : bases biomécaniques, techniques et psychophysiologiques : apprentissage, évaluation et correction des techniques de nage. Paris: Vigot; 1997. 1 vol. (388 p.). (Collection Sport initiation).
35. Cervetti J-P, Duvauchelle B. Médecine et traumatologie de la natation. Paris: Roussel; 1986. 1 vol. (28 p.).
36. Anatomie fonctionnelle du nageur | Apprendre à nager [Internet]. Disponible sur: <https://apprendre-a-nager.univ-rennes1.fr/natation/aller-plus-loin/anatomie-fonctionnelle-du-nageur>
37. Natation : quelle nage pour quels muscles ? [Internet]. Disponible sur: <https://www.nabaiji.fr/natation-quelle-nage-pour-quels-muscles>
38. Rachis et natation – Quelle est la place de la natation dans la lombalgie ? [Internet]. La médecine du sport. Disponible sur: <https://www.lamedecinedusport.com/traumatologie/rachis-natation-quelle-est-la-place-de-la-natation-dans-la-lombalgie/>
39. Présentation Natation Santé | Fédération Française de Natation [Internet]. Disponible sur: <https://www.ffnatation.fr/presentation-natation-sante>

40. Bertrand K, Dagenais P. De la revue de littérature systématisée à la revue systématique. :39.
41. Bearman M, Smith CD, Carbone A, Slade S, Baik C, Hughes-Warrington M, et al. Systematic review methodology in higher education. High Educ Res Dev. 1 oct 2012;31(5):625-40.
42. Pallot A. Evidence Based Practice en rééducation: Démarche pour une pratique raisonnée. Elsevier Masson; 2019. 424 p.
43. Zaugg V, Savoldelli V, Sabatier B, Durieux P. Améliorer les pratiques et l'organisation des soins : méthodologie des revues systématiques. Sante Publique (Bucur). 5 déc 2014;Vol. 26(5):655-67.
44. Kitamura G, Tateuchi H, Ichihashi N. Greater Lumbar Extension During Dolphin Kick and Psoas Major Tightness in Swimmers With Low Back Pain. J Sport Rehabil. 1 août 2020;29(6):716-22.
45. Zaina F, Donzelli S, Lusini M, Minnella S, Negrini S. Swimming and spinal deformities: a cross-sectional study. J Pediatr. janv 2015;166(1):163-7.
46. Folkvardsen S, Magnussen E, Karppinen J, Auvinen J, Larsen RH, Wong C, et al. Does elite swimming accelerate lumbar intervertebral disc degeneration and increase low back pain? A cross-sectional comparison. Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc. sept 2016;25(9):2849-55.
47. Owen PJ, Hangai M, Kaneoka K, Rantalainen T, Belavy DL. Mechanical loading influences the lumbar intervertebral disc. A cross-sectional study in 308 athletes and 71 controls. J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc. 21 juill 2020;
48. Sato T, Ito T, Hirano T, Morita O, Kikuchi R, Endo N, et al. Low back pain in childhood and adolescence: assessment of sports activities. Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc. janv 2011;20(1):94-9.
49. Lahart IM, Metsios GS. Chronic Physiological Effects of Swim Training Interventions in Non-Elite Swimmers: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med Auckl NZ. févr 2018;48(2):337-59.
50. Mohr M, Nordsborg NB, Lindenskov A, Steinholm H, Nielsen HP, Mortensen J, et al. High-intensity intermittent swimming improves cardiovascular health status for women with mild hypertension. BioMed Res Int. 2014;2014:728289.
51. Shoemaker LN, Wilson LC, Lucas SJE, Machado L, Thomas KN, Cotter JD. Swimming-related effects on cerebrovascular and cognitive function. Physiol Rep [Internet]. 22 oct 2019;7(20). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6803778/>

