

**Faculté des sciences de la motricité**

**Lien entre les douleurs cervicales  
lors du cyclisme sportif sur route et  
l'endurance des muscles  
stabilisateurs et extenseurs de la  
région cervicale**

Auteur : Tom Goudemant

Promoteur : Laurent Pitance

Co-promoteur : David Colman

Année académique 2023-2024

Master en kinésithérapie et réadaptation [60.0] – KINE2M1



## **Remerciements**

*Tout d'abord, je souhaite exprimer ma gratitude à mon promoteur, Laurent Pitance, ainsi qu'à mon co-promoteur, David Colman, pour leur soutien, leurs précieux conseils, leur expertise et leur orientation précieuse tout au long de ce travail.*

*Ensuite, je remercie tous les volontaires qui ont généreusement participé à cette étude, leur contribution a été essentielle à sa réalisation.*

*Finalement, je remercie également ma famille et mes proches pour leur soutien inestimable, leur précieuse assistance et leurs encouragements constants, non seulement durant la rédaction de ce mémoire, mais aussi tout au long de mes années d'études.*

## **Abstract**

**Introduction** : En cyclisme, les plaintes non traumatiques les plus fréquentes sont les douleurs à la nuque. Diverses approches ont été explorées pour soulager ces douleurs mais l'endurance musculaire cervicale n'a pas été spécifiquement étudiée. Or, les muscles du cou jouent un rôle majeur dans la stabilité posturale. Un manque d'endurance dans cette région peut contribuer aux cervicalgies.

**Objectif** : Cette étude vise à observer s'il existe une corrélation entre la survenue de cervicalgies chez les cyclistes sur route et un déficit d'endurance des muscles cervicaux.

**Méthode** : 40 cyclistes ont été répartis en 2 groupes : 20 sans symptômes et 20 présentant des cervicalgies uniquement pendant le cyclisme. Ils ont rempli un questionnaire sur leur pratique sportive et leurs douleurs, puis ont passé 3 tests évaluant l'endurance musculaire cervicale : le CCFT, le CKCUEST et le NEET. Les résultats ont été comparés entre les groupes.

**Résultats** : Une différence significative au niveau de l'endurance musculaire cervicale a été observée entre les 2 groupes dans les 3 tests.

**Conclusion** : L'apparition de cervicalgies durant le cyclisme est associée à une endurance réduite des muscles cervicaux. Ce déficit d'endurance a été constaté pour les muscles extenseurs cervicaux, les fléchisseurs cervicaux profonds et les stabilisateurs de l'omoplate. Il serait intéressant d'évaluer les cyclistes dans des conditions réelles et de développer un programme de renforcement musculaire axé sur les cervicales.

## Abréviations

<b>Abréviations</b>	<b>Acronymes</b>
<b>CCFT</b>	<i>Craniocervical Flexion Test</i>
<b>CKCUEST</b>	<i>Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test</i>
<b>NEET</b>	<i>Neck Extensor Endurance Test</i>
<b>H</b>	Hommes
<b>F</b>	Femmes
<b>D</b>	Douloureux (Avec cervicalgie lors du cyclisme)
<b>ND</b>	Non Douloureux (Sans cervicalgie lors du cyclisme)



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>11</b>
1.1	Le contexte de l'étude.....	11
1.1.1	Le cyclisme .....	11
1.1.2	Douleurs liées au cyclisme .....	11
1.1.3	Origines probables des cervicalgies dans le cyclisme ....	13
1.1.4	Musculature cervicale et stabilité posturale .....	14
1.1.5	Endurance musculaire et cervicalgie .....	15
1.1.6	Pistes pour soulager les cervicalgies propres à la pratique du cyclisme .....	16
1.2	Objectifs de l'étude .....	17
1.3	Hypothèses de recherche.....	17
<b>2</b>	<b>Méthode et matériel.....</b>	<b>18</b>
2.1	Sujets de l'expérimentation.....	18
2.2	Matériel utilisé .....	19
2.3	Protocole expérimental .....	20
2.3.1	Le questionnaire .....	20
2.3.2	Le Craniocervical Flexion Test (CCFT).....	21
2.3.3	Le Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST).....	23
2.3.4	Le Neck Extensor Endurance Test (NEET).....	25
2.4	Analyses statistiques .....	26
2.5	Schéma récapitulatif de la méthode .....	27
<b>3</b>	<b>Résultats .....</b>	<b>28</b>
3.1	Caractéristiques de l'échantillon.....	28
3.1.1	Données anthropométriques de la population .....	28
3.1.2	Nombre d'heures de cyclisme par semaine .....	29
3.2	Résultats du CCFT.....	29
3.3	Résultats du CKCUEST.....	31
3.4	Résultats du NEET.....	32
3.5	Analyses supplémentaires.....	33
3.5.1	Echelle visuelle analogique .....	34
3.5.2	Temporalité des douleurs.....	34
3.5.3	Localisation des douleurs .....	35

<b>4</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>36</b>
4.1	Interprétation du CCFT .....	37
4.2	Interprétation du CKCUEST .....	38
4.3	Interprétation du NEET .....	40
4.4	Conclusions de la discussion .....	43
4.5	Limites de l'étude .....	44
4.6	Orientation pour la suite de la recherche .....	45
<b>5</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>Annexes.....</b>	<b>52</b>
7.1	Annexe 1 : Information au participant et formulaire de consentement .....	52
7.2	Annexe 2 : Avis favorable du Comité d'Ethique Hospitalo- Facultaire .....	56
7.3	Annexe 3 : Questionnaire pour les participants « sains » .....	58
7.4	Annexe 4 : Questionnaire pour les participants « cervicalgiques lors du cyclisme » .....	59
7.5	Annexe 5 : Résultats des tests .....	61
7.6	Annexe 6 : Résultats du questionnaire .....	62

