

Faculté des sciences de la motricité

**Efficacité du renforcement
dynamique du cou sur la
prévalence des commotions
cérébrales liées au sport
Une revue de la littérature**

Auteur : MONTHIEUX Quentin
Promoteur(s) : ANDRÉ Grégoire
Année académique 2024-2025
Master en kinésithérapie et réadaptation [60.0] - KINE2M

UCLouvain FSM : Déclaration d'utilisation des aides et outils Intelligence Artificielle (IA)

J'ai utilisé l'IA pour ce projet :
☒ Oui
☐ Non

Si vous avez utilisé l'IA dans ce travail, veuillez préciser comment ci-dessous :

Texte (par exemple, vérification orthographique, génération de texte, production d'idées, ...) Le cas échéant, veuillez résumer (500 caractères maximum):

vérifications orthographiques, questions théoriques, recherches de sources.

Images

Le cas échéant, veuillez résumer (500 caractères maximum):

Code, aide à la programmation , ou algorithmes

Le cas échéant, veuillez résumer (500 caractères maximum):

Autres utilisations

Le cas échéant, veuillez résumer (500 caractères maximum):

Je connais les règles de de la Faculté des sciences de la motricité de l'UCLouvain en matière d'intelligence artificielle. Je déclare que toute utilisation d'aides ou d'outils d'intelligence artificielle est explicitement mentionnée dans le présent formulaire de déclaration

<i>Nom</i>	Monthieux	<i>Prénom</i>	Quentin
------------	-----------	---------------	---------

Remerciements :

Au terme de ce travail important, je souhaite exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette revue.

Tout d'abord, je tiens à remercier mon promoteur, Grégoire André, kinésithérapeute du sport, pour son investissement, son soutien et sa bienveillance tout au long de l'élaboration de ce mémoire.

J'aimerais également remercier ma famille et mes amis qui ont toujours été présents lorsque j'avais besoin de leur aide et de leurs encouragements.

Table des matières :

1	Introduction :	6
1.1	La commotion cérébrale liée au sport	6
1.1.1	Définition	6
1.1.2	Épidémiologie	7
1.1.3	Symptomatologie	8
1.1.4	Diagnostic	8
1.1.5	Traitement	9
1.1.6	Guérison	9
1.1.7	Sports à risque	10
1.1.8	Stratégies de prévention actuelle	10
2	Méthodologie :	12
2.1	Protocole :	12
2.2	Stratégie de recherche :	12
2.3	Critères d'éligibilités	15
2.3.1	Critères d'inclusion :	15
2.3.2	Critères d'exclusion :	15
2.4	Sélection des études	15
2.5	Qualité méthodologique des études	16
2.6	Extraction des données	16
3	Résultats	17
3.1	Sélection des études	17
3.2	Qualité méthodologique des études	19
3.3	Caractéristiques des études	19
3.4	Description des interventions	20
3.4.1	Collecte des données	20
3.4.1.1	Contraction isométrique volontaire maximale (MVIC) du cou	20
3.4.1.2	Périmètre du cou	21
3.4.1.3	Section transversale échographique (Cross Section Area, CSA) et électromyographie	21
3.4.1.4	Amplitude cervicale (ROM)	22
3.4.1.5	Accélération de la tête	22
3.4.1.6	Données démographiques	23
3.4.1.6.1	Coup de tête dans le football	23
3.4.1.6.2	Incidence de blessures rapportées à la tête et au cou	23
3.4.1.6.3	Caractéristiques de la pratique sportive	24
3.4.1.6.4	Caractéristiques corporelles	24
3.4.2	Interventions	24
3.4.2.1	Durée	24
3.4.2.2	Renforcement du cou	25
3.4.2.2.1	Moyens utilisés	25
3.4.2.2.2	Qualité musculaire visée	25

3.4.2.2.3	Évolution en fonction du temps de la difficulté des interventions	27
3.4.2.2.4	Standardisation des exercices	28
3.4.2.2.5	Étude contrôlée	29
3.4.2.2.6	Étude contrôlée randomisée.....	30
3.5	Synthèse des résultats.....	30
3.5.1	Force du cou	30
3.5.1.1	Ratio de force flexion-extension	32
3.5.2	Accélération et vitesse de la tête	32
3.5.2.1	Accélération angulaire.....	32
3.5.2.2	Vitesse angulaire	33
3.5.3	Modifications structurelles et fonctionnelles de la région cervicale .	34
3.5.3.1	Périmètre du cou.....	34
3.5.3.2	Section transversale échographique (CSA) du sternocléidomastoïdien (SCM).....	34
3.5.3.3	Amplitude de mouvement (ROM)	34
3.5.3.4	Activité musculaire.....	35
3.5.4	Incidence sur les accidents de la tête et du cou	35
3.5.4.1	Commotions cérébrales liées aux sports	35
3.5.4.2	Autres douleurs et blessures tête/cou	36
3.6	Tableau de synthèse (tableau 1)	37
4	Discussion.....	42
4.1	Rappels des objectifs	42
4.2	Synthèse des principaux résultats	42
4.3	Limites de l'étude	45
4.3.1	Nombre d'études éligibles.....	45
4.3.2	Sexes.....	46
4.3.3	Diversité des sports représentés	46
4.3.4	Âge	46
4.3.5	Mémoire musculaire.....	46
4.3.6	Design des études sélectionnées.....	47
4.4	Implication de ces résultats dans le futur.....	47
5	Conclusion.....	48
6	Bibliographie	49
7	Annexes.....	55
7.1	SCAT6	55
7.2	Échelle PRISMA.....	62
7.3	Échelle Downs and Black modifiée:.....	63
		64
7.3.1	Tableau récapitulatif des scores obtenus via l'échelle Downs and Black modifiée :	66
7.4	Échelle PEDro :	67
7.4.1	Récapitulatif des scores obtenus pour l'échelle PEDro.....	68
7.5	Programme de prévention de blessure FIFA 11+	69

1 Introduction :

Cette revue abordera les différents protocoles de renforcement dynamique du cou conçus dans le but de prévenir les commotions cérébrales liées au sport (Sport-Related Concussion : SRC). Ces dernières années, comme l'ont montré Gardner et al., (2019), le taux de SRC enregistré est important. L'objectif de cette revue est de consulter et analyser les données existantes dans la littérature concernant la pertinence de l'utilisation d'un programme de renforcement dynamique du cou pour prévenir les SRC chez les athlètes à risque. Ces recherches sont importantes, car elles peuvent potentiellement réduire l'incidence des traumatismes crâniens légers (mild Traumatic Brain Injury : mTBI) liés au sport ainsi que leurs conséquences socioéconomiques. Ce travail visera à définir cette pathologie, présenter les populations à risque ainsi que les moyens de prévention actuels.

1.1 La commotion cérébrale liée au sport

1.1.1 Définition

Selon Pierpoint & Collins, (2021), les SRC sont caractérisées, depuis le consensus de Berlin (2017) comme « une lésion cérébrale traumatique (LCT) induite par des forces biomécaniques ». D'après ce consensus, les SRC seraient donc la conséquence d'un ou plusieurs traumatismes crâniens, se traduisant par une « perturbation fonctionnelle transitoire du cerveau ». Par conséquent, il n'y a pas de lésions neurologiques visibles sur les examens d'imagerie. D'après l'article synthétique de Patricios et al., (2023), cette définition a été précisée à Amsterdam lors de la 6^e conférence internationale sur les commotions cérébrales liées au sport de 2022 :

« Une commotion cérébrale liée au sport est une lésion cérébrale traumatique causée par un coup direct à la tête, au cou ou au corps, entraînant une force impulsive transmise au cerveau, qui se produit lors d'activités sportives et d'exercices. Cela déclenche une cascade de neurotransmetteurs et de métabolismes, avec une possible lésion axonale, un changement du flux sanguin et une inflammation affectant le cerveau. Les symptômes et les signes peuvent apparaître immédiatement, ou évoluer en quelques minutes ou quelques heures, et disparaissent généralement en

quelques jours, mais peuvent être prolongés. Aucune anomalie n'est observée sur les examens de neuro-imagerie structurale standard (tomodensitométrie ou imagerie par résonance magnétique), mais dans le cadre de la recherche, des anomalies peuvent être présentes sur les examens d'imagerie fonctionnelle, du flux sanguin ou métabolique. Les commotions cérébrales liées au sport entraînent une série de symptômes et de signes cliniques qui peuvent ou non impliquer une perte de conscience. Les symptômes et signes cliniques d'une commotion cérébrale ne peuvent pas être expliqués uniquement par (mais peuvent survenir en concomitance avec) la consommation de drogues, d'alcool ou de médicaments, d'autres blessures (telles que des blessures cervicales, un dysfonctionnement vestibulaire périphérique) ou d'autres comorbidités (telles que des facteurs psychologiques ou des conditions médicales coexistantes) ».

1.1.2 Épidémiologie

Plusieurs études (Kontos et al., 2013; Marshall & Spencer, 2001; Roberts et al., 1999) ont montré que certains sports exposent de manière plus importante leurs pratiquants à des mTBI, qui sont la principale source de SRC. L'épidémiologie, réalisée par Giza et al., (2018), a estimé entre 1,6 à 3,8 millions de SRC survenues chaque année aux États-Unis. Ce sous-type de traumatisme crânien a tendance à être sous-diagnostiqué. De ce fait, l'incidence de cette pathologie est dite « discrète ». En effet, comme l'a montré l'étude portant sur la physiopathologie des mTBI de Laskowski et al., (2015), certains symptômes engendrés ne sont pas facilement repérables par le staff médical, c'est par exemple le cas des symptômes cognitifs et somatosensoriels. En plus de la difficulté du diagnostic, Carek & Clugston, (2020), ont relaté le fait que certains joueurs ne jugent pas leurs symptômes assez importants pour consulter un professionnel de santé et vont par conséquent ne pas effectuer de période de récupération. Ce comportement peut mener à des conséquences dramatiques. En effet, comme le montre l'étude de May et al., (2025), suite à une commotion cérébrale, des changements neuronaux, métaboliques et ioniques complexes ont lieu, rendant le cerveau beaucoup plus vulnérable à la moindre perturbation. En raison de ces modifications fonctionnelles, un syndrome de deuxième impact pouvant mener au décès ou à des déficits cognitifs et moteurs permanents, est encouru par les athlètes continuant à jouer avec une SRC. Bien que toutes les tranches d'âges soient concernées par les SRC, selon Giza

et al., (2018), les enfants et adolescents sont encore plus enclins à être touchés par cette pathologie.

1.1.3 Symptomatologie

Les symptômes retrouvés peuvent être cognitifs tels que de l'amnésie immédiate antérograde ou rétrograde, de la confusion et /ou désorientation spatio-temporelle, des difficultés de concentration ou encore de la lenteur de réflexes et/ou réponses à un stimulus. La symptomatologie peut également inclure des signes physiques avec des maux de tête, des nausées et/ou vomissements, une sensibilité accrue à la lumière et au bruit, des vertiges et /ou instabilités, des douleurs au cou ainsi que des problèmes de vision. L'altération peut également se faire ressentir au niveau émotionnel et comportemental avec une irritabilité et/ou une anxiété accrue, des signes dépressifs, ainsi que des sauts d'humeur et/ou une instabilité émotionnelle. Enfin, le sommeil peut être altéré avec la présence d'insomnie ou hypersomnie ainsi que des difficultés à l'endormissement.

1.1.4 Diagnostic

Si les symptômes décrits ci-dessus sont identifiés par l'équipe médicale durant la pratique sportive, la préconisation de May et al., (2025), est un retrait direct du terrain pour éviter de développer un syndrome de second impact précoce (SSI). Une fois que l'athlète est stoppé dans sa pratique sportive, il doit être évalué par une batterie de tests cliniques standardisée selon le Sport Assessment Tool 6 (SCAT6) (**annexe 7.1**). Un diagnostic différentiel devra également être réalisé par un médecin. Les SRC peuvent s'avérer évolutives avec l'apparition de symptômes retardés dans le temps. Pour pallier ce phénomène Patricios et al., (2023), recommande sur base du 6^e consensus des SRC d'Amsterdam de 2022, d'utiliser cette évaluation standardisée de manière sérielle, par exemple à la mi-temps, après le match, post 24h et post 72h. D'après l'étude d'Echemendia et al., (2017), l'utilisation du SCAT semble être optimale dans les 72 premières heures suivant le traumatisme crânien. Le diagnostic des SRC, pour Patricios et al., (2023), doit être une décision prise par le personnel médical sur base d'une appréciation clinique. Ainsi, dans les jours qui suivent l'accident, le patient doit être réévalué et doit réaliser des examens approfondis si nécessaires.

1.1.5 Traitement

Le traitement actuel en termes de récupération, décrit par Putukian et al., (2023), repose dans un premier temps sur un « repos relatif », caractérisé par la poursuite des activités de la vie journalière durant les 24 à 48 premières heures suivant la commotion cérébrale. Dans un deuxième temps, lorsque les symptômes varient de manière légère et brève, l'athlète peut, à nouveau, réaliser des exercices aérobiques et de force à faible intensité. Dans un troisième temps, les athlètes doivent retrouver leur niveau de fonctionnement antérieur à la SRC, pour pouvoir accéder à des exercices individuels sans contact spécifiques au sport de l'athlète. Enfin l'athlète pourra progressivement retourner à l'entraînement collectif. Dans un premier temps sans contact puis peu à peu vers un contact complet.

1.1.6 Guérison

Le temps de guérison d'une SRC, selon la synthèse du 6^e consensus sur les SRC de Patricios et al., (2023), n'est pas clairement défini et peut varier en fonction des individus. De manière générale les symptômes disparaissent au bout de quelques jours ou semaines. À partir de 4 semaines sans disparition, les symptômes sont dits « persistants » et il est alors recommandé de consulter un neurologue pour réaliser un examen approfondi et éventuellement un médecin du sport pour réaliser une évaluation concernant le retour à l'activité sportive. D'autres intervenants tels que des psychiatres, psychologues et kinésithérapeutes peuvent également intervenir en fonction de la nature des symptômes persistants.

Néanmoins, la disparition de la symptomatologie ne semble pas être la finalité. En effet, certaines études (Mac Donald et al., 2019; Mayer et al., 2012), ont relevé des changements physiologiques jusqu'à 6 mois après le traumatisme, malgré la disparition des symptômes.

1.1.7 Sports à risque

Comme nous le montrent les incidences de SRC rapportées dans diverses études (Kontos et al., 2013; Marshall & Spencer, 2001; Roberts et al., 1999), les sports comportant un contact direct et intense tel que le football américain, le rugby et le hockey sur glace représentent un risque important de SRC en raison de la violence des impacts que le corps doit anticiper et dissiper. Les sports comportant un nombre d'impacts répétés dans le temps au niveau de la tête, tels que les sports de combat de percussion et le football avec la réalisation de coups de tête sont également propices à un risque accru de SRC. De plus, la biomécanique des SRC étudiée par Tierney, (2024), indique que les traumatismes entraînant une rotation de la tête non physiologique semblent être le mécanisme traumatique le plus enclin à provoquer des lésions cérébrales chez l'être humain. Ainsi un coup latéral au menton peut facilement sursolliciter le système tête-cou et déclencher ce mécanisme.

1.1.8 Stratégies de prévention actuelle

Bien que certains événements engendrant des SRC semblent imprévisibles, de nombreux moyens sont mis en place pour tenter de réduire au maximum l'incidence des SRC. La synthèse de la 6^e conférence internationale sur les SRC réalisée par Patricios et al., (2023), a relevé les recommandations unanimes, réalisées par le panel d'expert en termes de prévention :

- Une utilisation de protège-dents chez les enfants et adolescents pratiquant le hockey sur glace.
- L'adoption de stratégies visant la limitation du contact dans le football américain.
- L'ajout de programmes d'exercices neuromusculaires aux échauffements actuels.
- Il est recommandé d'adopter une politique rigoureuse de gestion des SRC de manière à réduire le taux de récurrence.

Parmi toutes ces recommandations, on peut remarquer qu'il n'y a pas de recommandations spécifiques à la région cervicale concernant sa structure, sa fonction ainsi que son renforcement.

Dans le monde du sport amateur et professionnel, la mise en place de protocoles de renforcement du cou routiniers est réalisable. Certaines études (Caccese et al., 2018; Collins et al., 2014; Eckner et al., 2018; Nutt et al., 2022; Schmidt et al., 2014), ont mis en avant des résultats positifs concernant la corrélation entre la force

isométrique, la circonférence du cou des athlètes et la diminution de l'incidence des SRC enregistrées durant la saison. Néanmoins il manque encore de preuves pour que ces caractéristiques anthropométriques soient considérées comme évidentes en matière de recommandations. En effet, on peut observer dans la littérature (Geary et al., 2014; Naish et al., 2013), que les études ayant mis au point des programmes spécifiques de renforcements isométriques du cou dans le but de prévenir les SRC, sont seulement parvenues à améliorer la force isométrique du cou, mais n'ont pas eu d'impact significatif sur le taux de SRC enregistré post-intervention. D'un point de vue biomécanique, il semblerait pertinent de développer un renforcement dans toute l'amplitude cervicale pour freiner de manière excentrique, l'accélération angulaire résultante de la tête suite à une perturbation de celle-ci ou du corps. Le renforcement neuromusculaire général a fait ses preuves en termes de prévention. Qu'en est-il si on l'utilise de manière spécifique sur le cou ? De nouveaux protocoles de renforcement dynamique du cou à but préventif des SRC et des événements d'accélération de la tête (Head Acceleration Event : HAE) ont récemment émergé dans la littérature. Ceux-ci ont la particularité d'être basés sur des contractions concentriques et excentriques de la région cervicale. Comme évoqué précédemment, le taux de SRC enregistré chez les athlètes ne cesse de croître (Gardner et al., 2019). Ces recherches sont importantes, car elles peuvent potentiellement réduire la prévalence et l'incidence des SRC, actuellement en croissance. En réduisant la prévalence et l'incidence des commotions cérébrales liées au sport, les frais des soins médicaux ainsi que l'encombrement des hôpitaux pourraient être diminués. L'objectif de cette revue sera donc d'étudier la pertinence de ces protocoles novateurs de renforcement du cou, dans la lutte préventive des SRC.