52. Wong A, Kwak Y-S, Scott SD, Pekas EJ, Son W-M, Kim J-S, et al. The effects of swimming training on arterial function, muscular strength, and cardiorespiratory capacity in postmenopausal women with stage 2 hypertension. *Menopause N Y N*. 17 déc 2018;26(6):653-8.
53. Nualnim N, Parkhurst K, Dhindsa M, Tarumi T, Vavrek J, Tanaka H. Effects of swimming training on blood pressure and vascular function in adults >50 years of age. *Am J Cardiol*. 1 avr 2012;109(7):1005-10.
54. Su Y, Chen Z, Xie W. Swimming as Treatment for Osteoporosis: A Systematic Review and Meta-analysis. *BioMed Res Int*. 2020;2020:6210201.
55. Gomez-Bruton A, Montero-Marín J, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, García-Campayo J, Moreno LA, et al. Swimming and peak bone mineral density: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci*. févr 2018;36(4):365-77.
56. FMPMC-PS - Biostatistique - PACES - UE4 [Internet]. Disponible sur: <http://www.chups.jussieu.fr/polys/biostats/poly/POLY.Chp.15.4.html>
57. Deluzarche C. Étude randomisée [Internet]. Futura. Disponible sur: <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-etude-randomisee-3337/>
58. Fovet-Rabot C. Rédiger un article de synthèse [Internet]. Cirad; Disponible sur: <https://coop-ist.cirad.fr/rediger/rediger-un-article-de-synthese/1-qu-est-ce-qu-un-article-de-synthese>
59. Chiplock A. LibGuides: Physical Therapy Library Guide: Levels of Evidence [Internet]. Disponible sur: <https://guides.lib.usf.edu/c.php?g=237761&p=1597935>
60. Negrini S, Carabalona R, Sibilla P. Backpack as a daily load for schoolchildren. *Lancet Lond Engl*. 4 déc 1999;354(9194):1974.
61. Smith V, Devane D, Begley CM, Clarke M. Methodology in conducting a systematic review of systematic reviews of healthcare interventions. *BMC Med Res Methodol*. 3 févr 2011;11(1):15.
62. Promotion, consultation et prescription médicale d'activité physique et sportive pour la santé [Internet]. Haute Autorité de Santé. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_2876862/fr/promotion-consultation-et-prescription-medicale-d-activite-physique-et-sportive-pour-la-sante
63. La Commission médicale du Comité national olympique et sportif français. Medicosport Sante du CNOSF - Le dictionnaire à visée médicale des disciplines sportives [Internet]. calameo.com. 2015. Disponible sur: <https://www.calameo.com/read/0004310560c9fdceed8a>

64. Promotion, consultation et prescription médicale d'activité physique et sportive pour la santé [Internet]. Haute Autorité de Santé. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_2876862/fr/promotion-consultation-et-prescription-medical-d-activite-physique-et-sportive-pour-la-sante
65. Middleton, Patrick, Creuzé, Alexandre, Jollivet, Simon-Adrien, Vuong, Roger. Rachis et natation : Quelle est la place de la natation dans la lombalgie ? Médecins Sport. janv 2018;(130):32-4.

9 Annexes

9.1 Annexe 1 : Table des figures et des tableaux

Figures

Figure 1 - Listes drapeaux rouges et jaunes selon la HAS (10).....	3
Figure 2 - Schéma du rachis	7
Figure 3 - Schéma des muscles érecteur du rachis, du Multifidus, du grand dorsal, du transverse de l'abdomen, l'oblique interne, le carré des lombes et du psoas	8
Figure 4 - Schéma du disque intervertébral	9
Figure 5 - Schéma des ligaments rachidiens	10
Figure 6 - Schéma du circuit de l'information nociceptive	11
Figure 7 - Étape favorisant l'évolution vers une lombalgie chronique.....	11
Figure 8 - Forces externes appliquées au nageur (31)	13
Figure 9 - Les deux types d'écoulements du fluide (31).....	13
Figure 10 - Différence d'écoulement du fluide en fonction de profilage du corps du nageur (31)	14
Figure 11 - Les différents types de résistance (31).....	14
Figure 12 - Synthèse de l'ensemble des résistances lors de la nage	15
Figure 13 - Diagramme de flux PRISMA	23
Figure 14 - Schéma du protocole expérimental de l'étude de Shoemaker et al. (51)	35

Tableaux

Tableau 1 - Les facteurs de risques associés à des douleurs lombaires (15).....	5
Tableau 2 - Amplitudes des mouvements du rachis d'après Castaing et Santini (24)	10
Tableau 3 - Critères SPIDER utilisés pour la construction de l'équation de recherche	20
Tableau 4 - Résultats obtenus dans les différentes bases de données	21
Tableau 5 - Qualité méthodologique des études sélectionnées	25