## **Table des figures**

Figure 1 : Taux de prévalence des douleurs chez les cyclistes sur une période de 12 mois .....	12
Figure 2: Unité de biofeedback à pression gonflable .....	21
Figure 3 : Test d'endurance des fléchisseurs cranio-cervicaux.....	21
Figure 4 : Test de stabilité des membres supérieurs en chaîne cinétique fermée ..	24
Figure 5 : Test d'endurance des extenseurs du cou.....	25
Figure 6 : Schéma récapitulatif de la méthode .....	27
Figure 7 : Distribution des scores du CCFT .....	29
Figure 8 : Distribution des scores normalisés du CKCUEST .....	31
Figure 9 : Distribution des scores du NEET (en secondes).....	32
Figure 10 : Apparition et disparition des douleurs cervicales lors du cyclisme ....	35
Figure 11 : Localisation des douleurs lors du cyclisme .....	35

## **Table des tableaux**

Tableau 1 : Données anthropométriques (moyennes $\pm$ écarts-type).....	28
Tableau 2 : Moyennes et écarts-type du nombre d'heures de cyclisme par semaine .....	29
Tableau 3 : P-valeur de la comparaison du nombre d'heures de cyclisme par semaine.....	29
Tableau 4 : Moyennes et écarts-type des scores du CCFT (indice de performance cumulatif) .....	30
Tableau 5 : P-valeurs des comparaisons du CCFT.....	30
Tableau 6 : Moyennes et écarts-type du score normalisé CKCUEST.....	31
Tableau 7 : : P-valeurs des comparaisons du CKCUEST .....	32
Tableau 8 : Moyennes et écarts-type des scores du NEET (en secondes).....	33
Tableau 9 : P-valeurs des comparaisons du NEET.....	33
Tableau 10 : Moyennes et écarts-type des douleurs sur l'EVA.....	34
Tableau 11 : P-valeur de la comparaison de l'EVA entre les sexes .....	34
Tableau 12 : Comparaison entre les résultats du NEET de différentes études par rapport à cette recherche .....	42

# 1 Introduction

## 1.1 Le contexte de l'étude

### 1.1.1 Le cyclisme

Le cyclisme est une activité physique qui connaît un engouement grandissant dans la population, tous âges confondus, depuis maintenant plusieurs années.

Le vélo est de plus en plus utilisé comme moyen de transport, d'activité de loisirs ou de sport (Scoz, Amorim et al. 2021).

Le cyclisme amateur est un bon moyen pour réaliser une activité physique régulière et profiter des bienfaits pour la santé que celle-ci engendre (Schwellnus and Derman 2014) comme les effets cardiovasculaires et la réduction ou le maintien du poids corporel. Il est également une bonne alternative aux sports comme la course à pied car c'est une activité physique où le corps est porté et il n'y a donc pas d'impacts avec le sol qui se répercutent dans les articulations du sportif.

Ce sport est aussi pratiqué par des cyclistes professionnels à plus haute intensité et sur de plus longues durées de manière compétitive.

### 1.1.2 Douleurs liées au cyclisme

Cette popularité croissante a pour effet une augmentation du nombre de blessures liées à la pratique du cyclisme (Schwellnus and Derman 2014).

En effet, des observations ont démontré que le cyclisme est l'activité physique qui enregistre le plus grand nombre absolu de blessures par an et qu'il s'agit également de l'activité sportive la plus couramment liée à des blessures chez les enfants âgés de 5 à 14 ans (Silberman 2013).

Les blessures retrouvées chez les cyclistes, toutes localisations confondues, sont principalement traumatiques ou liées à la surcharge d'entraînement. Dans une recherche impliquant 518 cyclistes amateurs, 85 % ont rapporté avoir subi des blessures liées à la surcharge d'entraînement et 36 % ont eu recours à un traitement médical (G., Holland et al. 1995).

Dans une étude réalisée sur des cyclistes professionnels, les douleurs d'origine traumatiques sont survenues dans 48,5 % des cas, tandis que les douleurs liées à la surcharge sont survenues dans 51,5 % des cas (De Bernardo, Barrios et al. 2012). Ces douleurs liées à la surcharge d'entraînements sont donc fréquentes mais sont généralement moins graves et ne demandent que peu de temps d'arrêt du cyclisme. Cependant, ces douleurs poussent de nombreux cyclistes à consulter un professionnel de santé, principalement un kinésithérapeute, pour résoudre le problème (Schwellnus and Derman 2014).

Le taux de prévalence des douleurs ou inconforts chez les cyclistes sur une période de 12 mois était de 44,6 % pour le cou, suivi du bas du dos à 39,2 %. Les épaules se situaient à 33,8 %, tandis que les hanches et les cuisses présentaient un taux de 28,4 %. Les genoux étaient à 21,6 %, les poignets et les mains à 14,9 %. Le haut du dos était à 9,5 %, suivi des chevilles et des pieds à 6,8 % et, enfin, les coudes à 4,1 % (Gkrilias, Koubetsos et al. 2018).