2 Méthodologie :

2.1 Protocole :

L'échelle PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (**annexe 7.1**) a servi de fil conducteur dans l'élaboration de ce mémoire bibliographique systématisé. Elle est constituée d'une liste de 27 éléments de vérification ainsi que d'un diagramme de flux.

2.2 Stratégie de recherche :

Le modèle PICOS (population, intervention, comparaison, out comes, study design) a été utilisé pour identifier des mots-clés en rapport avec la question de recherche : « Le renforcement du cou est-il efficace pour diminuer la prévalence des commotions cérébrales liées au sport ? ».

<u>Critère de PICOS :</u>	<u>Mots-clés en anglais</u>
P (Population/patients)	Athlete, athlete, athletes, sportman, sportmen , sports player, sports players, sportsman , sportsmen , sportspeople , sportsperson , sportspersons, sports players , sports woman , sports women, sport women concussion, concussion, traumatic brain injury , brain injuries traumatic, brain lesion traumatic , brain system trauma, brain trauma, cerebral trauma , cerebrovascular trauma , encephalopathy traumatic , mild traumatic brain injury , organic cerebral trauma , post traumatic encephalopathy , traumatic brain injuries , traumatic brain injury , traumatic brain lesion , traumatic cerebral lesion , traumatic encephalopathy

I (Intervention/traitement)	muscle training , muscle strengthening , muscle training , myofunctional therapy , training muscle , muscle strength , dynamic strength muscle , dynamic strength muscular , force muscle , muscle dynamic strength , muscle force , muscle force velocity relationship , muscle power , muscle strength , muscular dynamic strength , muscular force , muscular power , muscular strength , strength muscle , neck , neck region , cervical spine , cervical column , cervical spinal column , cervical spinal segment , cervical spinal segments , cervical spine , cervical spine segment , cervical spine segments , cervical vertebral column , cervical vertebral region, neck spine , spine cervical , neck muscle
C (Comparaison)	/
O (Outcomes/ critères d'évaluations.)	prevention study, prevention study, prevention trial, preventive study, preventive trial , prevalence , prevalence , prevalence study , head protection , head protection , head protective device , head protective devices , protection headgear , protective head cap , protective head cover , protective head device , protective head equipment , protective head-gear , protective head-piece , protective head-wear , protective headcap , protective headgear , protective headwear
S Study design/ types d'études ciblées.	/

Ces mots-clés ont été associés avec les opérateurs booléens « AND », « OR » et « NOT ». Cette association a permis d'élaborer l'équation de recherche suivante:

('concussion'/exp OR 'concussion' OR 'traumatic brain injury'/exp OR 'brain injuries, traumatic' OR 'brain lesion, traumatic' OR 'brain system trauma' OR 'brain trauma' OR 'cerebral trauma' OR 'cerebrovascular trauma' OR 'encephalopathy, traumatic' OR 'mild traumatic brain injury' OR 'organic cerebral trauma' OR 'posttraumatic encephalopathy' OR 'traumatic brain injuries' OR 'traumatic brain injury' OR 'traumatic brain lesion' OR 'traumatic cerebral lesion' OR 'traumatic encephalopathy') AND (('neck'/exp OR 'neck' OR 'neck region' OR 'cervical spine'/exp OR 'cervical column' OR 'cervical spinal column' OR 'cervical spinal segment' OR 'cervical spinal segments' OR 'cervical spine' OR 'cervical spine segment' OR 'cervical spine segments' OR 'cervical vertebral column' OR 'cervical vertebral region' OR 'neck spine' OR 'spine, cervical' OR 'neck muscle'/exp) AND ('muscle training'/exp OR 'muscle strengthening' OR 'muscle training' OR 'myofunctional therapy' OR 'training, muscle') OR 'muscle strength'/exp OR 'dynamic strength, muscle' OR 'dynamic strength, muscular' OR 'force, muscle' OR 'muscle dynamic strength' OR 'muscle force' OR 'muscle force velocity relationship' OR 'muscle power' OR 'muscle strength' OR 'muscular dynamic strength' OR 'muscular force' OR 'muscular power' OR 'muscular strength' OR 'strength, muscle') AND (('athlete'/exp OR 'athlete' OR 'athletes' OR 'sportman' OR 'sportmen' OR 'sports player' OR 'sports players' OR 'sportsman' OR 'sportsmen' OR 'sportspeople' OR 'sportsperson' OR 'sportspersons' OR 'sportsplayers' OR 'sportswoman' OR 'sportswomen' OR 'sportwomen') AND ('prevention study'/exp OR 'prevention study' OR 'prevention trial' OR 'preventive study' OR 'preventive trial') OR 'prevalence'/exp OR 'prevalence' OR 'prevalence study' OR 'head protection'/exp OR 'head protection' OR 'head protective device' OR 'head protective devices' OR 'protection headgear' OR 'protective head cap' OR 'protective head cover' OR 'protective head device' OR 'protective head equipment' OR 'protective head-gear' OR 'protective head-piece' OR 'protective head-wear' OR 'protective headcap' OR 'protective headgear' OR 'protective headwear')

Cette équation a été introduite et adaptée dans différentes bases de données telles que PubMed, Embase, Pedro et Cochrane.

2.3 Critères d'éligibilités

Les Critères d'éligibilités ont été fondés selon la méthode PICOS.

Voici les critères d'inclusion et d'exclusion qui en sont ressortis :

2.3.1 Critères d'inclusion :

- Population visée : Sportifs masculins et féminins de tout âge, pratiquant des sports à risque de commotion cérébrale.
- Intervention/traitement : Renforcement tissulaire dynamique (contraction concentrique et excentrique) de la région cervicale en parallèle de la pratique sportive habituelle.
- Études sélectionnées : Tous types d'études répondant aux critères d'inclusion.

2.3.2 Critères d'exclusion :

- Types de population : Population sédentaire et/ou patients ayant subi une commotion cérébrale durant les 6 derniers mois.
- Interventions /traitements : Traitement non basé sur la région cervicale et/ou n'utilisant pas un protocole de renforcement du cou.
Intervention basée sur un protocole de renforcement cervical statique (Isométrique).
- Types d'études : Études basées sur la convalescence et non la prévention de SRC.
Étude ne traitant pas de SRC ou de mécanismes lésionnels de SRC.

2.4 Sélection des études

La recherche d'étude a été réalisée par l'évaluateur (Q.M) entre août et novembre 2024. La sélection des études a suivi le diagramme PRISMA :

- Identification de toutes les études répondant à l'équation de recherche
- Élimination des doublons
- Sélection des études potentiellement éligibles
- Éligibilité des études complètes selon les critères d'inclusion et d'exclusion
- Inclusion définitive

2.5 Qualité méthodologique des études

La qualité méthodologique des essais contrôlés randomisés a été évaluée à l'aide de l'échelle PEDro (**annexe 7.4**). Celle-ci est composée de 11 items spécifiques aux essais contrôlés randomisés en lien avec la kinésithérapie. Chaque item peut recevoir une réponse « oui » ou « non ». Le premier item (critère d'éligibilité) doit être répondu, mais n'est pas comptabilisé pour le score final. Par l'addition des « oui », on obtient un score sur 10. Ce score traduit la validité interne de l'essai contrôlé randomisé. Plus il est important, plus la validité interne est solide.

Le score PEDro peut être interprété selon Cashin & McAuley, (2020) avec les intervalles suivants : 9-10 : excellent, 6-8 : bon, 4-5 : satisfaisant, <4 : faible.

En ce qui concerne les essais non randomisés et /ou non contrôlés, nous avons utilisé l'échelle Downs and Black modifiée (**annexe 7.2**). Celle-ci permet d'évaluer la qualité méthodologique des essais contrôlés randomisés ou non. Elle est composée de 27 items sous-divisés en 5 catégories :

- 1- Qualité de l'étude (10 items)
- 2- Validité externe (3 items)
- 3- Études de biais (7 items)
- 4- Biais de sélection et biais confondant (6 items)
- 5- Puissance de l'étude (1 item)

L'item 5 est scoré sur 2, la cotation finale est donc sur 28. Le score final peut être interprété selon O'Connor et al., (2015) grâce à ces différents intervalles:

24-28 : excellent, 19-23 : bon, 14-18 : neutre et <14 : faible.

2.6 Extraction des données

Un tableau de synthèse (**tableau1**) des études incluses a été réalisé par l'évaluateur (Q.M). Celui-ci comprend les informations standardisées suivantes :

- Auteur
- Année de publication
- Design de l'étude
- Objectif de l'étude
- Caractéristiques de la population/échantillon étudié
- Type d'intervention effectuée
- Résultats mesurés
- Conclusions obtenues

3 Résultats

3.1 Sélection des études

Comme l'illustre le diagramme de flux PRISMA (**figure 1**), n=134 articles répondaient à notre équation de recherche à travers ces différentes bases de données :

- Embase : (n=31)
- PubMed : (n=63)
- Cochrane : (n=19)
- Pedro : (n=21)

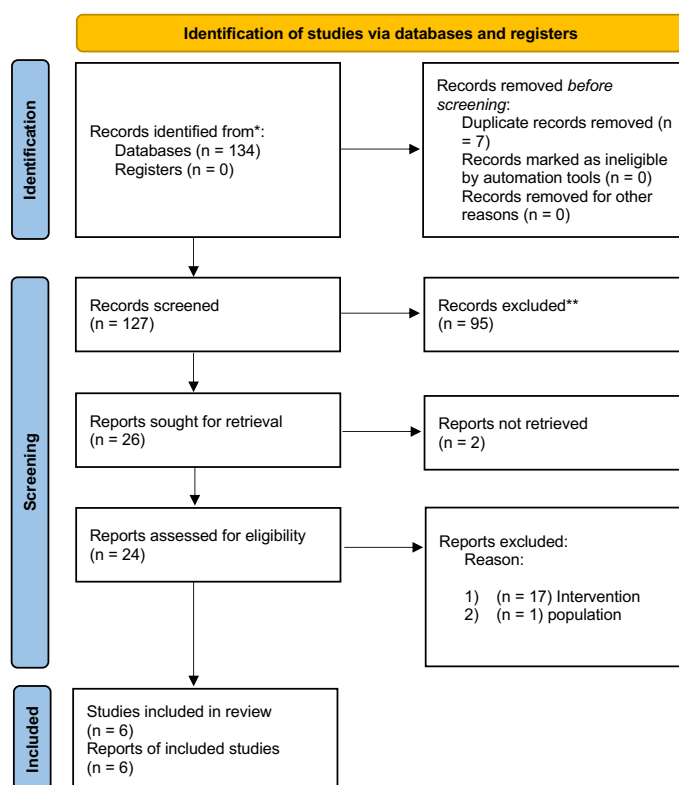
Les doublons (n=7) ont été éliminés via le gestionnaire de bibliographie « Zotero » et vérifiés par l'évaluateur. Conformément aux critères d'inclusion, aucun article n'a été directement éliminé. Une première discrimination a été réalisée sur base des titres des articles et des critères PICOS. Cette étape a été réalisée manuellement par l'évaluateur en raison de la faible population d'articles (n=134). L'évaluateur a trié les études de la manière suivante :

- « Exclus » (n=95)
- « Peut-être » (n=26)

Ensuite, une deuxième discrimination des « peut-être » (n=26) a été effectuée. Pour ce faire, une lecture de « l'Abstract » et une recherche du texte complet ont été réalisées dans le but de réaliser une discrimination approfondie en fonction des critères d'inclusion. Pour finir, 6 articles ont été inclus, 2 articles n'étaient pas accessibles et 18 exclus. Finalement, sur les 134 articles de départ, 6 articles étaient en accord avec les critères d'inclusion et ont été sélectionnés par l'évaluateur.

Figure 1 : Diagramme de flux PRISMA 2020

PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only



*Consider, if feasible to do so, reporting the number of records identified from each database or register searched (rather than the total number across all databases/registers).

**If automation tools were used, indicate how many records were excluded by a human and how many were excluded by automation tools.

Source: Page MJ, et al. BMJ 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71.

This work is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

3.2 Qualité méthodologique des études

L'évaluation de la qualité méthodologique des études a été réalisée à l'aide de l'échelle PEDro et de la Downs and Black modifiée. L'échelle PEDro a permis d'évaluer la méthodologie des essais contrôlés randomisés (RCT). L'échelle Downs and Black modifiée a permis d'évaluer tous les essais sauf les deux revues systématiques (voir dans le tableau synthèse).

L'échelle PEDro a été utilisée pour une seule étude et a fourni les résultats suivants :

- L'étude menée par Peek et al., (2022) a obtenu un score de 7/10, qui représente une qualité méthodologique « bonne »).

Un tableau récapitulatif se situe en **(annexe 7.4.1)**.

L'échelle Downs and Black modifiée a été utilisée pour toutes les études sélectionnées. Les résultats suivants ont été obtenus :

Plusieurs études (Eckner et al., 2018; Klein et al., 2024; Peek et al., 2022, 2023; Versteegh et al., 2020) ont obtenu une qualité méthodologique « bonne ».

- L'étude menée par Eckner et al., (2018) a obtenu un score de 20/28.
- L'équipe de recherche de Klein et al., (2024) a reçu un score de 20 /28.
- La validité globale obtenue pour le travail fourni par Versteegh et al., 2020, était évaluée à 19 /28.
- La plus ancienne étude de Peek et al., (2022) a obtenu un score de 22/28.
- L'étude la plus récente de Peek et al., (2023) a obtenu un score 20/28.

Seule l'étude menée par Becker et al., (2019) a montré une qualité méthodologique « neutre » avec un score de 16/28. Un tableau récapitulatif est présent en **(annexe 7.3.1)**.

3.3 Caractéristiques des études

La sélection des études fournies par notre équation de recherche (n=134), nous a permis de sélectionner 6 articles en accord avec nos critères d'inclusion. Notre sélection est composée de 5 études de cohortes et 1 essai contrôlé randomisé.

En tout, 666 personnes saines ont participé à ces études. À travers cet échantillon, 432 participants étaient des garçons (64,87%) et 234 participants étaient des filles (35,13%). La taille des différents échantillons varie de (n=17) à (n*=364) participants. L'âge des participants varie de 12 ans à 30 ans. L'intervalle d'âge des participants est rendu approximatif dû au fait que certaines études fournissent seulement l'âge moyen et l'écart type de la population. Parmi les 6 études

sélectionnées, chacune était composée d'un protocole de renforcement du cou dans son intervention.

3.4 Description des interventions

Les articles inclus dans cette revue peuvent être classés en 2 groupes. Premièrement, des études expérimentales avec pour but de développer des protocoles de renforcement neuromusculaire dynamique du cou en adéquation avec la pratique sportive. Deuxièmement, des études expérimentales avec pour but de développer des protocoles de renforcement dynamique du cou contre résistance ayant pour cible le développement de la force et de l'hypertrophie du cou dans toute l'amplitude articulaire.

3.4.1 Collecte des données

3.4.1.1 Contraction isométrique volontaire maximale (MVIC) du cou.

Plusieurs études se sont intéressées (Becker et al., 2019; Eckner et al., 2018; Klein et al., 2024; Peek et al., 2022; Versteegh et al., 2020) , à la contraction isométrique volontaire maximale (MVIC) que les sujets étaient capables d'accomplir au fil de l'intervention. Certaines équipes de chercheurs (Eckner et al., 2018; Klein et al., 2024; Versteegh et al., 2020) , étaient équipées d'installation standardisée permettant de recueillir la MVIC du cou de leurs participants dans les trois plans de l'espace.

- Tout d'abord, le système de mesure élaborait par Eckner et al., (2018) comportait une assise standardisée, ainsi qu'un capteur de force en série avec la tête du participant, un câble et un harnais de tête. À travers cette installation, les données de MVIC des participants ont pu être récoltées dans les 3 plans de l'espace en modifiant l'orientation du système en série avec le capteur de force.
- Ensuite, un système de mesure de MVIC, élaboré par Klein et al., (2024) a pu être observé. Celui-ci était composé d'un dynamomètre, directement placé par les chercheurs sur les participants, en opposition à la direction du mouvement exécuté.
- Enfin, un système de mesure où chaque participant mesurait lui-même sa MVIC à l'aide d'un dynamomètre a été conçu par Versteegh et al.,

(2020). Les participants tenaient le dynamomètre avec leurs membres supérieurs en opposition au mouvement du système tête-cou évalué. Seule l'étude menée par le chercheur Peek et al., (2022) a recueilli la MVIC de ses participants dans le plan sagittal et frontal.

- Les patients étaient équipés d'un harnais de tête relié à un câble en série avec un capteur de force et une poignée. L'évaluateur tenait la poignée pendant que les participants appliquaient une contraction maximale dans le mouvement voulu.

Enfin, l'équipe de recherche menée par Becker et al., (2019) a mesuré la MVIC de leurs patients uniquement dans le plan sagittal.

- Cette étude a utilisé un capteur de force télémétrique placé sur la face postéro-externe de l'occiput des sujets. Ainsi la MVIC des fléchisseurs et extenseurs cervicaux en position standardisée (décubitus dorsal/ventral) a été enregistrée. De plus, la MVIC a également pu être recueillie lors du mouvement fonctionnel évalué. Ici il s'agissait des coups de tête dans le ballon de football. Une installation standardisée d'un ballon de football suspendu au plafond avait été mise en place spécialement. Lorsque les participants venaient donner un coup de tête dans cette installation, la MVIC générée durant le mouvement fonctionnel était enregistrée par le capteur.

3.4.1.2 Périmètre du cou

Parmi les 6 études sélectionnées au départ, 2 équipes de chercheurs (Eckner et al., 2018; Versteegh et al., 2020) ont mesuré le périmètre du cou de leurs participants, avant, pendant et après l'intervention. Les mesures ont été récoltées par l'intermédiaire d'un mètre ruban flexible, appliqué au niveau de la partie proéminente du cartilage thyroïdien des participants.

3.4.1.3 Section transversale échographique (Cross Section Area, CSA) et électromyographie

Contrairement aux autres équipes de recherches, Eckner et al., (2018) et ses collaborateurs ont mesuré la CSA du muscle sternocléidomastoïdien (SCM) ainsi que le niveau d'activité électrique des muscles du cou. Ces mesures ont été récoltées au cours de l'intervention, chez chaque participant, par l'intermédiaire d'un appareil de mesure échographique. L'évaluation de l'activité musculaire du cou a été effectuée en plaçant des électrodes sur le SCM, le trapèze supérieur, le splénius

de la tête, ainsi que le semi épineux de la tête. Ces muscles ont été sélectionnés, car ce sont les principaux responsables de l'extension de la tête et de la nuque. L'enregistrement par électromyographie a été réalisé au même moment que la MVIC du cou.