9.2 Annexes 2 : Tableau récapitulatif des résultats des études incluses

Étude	Type / Indice Scimago	Sujets / moyenne d'âge ± écart-type	Variable mesuré et outils utilisés	Résultats	Limites
Kitamura (2019) (44)	Étude transversale Q2	<u>Groupe nageurs avec lombalgie</u> : 11 21,1 ± 1.5 ans <u>Groupe nageurs contrôle</u> : 21 20,6 ± 1.5 ans	Questionnaire sur leur éventuelle douleur lombaire Elastographie ultrasonique par ondes de cisaillement avec une sonde linéaire à partir d'images obtenues à l'aide d'une caméra sous-marine pour mesurer de l'élasticité de différents muscles pendant l'ondulation du nageur Amplitude articulaire par goniométrie et à l'aide d'une caméra sous-marine	Résultats statistiquement significatifs ($p < 0,05$) : Module d'élasticité plus élevé du psoas majeur et un module élastique plus faible du pectoral mineur par rapport au groupe témoin. Angle d'extension lombaire plus grand lors de l'exécution de l'ondulation et un angle d'extension de la hanche passif plus petit que le groupe témoin	Impossibilité d'indiquer une relation entre les résultats et la lombalgie Critères d'inclusion de la lombalgie Seulement l'ondulation a été étudiée
Zaina (2015) (45)	Étude transversale Q1	<u>Groupe adolescent compétiteur de natation</u> : 112 12,5 ans Ces sujets se sont entraînés au moins 4	Mesure à l'aide d'un scoliomètre de Bunelle et d'un fils à plomb pour mesurer les courbures du rachis et l'angle de rotation du tronc	Prévalence plus élevée ($p < 0,05$) d'hypercyphose chez les hommes et les femmes du groupe nageur	Pas de radiographie pour confirmer les résultats Population jeune

		(jusqu'à 6) fois par semaine pour une moyenne de 2 à 2,5 heures par session. <u>Groupe contrôle</u> : 217 12,5 ans	Questionnaire pour évaluer les prévalences de la lombalgie	Les femmes semblent plus à risque de scoliose dans le groupe nageurs ($p < 0,05$) Risque accru des asymétries du tronc (OR : 1,86 ; $P < 0,05$) Prévalence de lombalgie plus élevé ($p < 0,05$) chez les nageurs (OR : 1,61 ; IC 95% : 1,01-2,57), surtout chez les femmes (OR : 2.10 ; IC 95% : 1,08-4,06)	Pas d'informations sur les critères d'inclusions et d'exclusions Taille de l'échantillon pas calculée
Folkvardsen (2016) (46)	Étude transversale Q1	<u>Groupe nageurs</u> : 100 18,7 ans <u>Groupe contrôle</u> : 96 20,8 ans	Imagerie par résonnance magnétique pour évaluer la dégénération discale Questionnaire pour évaluer la prévalence de la lombalgie	Résultats statistiquement significatifs ($p < 0,05$) : Les nageurs avaient plus de dégénérescence discale en L1–L2 et renflements à L4–L5, mais moins de dégénérescence discale en L5-S1 Moins de lombalgie signalée lorsque de la dégénérescence discale, bombe ou des hernies étaient présentes par rapport au groupe sans sport	Biais de sélection Scanner IRM différent entre les deux groupes

Owen (2020) (47)	Étude transversale	<u>Nageurs</u> : 47 19 ans	Mesures d'IRM quantitatives de la densité et la hauteur du disque intervertébral (DIV) lombaire avec l'examineur aveugle	<u>Groupes non appariés</u> : Rapport entre la hauteur du disque intervertébral et la hauteur du corps vertébral de l'ensemble des niveaux lombaires significativement ($p < 0,01$) plus important chez les nageurs (0,41) que dans le groupe contrôle (0,38)	Rapports subjectifs de participation sportive
	Q1	<u>Contrôle</u> : 71 19 ans	Évaluation par questionnaire des antécédents de lombalgie, de la taille, poids, la pratique sportif	<u>Groupes appariés</u> : Pas de différences significatives Prévalence de lombalgie significativement ($p < 0,05$) plus élevé dans le groupe nageur que dans le groupe contrôle (8,5% chez les nageurs contre 0% chez les non sportifs).	Potentiel de biais de rappel
Sato (2010) (48)	Étude transversale	26 766 12 ans	Questionnaire anonyme recueillant des informations sur leur taille, poids, école, classe... Puis des informations concernant leur expérience de	27% des jeunes pratiquant la natation avaient une lombalgie ($p < 0,001$)	La définition de la lombalgie utilisée dans cette étude semblait dépendre uniquement de leur jugement