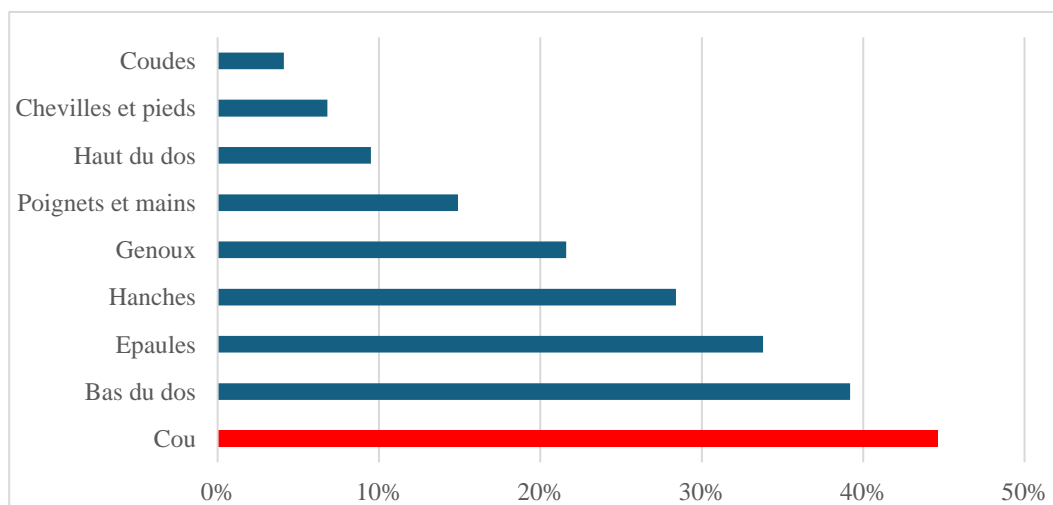


Figure 1 : Taux de prévalence des douleurs chez les cyclistes sur une période de 12 mois

Ces douleurs sont donc réparties sur tout le corps mais les plus rapportées sont celles situées sur la colonne vertébrale (cervicale et lombaire). Ces manifestations musculo-squelettiques semblent courantes parmi les cyclistes amateurs sur route, présentant des taux de blessures plus élevés que ceux constatés chez les cyclistes professionnels (Lane and Cuthbert 2017).

### 1.1.3 Origines probables des cervicalgies dans le cyclisme

La douleur associée aux blessures liées à la surcharge physique (un volume trop élevé d'entraînement avec une récupération non optimale) tend à se manifester de manière progressive, bien que parfois elle puisse survenir de manière soudaine et persistante. Les facteurs biomécaniques propres à l'individu (intrinsèques) ainsi que les problèmes liés à l'équipement ou au programme d'entraînement (extrinsèques) sont les principaux déclencheurs de ces blessures.

Dans le cas des cyclistes, ce sont principalement les problèmes liés à l'équipement ou au programme d'entraînement qui sont à l'origine des douleurs dues à la surcharge. Lorsqu'on évalue les douleurs au niveau du cou et du dos ainsi que toutes les blessures liées au cyclisme, il est essentiel de tenir compte de la distance parcourue et de l'intensité de l'entraînement, ainsi que des facteurs anatomiques pour déterminer le mécanisme précis de la blessure. Souvent, de simples ajustements du vélo ou du programme d'exercices peuvent suffire à soulager les symptômes et accélérer le processus de guérison (Asplund, Webb et al. 2005).

Plusieurs facteurs prédisposants peuvent aggraver ces douleurs, comme un manque de développement musculaire dans le haut du dos, un guidon mal positionné, une hauteur de selle mal réglée, ou encore le port d'un casque plus lourd auquel le cycliste n'est pas habitué (Schwellnus and Derman 2014).

Les douleurs cervicales chez les cyclistes pourraient être attribuées à des contractions musculaires excessives, notamment des muscles *trapezius superior* et *levator scapulae*, probablement en réponse à la tension constante exercée sur cette zone lors du cyclisme. Ce trouble musculo-squelettique courant chez les cyclistes peut aussi être causé par de longues périodes de posture statique, des mouvements répétitifs de la tête et une exposition aux vibrations (Aafreen, Khan et al. 2023). En effet, la position sur un guidon bas pendant de longues durées accroît la tension exercée sur les bras et les épaules, ainsi que l'hyperextension du cou et la flexion des lombaires, pouvant entraîner une fatigue musculaire. De plus, certains cyclistes recherchent une position la plus aérodynamique possible souvent au détriment du confort. Au plus le cycliste sera bas sur son guidon, au plus la totalité de la colonne cervicale sera en extension, ce qui augmente davantage les douleurs dans cette zone.

#### 1.1.4 Musculature cervicale et stabilité posturale

La stabilité posturale et fonctionnelle de la nuque est influencée par deux principaux systèmes : le système ostéoligamentaire, qui assure une stabilité cervicale passive, et le système musculaire, qui joue un rôle prépondérant dans la stabilité dynamique. Bien que le système ostéoligamentaire soit crucial pour fournir un soutien structurel, la stabilité posturale de la nuque repose principalement sur les muscles cervicaux (environ 80%). Ils sont essentiels pour maintenir la tête dans une position stable et stabiliser les vertèbres cervicales. En outre, la musculature cervicale joue un rôle dans le contrôle du mouvement lorsque les structures passives ne parviennent pas à stabiliser l'articulation. La contraction anticipée des muscles cervicaux contribue également à limiter les contraintes sur l'articulation, permettant ainsi une stabilisation dynamique des articulations (Panjabi 1992).

La musculature cervicale comporte une partie antérieure et une partie postérieure. Elle se divise en 2 systèmes distincts : le système local stabilisateur et le système global mobilisateur (Nordin and Frankel 2013). La coordination entre ces deux systèmes de muscles est essentielle pour assurer une stabilité et une fonction optimales du cou.

- Le système local : Il comprend les muscles profonds du cou, tels que les muscles *suboccipitales*, *longus capitis* et *colli*, *semispinalis cervicis* et *capitis*. Ces muscles sont responsables de la stabilisation segmentaire précise ainsi que de la courbure de la colonne cervicale de par leur bras de levier court (Mayoux-Benhamou, Revel et al. 1994). Ils sont impliqués dans le contrôle fin des mouvements vertébraux et dans le maintien de la posture, notamment lors de mouvements subtils et précis. Ces muscles sont constitués majoritairement de fibres de type I qui sont des fibres lentes et endurantes (Schiaffino and Reggiani 2011).
- Le système global : Il comprend les muscles superficiels du cou, tels que les muscles *trapezius*, *levator scapulae*, *splenius*, *sternocleidomastoideus* et *scalenus anterior*. Ces muscles sont plus impliqués dans la production de mouvements dynamiques du cou grâce à un grand bras de levier. Ils sont également importants dans le maintien de la posture de la tête et du cou lors de mouvements globaux du corps (Fransoo 2007). Ils sont constitués

principalement de fibres de type II qui sont des fibres rapides et puissantes mais fatigables (Schiaffino and Reggiani 2011).