3.4.1.4 Amplitude cervicale (ROM)

À travers les 6 interventions sélectionnées, 2 protocoles d'études (Klein et al., 2024; Peek et al., 2022) ont recueilli les amplitudes cervicales de leurs participants.

- L'équipe de recherche menée par Klein et al., (2024) a attaché sur la tête de ses participants un goniomètre électronique pour optimiser la précision de collecte de données. Ainsi, les amplitudes cervicales (Range Of Motion, ROM) dans les 3 plans de l'espace ont été enregistrées. Les ROM des sujets ont été récoltées à 3 moments équidistants de l'intervention, durant la première semaine (S0), la semaine médiane (S6), et la dernière semaine (S12). Cette répartition équitable de collecte de mesure permet d'observer à partir de quel moment de l'intervention on observe un net changement et/ou une phase de stagnation. Cela permet d'évaluer, de manière objective, la pertinence de la durée de l'intervention.
- Dans la recherche menée par Peek et al., (2022) les ROM des participants ont été récoltées uniquement avant l'intervention dans le but d'écarter de l'étude les patients ayant un rachis cervical pathologique.

3.4.1.5 Accélération de la tête

Dans le cadre de leur étude, Becker et al., (2019) ont récolté les accélérations angulaires de la tête de leurs participants. Ces données ont été mesurées à plusieurs reprises durant l'étude par un accéléromètre qui était placé sur la face postéro-externe de l'occiput des sujets. Les données ont été recueillies de manière fonctionnelle. Pour simuler le coup de tête des footballeurs, un ballon de football était fixé au plafond. Les coups de tête ont été donnés selon différentes conditions standardisées.

3.4.1.6 Données démographiques

Plusieurs études (Peek et al., 2022, 2023; Versteegh et al., 2020) ont récolté des données spécifiques à la pratique sportive de leurs échantillons sur base d'enquête auto remplie par les participants .

3.4.1.6.1 Coup de tête dans le football

Les 2 recherches expérimentales menées par Peek (Peek et al., 2022, 2023) ont recruté sur base d'enquête, 3 informations concernant les coups de tête réalisés par leurs échantillons de footballeurs :

- Tout d'abord sur la réalisation ou non, de cours concernant la réalisation du geste technique « coup de tête ».
- Ensuite sur la pratique ou non d'exercices de renforcement spécifique du système tête-cou.
- Et enfin, le nombre auto-déclaré de réalisations de coups de tête dans le ballon sur une semaine d'entraînement et/ou de compétition.

3.4.1.6.2 Incidence de blessures rapportées à la tête et au cou

L'incidence de blessures endurées au niveau du système tête-cou des échantillons étudiés a été relevée dans deux études (Peek et al., 2022, 2023) de manière auto rapportée par leurs participants. Les blessures antérieures, rapportées par les participants, ont été relevées selon différentes sous-classes :

- Les données ont été récoltées à l'aide d'un questionnaire rempli par les sujets. Il se sont, tout d'abord, intéressés à la survenue de blessures à la tête et au cou durant l'année 2021 via cette question : « Au cours de la saison 2021, avez-vous déjà reçu un coup à la tête ou au corps en jouant au football qui vous a laissé un mal de tête, des étourdissements, ou un malaise ? ». En cas de réponse positive, les données étaient récoltées à travers les diagnostics médicaux existants, établis par des professionnels de santé. Pour pallier l'absence de diagnostic, il leur était également demandé, s'ils avaient déjà ressenti de la douleur ou de l'inconfort dans la région du cou et/ou de la tête lors d'un coup de tête dans le ballon. Pour relever les autres événements potentiellement responsables d'une commotion cérébrale durant la saison 2021, ils ont demandé s'ils avaient enduré un autre type de blessure à la tête ou au cou pendant un entraînement ou des matchs de football en 2021.

3.4.1.6.3 Caractéristiques de la pratique sportive

Le questionnaire , réalisée par (Peek et al., 2022, 2023) comportait des questions concernant les caractéristiques de la pratique sportive de leurs participants, de manière à créer des sous-groupes. Ainsi il a été demandé aux participants s'ils fréquentaient un lycée sportif, leur club, leurs catégories d'âge en compétition, le sexe de leur équipe et le nombre moyen de matchs par semaine.

3.4.1.6.4 Caractéristiques corporelles

Deux études (Peek et al., 2022; Versteegh et al., 2020) se sont également intéressées aux caractéristiques corporelles de leurs participants. Spécialement à l'âge, au sexe, la taille et la masse corporelle. De cette manière en cas de corrélation entre les résultats obtenus et une certaine caractéristique physique, des hypothèses ainsi que le calcul de la p-valeur ont pu être établis.

3.4.2 Interventions

3.4.2.1 Durée

Les 6 études sélectionnées sont expérimentales et ont fixé une durée d'intervention différente. La durée des protocoles établis par les études variait de 5 à 22 semaines.

- Le chercheur Peek et al., (2022) a élaboré un protocole de renforcement sur 5 semaines, 3 fois 90 secondes par semaine.
- L'équipe de recherches de Becker et al., (2019) a conçu un protocole de 6 semaines, bihebdomadaire.
- L'intervention de Versteegh et al., (2020) a durée 7 semaines, bihebdomadaires. Chaque session durait entre 8-12 min.
- Le programme de renforcement du cou de Eckner et al., (2018) durait 8 semaines et était bihebdomadaire (16 séances).
- L'étude menée par Klein et al., (2024) a expérimenté un programme de 12 semaines avec 3 séances hebdomadaires de 10 min.
- L'équipe de recherche de Peek et al., (2023) a suivi ses participants sur 22 semaines avec 2-4 séances de 90 secondes, hebdomadaires.

3.4.2.2 Renforcement du cou

Les 6 études sélectionnées ont proposé un protocole de renforcement du cou à leurs participants. Cependant, certaines de ces études ont utilisé des méthodologies différentes.

3.4.2.2.1 Moyens utilisés

Plusieurs études (Klein et al., 2024; Versteegh et al., 2020) ont utilisé des équipements portables spécifiques au renforcement du système tête-cou dans leur intervention.

- L'étude menée par Versteegh et al., (2020) a utilisé un casque de football américain sur lequel était fixée une barre reliée à un poids. La barre était fixée sur un axe de rotation de manière à ce qu'elle tourne au-dessus de la tête et génère une force centrifuge lors du mouvement de circumduction du cou des participants.
- L'étude réalisée par Klein et al., (2024) a utilisé un nouveau dispositif nommé « Neck X ». Celui-ci est composé d'un casque sur lequel sont fixées des bandes élastiques reliées aux mains du participant. Ainsi, en plaçant ses mains de manière opposée au mouvement du cou à réaliser, les bandes élastiques sont mises sous tension et une résistance est générée.

3.4.2.2.2 Qualité musculaire visée

Les protocoles de renforcement du cou mis en place, ciblaient différentes qualités musculaires en fonction des études.

3.4.2.2.2.1 Forces /hypertrophie

Plusieurs études (Becker et al., 2019; Eckner et al., 2018; Klein et al., 2024) se sont concentrées sur le développement des qualités de force et d'hypertrophie musculaire cervicale.

- L'intervention menée par Klein et al., (2024) était composée du dispositif Neck X (décrit ci-dessus), pour développer la force et l'amplitude cervicale des participants. Chaque séance était composée de 5 minutes de renforcement et 5 minutes d'étirement du cou. Le protocole de renforcement et d'étirement a été réalisé dans les 3 plans de l'espace.
- La recherche dirigée par Eckner et al., (2018) s'est servie de la résistance manuelle pour développer la force cervicale de leurs participants dans les 3 plans de l'espace. Pour ce faire, les participants ont effectué des

« shrug » (visant à réaliser des élévations d'épaules contre résistances), ainsi que des mouvements cervicaux contre résistance manuelle, appliquée par un professionnel de la santé. La résistance manuelle était appliquée non seulement dans la phase concentrique du mouvement, mais également dans la phase excentrique.

- L'étude menée par Becker et al., (2019) a expérimenté 2 exercices avec des bandes élastiques résistantes ainsi qu'un exercice contre résistance manuelle. Les bandes élastiques ont été utilisées pour renforcer les fléchisseurs et extenseurs du cou tandis que le renforcement contre résistance manuelle a été utilisé pour améliorer la force isométrique de protraction de la tête.

3.4.2.2.2 Neuromusculaire

Plusieurs études (Peek et al., 2022, 2023; Versteegh et al., 2020) se sont concentrées sur l'induction d'une adaptation neuromusculaire chez leurs participants à travers divers exercices.

- L'intervention de Versteegh et al., (2020) était basée sur l'énergie centrifuge pour tenter d'améliorer l'activation neuromusculaire du cou de leurs sujets. Pour ce faire, un casque de football américain adapté (décrit ci-dessus) était fixé sur la tête des patients. Une barre sur pivot, reliée à son extrémité par un petit poids, était fixée au sommet du casque. Il était demandé aux participants de réaliser des mouvements de circumduction de la manière la plus rapide possible. Au plus, la circumduction de la tête était rapide, au plus la force centrifuge générée par la masse en rotation au-dessus de la tête était importante et au plus les co-activations neuromusculaires devaient être efficaces et précises pour générer une force centripète compensatrice.
- Les deux études réalisées par Peek (Peek et al., 2022, 2023) ont demandé à leurs participants de réaliser des cumuls en plaçant leur tête dans des positions spécifiques, dans le but d'améliorer la relation neuromusculaire du cou des participants. Pour ce faire, 3 variantes de cumuls ont été demandées aux participants. Tout d'abord la réalisation d'un cumul le plus rapidement possible en gardant le menton rentré et la tête dans l'axe (neutre) sans contact avec le sol. Ensuite, les mêmes consignes ont été données à l'exception que la tête devait être tournée

vers la gauche tout le long du cumulé. Enfin, la dernière variante était avec la tête tournée vers la droite tout le long du cumulé.

3.4.2.2.3 Évolution en fonction du temps de la difficulté des interventions

À travers les 6 études sélectionnées ayant expérimenté un protocole de renforcement dynamique du cou chez leurs patients, certaines d'entre elles (Becker et al., 2019; Eckner et al., 2018; Klein et al., 2024; Versteegh et al., 2020) ont élaboré un protocole d'exercices de difficulté croissante.

- Dans le cadre de la recherche menée par Klein et al., (2024) le dispositif « Neck X » (décrit ci-dessus) a été utilisé pour réaliser des exercices de renforcements et d'étirements musculaires du cou. Les 6 semaines d'intervention ont été décomposées en 4 phases. La semaine 1 correspondait à la phase 1, la semaine 2 à la phase 2, la semaine 3 à la phase 3 et enfin les semaines 4,5,6 à la phase 4. Pour augmenter l'adaptation tissulaire induite par les exercices, la résistance des bandes élastiques a été augmentée au fil des semaines. Ainsi, les exercices durant la phase 1 ont été réalisés avec une « faible » résistance, ceux de la phase 2 avec une résistance « moyenne », et enfin ceux de la phase 3 et 4 avec une « forte » résistance.
- L'intervention de 8 semaines menée par Eckner et al., (2018) était sous décomposée en 4 phases. La première phase correspondait à la semaine 1, la deuxième phase à la semaine 2, la troisième phase à la semaine 3 et la quatrième phase à la semaine 4-8. Pour augmenter la difficulté au fil du temps, les chercheurs ont augmenté le volume de séries et de répétitions à réaliser au cours des semaines. Ainsi, en phase 1, les participants devaient réaliser une série de 10 « shrugs » et 1 série de 6 répétitions pour chaque exercice de résistance manuelle. En phase 2, les participants devaient réaliser 1 série de 10 répétitions pour les « shrugs » ainsi que pour chaque exercice de résistance manuelle. En phase 3, les participants devaient réaliser 2 séries de 10 répétitions pour les « shrugs » ainsi que pour chaque exercice de résistance manuelle. En phase 4, les participants devaient réaliser 3 séries de 10 répétitions pour les « shrugs » ainsi que pour chaque exercice de résistance manuelle.

- Les 6 semaines d'intervention menée par Becker et al., (2019) ont été décomposées en 3 phases. Chaque phase correspondait à 2 semaines d'intervention. Pour augmenter la difficulté des exercices et ainsi optimiser l'adaptation tissulaire engendrée, la résistance des exercices a été augmentée pour chaque phase. Ainsi, la résistance des bandes élastiques était de 2,3 kg à leurs étirements maximaux en phase 1. En phase 2, la résistance des bandes élastiques était de 3,2 kg à leurs étirements maximaux. En phase 3, la résistance des bandes élastiques était de 4,4 kg à leurs étirements maximaux.
- Les 7 semaines d'intervention menée par Versteegh et al., (2020) ont été décomposées en 2 phases. La première phase correspondait aux 3 premières semaines tandis que la deuxième phase correspondait aux 4 dernières semaines. Pour améliorer les adaptations neuromusculaires dans le temps chez les participants, les chercheurs ont décidé d'augmenter le nombre de séries de circumduction de tête à réaliser. En augmentant le nombre de séries à réaliser, on augmente le temps d'exposition du cou et de la tête à la force centrifuge. Ainsi, durant la phase 1, il était demandé aux participants de réaliser 3 fois 50 rotations dans chaque direction, tandis que dans la phase 2 il était demandé de réaliser 5 fois 50 rotations dans chaque direction.

3.4.2.2.4 Standardisation des exercices

Toutes les études sélectionnées ont fait le choix de standardiser leurs interventions de la même manière pour tous leurs sujets. De ce fait, les hommes et les femmes étaient ici confrontés aux mêmes volumes, intensités et fréquences de renforcement au cours du protocole.

- L'équipe de recherche dirigée par Eckner et al., (2018) a fait appel à des « Certified Strength and Conditioning Specialist (CSC) » pour réaliser les mouvements cervicaux contre résistance manuelle.
- Un ordinateur a été utilisé par Versteegh et al., (2020) pour compter de manière objective le nombre de rotations de tête.
- Les interventions menées par Peek (Peek et al., 2022, 2023), ont été standardisées en imposant une durée de 30 secondes par exercice concernant la réalisation des cumulés chez leurs sujets. De plus la même instruction a été donnée à chaque participant.

- Certaines études (Becker et al., 2019; Klein et al., 2024) ont, quant à elles, standardisé leurs interventions en s'assurant que tous leurs sujets aient la même quantité de séries, de répétitions et de résistances.

3.4.2.2.5 Étude contrôlée

Parmi les 6 études sélectionnées, 4 d'entre elles (Becker et al., 2019; Eckner et al., 2018; Peek et al., 2023; Versteegh et al., 2020) avaient intégré un groupe contrôle au sein de leurs interventions.

- L'équipe de recherche de Eckner et al., (2018) a contrôlé son étude avec un groupe de 4 personnes n'ayant reçu qu'un programme de renforcement musculaire général et aucun renforcement spécifique de la région cervicale contrairement au groupe d'intervention (n=13).
- Les 2 groupes d'intervention classés par âge de Becker et al., (2019) ont été contrôlés avec un groupe de 13 personnes n'ayant reçu aucun renforcement. Il s'agissait de joueurs de football jouant au même niveau et de la même tranche d'âge que le groupe d'intervention le plus âgé (« groupe 1 »). Le volume horaire d'entraînement était égal aux 2 groupes d'intervention (n=9 et n=11).
- Le groupe d'intervention de Versteegh et al., (2020) a été contrôlé avec un groupe de 10 personnes. Ce groupe n'a reçu qu'un renforcement classique des muscles du cou, contrairement au groupe d'intervention (n=8) qui a reçu un entraînement neuromusculaire en plus de l'entraînement classique.
- L'étude menée par Peek et al., (2023) a été contrôlée avec un groupe de n=218 personnes. Ce groupe a réalisé seulement l'entraînement général préventif de blessure FIFA 11+ (**annexe 7.5**), contrairement au groupe d'intervention (n=146) qui lui a réalisé à la fois l'entraînement neuromusculaire et l'entraînement général FIFA 11+.

3.4.2.2.6 Étude contrôlée randomisée

Parmi les études sélectionnées, seule celle de Peek et al., (2022) était à la fois contrôlée et randomisée.

- Dans le cadre de sa recherche, Peek et al., (2022) a contrôlé son étude avec un groupe de 21 personnes. Ce groupe a seulement réalisé l'entraînement général FIFA 11+ (**annexe 7.5**) contrairement au groupe d'intervention (n=31) qui lui a réalisé à la fois l'entraînement neuromusculaire et l'entraînement général FIFA 11+. Ces deux groupes ont été créés de manière aléatoire et mixte sur base des équipes masculines et féminines disponibles.

3.5 Synthèse des résultats

3.5.1 Force du cou

Plusieurs études (Becker et al., 2019; Eckner et al., 2018; Klein et al., 2024; Peek et al., 2022; Versteegh et al., 2020) ont relevé la force du cou de leurs participants au fil de leur intervention. Certaines études (Klein et al., 2024; Peek et al., 2022; Versteegh et al., 2020) ont obtenu une augmentation significative de la force du cou de leurs participants.

- L'équipe de recherche de Klein et al., (2024) a proposé un protocole de renforcement du cou à différentes populations de sportifs. À savoir, des lutteurs, des footballeurs, des hockeyeurs et des joueurs de crosse, féminins et masculins. 3 collectes de données de MVIC ont été réalisées au cours de l'intervention aux semaines 0 (collecte 1), 6 (collecte 2) et 12 (collecte 3). Des changements significatifs entre les 3 périodes de mesures ont été obtenus.

Pour le football masculin, il y'a eu une augmentation significative de la force moyenne du cou en flexion ($p < 0.0001$ entre la collecte 1-2, et $p = 0.0038$ entre la collecte 2-3), rotation gauche ($p = 0.0100$ entre la collecte 1-3) / droite ($p = 0.0126$ entre la collecte 1-3) et extension ($p < 0.0001$ entre la collecte 1-3, $p < 0.0001$ entre la collecte 2-3).