			lombalgie et enfin des questions concernant leur pratique sportive	Plus faible incidence des lombalgies sévères chez les nageurs Ces résultats suggèrent que l'activité sportive est facteurs de risque possibles de survenue de la lombalgie, et cela pourrait augmenter le risque de lombalgie pendant l'enfance et l'adolescence	Aucun conflit d'intérêts n'est déclaré Aucunes informations sur le consentement des participants ou si l'étude est validée par un comité d'éthique
Lahart (2017) (49)	Revue systématique Q1	/	/	Effet statistiquement et cliniquement significatif sur VO2max pour le groupe nageurs par rapport au contrôle dans une analyse groupée des populations combinées et des analyses séparées des enfants / adolescents asthmatiques et adultes en bonne santé. Amélioration du Pic du débit expiratoire après l'entraînement de natation par	Pas d'information concernant la qualité méthodologie des études inclus dans l'étude

				rapport au groupe contrôle dans une analyse groupée d'adultes en bonne santé et les enfants / adolescents asthmatiques, et dans une analyse de sous-groupe distincte de cette dernière population. Diminution significative du pourcentage de graisse corporelle et augmentation de la masse maigre dans les populations combinées	
Mohr (2014) (50)	Étude contrôlée randomisée Q2	<u>Groupe expérimental</u> : - Groupe HIIT : 21 44 ans $\pm$ 2 - Groupe MOD : 21 46 ans $\pm$ 2 <u>Groupe contrôle</u> : 20 45 ans $\pm$ 2	Mesures de la pression artérielle avec un moniteur de tension artérielle automatique Mesure du taux de cholestérol dans le sang à partir d'une prise du sang Évaluation des capacités physiques à l'aide d'un test de sprint de natation répété	Diminution significative ($P < 0,05$) de la pression artérielle systolique Diminution significative ($P < 0,05$) la fréquence cardiaque au repos Diminution significative ($P < 0,05$) de la masse grasse	L'étude ne s'est pas faite en aveugle Absence de discussion des limites de l'étude

			composé de 4 × 25m avec un sprint commençant toutes les 60 s + un test de 10min en continu en nageant la plus grande distance possible + test de la navette Mesure de la circonférence de hanche et de la taille et poids corporel.	Aucun changement n'a été observé dans le profil lipidique sanguin La performance a été améliorée ($P < 0,05$) pour une nage maximale de 10 min, nage par intervalles et Yo-Yo IE1.	
Shoemaker (2019) (51)	Étude cas / témoin Q2	<u>Nageurs</u> : 8 19 ans $\pm$ 1 <u>Contrôle</u> : 10 22 ans $\pm$ 5	Échographie Doppler trans-crânienne pulsée pour mesurer la vitesse du sang cérébral dans l'artère cérébrale moyenne gauche Batterie cognitive conçue pour mesurer les performances visuomotrices, inhibitrices et de commutation mentale. Ce test de 2 minutes contient 3 tâches qui évaluent différents domaines du contrôle cognitif : les performances visuomotrices de base ; les	Aucune différence entre les groupes en diamètre de l'artère carotide interne 20 min de nage d'intensité modérée ont amélioré la performance visuomotrice de 4% ($P = 0,03$)	L'environnement n'était pas apparié entre les conditions (la terre vs l'eau)

			anti-essais mesurent le contrôle inhibiteur ; et les Pro / anti-procès mesurent la commutation mentale.		
Wong (2018) (52)	Étude contrôlée randomisée Q1	<u>Nageur</u> : 52 75 ± 3 ans <u>Contrôle</u> : 48 74 ± 4 ans	Évaluer la rigidité artérielle par un tonomètre à aplanation Mesure de la vitesse de l'onde de pouls à l'aide du tonomètre à aplanation ; de la tension artérielle mesurée à l'aide d'un appareil oscillométrique automatique et de la réflexion des ondes Évaluer la force musculaire à l'aide d'une poignée dynamomètre de force standard et la capacité aérobie évaluée par la modification Cornell du protocole du tapis roulant Bruce déterminant la VO2 max	Diminution significative (p<0,05) de la vitesse de l'onde de l'artère carotide à l'artère radiale, de la tension artérielle systolique et diastolique, de la fréquence cardiaque Augmentation significative (p<0,05) de la capacité cardiorespiratoire Augmentation significative (p<0,05) de la force musculaire	Les sujets et thérapeutes n'étaient pas en aveugle