#### 1.1.5 Endurance musculaire et cervicalgie

Les douleurs cervicales peuvent être associées à divers facteurs, y compris un déficit d'endurance musculaire du cou. L'endurance musculaire du cou se réfère à la capacité des muscles cervicaux à maintenir une activité soutenue sur une période prolongée, ce qui est crucial pour soutenir la posture et stabiliser la région cervicale lors du cyclisme.

Un déficit d'endurance musculaire cervical peut contribuer aux cervicalgies de plusieurs façons :

1. Une stabilisation affaiblie : les muscles du cou jouent un rôle essentiel dans la posture et la stabilité de la colonne cervicale. Lorsque ces muscles manquent d'endurance, ils peuvent avoir du mal à maintenir une position stable, ce qui peut entraîner une surcharge des structures environnantes (O'Leary, Falla et al. 2009).
2. Des compensations musculaires : lorsque les muscles du cou fatiguent, d'autres groupes musculaires adjacents peuvent être sollicités pour compenser, ce qui peut entraîner des déséquilibres musculaires et des tensions excessives dans la région cervicale.
3. Altération de la posture : une faible endurance musculaire du cou peut entraîner une posture incorrecte, ce qui peut exercer une pression supplémentaire sur les structures cervicales (Sommerich, Joines et al. 2000).

Tous ces facteurs, résultants d'un déficit d'endurance, peuvent être à la source de douleurs cervicales.

Cependant, un déficit d'endurance et ses conséquences sont largement documentés dans la littérature scientifique chez des patients cervicalgiques chroniques (Cagnie, Danneels et al. 2007) et non pas chez des sujets sportifs durant la pratique de leur sport, ici le cyclisme.

### 1.1.6 Pistes pour soulager les cervicalgies propres à la pratique du cyclisme

Dans un article publié en 2005 dans *American College of Sports Medicine*, Asplund, Webb et al., proposent différentes pistes pour soulager ces douleurs à la nuque présentes lors du cyclisme sur route, notamment :

- Contrôler le réglage du vélo et relever le guidon pourraient aider à diminuer l'hyperextension du cou.
- Ajuster la taille du guidon pour qu'il soit confortable, tout en évitant qu'il ne soit trop large, car cela pourrait provoquer une sollicitation excessive des muscles *trapezius* et *rhomboideus*.
- Vérifier le réglage de son casque, car une mauvaise position ou un poids excessif peuvent entraîner une extension excessive du cou pour maintenir la visibilité.
- Ajuster sa technique en adoptant une posture moins rigide permettrait de réduire la transmission directe des chocs au niveau du cou et des épaules. Il est recommandé de garder les coudes déverrouillés et de changer régulièrement la position des mains afin de varier la posture du cou et de minimiser la douleur.
- Enseigner aux cyclistes à détendre régulièrement leur cou pendant les périodes moins intenses de la course pourrait aider à diminuer à la fois la fréquence et la gravité des douleurs cervicales.

Toutes ces adaptations permettent de soulager une partie des cervicalgies mais celles-ci ne se concentrent que sur les facteurs extrinsèques liés à l'équipement ou à la position. Ici, les facteurs personnels comme la force et l'endurance musculaire du cycliste ne sont pas pris en compte alors qu'un déficit de ces facteurs contribuerait potentiellement au développement et au maintien de cervicalgie.

## 1.2 Objectifs de l'étude

Il est évident qu'un vélo ajusté de façon ergonomique au cycliste ainsi que des équipements adéquats améliorent le confort du cycliste en réduisant les contraintes sur sa nuque et diminuent donc le taux de cervicalgies dans le cyclisme. Cependant, dans une population générale, il existe d'autres facteurs que les « mauvaises » adaptations ergonomiques qui contribuent au développement des cervicalgies chez les cyclistes. En effet, un manque d'endurance ou de contrôle sensorimoteur de la région cervicale ou scapulo-thoracique doit également être considéré.

Il n'existe pas de recherches, à notre connaissance, concernant le lien entre l'endurance musculaire des muscles de la nuque et la présence de douleurs dans cette zone lors du cyclisme. L'objectif de cette étude est donc d'approfondir les connaissances et la compréhension des mécanismes physiopathologiques à la source des cervicalgies liées au cyclisme en se focalisant sur l'endurance musculaire des muscles extenseurs et stabilisateurs de la nuque parmi une population de cyclistes amateurs.

Ces recherches permettront une meilleure orientation dans la compréhension et le traitement des douleurs cervicales en cyclisme.

## 1.3 Hypothèses de recherche

L'hypothèse de cette étude propose qu'une musculature cervicale plus faible ou déconditionnée facilite les cervicalgies apparaissant lors des entraînements et des compétitions chez les cyclistes.

## 2 Méthode et matériel

### 2.1 Sujets de l'expérimentation

Quarante sujets volontaires ont été recrutés pour participer à cette étude prospective interventionnelle. Le recrutement s'est fait via les réseaux sociaux, le bouche à oreille ainsi que via des prospectus distribués dans différents endroits stratégiques comme des magasins de cyclisme, des centres s'occupant d'études posturales pour les cyclistes et différents clubs de la région.

Les critères d'inclusion étaient : être un homme (H) ou une femme (F) entre 20 et 60 ans, pratiquer le cyclisme sur route au minimum trois heures par semaine tout au long de l'année et ne pas avoir roulé à vélo le jour même.