Pour la lutte masculine, le renforcement a montré une augmentation significative de la force du cou en flexion entre la collection 1-2 ($p = 0.0172$), extension ($p < 0.0001$ entre la collecte 1-2 et $p = 0.0103$ entre

la collecte 1-3), flexion latérale droite ($p=0.0034$ entre la collecte 1-2, et $p=0.0068$ entre la collecte 1-3) / gauche ($p=0.0032$ entre la collecte 1-2 et $p=0.0046$ entre la collecte 1-3) et rotation droite ($p=0.0003$ entre la collecte 1-2) / gauche ($p=0.0099$ entre la collecte 1-2 et $p=0.0278$ entre la collecte 1-3).

Les Footballeuses, ont obtenu une augmentation significative de la force moyenne du cou pour les mouvements de flexion ($p<0.0001$ entre la collecte 1-2 et $p<0.0005$ entre la collecte 1-3), extension ($p<0.0001$ entre la collecte 1-2, $p<0.0001$ entre la collecte 1-3, et $p=0.0061$ entre la collecte 2-3) , flexion latérale droite ($p<0.0001$ entre la collecte 1-2 et $p<0.0001$ entre la collecte 1-3) / gauche ($p=0.0008$ entre la collecte 1-2 et $p=0.0001$ entre la collecte 1-3), et rotation droite ($p=0.0067$ entre la collecte 1-2, $p=0.0001$ entre la collecte 1-3 , $p=0.0059$ entre la collecte 2-3) / gauche ($p<0.0001$ entre la collecte 1-2, $p=0.0001$ entre la collecte 1-3) .

Les joueuses de crosse féminine ont obtenu une augmentation de la force moyenne du cou pour la flexion ($p=0.0366$ entre la collecte 1- 2) et la flexion latérale cervicale droite ($p=0.0283$ entre la collecte 1-2, $p=0.0222$ entre la collecte 1-3) / gauche ($p=0.0040$ entre la collecte 1-2, $p=0.0248$ entre la collecte 2-3).

Les joueurs masculins de hockey ont obtenu une augmentation de la force moyenne du cou pour les mouvements cervicaux de flexion ($p=0.0291$ entre la collecte 1-3), extension ($p=0.0051$ entre la collecte 1-3, $p=0.0022$ entre la collecte 2-3) , flexion latérale droite ($p=0.0003$ entre la collecte 1-3, $p=0.0005$ entre la collection 2-3) / gauche ($p=0.0018$ entre la collecte 1-3, $p=0.0037$ entre la collecte 2-3) et rotation droite ($p=0.0176$ entre la collecte 1-3) / gauche ($p<0.0001$ entre la collecte 1-3, $p=0.0066$ entre la collecte 2-3).

- Au terme de leur intervention, Versteegh et al., (2020) ont observé une amélioration significative de la force du cou dans le groupe d'intervention, pour les mouvements de rotation axiale cervicale.
- Pour améliorer l'interprétabilité de ses résultats, Peek et al., (2022) a mesuré la MVIC initiale et finale de son groupe d'intervention par rapport à son groupe contrôle. Pour ne pas passer à côté de résultats

significatifs, il a interprété les résultats du groupe d'intervention par rapport au groupe contrôle, selon 3 sous-groupes : « Tous les participants », « participants masculins », « participants Féminins ».

Le groupe « Garçons et filles combinés » a obtenu des améliorations significatives au niveau de la force de leur cou pour les mouvements de flexion ($p<0.001$), extension ($p<0.001$) et flexion latérale droite ($p<0.001$) / gauche ($p<0.001$).

Le groupe « Garçons » a obtenu des hausses significatives de force pour les mouvements de flexion ($p<0.001$), extension ($p<0.001$) et flexion latérale droite ($p<0.001$) / gauche ($p<0.001$).

Le groupe « Filles » a obtenu des changements significatifs pour les mouvements de flexion ($p=0.006$), extension ($p=0.003$) et flexion latérale droite ($p=0.006$) / gauche ($p=0.007$).

3.5.1.1 Ratio de force flexion-extension

Seule l'étude de Klein et al., (2024) s'est intéressée au ratio de force entre les fléchisseurs et les extenseurs cervicaux. Le ratio a été calculé sur base des valeurs de MVIC des fléchisseurs et extenseurs, obtenus au cours de l'intervention.

- Concernant les résultats obtenus, le ratio de force des fléchisseurs/extenseurs s'est éloigné de 1 en se rapprochant de 0 au fil des semaines. Le ratio des athlètes féminines est passé de 0,91 (semaine 0) à 0,86 (semaine 12). Celui des athlètes masculins est passé de 0,98 (semaine 0) à 0,80 (semaine 12). Cet éloignement de 1 se traduit par un accroissement du déséquilibre de force cervicale entre les fléchisseurs et les extenseurs.

3.5.2 Accélération et vitesse de la tête

3.5.2.1 Accélération angulaire

Parmi les études sélectionnées, certaines (Becker et al., 2019; Eckner et al., 2018; Peek et al., 2022) ont mesuré l'accélération angulaire de la tête de leurs participants. Parmi ces études, certaines (Eckner et al., 2018; Peek et al., 2022) ont montré des différences significatives d'accélération de la tête au terme de l'intervention. Ces études ont montré que le protocole de renforcement du cou permettait de réduire l'accélération engendrée suite à une perturbation de la tête et /ou du cou.

- Au terme de leur intervention, Eckner et al., (2018) ont obtenu des diminutions significatives d'accélération angulaire par rapport au groupe contrôle, pour les mouvements d'extension ($p<0.05$) et de flexion cervicale latérale ($p<0.05$).
- À l'issue de leur protocole de renforcement cervical, Peek et al., (2022) a également obtenu des diminutions significatives d'accélération de tête du groupe contrôle par rapport au groupe d'intervention.

Pour interpréter les données de leur échantillon au mieux, ils l'ont subdivisé en 3 groupes : « Garçons » ($n=52$), « filles » ($n=21$) et « garçons et filles combinés » ($n=73$).

Le groupe d'intervention « Garçons » a obtenu une diminution significative d'accélération ($p=0.05$) par rapport au groupe contrôle entre la phase initiale et terminale de l'intervention.

Le groupe d'intervention « Filles » a obtenu une diminution significative d'accélération de tête ($p=0.03$) par rapport au groupe contrôle entre la phase initiale et terminale de l'intervention.

Le groupe d'intervention « Garçons et filles combinés » a également obtenu une diminution significative d'accélération de tête ($p=0.04$) par rapport au groupe contrôle entre la phase initiale et terminale de l'intervention.

3.5.2.2 Vitesse angulaire

Parmi les études sélectionnées, plusieurs (Eckner et al., 2018; Peek et al., 2022; Versteegh et al., 2020) ont mesuré la vitesse angulaire de la tête de leurs participants . Ces études ont obtenu des diminutions significatives de vitesse du groupe d'intervention par rapport au groupe contrôle. Pour chacune de ces études, le protocole de renforcement du cou a entraîné une diminution de la vitesse engendrée par une perturbation de la tête.

- À la suite de leur intervention, Eckner et al., (2018) ont relevé une diminution significative ($p<0.05$) de la vitesse angulaire de la tête, de leur groupe d'intervention, par rapport au groupe contrôle dans les mouvements d'extension et de latéroflexion cervicale. Le groupe d'intervention a généré une plus petite vitesse suite à un même transfert d'énergie mécanique, en post-intervention.

- Les données récoltées par Versteegh et al., (2020) ont relevé une augmentation significative ($p<0.05$) du nombre de roulements par minute (RPM) réalisés par le groupe d'intervention par rapport au groupe contrôle, au terme de l'intervention. Le groupe d'intervention était capable d'atteindre un pic de RPM supérieur au groupe contrôle.
- Au terme de leur étude, Peek et al., (2022) a obtenu une diminution significative de vitesse angulaire de tête au terme du protocole pour leur groupe d'intervention par rapport à leur groupe contrôle.

Il a subdivisé le groupe d'intervention en 3 sous-groupes pour mieux interpréter les résultats : « participants féminins », « participants masculins », « tous les participants ». Le groupe « participants féminins » ($p=0.002$) et « tous les participants » ($p=0.04$) ont obtenu des diminutions de vitesse significativement plus importantes que le groupe contrôle.

3.5.3 Modifications structurelles et fonctionnelles de la région cervicale

3.5.3.1 Périmètre du cou

Parmi les études sélectionnées, seule Eckner et al., (2018) a mesuré le périmètre du cou de leurs athlètes au point initial et final de l'intervention. Les résultats obtenus sont significatifs ($p<0.05$), le groupe d'intervention avait un périmètre du cou supérieur à celui du groupe contrôle, au terme de l'intervention.

3.5.3.2 Section transversale échographique (CSA) du sternocléidomastoïdien (SCM)

Le groupe de recherche de Eckner et al., (2018) s'est également intéressé à la surface transversale du sternocléidomastoïdien en début et en fin d'intervention. Aucun changement significatif de surface transverse du SCM n'a été obtenu.

3.5.3.3 Amplitude de mouvement (ROM)

Dans le cadre de leur intervention, Klein et al., (2024) se sont intéressés à l'évolution de l'amplitude cervicale de leurs athlètes au fil de l'intervention. Les données des participants ont été interprétées en sous-groupe en fonction du sexe et de la discipline pratiquée. Ainsi 5 groupes ont été établis : les « footballeurs masculins », les « lutteurs masculins », les « footballeuses féminines », les « joueuses de crosse » et les « joueurs de hockey masculins ».

Seuls, les footballeurs masculins et féminins ont obtenu des changements significatifs. Les « footballeurs masculins », ont significativement augmenté leurs amplitudes articulaires en flexion ($p=0.0003$ entre la collection 1-3, $p=0.0041$ entre la collection 2-3), extension ($p=0.0472$ entre la collection 1-3) et rotation cervicale droite ($p=0.0194$ entre la collection 1-3).

Les « footballeuses féminines », ont significativement augmenté leurs amplitudes articulaires en flexion ($p=0.0060$ entre la collection 1-2, $p=0.0072$ entre la collection 1-3), extension ($p=0.0002$ entre la collection 1-2), rotation cervicale droite ($p=0.0166$ entre la collection 1-2, $p=0.0005$ entre la collection 1-3) et gauche ($p=0,0299$ entre la collection 1-2).

3.5.3.4 Activité musculaire

Durant leur intervention, Eckner et al., (2018) ont mesuré l'activité musculaire cervicale de leurs participants par le biais de l'électromyographie. Ces mesures étaient réalisées lors des récoltes de données des MVIC cervicales. Les activités musculaires des participants se sont améliorées d'au moins un écart type pour 30,8% du groupe d'intervention contre 0% pour le groupe contrôle.

3.5.4 Incidence sur les accidents de la tête et du cou

3.5.4.1 Commotions cérébrales liées aux sports

Parmi les études sélectionnées, certaines (Klein et al., 2024; Peek et al., 2023), ont relevé le taux de commotions cérébrales subies par les athlètes dans la saison suivant le protocole de renforcement du cou.

- Suite à un renforcement musculaire contre résistance Klein et al., (2024) ont relevé l'incidence de commotion cérébrale subie par leur groupe d'athlètes durant la saison d'intervention (2021-2022) ainsi que pour les 8 saisons précédentes. Le calcul de l'incidence a été réalisé sur la base du nombre de matchs réalisés durant la saison, ainsi que le nombre de commotions reportées. Ainsi, avec une incidence (IR) de 6,60%, la saison suivant l'intervention (2021-2022) a été la saison avec la plus faible incidence enregistrée durant les 8 dernières saisons.
- Au terme d'un protocole expérimental de renforcement neuromusculaire, Peek et al., (2023) se sont intéressés aux commotions et événements potentiels de commotion cérébrale subis par leurs

groupes de contrôle et d'intervention. Pour ce faire, ils ont calculé le taux d'incidence des blessures (IR) ainsi que le rapport des taux d'incidences (IRR) entre les 2 groupes. Ainsi, l'incidence (IR) des événements commotionnels potentiels était de 28% pour le groupe contrôle, face à 7% pour le groupe d'intervention. Sur base de ces résultats, un rapport des taux d'incidence (IRR) de 0,38 a été calculé avec une significativité ($p < 0.05$). L'incidence (IR) des commotions cérébrales endurées par le groupe d'intervention était de 2% pour le groupe d'intervention contre 13% pour le groupe contrôle. Sur base de ces résultats, un rapport des taux d'incidence (IRR) de 0,23 a été calculé, mais le niveau de certitude n'était pas significatif.

3.5.4.2 Autres douleurs et blessures tête/cou

Pour tester de manière objective l'aspect préventif de leur protocole, Peek et al., (2023) se sont également intéressés aux blessures et douleurs, autres que les SRC, subies au niveau de la tête et du cou de leur groupe d'intervention par rapport à leur groupe contrôle :

- La douleur durant la réalisation d'un coup de tête dans le ballon a été relevée chez tous les participants. L'incidence (IR) de douleur était de 19 % pour le groupe d'intervention contre 47% pour le groupe contrôle avec un rapport d'incidence (IRR) non significatif de 0,62. Les blessures endurées à la tête et au cou autres que des SRC ont également été recueillies. Une incidence (IR) de blessure de 4% a été relevée pour le groupe d'intervention contre 6% pour le groupe contrôle. Un rapport d'incidence (IRR) non significatif de 1,01 a été calculé.

3.6 Tableau de synthèse (tableau 1)

Auteur, année	Design	Objectif	Population / échantillon	Intervention	Résultat	Conclusion
Eckner, 2018	Étude à deux cohortes	Étudier la faisabilité et l'efficacité du renforcement cervical chez les athlètes, dans un contexte de prévention des SRC.	la et du des sports de contact. (n=15 H et n=2 F) 13-17ans.	<u>Cohorte n°1 :</u> n=13 athlètes de programme de renforcement spécifique du cou contre résistance manuelle pendant 8 semaines en plus d'un renforcement général du cou. <u>Cohorte n°2 :</u> n=4 athlètes de programme, de renforcement général. la taille, force et les amplitudes actives du cou ont été mesurées. Des statistiques descriptives ont été réalisées.	<u>Augmentation:</u> - force et circonférence du cou des 2 groupes. Augmentation plus forte pour cohorte n°1. <u>Diminution :</u> vitesse linéaire et angulaire de la tête des 2 groupes. La cohorte n°1 avait une vitesse angulaire plus faible tandis que la cohorte n°2 avait une vitesse linéaire plus faible.	Il semblerait intéressant d'intégrer un programme de renforcement spécifique du cou chez les athlètes dans le but de prévenir les commotions cérébrales liées au sport.
Klein, 2024	Étude de cohorte	Évaluation du dispositif Neck X sur le renforcement dynamique et	N=162 athlètes (n=89 H et n=73 F)	Protocole d'exercices cervicaux de 12 semaines avec l'invention Neck	<u>Augmentation significative :</u> -force du cou de tous les sujets.	Le dispositif Neck X s'est avéré efficace pour prévenir les SRC,

		l'amplitude cervicale, ainsi que sur la prévalence des SRC.	universitaires mixtes de division 1 et 2 provenant de divers sports. (18-25 ans).	X. La force et l'amplitude cervicale ont été recueillies à la semaine 0, 6 et 12. Analyse statistique des données récoltées.	- ROM cervicale chez les joueurs et joueuses de football. <u>Diminution :</u> taux d'incidence des blessures à la tête (dont SRC), le plus faible jamais enregistré depuis 8 saisons (6,60%).	renforcer et améliorer l'amplitude cervicale des athlètes.
Becker, 2019	Étude de cohorte	Analyser l'influence d'un programme de renforcement du cou sur l'accélération de la tête, lors de la réalisation d'un coup de tête de footballeur.	N=33 footballeurs masculins de 16-24ans.	<u>3 groupes :</u> 2 groupes d'intervention en fonction de l'âge et 1 groupe témoin sans intervention. Test cervical avant et après le protocole de renforcement des fléchisseurs et extenseurs du cou. <u>Données récoltées :</u> - force isométrique maximale du cou, - accélérations de la tête au contact avec le ballon selon différents scénarios (debout, en sautant, en courant) et conditions (avec et sans fatigue musculaire).	Pas de changement significatif de la contraction isométrique maximale du cou. Pas de réduction significative de l'accélération de la tête pour aucune condition.	Le programme de renforcement des fléchisseurs et extenseurs du cou n'a montré aucun signe de prévention des chocs sous-commotionnels visible à travers les coups de tête dans le football.