Nualnim (2012) (53)	Étude contrôlée randomisée Q1	<u>Nageurs</u> : 24 58 ± 2 ans <u>Contrôle</u> : 19 61 ± 2 ans	Mesure de la masse maigre et le pourcentage de graisse corporelle à l'aide de l'absorptiométrie à rayons X à double énergie utilisant un Lunar DPX Mesure de la vitesse de l'onde de pouls entre l'artère carotide et l'artère fémorale par tonométrie par aplanation artérielle L'indice d'augmentation (indice de réflexion des ondes artérielles) et la rigidité artérielle ont été mesuré en utilisant la tonométrie artérielle sur l'artère carotide Mesure de la tension artérielle mesurées à l'aide d'un moniteur ambulateur non invasif	Diminution significative (p<0,05) de la tension artérielle systolique et de la pression sanguine systolique Diminution significative (p<0,05) de la pression sanguine systolique dans l'artère carotide Augmentation significative (p<0,05) de la compliance de l'artère carotide Augmentation significative (p<0,05) de la dilatation médiée par le flux brachial Augmentation significative (p<0,05) de la sensibilité baroréflexe cardiovasculaire	Taille limitée de la population Les sujets et thérapeutes n'étaient en aveugle dans l'étude
--------------------------------	--	---	---	---	--

			Mesure du débit cardiaque à l'aide d'un transducteur de secteur connecté à une machine à ultrasons Mesure de la compliance artérielle carotidienne par une combinaison d'imagerie échographique sur l'artère carotide et tonométrie d'aplanation simultanée sur l'artère controlatérale de l'artère carotide Mesure du diamètre brachial et la vitesse d'écoulement du sang à partir d'une échographie Doppler équipée d'un transducteur linéaire à haute résolution		
Su (2020) (54)	Revue systématique Q1	<i>Sommes des participants et moyennes d'âges des participants des 5 études retenues</i>	Mesure de la densité minérale osseuse du rachis lombaire	Augmentation significative de la densité osseuse de la colonne lombaire des nageurs ménopausés du groupe	Hétérogénéité de la population entre les études

		<u>Nageurs</u> : 135 51 ans <u>Contrôle</u> : 128 52,5 ans		expérimental que celle du groupe témoin	
Gomez-Bruton (2017) (55)	Revue systématique Q1	<u>Nageurs</u> : 196 <u>Contrôle sans sport</u> : 154 <u>Groupe ostéogénique</u> (sujets impliqués dans des sports à impact modéré) : 215 Sujets âgés de 18 à 30 ans	Mesure de la densité minérale osseuse	Des différences ont été trouvées pour les valeurs de densité minérale osseuse du rachis lombaire entre nageurs et sports ostéogéniques mais pas entre nageurs et témoins Les nageurs ont présenté des valeurs de densité minérale osseuse (DMO) similaires au groupe contrôle dans l'ensemble du corps ($g = -0,20$; $P = 0,251$), col fémoral ($g = -0,05$; $P = 0,818$) et rachis lombaire ($g = 0,18$; $P = 0,492$); et une DMO inférieure dans tout le corps ($g = -1,21$; $P < 0,001$), col fémoral ($g = -1,51$; $P < 0,001$) et rachis lombaire (g	Forte hétérogénéité des études 1 seul paramètre pris en compte pour mesurer la solidité de l'os Natures des études incluses (études transversales)

				= -0,84; P = 0,017) que le groupe ostéogénique. Pour les différences du corps entier, plus la taille est élevée, plus les différences sont petites entre les nageurs et le groupe ostéogénique (B = 0,10 ; P = 0,001). Pour les différences de col fémoral, l'âge semblait également réduire les différences entre les groupes (B = 0,19 ; P = 0,020).	
--	--	--	--	--	--