Les quarante sujets ont été divisés en 2 groupes de vingt, une première moitié sans douleur à la nuque (ND) et la deuxième moitié avec des douleurs à la nuque (D). Les critères d'inclusion supplémentaires pour le groupe « cervicalgique » étaient : ressentir des douleurs dans la région cervicale lors de la pratique sportive du cyclisme sur route, peu importe le moment d'apparition.

Les critères d'exclusion étaient : avoir des antécédents traumatiques, médicaux, chirurgicaux de la colonne vertébrale ou des cervicalgies spécifiques, des contre-indications à l'effort musculaire cervical et avoir modifié son comportement habituel (sommeil, activité physique, ...) dans les 48h précédant le protocole expérimental.

Chaque participant a reçu un exemplaire du document d'informations et de consentement dans lequel sont expliqués le sujet de l'étude, les objectifs et la description de l'expérimentation, les avantages et les risques de la participation ainsi que les informations relatives à l'assurance (Annexe 1). Ils ont également donné leur consentement en signant le formulaire de consentement (Annexe 1). L'expérimentation a été approuvée par le comité d'éthique « Hospitalo-Facultaire Saint-Luc – UCL » avant le début de l'étude (Annexe 2). Les participants ont été couvertes par l'assurance MS AMLIN INSURANCE SE, Boulevard du Roi Albert II, 37 à 1030 Bruxelles (police n° LXX111372).

## 2.2 Matériel utilisé

Pour effectuer l'évaluation, nous avons à notre disposition les équipements suivants :

- Une serviette
- Une unité de biofeedback à pression gonflable Stabilizer
- Un mètre-ruban
- Un tape de kinésithérapie (First Aid)
- Un chronomètre (iPhone SE Apple)
- Une sangle
- Deux pointeurs laser
- Deux cibles sur feuille A4
- Deux poids de 2kg
- Deux poids de 1kg
- Une casquette ajustable
- Une table standard de traitement en kinésithérapie.

## 2.3 Protocole expérimental

L'expérimentation est interventionnelle. Elle est réalisée avec un participant à la fois et se déroule en une seule séance.

Le contenu de la séance est identique pour les participants des deux groupes. Lors de cette séance, ils doivent remplir un questionnaire concernant leur pratique sportive et une courte anamnèse de leurs cervicalgies (uniquement pour les participants avec des cervicalgies lors du cyclisme). Ensuite, ils doivent réaliser trois tests d'endurance musculaire des différents groupes musculaires de la région cervicale et thoracique. L'ordre dans lequel les tests sont réalisés a été décidé pour que les participants accusent déjà une certaine fatigue musculaire avant le dernier test. L'ordre est le même pour les participants des deux groupes (figure 6). Le temps entre chaque test est de cinq minutes, ce qui laisse le temps au patient de se reposer et à l'examineur d'installer le matériel, d'expliquer la réalisation du test ainsi que de réaliser une démonstration pour s'assurer de la bonne compréhension de celui-ci.

### 2.3.1 Le questionnaire

Un questionnaire est rempli par les participants des deux groupes. Celui-ci reprend les informations générales du patient ainsi que des informations pertinentes dans le cas de l'étude sur sa pratique du cyclisme comme le nombre d'heures passées sur un vélo de route par semaine (Annexe 3). Les participants du groupe « cervicalgique » remplissent un questionnaire identique aux patients non-dououreux mais avec davantage de questions concernant leurs douleurs comme l'intensité (Echelle Visuelle Analogique, EVA), la temporalité, l'impact et la localisation de celles-ci (Annexe 4). Ce questionnaire concernant les douleurs cervicales lors du cyclisme s'est basé sur le Neck Disability Index (NDI) et le Neck Pain and Disability Scale (NPDS) mais les questions ont été adaptées pour connaître l'impact de ces douleurs lors du cyclisme et non pas lors de la vie quotidienne. En effet, les participants du groupe douloureux ne ressentent des cervicalgies que dans le cyclisme.

### 2.3.2 Le Craniocervical Flexion Test (CCFT)

Le premier test de cette étude consiste à réaliser le CCFT, le test de flexion crano-cervicale. Ce test évalue la fonction des muscles fléchisseurs cervicaux profonds. Le patient est en décubitus dorsal avec le cou en position neutre sur la table de kinésithérapie ainsi que les genoux pliés (figure 3). Si nécessaire, une petite épaisseur est mise sous la tête du sujet afin de mettre le plan de son visage à l'horizontale. Une unité gonflable de biofeedback en pression (figure 2) remplie d'air est placée derrière le cou. Celle-ci est gonflée à 20 mmHg afin de combler l'espace sous la nuque sans engendrer une lordose cervicale chez le sujet. Le sujet effectue lentement un mouvement de flexion crano-cervicale sans fléchir sa colonne cervicale, ce mouvement est similaire à un « Oui » de la tête. Le sujet va devoir élever la pression dans le ballonnet sous sa nuque grâce à ce petit hochement de tête par incrément de 2 mmHg. L'évaluateur observe la qualité des mouvements réalisés par le sujet. Il doit être attentif aux compensations comme l'extension de la nuque et l'ouverture de la mandibule. Il doit également s'assurer que le sujet maintienne la pression dans le dispositif stable.