Versteegh, 2020	Étude de cohorte	Évaluation des effets d'un nouveau dispositif d'entraînement neuromusculaire du cou sur la force statique et dynamique multi planaire cervicale.	N=38 athlètes masculins. 18 - 23 ans.	Le groupe d'intervention (n=8) a reçu (deux fois par semaine, environ 10 minutes et pendant 7 semaines) l'entraînement neuromusculaire en plus du renforcement classique du cou. Alors que le groupe contrôle (n=30) n'a reçu que le renforcement classique du cou. L'entraînement neuromusculaire consistait à faire des mouvements de circumduction dans différents plans de l'espace pour faire tourner une masse accrochée au sommet du casque.	Par rapport au groupe contrôle, le groupe d'intervention a enregistré une variation de force composite isométrique plus importante dans tous les plans ainsi qu'une force en rotation axiale supérieure au groupe contrôle. La vitesse maximale de roulement par minute du groupe d'intervention a doublé au terme de l'expérience.	Aux vues des effets neuromusculaires supérieurs, enregistrés dans le groupe d'intervention, il semblerait pertinent d'ajouter la force centrifuge comme contrainte dans les renforcements musculaires du cou afin d'observer si celle-ci influence la prévalence des SRC.
Peek, 2023	Étude de cohorte	Étudier l'effet d'un programme d'exercices neuromusculaire	N=364 (n=226 footballeurs	Le groupe d'intervention a bénéficié d'exercices neuromusculaires du	Effets significatifs concernant la diminution des	L'intégration d'exercices neuromusculaires du cou dans

		s du cou dans le but de réduire l'incidence des blessures à la tête et au cou liées au football chez les joueurs de football adolescents.	et n=138 footballeurs) 12-18ans.	cou dans le cadre d'un programme d'entraînement préventif à la blessure tandis que le groupe contrôle a seulement bénéficié du programme d'entraînement préventif. Les groupes ont réalisé cet entraînement 2 à 4 fois par semaine. Les exercices neuromusculaires duraient 90 secondes. Ils consistaient en la réalisation de cumulés en gardant la tête fléchie, 30 secondes avec la tête médiane, 30 secondes avec la tête tournée vers la gauche et 30 secondes avec la tête tournée vers la droite.	événements commotionnels potentiels (p<0.05).	les programmes d'exercices de réduction des blessures peut réduire le risque de subir une éventuelle commotion cérébrale.
Peek, 2022	Essai contrôlé randomisé	Explorer l'effet d'un programme d'exercices neuromusculaire du cou sur la force cervicale isométrique et	N=57 footballeurs et footballeuses (n=34 H et n=18 F).	Durant 5 semaines, le groupe d'intervention a effectué des exercices neuromusculaires du cou en plus du protocole de prévention des blessures FIFA 11 +,	Le groupe d'intervention a augmenté significativement sa force composite du cou.	En moyenne, les joueurs qui ont effectué des exercices pour le cou ont montré une augmentation

l'ampleur de l'impact sur la tête pendant le coup de tête chez les joueurs de football, adolescents, hommes et femmes.	12-17ans.	trois fois par semaine. Le groupe contrôle a seulement réalisé le protocole de prévention des blessures FIFA 11+. L'exercice consistait à faire des cumulés sans que la tête ne touche le sol, avec la tête médiane, à droite et à gauche. Chaque variante durant 30 secondes (90 secondes en tout).	Diminution de l'accélération linéaire de la pointe de la tête pendant les coups de tête. La réduction de la vitesse angulaire de la pointe était plus prononcée chez les filles dans le groupe d'intervention.	de la force isométrique du cou et une diminution de l'amplitude de l'impact de la tête pendant le coup de tête. Ces exercices ont été facilement intégrés à l'entraînement habituel.
--	-----------	--	--	--

4 Discussion

4.1 Rappels des objectifs

Cette revue systématique a pour but d'analyser et comparer la littérature existante, dans le but de savoir si la prévention des SRC par le biais d'un protocole de renforcement dynamique du cou est efficace.

4.2 Synthèse des principaux résultats

Cette revue de la littérature a inclus 6 articles. Ceux-ci ont été sélectionnés selon l'échelle PRISMA et la méthode PICO. L'échelle PEDRO et la Downs and Black modifiée ont été utilisées pour évaluer la qualité méthodologique de l'article. Une seule RCT a été incluse dans l'étude. Elle a obtenu un score de 7/10, suite à son passage dans l'échelle PEDRO. Le score des 5 autres études se situait entre 16/28 et 22/28 après leurs évaluations par l'échelle Downs and Black modifiée.

Cette revue a permis de mettre en avant certaines composantes qu'un protocole de renforcement cervical pourrait comporter, en prévention des traumatismes crâniens légers liés au sport engendrant une altération temporaire du fonctionnement du cerveau. On parlera de commotion cérébrale liée au sport (SRC). Les différents aspects de la kinésithérapie abordés dans cette revue en rapport avec la prévention des SRC sont de l'ordre du renforcement musculaire cervical dynamique contre résistance, et de l'optimisation du contrôle moteur du système tête cou lors des situations de transfert d'énergie mécanique, spécifiques à la pratique sportive. Il existe également d'autres techniques réalisables qui n'ont pas été encore profondément traitées dans le cadre de la prévention des SRC. Comme l'ont montré 2 études (Black et al., 2016; Cusimano et al., 2011), il y a par exemple, l'adaptation des règles de la discipline en fonction de la catégorie d'âge. Les commotions cérébrales liées au sport sont un problème de santé majeur. Depuis des décennies leurs incidences sont importantes. Bien que souvent la symptomatologie disparaisse au bout de quelques semaines, nous ne connaissons pas encore clairement les impacts à long terme de celle-ci. De nombreuses études, telles que celle de Daneshvar et al., 2021, évoquent un taux plus élevé de maladie neurodégénérative

chez les sportifs retraités ayant pratiqué un sport à risque de SRC comme par exemple, le football américain. D'autre part, les recherches de Harada et al., (2019) ont également montré que le risque de blessures musculo-squelettiques pouvait être augmenté après la survenue de SRC. Bien que cette pathologie encourue par les athlètes exposés au contact soit de plus en plus étudiée, les moyens de prévention restent incomplets. En effet, comme nous avons pu le voir dans notre introduction, aucune des dernières recommandations d'experts, émises dans l'article synthétique de Patricios et al., (2023) ne porte clairement sur la région cervicale. Pourtant les études émergentes (Eckner et al., 2018; Klein et al., 2024; Peek et al., 2022, 2023) traitées dans notre revue ont montré des résultats significatifs concernant la réalisation d'un renforcement spécifique de cette région. Les observations de Tierney, (2024) suggèrent que le mouvement de la tête en rotation est le mécanisme traumatique le plus enclin à provoquer des lésions cérébrales chez l'être humain. Les sports exposant leurs pratiquants à des HAE et des mTBI pouvant mener à des SRC posent encore beaucoup de problèmes, car leur dépistage précoce ne repose que sur le staff en bord de terrain. De ce fait, une erreur humaine de dépistage peut engendrer de grosses conséquences comme l'ont montré May et al., (2025) avec le syndrome de deuxième impact. En termes d'études préventives des SRC basées sur le cou, la force, le périmètre, ainsi que le renforcement statique cervical a beaucoup été étudié. Plusieurs études (Caccese et al., 2018; Collins et al., 2014; Eckner et al., 2018; Nutt et al., 2022; Schmidt et al., 2014), ont établi des corrélations significatives entre certaines caractéristiques anthropométriques des athlètes et l'incidence de blessure observée. La force isométrique du cou fait partie de ces caractéristiques significatives. Ces résultats ont été recueillis en mesurant la force isométrique du cou des participants, sans intervention au préalable. Cependant la force ne semble pas être le seul facteur anthropométrique modifiable pouvant avoir de l'impact sur le taux d'incidence des SRC. En effet, bien que les athlètes ayant une force isométrique plus importante aient un taux d'incidence plus faible de SRC, les études (Geary et al., 2014; Naish et al., 2013) ayant implémenté un protocole de renforcement statique du cou ont seulement réussi à développer la force isométrique du cou de leurs participants, mais cela n'a pas eu un impact significatif sur le taux de SRC enregistré après l'intervention. De plus, selon l'étude de Tierney, (2024) il y a de plus en plus de préoccupations concernant, la potentielle survenue de pathologie neurodégénérative à court (SRC) et long terme, dans les sports

engendrant des accélérations de tête répétées et /ou ayant une forte résultante mécanique sur le système tête cou. Partant de ce constat, nous avons décidé de nous intéresser aux effets d'un programme de renforcement dynamique du cou, dans le but de réduire l'accélération angulaire résultante de la tête lors d'un transfert d'énergie mécanique ainsi que le taux de SRC enregistré. Selon le consensus d'Amsterdam de 2022, synthétisé par Patricios et al., (2023) les échauffements neuromusculaires généraux sont recommandés dans la prévention des SRC. Nous avons donc décidé d'approfondir ses recommandations en intégrant à notre sélection d'études différents programmes expérimentaux de renforcements neuromusculaires ciblant uniquement la région cervicale et ayant pour but de prévenir les SRC ainsi que les accélérations angulaires répétées de la tête. Contrairement aux résultats non significatifs visibles dans la littérature (Geary et al., 2014; Naish et al., 2013), à propos de la prévention des SRC par le renforcement statique du cou, les résultats significatifs (Klein et al., 2024; Peek et al., 2023) obtenus au terme de notre revue sont en faveur de la réalisation d'un protocole de renforcement dynamique du cou pour prévenir les SRC. La réalisation d'un protocole de renforcement dynamique du cou montre actuellement ses preuves dans la prévention des SRC ainsi que pour la prévention de potentiel mécanisme de SRC tel que l'ont montré plusieurs études (Eckner et al., 2018; Peek et al., 2022) avec les événements d'accélération de la tête HAE. Cependant les résultats obtenus sont significatifs lorsque certaines conditions sont respectées.

Concernant la prévention des SRC, 2 types de protocoles ont fait leurs preuves :

- L'équipe de recherche de Peek et al., (2023) a confirmé l'intérêt d'un protocole de renforcement neuromusculaire du cou spécifique au sport pratiqué (ici football). Avec une durée d'intervention de 90 secondes, 2 à 4 fois par semaine pendant 22 semaines.
- L'étude menée par Klein et al., (2024) a démontré l'intérêt préventif d'un protocole de renforcement dynamique du cou, contre résistance dans les 3 plans de l'espace, à travers toute l'amplitude articulaire et avec une progressivité de l'intensité au fil des semaines. Le tout, 3 fois 10 minutes par semaine, pendant 12 semaines.

Pour la prévention des HAE, 2 protocoles ont montré des résultats significatifs :

- L'intervention menée par Eckner et al., (2018) a confirmé la pertinence d'un protocole de renforcement cervical dynamique contre résistance

manuelle dans toute la piste articulaire avec des contractions excentriques et concentriques dans les 3 plans de l'espace. Celui-ci a été réalisé pendant 8 semaines avec une augmentation croissante du nombre de séries et de répétitions à réaliser au fil du temps.

2 séances étaient réalisées par semaines.

- Le protocole de renforcement neuromusculaire cervicale spécialement conçu par Peek et al., (2022) pour les exigences motrices des coups de tête dans le football, d'une durée de 5 semaines. Chaque semaine, 3 séances de 90 secondes ont été effectuées.

Au terme de notre revue, ces résultats peuvent nous permettre d'émettre différentes conclusions. Tout d'abord, les résultats obtenus par Klein et al., (2024) sont d'une importance préventive majeure pour les athlètes adultes, féminins et masculins. D'autre part, plusieurs études (Eckner et al., 2018; Peek et al., 2022, 2023) ont confirmé la pertinence de la réalisation d'un protocole de renforcement dynamique cervical préventif, chez la population pédiatrique adolescente en plein développement cognitif. Une optimisation de la prévention des SRC par le biais d'un protocole de renforcement dynamique du cou dans les 3 plans de l'espace, à travers toutes les amplitudes articulaires physiologiques ainsi que des exercices neuromusculaires spécifiques au sport pratiqué, semble pertinente. La prescription précoce d'un protocole de renforcement du cou plurihebdomadaire pourrait être associée non seulement à une diminution du taux de SRC enregistré, mais également à une limitation des potentielles conséquences neurodégénératives engendrées à long terme par une exposition à des mTBI répétés.

4.3 Limites de l'étude

4.3.1 Nombre d'études éligibles

Différentes limites peuvent être observées. Tout d'abord, seulement 6 études ont pu être intégrées à cette revue systématique. Les différentes études existantes se sont davantage intéressées à la force isométrique et aux données anthropométriques du cou des athlètes subissant moins de SRC que la moyenne. Peu d'études se sont intéressées à l'efficacité d'un protocole préventif de renforcement dynamique de cou.

4.3.2 Sexes

Bien que, des résultats significatifs aient été obtenus chez les femmes, sur les 6 études sélectionnées, seulement 4 étaient mixtes. Parmi les études mixtes, les femmes sont sous-représentées par rapport aux hommes. Ainsi, seulement 35,13% des participants, soit 234 participants féminins, ont été étudiés à travers cette revue.

4.3.3 Diversité des sports représentés

À travers les études sélectionnées, les sports étudiés étaient majoritairement les sports collectifs de contact à risque de SRC tel que le football américain. Les sports de combat étaient pratiquement absents, mis à part dans l'étude de Klein et al., (2024) où des lutteurs faisaient partie de l'échantillon. Cette étude, ayant expérimenté un protocole de renforcement dynamique du cou contre résistance élastique, nous n'avons aucune donnée concernant l'effet d'un protocole de renforcement neuromusculaire sur un échantillon de combattants. De plus la lutte n'est pas un sport de combat de percussion tel que la boxe. De ce fait, nous ne possédons aucune donnée à propos de l'efficacité de ces deux types de protocoles sur un sport très développé et potentiellement dangereux tels que la boxe. De 1950 à 2007, les recherches de Baird et al., (2010) ont recensé 339 décès de boxeurs professionnels suite aux traumatismes crâniens subis sur le ring.

4.3.4 Âge

Les échantillons d'âge représentés dans les études retenues correspondaient à des populations pédiatriques adolescentes (10-19 ans), et aux alentours de la maturité cérébrale (25 ans). Néanmoins, aucun sujet d'âge gériatrique ou de préadolescence n'a réalisé un protocole de renforcement du cou dans cette revue. De fait, nous ignorons si ces catégories de sujets répondent aussi bien que la population d'adolescents et de jeunes adultes à ce type d'intervention.

4.3.5 Mémoire musculaire

Bien qu'on ne connaisse pas encore précisément à l'heure actuelle la durée et les facteurs influençant la mémoire neuromusculaire, plusieurs études (Seaborne et al., 2018; Staron et al., 1991) ont clairement observé ce phénomène. Selon Sharples et al., 2016, il peut être défini comme, « la capacité du muscle squelettique à répondre différemment aux stimuli environnementaux de manière adaptative (positive) ou inadaptée (négative) si les stimuli ont été rencontrés précédemment ». Partant de ce

constat, les récoltes de données au fil des interventions peuvent être critiquées. En effet, pour des raisons de standardisation, les auteurs des 6 études ont effectué les mêmes tests comparatifs en début, milieu et fin d'intervention. De ce fait la mémoire musculaire des sujets a pu biaiser les données obtenues au fil des tests visant à observer l'efficacité de l'intervention. Ainsi les études ayant, en plus des tests standardisés, relevés le taux d'incidence de SRC avant et après l'intervention, sont d'une qualité méthodologique supérieure. Malheureusement, sur les 6 études sélectionnées, seulement 2 études ont comparé le taux d'incidence de SRC avant et après l'intervention.

4.3.6 Design des études sélectionnées

Parmi les 4 études ayant fourni des résultats significatifs concernant le taux de SRC enregistré, certains aspects méthodologiques n'étaient pas optimaux.

Une seule étude était contrôlée et randomisée (Peek et al., 2022) 2 étaient contrôlées (Eckner et al., 2018; Peek et al., 2023) et la dernière (Klein et al., 2024) ne disposait seulement que d'un groupe d'intervention. De plus, certaines études (Eckner et al., 2018; Peek et al., 2022) avaient un groupe contrôle plus petit que le groupe d'intervention.

4.4 Implication de ces résultats dans le futur

Aujourd'hui, les recommandations concernant la prévention des SRC sont peu certaines et peu spécifiques. Les futures études devraient se concentrer sur des protocoles de renforcement cervicaux :

- Répondant spécifiquement aux contraintes mécaniques engendrées par les différents types de sport.
- Associant le renforcement concentrique, excentrique et neuromusculaire à travers les amplitudes physiologiques du cou.
- Développer des exercices faciles à réaliser et à retenir de manière à pouvoir les réaliser en routine et autonomiser les athlètes.

Malgré tout, la recherche a mis en avant l'intérêt du renforcement dynamique de la région cervicale dans le cadre de la prévention des SRC. Elle a démontré une diminution du taux d'incidence de SRC enregistré à la suite de l'intervention, ainsi qu'une diminution de l'accélération angulaire de la tête en réponse à un même transfert d'énergie mécanique. Les résultats ont aussi bien été positifs pour les

adolescents que pour les adultes. De ce fait, ils sembleraient pertinents de réaliser ce type de protocole de renforcement du cou dès le plus jeune âge dans les sports à risque de SRC.

5 Conclusion

Un protocole de renforcement isométrique du cou n'est pas suffisant pour prévenir les SRC ainsi que les HAE. En revanche, la prescription d'exercices de renforcement dynamique du cou, de manière plurihebdomadaire et spécifique au sport pratiqué, pourrait avoir un intérêt sur la prévention des traumatismes crâniens rencontrés par les athlètes féminins et masculins, adolescents et adultes. En effet, un renforcement cervical dans les 3 plans de l'espace, comprenant des contractions dynamiques contre résistances progressives et /ou neuromusculaires, montre des résultats plus probants que le renforcement statique du cou.

Ces deux types de protocole dynamiques permettent des adaptations structurelles et fonctionnelles neuro-tissulaires au niveau cervical, se traduisant par une diminution du taux de SRC enregistré après l'intervention. Les résultats obtenus au terme de cette revue sont encourageants, néanmoins il existe encore trop peu de preuves dans la littérature concernant ce type d'intervention. Cependant, pour que le gain obtenu par le renforcement du cou soit optimal et agisse efficacement sur le taux de SRC enregistré, plusieurs conditions semblent nécessaires :

Tout d'abord, les exercices proposés doivent être contre résistance dynamique et évolutive selon les 3 plans de l'espace et à travers toute l'amplitude articulaire disponible. À cela doivent s'ajouter des exercices neuromusculaires du cou spécifique au pattern de mouvement rencontré dans la discipline sportive pratiquée. Deuxièmement, les exercices doivent être réalisés de manière plurihebdomadaire, si possible avant chaque entraînement et match.

Troisièmement, les exercices proposés doivent être faciles à réaliser de manière à permettre l'autonomisation des athlètes dans leur réalisation. Enfin, une éducation thérapeutique des patients doit être réalisée concernant les SRC et les gains potentiels atteignables grâce à une réalisation assidue du protocole proposé.