Figure 2: Unité de biofeedback à pression gonflable

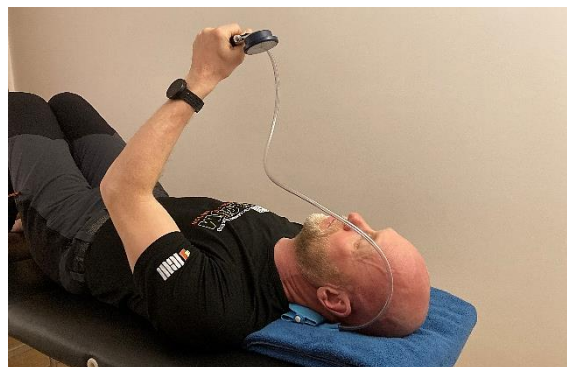


Figure 3 : Test d'endurance des fléchisseurs crano-cervicaux

Pour mesurer l'endurance des muscles fléchisseurs profonds du sujet, le sujet doit augmenter la pression dans le ballonnet sous sa nuque grâce à une flexion crano-cervicale pour atteindre dans un premier temps les 22 mmHg de pression, puis les 24, 26, 28 et 30 mmHg de pression. A chaque incrémentation de 2 mmHg, le sujet doit maintenir 10 secondes la contraction isométrique avant de revenir à la position initiale. Il doit réaliser le plus possible de répétitions de 10 secondes (avec un maximum de 10 fois) avant de passer au palier suivant. Avant le début du test, le sujet a droit à une petite séance d'entraînement pour se familiariser avec le dispositif et le mouvement à réaliser (Araujo, Ferreira et al. 2020).

Les critères d'arrêt de ce test sont les suivants : le sujet n'est plus capable de maintenir la pression demandée constante, la présence de compensation mise en évidence par l'évaluateur ou l'utilisation excessive des muscles fléchisseurs superficiels du cou, observée par l'évaluateur.

Il existe différentes manières de noter les résultats du CCFT. L'indice de performance est calculé en multipliant le nombre de fois que le sujet peut maintenir pendant 10 secondes l'incrément de pression le plus élevé atteint par rapport à la position de base (20 mmHg). Par exemple, si le sujet est capable de maintenir 6 fois les 10 secondes à une pression de 24 mmHg, son indice de performance sera de  $4 \times 6 = 24$  (avec un maximum de  $10 \times 10 = 100$ ). Cependant, l'indice de performance cumulatif permet de mesurer l'endurance des muscles fléchisseurs profonds durant l'entièreté du test. Pour le calculer, il faut additionner les indices de performances de chaque niveau réussi sans compensations. Par exemple, si le sujet atteint la pression de 24 mmHg durant 6 répétitions (même exemple que ci-dessus), son indice de performance cumulatif sera de  $(2 \times 10) + (4 \times 6) = 44$  (avec un score cumulatif maximum de 300) (Romeo, Baccini et al. 2022).

Une revue systématique sur les propriétés cliniques du test de flexion crano-cervicale a révélé des valeurs ICC (Intraclass Correlation Coefficient) de 0,65 à 0,93 pour la fiabilité intra-observateur ce qui la classe comme bonne à excellente (Koning, Heuvel et al. 2008).

Ce test a été sélectionné car il est un bon outil pour repérer une altération du contrôle neuromoteur des muscles fléchisseurs cranio-cervicaux. En effet, les recherches ont mis en évidence le fait que les sujets souffrant de douleurs cervicales non spécifiques avaient une activité réduite des fléchisseurs cervicaux profonds au profit d'une activité accrue des fléchisseurs superficiels. De plus, ils ont généralement une endurance isométrique réduite des muscles fléchisseurs cervicaux profonds. Ainsi, le CCFT met en lumière le lien entre les atteintes musculaires et les cervicalgies d'origines diverses. Par ailleurs, ces constatations ont incité les praticiens à intégrer la flexion cranio-cervicale dans un programme de rééducation visant à restaurer le contrôle des muscles fléchisseurs cervicaux profonds chez les patients souffrant de douleurs cervicales (Jull, O'Leary et al. 2008).

### 2.3.3 Le Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST)

Le second test de notre phase expérimentale est le CKCUEST, le test de stabilité des membres supérieurs en chaîne cinétique fermée. Ce test permet d'évaluer l'activité musculaire des muscles qui stabilisent le complexe scapulo-huméral en chaîne cinétique fermée et à évaluer la corrélation entre l'activation de ces muscles et les douleurs cervicales.

Le sujet se place en position de pompes avec les bras tendus et les mains espacées de 36 pouces (91,44 cm) sur deux lignes au sol marquées par deux morceaux de tape (figure 4). Le participant doit toucher alternativement et le plus vite possible avec une main la main opposée. Il doit réaliser trois séries de 15 secondes espacées de 45 secondes chacune. La position de départ est différente en fonction du sexe du participant, les hommes sont en position de pompes avec les jambes tendues tandis que les femmes posent leurs genoux au sol. Avant le début de test, le sujet a droit à un essai de familiarisation (Roush, Kitamura et al. 2007).

Le score du test est la moyenne du nombre de touches réalisées correctement durant les 3 essais.

En raison de l'écart standardisé entre les deux mains (91,44 cm), qui ne tient pas compte de la taille et de l'envergure des sujets, une normalisation du score en fonction de la taille du participant permet de réaliser une meilleure comparaison inter-individus. Le score normalisé se calcule donc en divisant le nombre de lignes touchées par la taille (en pouces) du sujet. Par exemple, si le participant réalise un score de 20 touches et qu'il mesure 185cm (72,8 pouces), son score normalisé sera de  $20 \div 72,8 = 0,27$ .



Figure 4 : Test de stabilité des membres supérieurs en chaîne cinétique fermée

Le nombre de touches en moyenne est de 18,5 chez l'homme et de 20,5 chez la femme. Le score normalisé en fonction de la taille est de 0,26 pour les sujets masculins et de 0,31 pour les sujets féminins (Tucci, Martins et al. 2014).

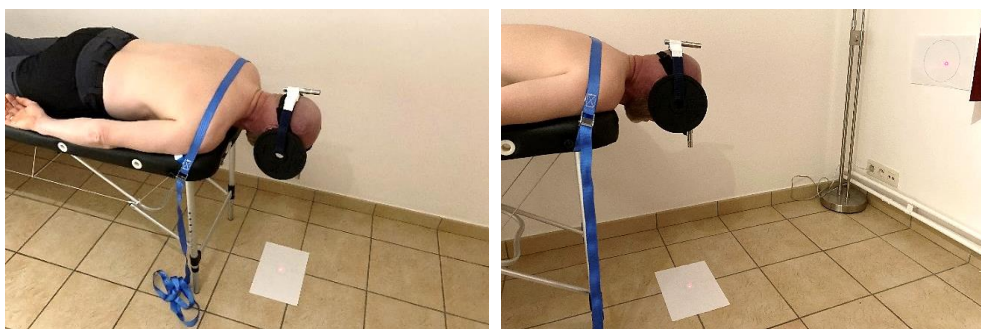
La fiabilité intra-session pour les 3 répétitions a été évaluée avec des valeurs ICC entre 0,88 et 0,9, ce qui démontre une bonne fiabilité intra-session (Degot, Blache et al. 2019).

Concernant les modifications de la posture scapulaire et les altérations des schémas d'activation musculaire des muscles scapulo-thoraciques, ils sont identifiés comme des facteurs de risque potentiels de douleurs au niveau du cou. Des comportements altérés des muscles, tels que le muscle *trapezius superior*, *levator scapulae* et *rhomboides minor*, qui sont directement reliés à la colonne cervicale, peuvent déclencher des forces de compression et de cisaillement sur la région du cou, suscitant ainsi des douleurs dans cette zone (Javdaneh, Ambroży et al. 2021). Des études ont démontré une prévalence significativement plus élevée de la dyskinésie scapulaire chez les patients souffrant de douleurs cervicales que dans une population saine (Sağlam and Telli 2022).

De plus, ce test fonctionnel se réalise dans une position où les membres supérieurs sont dans une posture semblable à celle sur le vélo (sauf pour ce qui est de la largeur). Durant le cyclisme, la posture scapulaire peut fortement varier d'un individu à l'autre mais aussi en fonction de la durée de maintien de la position (durée de l'effort).

#### 2.3.4 Le Neck Extensor Endurance Test (NEET)

Le troisième test est le NEET, le test d'endurance des extenseurs du cou. Ce test évalue l'activité musculaire des muscles extenseurs de la nuque sur base du test des extenseurs lombaires et thoraciques mis au point par Biering-Sorensen (Shaw, Jacobs et al. 2023). Le sujet est en décubitus ventral sur la table de kinésithérapie avec les bras le long du corps et la tête en dehors de la table reposant sur un support (figure 5). Une sangle est placée au niveau de la vertèbre T6 afin d'empêcher les compensations d'extension thoracique. Le sujet porte une casquette sur laquelle est fixé un pointeur laser (n°1). Un deuxième pointeur laser (n°2) est fixé sur le poids de 4kg pour les hommes et de 2 kg pour les femmes (répartis de part et d'autre de la tête du sujet) posé sur le crâne du sujet. Chaque pointeur laser permet de viser une cible (une sous le patient qui lui servait de repère et une devant lui qui permet d'objectiver les mouvements de tête du patient) (Juul, Langberg et al. 2013).



*Figure 5 : Test d'endurance des extenseurs du cou*

Le test d'endurance a commencé lorsque le support sur lequel reposait la tête du participant a été enlevé. Celui-ci devait maintenir la tête stable en position neutre et la colonne cervicale est maintenue horizontale.

Le temps de maintien a été mesuré en secondes. La durée cible du test était de 600 secondes pour tous les sujets. Ce test n'était réalisé qu'une seule fois.

Concernant les critères d'interruption du test d'endurance des extenseurs du cou, les critères d'arrêt du test lombaire de Biering-Sørensen ont été modifiés pour les cervicales (Biering-Sørensen 1984). Le test était arrêté si le sujet le terminait en raison de fatigue ou de douleur, ou s'il était incapable de maintenir sa tête à l'horizontale. Ce dernier critère était mis en évidence si le pointeur laser n°1 sortait du cercle sous le patient, ce qui signifie une perte de la position neutre ou si le pointeur laser n°2 projetant sur la cible devant le patient sortait du cercle, ce qui signifie que la tête s'est déplacé d'au moins 5 degrés par rapport à la position initiale sur un axe vertical (Lee, Nicholson et al. 2005).

La fiabilité intra-évaluateurs a révélé une très bonne concordance chez les individus non douloureux, avec des valeurs d'ICC allant de 0,89 à 0,90, et une bonne concordance chez les individus cervicalgies, avec des valeurs ICC allant de 0,75 à 0,76 (Alahmari, Reddy et al. 2019).

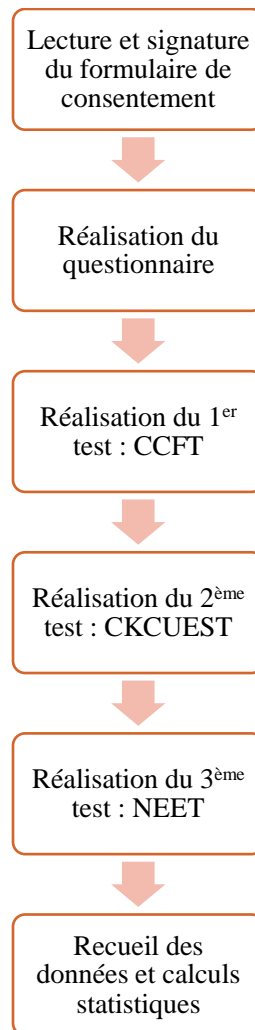
## 2.4 Analyses statistiques

Les données sont recueillies de manière indépendante et le logiciel SPSS est utilisé pour effectuer toutes les analyses statistiques.