6 Bibliographie

1. Becker, S., Berger, J., Backfisch, M., Ludwig, O., Kelm, J., & Fröhlich, M. (2019). Effects of a 6-Week Strength Training of the Neck Flexors and Extensors on the Head Acceleration during Headers in Soccer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 18(4), 729-737.
2. Carek, S. M., & Clugston, J. R. (2020). Acute Sports-Related Head Injuries. *Primary Care*, 47(1), 177-188.
3. Collins, C. L., Fletcher, E. N., Fields, S. K., Kluchurosky, L., Rohrkemper, M. K., Comstock, R. D., & Cantu, R. C. (2014). Neck strength : A protective factor reducing risk for concussion in high school sports. *The Journal of Primary Prevention*, 35(5), 309-319. <https://doi.org/10.1007/s10935-014-0355-2>
4. Daneshvar, D. H., Mez, J., Alosco, M. L., Baucom, Z. H., Mahar, I., Baugh, C. M., Valle, J. P., Weuve, J., Paganoni, S., Cantu, R. C., Zafonte, R. D., Stern, R. A., Stein, T. D., Tripodis, Y., Nowinski, C. J., & McKee, A. C. (2021). Incidence of and Mortality From Amyotrophic Lateral Sclerosis in National Football League Athletes. *JAMA Network Open*, 4(12), e2138801. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.38801>
5. Echemendia, R. J., Meeuwisse, W., McCrory, P., Davis, G. A., Putukian, M., Leddy, J., Makdissi, M., Sullivan, S. J., Broglio, S. P., Raftery, M., Schneider, K., Kissick, J., McCrea, M., Dvořák, J., Sills, A. K., Aubry, M., Engebretsen, L., Loosemore, M., Fuller, G., ... Herring, S. (2017). The Sport Concussion Assessment Tool 5th Edition (SCAT5) : Background and rationale. *British Journal of Sports Medicine*, 51(11), 848-850. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097506>
6. Eckner, J. T., Goshtasbi, A., Curtis, K., Kapshai, A., Myyra, E., Franco, L. M., Favre, M., Jacobson, J. A., & Ashton-Miller, J. A. (2018). Feasibility and Effect of Cervical Resistance Training on Head Kinematics in Youth Athletes: A Pilot Study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 97(4), 292-297. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000843>
7. Eliason, P. H., Galarneau, J.-M., Kolstad, A. T., Pankow, M. P., West, S. W., Bailey, S., Miutz, L., Black, A. M., Broglio, S. P., Davis, G. A., Hagel, B. E., Smirl, J. D., Stokes, K. A., Takagi, M., Tucker, R., Webborn, N., Zemek, R., Hayden, A., Schneider, K. J., & Emery, C. A. (2023). Prevention strategies and modifiable risk factors for sport-related concussions and head impacts : A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 57(12), 749-761. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106656>

8. Giza, C. C., Choe, M. C., & Barlow, K. M. (2018). Determining If Rest Is Best After Concussion. *JAMA Neurology*, 75(4), 399-400. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2018.0006>
9. Goulet, K., & Beno, S. (2023). Sport-related concussion and bodychecking in children and youth : Evaluation, management, and policy implications. *Paediatrics & child health*, 28(4), 252-266. <https://doi.org/10.1093/pch/pxad007>
10. Harada, G. K., Rugg, C. M., Arshi, A., Vail, J., & Hame, S. L. (2019). Multiple Concussions Increase Odds and Rate of Lower Extremity Injury in National Collegiate Athletic Association Athletes After Return to Play. *The American Journal of Sports Medicine*, 47(13), 3256-3262. <https://doi.org/10.1177/0363546519872502>
11. Klein, J., Koch, I., Delgadillo, B. E., Chickness, J., Blank, J., Amos, A., Tay, K., Kelly, E. A., Webber, K., Benzinger, B., Haft, J., & Miller, D. (2024). Concussion Reduction in Division I and II Athletes : Effects of Simple Cervical Spine Exercise Regimen. *Cureus*, 16(8), e66058. <https://doi.org/10.7759/cureus.66058>
12. Laskowski, R. A., Creed, J. A., & Raghupathi, R. (2015). Pathophysiology of Mild TBI: Implications for Altered Signaling Pathways. In F. H. Kobeissy (Éd.), *Brain Neurotrauma: Molecular, Neuropsychological, and Rehabilitation Aspects*. CRC Press/Taylor & Francis.
13. May, T., Foris, L. A., & Donnally III, C. J. (2025). Second Impact Syndrome. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
14. Patricios, J. S., Schneider, K. J., Dvorak, J., Ahmed, O. H., Blauwet, C., Cantu, R. C., Davis, G. A., Echemendia, R. J., Makdissi, M., McNamee, M., Broglio, S., Emery, C. A., Feddermann-Demont, N., Fuller, G. W., Giza, C. C., Guskiewicz, K. M., Hainline, B., Iverson, G. L., Kutcher, J. S., ... Meeuwisse, W. (2023). Consensus statement on concussion in sport: The 6th International Conference on Concussion in Sport-Amsterdam, October 2022. *British Journal of Sports Medicine*, 57(11), 695-711. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-106898>
15. Peek, K., Andersen, J., McKay, M. J., Versteegh, T., Gilchrist, I. A., Meyer, T., & Gardner, A. (2022). The Effect of the FIFA 11 + with Added Neck Exercises on Maximal Isometric Neck Strength and Peak Head Impact Magnitude During Heading: A Pilot Study. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(3), 655-668. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01564-0>
16. Peek, K., Versteegh, T., Veith, S., Whalan, M., Edwards, S., McKay, M., & Gardner, A. J. (2023). Injury-Reduction Programs Containing Neuromuscular Neck Exercises and the Incidence of Soccer-Related Head and Neck Injuries. *Journal of Athletic Training*, 58(6), 519-527. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0340.22>

17. Pfister, T., Pfister, K., Hagel, B., Ghali, W. A., & Ronksley, P. E. (2016). The incidence of concussion in youth sports : A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 292-297. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094978>
18. Pierpoint, L. A., & Collins, C. (2021). Epidemiology of Sport-Related Concussion. *Clinics in Sports Medicine*, 40(1), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2020.08.013>
19. Putukian, M., Purcell, L., Schneider, K. J., Black, A. M., Burma, J. S., Chandran, A., Boltz, A., Master, C. L., Register-Mihalik, J. K., Anderson, V., Davis, G. A., Fremont, P., Leddy, J. J., Maddocks, D., Premji, Z., Ronksley, P. E., Herring, S., & Broglio, S. (2023). Clinical recovery from concussion-return to school and sport : A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 57(12), 798-809. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106682>
20. Rausa, V. C., Shapiro, J., Seal, M. L., Davis, G. A., Anderson, V., Babl, F. E., Veal, R., Parkin, G., Ryan, N. P., & Takagi, M. (2020). Neuroimaging in paediatric mild traumatic brain injury : A systematic review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 118, 643-653. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.08.017>
21. Sharples, A. P., & Turner, D. C. (2023). Skeletal muscle memory. *American Journal of Physiology. Cell Physiology*, 324(6), C1274-C1294. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00099.2023>
22. Tierney, G. (2024). Concussion biomechanics, head acceleration exposure and brain injury criteria in sport : A review. *Sports Biomechanics*, 23(11), 1888-1916. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.2016929>
23. Versteegh, T. H., Dickey, J. P., Emery, C. A., Fischer, L. K., MacDermid, J. C., & Walton, D. M. (2020). Evaluating the Effects of a Novel Neuromuscular Neck Training Device on Multiplanar Static and Dynamic Neck Strength: A Pilot Study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 708-716. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003091>
24. Silverman, S., Vidt, M. E., Hong, J. S., & Grafton, L. M. (2024). Risk Reduction of Concussion in Athletes: Do Neck Size or Neck Strength Make a Difference? *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 103(7), 659-664. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002464>
25. Cashin, A. G., & McAuley, J. H. (2020). Clinimetrics : Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of Physiotherapy*, 66(1), 59. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>
26. O'Connor, S. R., Tully, M. A., Ryan, B., Bradley, J. M., Baxter, G. D., & McDonough, S. M. (2015). Failure of a numerical quality assessment scale to identify potential risk of bias in a systematic review : A comparison study. *BMC Research Notes*, 8, 224. <https://doi.org/10.1186/s13104-015-1181-1>

27. Shea, B. J., Reeves, B. C., Wells, G., Thuku, M., Hamel, C., Moran, J., Moher, D., Tugwell, P., Welch, V., Kristjansson, E., & Henry, D. A. (2017). AMSTAR 2 : A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 358, j4008. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4008>
28. Daly E; Pearce AJ; Ryan L. (2021). A systematic review of strength and conditioning protocols for improving neck strength and reducing concussion incidence and impact injury risk in collision sports; is there evidence? *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* 2021 Mar;6(1):8. Downloaded from PEDro <http://www.pedro.org.au>.
29. Gardner, A. J., Quarrie, K. L., & Iverson, G. L. (2019). The Epidemiology of Sport-Related Concussion : What the Rehabilitation Clinician Needs to Know. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 49(11), 768-778. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.9105>
30. Mayer, A. R., Ling, J. M., Yang, Z., Pena, A., Yeo, R. A., & Klimaj, S. (2012). Diffusion Abnormalities in Pediatric Mild Traumatic Brain Injury. *The Journal of Neuroscience*, 32(50), 17961. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3379-12.2012>
31. Mac Donald, C. L., Barber, J., Wright, J., Coppel, D., De Lacy, N., Ottinger, S., Peck, S., Panks, C., Sun, S., Zalewski, K., & Temkin, N. (2019). Longitudinal Clinical and Neuroimaging Evaluation of Symptomatic Concussion in 10- to 14-Year-Old Youth Athletes. *Journal of Neurotrauma*, 36(2), 264-274. <https://doi.org/10.1089/neu.2018.5629>
32. Geary, K., Green, B. S., & Delahunt, E. (2014). Effects of Neck Strength Training on Isometric Neck Strength in Rugby Union Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 24(6). https://journals.lww.com/cjsportsmed/fulltext/2014/11000/effects_of_neck_strength_training_on_isometric.11.aspx
33. Naish, R., Burnett, A., Burrows, S., Andrews, W., & Appleby, B. (2013). Can a Specific Neck Strengthening Program Decrease Cervical Spine Injuries in a Men's Professional Rugby Union Team? A Retrospective Analysis. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(3), 542-550.
34. Black, A. M., Macpherson, A. K., Hagel, B. E., Romiti, M. A., Palacios-Derflingher, L., Kang, J., Meeuwisse, W. H., & Emery, C. A. (2016). Policy change eliminating body checking in non-elite ice hockey leads to a threefold reduction in injury and concussion risk in 11- and 12-year-old players. *British Journal of Sports Medicine*, 50(1), 55. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095103>

35. Cusimano, M. D., Taback, N. A., McFaull, S. R., Hodgins, R., Bekele, T. M., & Elfeki, N. (2011). Effect of bodychecking on rate of injuries among minor hockey players. *Open Medicine: A Peer-Reviewed, Independent, Open-Access Journal*, 5(1), e57-64.
36. Sharples, A. P., Stewart, C. E., & Seaborne, R. A. (2016). Does skeletal muscle have an 'epi'-memory ? The role of epigenetics in nutritional programming, metabolic disease, aging and exercise. *Aging Cell*, 15(4), 603-616. <https://doi.org/10.1111/accel.12486>
37. Staron, R. S., Leonardi, M. J., Karapondo, D. L., Malicky, E. S., Falkel, J. E., Hagerman, F. C., & Hikida, R. S. (1991). Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining. *Journal of Applied Physiology*, 70(2), 631-640. <https://doi.org/10.1152/japopl.1991.70.2.631>
38. Seaborne, R. A., Strauss, J., Cocks, M., Shepherd, S., O'Brien, T. D., van Someren, K. A., Bell, P. G., Murgatroyd, C., Morton, J. P., Stewart, C. E., & Sharples, A. P. (2018). Human Skeletal Muscle Possesses an Epigenetic Memory of Hypertrophy. *Scientific Reports*, 8(1), 1898. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20287-3>
39. Kontos, A. P., Elbin, R. J., Fazio-Sumrock, V. C., Burkhart, S., Swindell, H., Maroon, J., & Collins, M. W. (2013). Incidence of sports-related concussion among youth football players aged 8-12 years. *The Journal of Pediatrics*, 163(3), 717-720. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2013.04.011>
40. Marshall, S. W., & Spencer, R. J. (2001). Concussion in Rugby : The Hidden Epidemic. *Journal of Athletic Training*, 36(3), 334-338.
41. Roberts, W. O., Brust, J. D., & Leonard, B. (1999). Youth ice hockey tournament injuries : Rates and patterns compared to season play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(1), 46-51. <https://doi.org/10.1097/00005768-199901000-00009>
42. Eckner, J. T., Goshtasbi, A., Curtis, K., Kapshai, A., Myyra, E., Franco, L. M., Favre, M., Jacobson, J. A., & Ashton-Miller, J. A. (2018). Feasibility and Effect of Cervical Resistance Training on Head Kinematics in Youth Athletes : A Pilot Study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 97(4), 292-297. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000843>
43. Collins, C. L., Fletcher, E. N., Fields, S. K., Kluchurosky, L., Rohrkemper, M. K., Comstock, R. D., & Cantu, R. C. (2014). Neck strength : A protective factor reducing risk for concussion in high school sports. *The Journal of Primary Prevention*, 35(5), 309-319. <https://doi.org/10.1007/s10935-014-0355-2>

44. Schmidt, J. D., Guskiewicz, K. M., Blackburn, J. T., Mihalik, J. P., Siegmund, G. P., & Marshall, S. W. (2014). The influence of cervical muscle characteristics on head impact biomechanics in football. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(9), 2056-2066. Medline.
45. Caccese, J. B., Buckley, T. A., Tierney, R. T., Arbogast, K. B., Rose, W. C., Glutting, J. J., & Kaminski, T. W. (2018). Head and neck size and neck strength predict linear and rotational acceleration during purposeful soccer heading. *Sports Biomechanics*, 17(4), 462-476. <https://doi.org/10.1080/14763141.2017.1360385>
46. Nutt, S., McKay, M. J., Gillies, L., & Peek, K. (2022). Neck strength and concussion prevalence in football and rugby athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 25(8), 632-638. Embase. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2022.04.001>
47. Baird, L. C., Newman, C. B., Volk, H., Svinth, J. R., Conklin, J., & Levy, M. L. (2010). Mortality resulting from head injury in professional boxing. *Neurosurgery*, 67(5), 1444-1450; discussion 1450. <https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e3181e5e2cd>

7 Annexes

7.1 SCAT6

Sport Concussion Assessment Tool 6 - SCAT6[®]



Étape 1: Signes Visibles

Constaté en personne	☐	Observé sur vidéo	☐
Couché·e et immobile sur le terrain	O	N	
Chute sans protection sur le terrain	O	N	
Troubles de l'équilibre et de la démarche, manque de coordination motrice, ataxie (trébuchements, mouvements lents ou laborieux)	O	N	
Désorientation ou confusion, regard fixe ou réactivité limitée, ou incapacité à répondre adéquatement aux questions	O	N	
Regard vide ou sans expression	O	N	
Blessure au visage à la suite de l'impact à la tête	O	N	
Convulsions à la suite de l'impact	O	N	
Mécanisme de blessure à risques élevés (selon le sport pratiqué)	O	N	

Étape 2: Échelle de Glasgow

L'échelle de Glasgow est habituellement utilisée une seule fois. Les colonnes supplémentaires servent à la surveillance au fil du temps, au besoin.

Heure de l'évaluation: _____

Date de l'évaluation: _____

Ouverture des Yeux (Y)			
Absente	1	1	1
À la pression (douleur)	2	2	2
À la voix	3	3	3
Spontanée	4	4	4
Réponse Verbale (V)			
Absente	1	1	1
Sons incompréhensibles	2	2	2
Mots inappropriés	3	3	3
Confuse	4	4	4
Orientée	5	5	5
Réponse Motrice (M)			
Absente	1	1	1
Extension à la douleur	2	2	2
Flexion anormale à la douleur	3	3	3
Flexion ou retrait à la douleur	4	4	4
Localisée au site de douleur	5	5	5
Obéit aux ordres simples	6	6	6
Score à l'échelle de Glasgow (Y + V + M)			

Encadré 1: Signaux d'Alarme

- Douleur ou sensibilité au cou
- Crise d'épilepsie ou convulsions
- Vision double
- Perte de connaissance
- Faiblesse, picotement ou sensation de brûlure dans plus d'un bras ou d'une jambe
- Détérioration de l'état de conscience
- Vomissements
- Maux de tête sévères ou s'intensifiant
- Agitation, agressivité ou combativité grandissante
- Échelle de Glasgow <15
- Déformation visible du crâne

Étape 3: Évaluation de la colonne cervicale

Si le patient n'est pas lucide ou entièrement conscient, il faut supposer une blessure à la colonne cervicale et des précautions doivent être prises afin de protéger la colonne vertébrale.

Est-ce que l'athlète ressent de la douleur au cou au repos?	O	N
Y a-t-il de la sensibilité à la palpation?	O	N
S'il N'Y A PAS de douleur au cou et de sensibilité, l'athlète a-t-il une amplitude ACTIVE de mouvement complète et sans douleur?	O	N
La force et la sensation des membres sont-elles normales?	O	N

Étape 4: Coordination et Examen Oculomoteur

Coordination: Les résultats de l'épreuve doigt-nez sont-ils normaux pour les deux mains, avec les yeux ouverts et fermés?	O	N
Oculomoteur: Sans bouger la tête ni le cou, l'athlète peut regarder d'un côté à l'autre et de haut en bas sans voir double?	O	N
Les mouvements extraoculaires observés sont-ils normaux? Sinon, décrire:	O	N

Étape 5: Questionnaire Maddocks et Évaluation de la Mémoire

Dire "Je vais vous poser quelques questions. Écoutez attentivement et répondez du mieux que vous le pouvez. D'abord, pouvez-vous me dire ce qui s'est produit?"

Questionnaire Maddocks modifié (À modifier selon chaque sport; attribuer 1 point pour chaque bonne réponse)

Dans quel stade sommes-nous aujourd'hui?	0	1
À quelle période du jeu sommes-nous?	0	1
Qui a marqué le dernier but de ce match?	0	1
Contre quelle équipe avez-vous joué la semaine dernière/le dernier match?	0	1
Votre équipe a-t-elle gagné le dernier match?	0	1
Résultat au questionnaire Maddocks	/5	

Remarques: Il convient d'adapter les questions selon le sport pratiqué.

Usage réservé exclusivement aux professionnels de santé



Évaluation Hors Surface de Jeu

L'évaluation cognitive doit être effectuée dans un environnement sans distraction avec l'athlète au repos, **après** avoir réalisé l'évaluation immédiate et l'examen neurologique.

Étape 1: Renseignements sur l'athlète

L'athlète a-t-il/elle déjà:

Été hospitalisé en raison d'une blessure à la tête? (Si oui, décrire ci-dessous)	O	N
Reçu un diagnostic de problèmes de maux de tête ou de migraines ou été traité pour ceux-ci?	O	N
Reçu un diagnostic de trouble d'apprentissage ou de dyslexie?	O	N

Reçu un diagnostic de trouble de déficit de l'attention/hyperactivité (TDA/H)?	O	N
Reçu un diagnostic de dépression, d'anxiété ou d'autres troubles psychologiques	O	N

Remarques:

Médications actuelles? Si oui, énumérer:

Étape 2: Évaluation des Symptômes

Valeurs de base: ☐ À la suite d'une blessure/pour une blessure soupçonnée: ☐ Temps écoulé depuis la blessure soupçonnée: min/h/jours (encercler un)

L'athlète doit remplir la grille des symptômes ci-dessous après avoir reçu vos instructions. Il faut noter que les instructions pour l'évaluation des valeurs de base diffèrent de celles de l'évaluation à la suite d'une blessure ou pour une blessure soupçonnée.

Valeurs de base: Dire «Évaluez vos symptômes ci-dessous selon comment vous vous sentez habituellement. "1" est un symptôme très léger et "6" est un symptôme sévère.»

Évaluation à la suite d'une blessure ou pour une blessure soupçonnée: Dire «Évaluez vos symptômes ci-dessous selon comment vous vous sentez maintenant. "1" est un symptôme très léger et "6" est un symptôme sévère.»

REMETTRE LE FORMULAIRE À L'ATHLÈTE

Symptôme	Sévérité					
Maux de tête	0	1	2	3	4	5 6
Impression de «pression dans la tête»	0	1	2	3	4	5 6
Douleur au cou	0	1	2	3	4	5 6
Nausée ou vomissements	0	1	2	3	4	5 6
Étourdissements	0	1	2	3	4	5 6
Vision trouble	0	1	2	3	4	5 6
Problèmes d'équilibre	0	1	2	3	4	5 6
Sensibilité à la lumière	0	1	2	3	4	5 6
Sensibilité au bruit	0	1	2	3	4	5 6
Sensation d'être au ralenti	0	1	2	3	4	5 6
Sensation d'être «dans un brouillard»	0	1	2	3	4	5 6
Sensation de «ne pas être dans son assiette»	0	1	2	3	4	5 6
Problème de concentration	0	1	2	3	4	5 6
Problème de mémoire	0	1	2	3	4	5 6
Fatigue ou manque d'énergie	0	1	2	3	4	5 6
Confusion	0	1	2	3	4	5 6
Somnolence	0	1	2	3	4	5 6
Émotivité accrue	0	1	2	3	4	5 6
Irritabilité	0	1	2	3	4	5 6
Tristesse	0	1	2	3	4	5 6
Nervosité ou anxiété	0	1	2	3	4	5 6
Difficulté à s'endormir (si applicable)	0	1	2	3	4	5 6

Vos symptômes s'aggravent-ils lors d'un effort physique? O N

Vos symptômes s'aggravent-ils lors d'un effort mental? O N

Si 100% correspond à un état entièrement normal, quel pourcentage vous attribuez-vous?

Si vous ne vous donnez pas 100%, pourquoi?

VEUILLEZ REMETTRE LE FORMULAIRE AU PROFESSIONNEL DE SANTÉ

Une fois que l'athlète a répondu à toutes les questions sur les symptômes, il peut être utile qu'un clinicien révise chacune de celles ayant une réponse positive pour obtenir davantage de détails.

Nombre total de symptômes: sur 22

Gravité des symptômes: sur 132

Usage réservé exclusivement aux professionnels de santé



Étape 3: Examen Cognitif (Selon l'Évaluation Standardisée des commotions Cérébrales, SAC)

Orientation

Quel mois sommes-nous?	0	1
Quelle est la date d'aujourd'hui?	0	1
Quel jour de la semaine sommes-nous?	0	1
En quelle année sommes-nous?	0	1
Quelle heure est-il actuellement? (à l'heure près)	0	1
Résultat pour l'Orientation	sur 5	

Mémoire Immédiate

Les trois essais doivent être effectués, peu importe le nombre de bonnes réponses obtenues au 1er essai. Les mots doivent être lus au rythme d'un par seconde.

Essai 1: Dire «Je vais tester votre mémoire. Je vais lire une liste de mots. Quand j'aurai fini, répétez tous les mots dont vous vous souvenez, dans n'importe quel ordre.»

Essai 2 et 3: Dire «Je vais vous répéter la même liste. Répétez ensuite tous les mots dont vous vous souvenez, dans n'importe quel ordre, y compris les mots que vous avez déjà répétés dans les autres essais.»

Liste des mots utilisée: A ☐ B ☐ C ☐

Listes Alternatives

Liste A	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Liste B	Liste C
Menton	0 1	0 1	0 1	Bébé	Veste
Monnaie	0 1	0 1	0 1	Poisson	Couteau
Rideau	0 1	0 1	0 1	Parfum	Chemin
Pêche	0 1	0 1	0 1	Fumée	Tissu
Oiseau	0 1	0 1	0 1	Écran	Film
Lampe	0 1	0 1	0 1	Jambe	Chapeau
Feuille	0 1	0 1	0 1	Pomme	Beurre
Sucre	0 1	0 1	0 1	Tapis	Miroir
Viande	0 1	0 1	0 1	Chaise	Souris
Bateau	0 1	0 1	0 1	Balle	Dessin
Points					

Résultat Total pour la Mémoire Immédiate sur 30

Heure de Réalisation du Dernier Essai:



Étape 3: Examen Cognitif (Suite)

Concentration

Chiffres à l'envers :

Lire DU HAUT VERS LE BAS la colonne choisie au rythme d'un chiffre par seconde. Si une série est complétée correctement, passez à la série avec le nombre de chiffres immédiatement supérieur; si la série est mal complétée, utilisez l'autre série avec le même nombre de chiffres; en cas de nouvel échec, mettez fin au test.

Dire: «Je vais lire une série de chiffres. Répétez-les dans l'ordre inverse. Par exemple, si je dis 7-1-9, vous diriez 9-1-7. Donc, si je dis 9-6-8, que diriez-vous? (8-6-9)»

Liste des chiffres utilisée: A ☐ B ☐ C ☐

Liste A	Liste B	Liste C				
4-9-3	5-2-6	1-4-2	O	N	0	1
6-2-9	4-1-5	6-5-8	O	N		
3-8-1-4	1-7-9-5	6-8-3-1	O	N	0	1
3-2-7-9	4-9-6-8	3-4-8-1	O	N		
6-2-9-7-1	4-8-5-2-7	4-9-1-5-3	O	N	0	1
1-5-2-8-6	6-1-8-4-3	6-8-2-5-1	O	N		
7-1-8-4-6-2	8-3-1-9-6-4	3-7-6-5-1-9	O	N	0	1
5-3-9-1-4-8	7-2-4-8-5-6	9-2-6-5-1-4	O	N		
			Total		sur 4	

Mois en Sens Inverse:

Dire: «À présent, nommez les mois de l'année à l'envers aussi VITE et précisément que possible. Commencez par le dernier mois et revenez en arrière. Vous direz donc "décembre, novembre..." Allez-y.»

Démarrer le chronomètre et ENCERCLER chaque bonne réponse:

Décembre Novembre Octobre Septembre Août Juillet Juin Mai Avril Mars Février Janvier

Temps (secondes): Nombre Total d'Erreurs:

1 point si aucune erreur et tâche réussie en moins de 30 secondes

Mois total: sur 1

Concentration Total (Chiffres + Mois): sur 5

Étape 4: Examen de Coordination et d'Équilibre

Version modifiée du test Balance Error Scoring System (mBESS)

(voir les instructions détaillées pour l'administration du test)

Pied testé: Gauche ☐ Droite ☐ (tester le pied non dominant)

Surface utilisée pour le test (plancher ferme, terrain extérieur, etc.):

Chaussure (espadrille, pied nu, cheville, bandages, etc.):

FACULTATIF (selon l'état clinique et les ressources du lieu): Il est possible d'approfondir l'évaluation en reprenant les mêmes trois positions sur une surface en mousse de densité moyenne (p.ex. d'environ 50cm x 40cm x 6cm) et en utilisant les mêmes instructions et le même système de points.

Étape 4: Examen de Coordination et d'Équilibre (Suite)

Version modifiée du test BESS (20 secondes chaque)

Position sur deux pieds: sur 10
 Position en tandem: sur 10
 Position sur un pied: sur 10
 Nombre total d'erreurs: sur 30

Sur Tapis de Mousse (Facultatif)

Position sur deux pieds: sur 10
 Position en tandem: sur 10
 Position sur un pied: sur 10
 Nombre total d'erreurs: sur 30

Remarques: Si le test mBESS révèle des résultats normaux, débutez la **marche en tandem simple et avec double tâche**. Si le test mBESS révèle des anomalies ou des difficultés cliniquement significatives, la **marche tandem** n'est pas nécessaire à ce moment. La **marche en tandem** et la composante optionnelle avec **double tâche** peuvent être effectuées en milieu clinique plus tard, au besoin (voir le SCAT6).

Marche en Tandem Chronométrée

Placer une ligne de bande adhésive de 3 mètres sur le plancher. La tâche doit être chronométrée. Complétez les 3 essais.

Dire: «*Aussi vite que possible, marchez jusqu'au bout de la ligne en posant le talon juste devant les orteils, puis revenez sans séparer vos pieds ou les poser sur le côté.*»

Tâche Simple:

Temps de Réalisation de la Marche en Tandem Simple (en secondes)				
Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne des 3 Essais	Essai le Plus Rapide

Double Tâche (Facultatif. La marche en tandem chronométrée doit être réalisée au préalable)

Placer une ligne de bande adhésive de trois mètres sur le plancher. La tâche doit être chronométrée

Dire: «*Pendant que vous marchez en plaçant un pied directement devant l'autre, comptez à rebours à voix haute en soustrayant 7. Par exemple, si vous commencez à 100, vous diriez 100, 93, 86, 79. Nous allons nous pratiquer. Commencez à 93, et soustrayez 7 jusqu'à ce que je vous dise d'arrêter.*» La pratique n'inclut que le compte à rebours.

Pratique de la marche en tandem avec double tâche: Encercler les bonnes réponses. Prendre en note le nombre d'erreur de soustraction.

Tâche									Erreurs	Temps (encercler le plus rapide)
Pratique	93	86	79	72	65	58	51	44		

Dire: «*Bien. Maintenant marchez en plaçant un pied directement devant l'autre et comptez à rebours en même temps. Prêt? Commencez à 88. Allez-y!*»

Performance cognitive lors de la marche en tandem avec double tâche: Encercler les bonnes réponses; prendre en note le nombre d'erreur de soustraction.

Tâche														Erreurs	Temps (encercler le plus rapide)
Essai 1	88	81	74	67	60	53	46	39	32	25	18	11	4		
Essai 2	90	83	76	69	62	55	48	41	34	27	20	13	6		
Essai 3	98	91	84	77	70	63	56	49	42	35	28	21	14		

D'autres nombres de départ peuvent être utilisés. Indiquer ci-dessous si applicable.

Nombre de départ:		Erreurs:		Temps:											



Étape 4: Examen de Coordination et d'Équilibre (Suite)

Une des épreuves est-elle inachevée en raison du nombre d'erreurs ou pour toute autre raison?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, expliquer pourquoi:

Étape 5: Mémoire Différée

Le test de Mémoire Différée doit être réalisé **au moins cinq minutes** après avoir terminé la section sur la Mémoire Immédiate. **Attribuer un point pour chaque bonne réponse.**

Dire: «*Vous souvenez-vous de la liste de mots que j'ai lue quelques fois plus tôt? Répétez autant de mots que vous le pouvez, dans n'importe quel ordre.*»

Heure de début:

Liste des mots utilisée:

A ☐ B ☐ C ☐

		Listes Alternatives	
Liste A	Points	Liste B	Liste C
Menton	0 1	Bébé	Veste
Monnaie	0 1	Poisson	Couteau
Rideau	0 1	Parfum	Chemin
Pêche	0 1	Fumée	Tissu
Oiseau	0 1	Écran	Film
Lampe	0 1	Jambe	Chapeau
Feuille	0 1	Pomme	Beurre
Sucre	0 1	Tapis	Miroir
Viande	0 1	Chaise	Souris
Bateau	0 1	Balle	Dessin
Score pour la Mémoire Différée		sur 10	

Points Totaux de l'Évaluation Cognitive

Orientation: sur 5

Mémoire Immédiate: sur 30

Concentration: sur 5

Mémoire Différée: sur 10

Total: sur 50

Si vous connaissiez l'athlète avant sa blessure, vous semble-t-il différent?

Oui ☐ Non ☐ Ne s'applique pas ☐ (Si différent, décrire en quoi dans la section des notes cliniques)

Usage réservé exclusivement aux professionnels de santé



Étape 6: Décision

Domaine	Date	Date	Date
Examen neurologique (lors de l'évaluation initiale seulement)	Normal/Anormal	Normal/Anormal	Normal/Anormal
Nombre de symptômes (sur 22)			
Sévérité des symptômes (sur 132)			
Orientation (sur 5)			
Mémoire Immédiate (sur 30)			
Concentration (sur 5)			
Mémoire Différée (sur 10)			
Résultat total des tests cognitifs (sur 50)			
Total d'erreurs du test mBESS (sur 30)			
Temps le plus rapide pour la marche en tandem			
Temps le plus rapide pour la marche en tandem avec double tâche			

Impression

S'agit-il d'une commotion cérébrale?

Oui ☐ Non ☐ Différé ☐

Attestation du Professionnel de Santé

Je suis un professionnel de santé. J'ai personnellement effectué ou supervisé cette évaluation menée à l'aide du SCAT6.

Nom: _____

Signature: _____

Titre/Spécialité: _____

Numéro de permis (s'il y a lieu): _____

Date: _____

Remarques:

Remarques: L'évaluation à l'aide du SCAT6 ne doit pas être utilisée comme seule méthode pour diagnostiquer une commotion cérébrale, évaluer le rétablissement de l'athlète ou prendre une décision quant à l'aptitude de l'athlète à reprendre les activités à la suite d'une commotion cérébrale. Rappelez-vous: Un athlète peut avoir une commotion cérébrale, même si les résultats de l'évaluation SCAT6 sont dans les normes.

Usage réservé exclusivement aux professionnels de santé

<https://cdn.aqmse.org/files/2024/07/04134707/scat6-23juin.pdf>

7.2 Échelle PRISMA



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71. This work is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

<https://www.prisma-statement.org/>

7.3 Échelle Downs and Black modifiée:

Appendix 12 (as supplied by the authors): Modified Downs and Black checklist for the assessment of the methodological quality of both randomized and non-randomized studies¹

Item	Criteria	Possible Answers
Reporting		
1	<i>Is the hypothesis/aim/objective of the study clearly described?</i>	Yes = 1 No = 0
2	<i>Are the main outcomes to be measured clearly described in the Introduction or Methods section? If the main outcomes are first mentioned in the Results section, the question should be answered no.</i>	Yes = 1 No = 0
3	<i>Are the characteristics of the patients included in the study clearly described? In cohort studies and trials, inclusion and/or exclusion criteria should be given. In case-control studies, a case-definition and the source for controls should be given.</i>	Yes = 1 No = 0
4	<i>Are the interventions of interest clearly described? Treatments and placebo (where relevant) that are to be compared should be clearly described.</i>	Yes = 1 No = 0
5	<i>Are the distributions of principal confounders in each group of subjects to be compared clearly described? A list of principal confounders is provided.</i>	Yes = 2 Partially = 1 No = 0
6	<i>Are the main findings of the study clearly described? Simple outcome data (including denominators and numerators) should be reported for all major findings so that the reader can check the major analyses and conclusions. (This question does not cover statistical tests which are considered below).</i>	Yes = 1 No = 0
7	<i>Does the study provide estimates of the random variability in the data for the main outcomes? In non-normally distributed data the interquartile range of results should be reported. In normally distributed data the standard error, standard deviation or confidence intervals should be reported. If the distribution of the data is not described, it must be assumed that the estimates used were appropriate and the question should be answered yes.</i>	Yes = 1 No = 0
8	<i>Have all important adverse events that may be a consequence of the intervention been reported? This should be answered yes if the study demonstrates that there was a comprehensive attempt to measure adverse events. (A list of possible adverse events is provided).</i>	Yes = 1 No = 0
9	<i>Have the characteristics of patients lost to follow-up been described? This should be answered yes where there were no losses to follow-up or where losses to follow-up were so small that findings would be unaffected by their inclusion. This should be answered no where a study does not report the number of patients lost to follow-up.</i>	Yes = 1 No = 0
10	<i>Have actual probability values been reported (e.g. 0.035 rather than <0.05) for the main outcomes except where the probability value is less than 0.001?</i>	Yes = 1 No = 0
External validity		
11	<i>Were the subjects asked to participate in the study representative of the entire population from which they were recruited? The study must identify the source population for patients and describe how the patients were selected. Patients would be representative if they comprised the entire source population, an unselected sample of consecutive patients, or a random sample. Random sampling is only feasible where a list of all members of the relevant population exists. Where a study does not report the proportion of the source population from which the patients are derived, the question should be answered as unable to determine.</i>	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0

12	<i>Were those subjects who were prepared to participate representative of the entire population from which they were recruited?</i> The proportion of those asked who agreed should be stated. Validation that the sample was representative would include demonstrating that the distribution of the main confounding factors was the same in the study sample and the source population.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
13	<i>Were the staff, places, and facilities where the patients were treated, representative of the treatment the majority of patients receive?</i> For the question to be answered yes the study should demonstrate that the intervention was representative of that in use in the source population. The question should be answered no if, for example, the intervention was undertaken in a specialist centre unrepresentative of the hospitals most of the source population would attend.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
Internal validity - bias		
14	<i>Was an attempt made to blind study subjects to the intervention they have received?</i> For studies where the patients would have no way of knowing which intervention they received, this should be answered yes.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
15	<i>Was an attempt made to blind those measuring the main outcomes of the intervention?</i>	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
16	<i>If any of the results of the study were based on "data dredging", was this made clear?</i> Any analyses that had not been planned at the outset of the study should be clearly indicated. If no retrospective unplanned subgroup analyses were reported, then answer yes.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
17	<i>In trials and cohort studies, do the analyses adjust for different lengths of follow-up of patients, or in case-control studies, is the time period between the intervention and outcome the same for cases and controls?</i> Where follow-up was the same for all study patients the answer should be yes. If different lengths of follow-up were adjusted for by, for example, survival analysis the answer should be yes. Studies where differences in follow-up are ignored should be answered no.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
18	<i>Were the statistical tests used to assess the main outcomes appropriate?</i> The statistical techniques used must be appropriate to the data. For example nonparametric methods should be used for small sample sizes. Where little statistical analysis has been undertaken but where there is no evidence of bias, the question should be answered yes. If the distribution of the data (normal or not) is not described it must be assumed that the estimates used were appropriate and the question should be answered yes.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
19	<i>Was compliance with the intervention/s reliable?</i> Where there was non-compliance with the allocated treatment or where there was contamination of one group, the question should be answered no. For studies where the effect of any misclassification was likely to bias any association to the null, the question should be answered yes.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
20	<i>Were the main outcome measures used accurate (valid and reliable)?</i> For studies where the outcome measures are clearly described, the question should be answered yes. For studies which refer to other work or that demonstrates the outcome measures are accurate, the question should be answered as yes.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
Internal validity - confounding (selection bias)		
21	<i>Were the patients in different intervention groups (trials and cohort studies) or were the cases and controls (case-control studies) recruited from the same population?</i> For example, patients for all comparison groups should be selected from the same hospital. The question should be answered unable to determine for cohort and case-control studies where there is no information	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0

	concerning the source of patients included in the study.	
22	<i>Were study subjects in different intervention groups (trials and cohort studies) or were the cases and controls (case-control studies) recruited over the same period of time?</i> For a study which does not specify the time period over which patients were recruited, the question should be answered as unable to determine.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
23	<i>Were study subjects randomized to intervention groups?</i> Studies which state that subjects were randomized should be answered yes except where method of randomization would not ensure random allocation. For example alternate allocation would score no because it is predictable.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
24	<i>Was the randomized intervention assignment concealed from both patients and health care staff until recruitment was complete and irrevocable?</i> All non-randomized studies should be answered no. If assignment was concealed from patients but not from staff, it should be answered no.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
25	<i>Was there adequate adjustment for confounding in the analyses from which the main findings were drawn?</i> This question should be answered no for trials if: the main conclusions of the study were based on analyses of treatment rather than intention to treat; the distribution of known confounders in the different treatment groups was not described; or the distribution of known confounders differed between the treatment groups but was not taken into account in the analyses. In non-randomized studies if the effect of the main confounders was not investigated or confounding was demonstrated but no adjustment was made in the final analyses the question should be answered as no.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
26	<i>Were losses of patients to follow-up taken into account?</i> If the numbers of patients lost to follow-up are not reported, the question should be answered as unable to determine. If the proportion lost to follow-up was too small to affect the main findings, the question should be answered yes.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0
Power		
27*	<i>Did the study have sufficient power to detect a clinically important effect where the probability value for a difference being due to chance is less than 5%?</i> Sample sizes have been calculated to detect a difference of x% and y%.	Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0

*Item has been modified.

Reference

1. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health* 1998;52:377-84.

<https://www.cmaj.ca/content/cmaj/suppl/2016/02/22/cmaj.150901.DC1/150901-res-12-at.pdf>

7.3.1 Tableau récapitulatif des scores obtenus via l'échelle Downs and Black modifiée :

Articles	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Total
Eckner, 2018	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	20
Klein, 2024	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	20
Becker, 2019	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	16
Versteegh 2020	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	19
Peek, 2023	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	20
Peek, 2022	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	22

7.4 Échelle PEDro :

Échelle PEDro – Français

1. les critères d'éligibilité ont été précisés	non ☐ oui ☐	où:
2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement)	non ☐ oui ☐	où:
3. la répartition a respecté une assignation secrète	non ☐ oui ☐	où:
4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants	non ☐ oui ☐	où:
5. tous les sujets étaient "en aveugle"	non ☐ oui ☐	où:
6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle"	non ☐ oui ☐	où:
7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels	non ☐ oui ☐	où:
8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes	non ☐ oui ☐	où:
9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter"	non ☐ oui ☐	où:
10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels	non ☐ oui ☐	où:
11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité	non ☐ oui ☐	où:

L'échelle PEDro est basée sur la liste Delphi développée par Verhagen et ses collègues au département d'épidémiologie de l'Université de Maastricht (*Verhagen AP et al (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). Cette liste est basée sur un "consensus d'experts" et non, pour la majeure partie, sur des données empiriques. Deux items supplémentaires à la liste Delphi (critères 8 et 10 de l'échelle PEDro) ont été inclus dans l'échelle PEDro. Si plus de données empiriques apparaissent, il deviendra éventuellement possible de pondérer certains critères de manière à ce que le score de PEDro reflète l'importance de chacun des items.

L'objectif de l'échelle PEDro est d'aider l'utilisateur de la base de données PEDro à rapidement identifier quels sont les essais cliniques réellement ou potentiellement randomisés indexés dans PEDro (c'est-à-dire les essais contrôlés randomisés et les essais cliniques contrôlés, sans précision) qui sont susceptibles d'avoir une bonne validité interne (critères 2 à 9), et peuvent avoir suffisamment d'informations statistiques pour rendre leurs résultats interprétables (critères 10 à 11). Un critère supplémentaire (critère 1) qui est relatif à la validité "externe" (c'est "la généralisabilité" de l'essai ou son "applicabilité") a été retenu dans l'échelle PEDro pour prendre en compte toute la liste Delphi, mais ce critère n'est pas comptabilisé pour calculer le score PEDro cité sur le site Internet de PEDro.

L'échelle PEDro ne doit pas être utilisée pour mesurer la "validité" des conclusions d'une étude. En particulier, nous mettons en garde les utilisateurs de l'échelle PEDro sur le fait que les études qui montrent des effets significatifs du traitement et qui ont un score élevé sur l'échelle PEDro, ne signifie pas nécessairement que le traitement est cliniquement utile. Il faut considérer aussi si la taille de l'effet du traitement est suffisamment grande pour que cela vaille la peine cliniquement d'appliquer le traitement. De même, il faut évaluer si le rapport entre les effets positifs du traitement et ses effets négatifs est favorable. Enfin, la dimension coût/efficacité du traitement est à prendre compte pour effectuer un choix. L'échelle ne devrait pas être utilisée pour comparer la "qualité" des essais réalisés dans différents domaines de la physiothérapie, essentiellement parce qu'il n'est pas possible de satisfaire à tous les items de cette échelle dans certains domaines de la pratique kinésithérapique.

Dernière modification le 21 juin 1999. Traduction française le 1 juillet 2010

<https://pedro.org.au/french/resources/pedro-scale/>

7.4.1 Récapitulatif des scores obtenus pour l'échelle PEDro

Articles	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Peek, 2022	V	V	X	V	X	X	V	V	V	V	V	7

7.5 Programme de prévention de blessure FIFA 11+

The 11+

8 Min

PART 1: RUNNING EXERCISES

1 RUNNING: STRAIGHT AHEAD

The course is made up of 8 to 10 pairs of parallel cones, approx. 5-6 m apart. Two players start at the same time from the first pair of cones. **Jog together** all the way to the last pair of cones. On the way back, you can increase your speed progressively as you warm up.

2 sets

2 RUNNING: HIP OUT

Walk or jog easily, stopping at each pair of cones to lift your knees and **rotate your hip outwards**. Alternate between left and right legs at successive cones.

2 sets

3 RUNNING: HIP IN

Walk or jog easily, stopping at each pair of cones to lift your knees and **rotate your hip inwards**. Alternate between left and right legs at successive cones.

2 sets

4 RUNNING: CIRCLING PARTNER

Run forward as a pair to the first set of cones. Shuffle sideways by 90 degrees to meet in the middle. **Shuffle an entire circle around one other** and then return back to the cones. Repeat for each pair of cones. Remember to stay on your toes and keep your centre of gravity low by bending your hips and knees.

2 sets

5 RUNNING: SHOULDER CONTACT

Run forward as a pair to the first pair of cones. Shuffle sideways by 90 degrees to meet in the middle then **jump sideways towards each other to make shoulder-to-shoulder contact**. **Note:** Make sure you land on both feet with your hips and knees bent. Do not let your knees buckle inwards. Make it a full jump and synchronize your timing with your team-mate as you jump and land.

2 sets

6 RUNNING: QUICK FORWARDS & BACKWARDS

As a pair, run quickly to the second set of cones then **run backwards quickly to the first pair of cones keeping your hips and knees slightly bent**. Keep repeating the drill, running two cones forwards and one cone backwards. Remember to take small, quick steps.

2 sets

10 Min

PART 2: STRENGTH - PYLOMETRICS - BALANCE

LEVEL 1

7 THE BENCH: STATIC

Starting position: Lie on your front, supporting yourself on your forearms and feet. Your elbows should be directly under your shoulders.

Exercise: Lift your body up, supported on your forearms, and pull your stomach in and hold the position for 20-30 sec. Your body should be in a straight line. Try not to sway or arch your back.

3 sets

8 SIDEWAYS BENCH: STATIC

Starting position: Lie on your side with the knee of your lowermost leg bent to 90 degrees. Support your upper body by resting on your forearm and knee. The elbow of your supporting arm should be directly under your shoulder.

Exercise: Lift your uppermost leg and hips until your shoulder, hip and knee are in a straight line. Hold the position for 20-30 sec. Take a short break, change sides and repeat.

3 sets on each side

9 HAMSTRINGS: BEGINNER

Starting position: Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly.

Exercise: Your body should be completely straight from the shoulder to the knee throughout the exercise. Lean forward as far as you can, controlling the movement with your hamstrings and your gluteal muscles. When you can no longer hold the position, gently take your weight on your hands, falling into a push-up position. Complete a minimum of 3 - 5 repetitions and/or 60 sec.

1 set

10 SINGLE-LEG STANCE: HOLD THE BALL

Starting position: Stand on one leg.

Exercise: Balance on one leg whilst holding the ball with both hands. Keep your body weight on the ball of your foot. Remember: try not to let your knees buckle inwards. Hold for 30 sec. Change legs and repeat. The exercise can be made more difficult by passing the ball around your waist and/or under your other knee.

2 sets

11 SQUATS: WITH TOE RAISE

Starting position: Stand with your feet hip-width apart. Place your hands on your hips if you like.

Exercise: Imagine that you are about to sit down on a chair. Perform squats by bending your hips and knees to 90 degrees. Do not let your knees buckle inwards. Descend slowly then straighten up more quickly. When your legs are completely straight, stand up on your toes then slowly lower down again. Repeat the exercise for 30 sec.

2 sets

12 JUMPING: VERTICAL JUMPS

Starting position: Stand with your feet hip-width apart. Place your hands on your hips if you like.

Exercise: Imagine that you are about to sit down on a chair. Bend your legs slowly until your knees are flexed to approx. 90 degrees, and hold for 2 sec. Do not let your knees buckle inwards. From the squat position, jump up as high as you can. Land softly on the balls of your feet with your hips and knees slightly bent. Repeat the exercise for 30 sec.

2 sets

LEVEL 2

7 THE BENCH: ALTERNATE LEGS

Starting position: Lie on your front, supporting yourself on your forearms and feet. Your elbows should be directly under your shoulders.

Exercise: Lift your body up, supported on your forearms, and pull your stomach in. Lift each leg in turn, holding for a count of 2 sec. Continue for 40-60 sec. Your body should be in a straight line. Try not to sway or arch your back.

3 sets

8 SIDEWAYS BENCH: RAISE & LOWER HIP

Starting position: Lie on your side with both legs straight. Lean on your forearm and the side of your foot so that your body is in a straight line from shoulder to foot. The elbow of your supporting arm should be directly beneath your shoulder.

Exercise: Lower your hip to the ground and raise it back up again. Repeat for 20-30 sec. Take a short break, change sides and repeat.

3 sets on each side

9 HAMSTRINGS: INTERMEDIATE

Starting position: Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly.

Exercise: Your body should be completely straight from the shoulder to the knee throughout the exercise. Lean forward as far as you can, controlling the movement with your hamstrings and your gluteal muscles. When you can no longer hold the position, gently take your weight on your hands, falling into a push-up position. Complete a minimum of 7 - 10 repetitions and/or 60 sec.

1 set

10 SINGLE-LEG STANCE: THROWING BALL WITH PARTNER

Starting position: Stand 2-3 m apart from your partner, with each of you standing on one leg.

Exercise: Keeping your balance, and with your stomach held in, throw the ball to one another. Keep your weight on the ball of your foot. Remember: keep your knee just slightly flexed and try not to let it buckle inwards. Keep going for 30 sec. Change legs and repeat.

2 sets

11 SQUATS: WALKING LUNGES

Starting position: Stand with your feet at hip-width apart. Place your hands on your hips if you like.

Exercise: Lunge forward slowly at an even pace. As you lunge, bend your leading leg until your hip and knee are flexed to 90 degrees. Do not let your knees buckle inwards. Try to keep your upper body and hips steady. Lunge your way across the pitch (approx. 10 times on each leg) and then jog back.

2 sets

12 JUMPING: LATERAL JUMPS

Starting position: Stand on one leg with your upper body bent slightly forwards from the waist, with knees and hips slightly bent.

Exercise: Jump approx. 1 m sideways from the supporting leg on to the free leg. Land gently on the ball of your foot. Bend your hips and knees slightly as you land and do not let your knees buckle inwards. Maintain your balance with each jump. Repeat the exercise for 30 sec.

2 sets

LEVEL 3

7 THE BENCH: ONE LEG LIFT AND HOLD

Starting position: Lie on your front, supporting yourself on your forearms and feet. Your elbows should be directly under your shoulders.

Exercise: Lift your body up, supported on your forearms, and pull your stomach in. Lift one leg about 10-15 cm off the ground, and hold the position for 20-30 sec. Your body should be straight. Do not let your opposite hip dip down and do not sway or arch your lower back. Take a short break, change sides and repeat.

3 sets

8 SIDEWAYS BENCH: WITH LEG LIFT

Starting position: Lie on your side with both legs straight. Lean on your forearm and the side of your foot so that your body is in a straight line from shoulder to foot. The elbow of your supporting arm should be directly beneath your shoulder.

Exercise: Lift your uppermost leg up and slowly lower it down again. Repeat for 20-30 sec. Take a short break, change sides and repeat.

3 sets on each side

9 HAMSTRINGS: ADVANCED

Starting position: Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly.

Exercise: Your body should be completely straight from the shoulder to the knee throughout the exercise. Lean forward as far as you can, controlling the movement with your hamstrings and your gluteal muscles. When you can no longer hold the position, gently take your weight on your hands, falling into a push-up position. Complete a minimum of 12 - 15 repetitions and/or 60 sec.

1 set

10 SINGLE-LEG STANCE: TEST YOUR PARTNER

Starting position: Stand on one leg opposite your partner and at arm's length apart.

Exercise: Whilst you both try to keep your balance, each of you in turn tries to push the other off balance in different directions. Try to keep your weight on the ball of your foot and prevent your knee from buckling inwards. Continue for 30 sec. Change legs and repeat.

2 sets

11 SQUATS: ONE-LEG SQUATS

Starting position: Stand on one leg, loosely holding onto your partner.

Exercise: Slowly bend your knee as far as you can manage. Concentrate on preventing the knee from buckling inwards. Bend your knee slowly then straighten it slightly more quickly, keeping your hips and upper body in line. Repeat the exercise 10 times on each leg.

2 sets

12 JUMPING: BOX JUMPS

Starting position: Stand with your feet hip-width apart. Imagine that there is a cross marked on the ground and you are standing in the middle of it.

Exercise: Alternate between jumping forwards and backwards, from side to side, and diagonally across the cross. Jump as quickly and explosively as possible. Your knees and hips should be slightly bent. Land softly on the balls of your feet. Do not let your knees buckle inwards. Repeat the exercise for 30 sec.

2 sets

2 Min

PART 3: RUNNING EXERCISES

13 RUNNING: ACROSS THE PITCH

Run across the pitch, from one side to the other, at 75-80% maximum pace.

2 sets

14 RUNNING: BOUNCING

Run with high bounding steps with a high knee lift, landing gently on the ball of your foot. Use an exaggerated arm swing for each step opposite arm and leg. Try not to let your leading leg cross the midline of your body or let your knees buckle inwards. Repeat the exercise until you reach the other side of the pitch, then jog back to recover.

2 sets

15 RUNNING: PLANT & CUT

Jog 4-5 steps, then plant on the outside leg and cut to change direction. Accelerate and sprint 5-7 steps at high speed (90-95% maximum pace) before you decelerate and do a new plant & cut. Do not let your knees buckle inwards. Repeat the exercise until you reach the other side, then jog back.

2 sets

KNEE POSITION

CORRECT INCORRECT

FIFA

<https://digitalhub.fifa.com/transform/267e6937-b83a-478e-b585-a99196afe744/The-11-> FIFA-Medical

69

Résumé :

Objectif : Le but de cette revue systématique est d'analyser et comparer la littérature existante, afin de savoir si la prévention des SRC par le biais d'un protocole de renforcement dynamique du cou est efficace.

Méthode : Une recherche documentaire a été réalisée à travers Embase, PubMed, PEDro et Cochrane entre août et novembre 2024. Un essai contrôlé randomisé et des études de cohortes, parues en anglais et respectant les critères de PICO ont été incluses. Toute intervention n'utilisant pas un protocole de renforcement dynamique du cou a été exclue, de même pour les athlètes ayant subi une commotion cérébrale durant les 6 derniers mois. L'échelle PEDro ainsi que la Downs and Black modifiée ont permis d'évaluer la qualité méthodologique des études.

Résultats : 6 études, comprenant au total 666 participants mixtes, ont été incluses : 1RCT et 5 études de cohortes. Les résultats obtenus sont pertinents en ce qui concerne la réalisation d'un protocole de renforcement dynamique du cou pour prévenir les SRC et mécanismes commotionnels rencontrés par les athlètes.

Discussion : L'issue de cette revue est encourageante. Néanmoins, nous ne pouvons pas encore considérer le renforcement dynamique du cou comme un traitement prophylactique des SRC. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour que les protocoles de renforcement dynamique cervical soient rendus plus spécifiques et adaptés à chaque type de sport comportant un risque commotionnel important.