Le test de Shapiro-Wilk est employé pour évaluer si les données suivent une distribution normale. La normalité a été vérifiée pour les données des 3 tests d'endurance musculaire.

Des statistiques descriptives, telles que la moyenne et l'écart-type, sont calculées pour chaque test ainsi que pour chaque sexe et chaque catégorie (cervicalgique vs non cervicalgique). Après vérification de l'égalité des variances pour toutes les données, un test de T-Student est utilisé pour comparer les moyennes des deux échantillons. Le niveau de signification est fixé à  $p = 0,05$ .

## 2.5 Schéma récapitulatif de la méthode



*Figure 6 : Schéma récapitulatif de la méthode*

## 3 Résultats

### 3.1 Caractéristiques de l'échantillon

#### 3.1.1 Données anthropométriques de la population

Cette étude a utilisé un échantillon de 40 cyclistes roulant un minimum de 3 heures par semaines. La proportion de 50% d'hommes et 50% de femmes (qui aurait été idéale pour une meilleure comparaison) n'a pas pu être respectée en raison de la difficulté à trouver des cyclistes féminines durant la période d'expérimentation. Cependant, le pourcentage de sujets présentant des douleurs à la nuque lors du cyclisme et de sujets asymptomatiques a pu être respecté afin de permettre une analyse plus précise. L'âge moyen des participants est de 37 ans et la taille moyenne est de 175 cm. (Tableau 1)

Tableau 1 : Données anthropométriques (moyennes  $\pm$  écarts-type)

	Hommes			Femmes			Total
	D	ND	Total	D	ND	Total	
<b>Nombre</b>	11	12	23	9	8	17	40
<b>Age (ans)</b>	40 $\pm$ 13	38 $\pm$ 14	39 $\pm$ 13	42 $\pm$ 13	28 $\pm$ 13	35 $\pm$ 15	37 $\pm$ 14
<b>Taille (cm)</b>	182 $\pm$ 7	180 $\pm$ 7	181 $\pm$ 7	165 $\pm$ 6	168 $\pm$ 8	168 $\pm$ 7	175 $\pm$ 10

### 3.1.2 Nombre d'heures de cyclisme par semaine

Le nombre d'heures passées sur un vélo par semaine a été évalué entre les cyclistes présentant des douleurs à la nuque lors du cyclisme et les cyclistes non douloureux. La différence de temps de cyclisme entre ces deux groupes n'est pas significative (Tableau 2). Cette absence de différence permet une comparaison entre les cyclistes douloureux et non-douloureux sans biais quant au nombre d'heures passées par les cyclistes sur leur vélo.

Tableau 2 : Moyennes et écarts-type du nombre d'heures de cyclisme par semaine

	Avec douleurs (D)	Sans douleur (ND)	Total
<b>Nombre d'heures de cyclisme par semaine</b>	6,1 ± 3,7	6,7 ± 3	6,4 ± 3,3

Tableau 3 : P-valeur de la comparaison du nombre d'heures de cyclisme par semaine

Comparaison	P valeur
D – ND	0,286

### 3.2 Résultats du CCFT

Le score moyen au CCFT est de 29,7 chez les cyclistes avec des douleurs à la nuque et de 42,6 chez les cyclistes asymptomatiques. La distribution des résultats et la médiane sont représentées dans la figure 7.

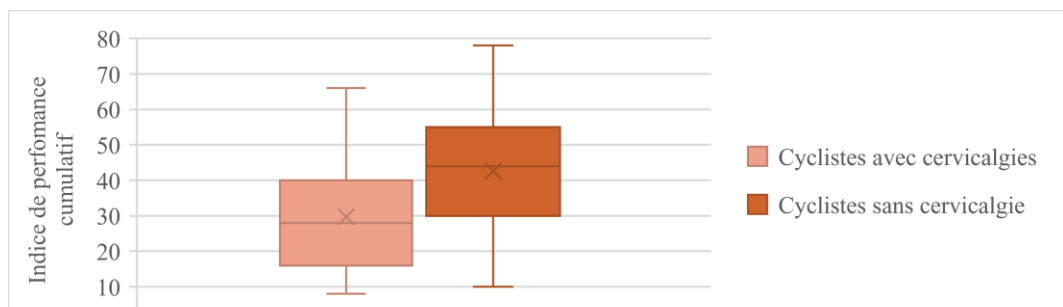


Figure 7 : Distribution des scores du CCFT

L'indice de performance cumulatif moyen a également été calculé pour les hommes et les femmes mais aussi pour les sous-groupes : hommes avec/sans douleurs, femmes avec/sans douleurs. Les résultats du test sont représentés dans le tableau 4.

Un sujet masculin dans le groupe des participants cervicalgiques a dû être retiré de l'échantillon pour le CCFT en raison d'une incapacité à comprendre et à réaliser le test correctement après plusieurs essais. Il a donc été décidé de ne pas l'intégrer aux résultats pour ne pas biaiser ceux-ci.

*Tableau 4 : Moyennes et écarts-type des scores du CCFT (indice de performance cumulatif)*

	<b>Hommes</b>	<b>Femmes</b>	<b>Total</b>
<b>Avec douleurs</b>	34,4 ± 17,1	24,4 ± 14,9	29,7 ± 16,5
<b>Sans douleur</b>	49 ± 20,9	33 ± 13,7	42,6 ± 19,6
<b>Total</b>	42,4 ± 20,2	28,5 ± 14,6	36,3 ± 19,1

Une comparaison statistique des moyennes des différents groupes a été effectuée (tableau 5). La différence de moyenne entre les cyclistes cervicalgiques et non cervicalgiques est significative ainsi que la différence entre les sujets masculins et féminins. Cette différence est significative entre les hommes cervicalgies et asymptomatiques ainsi qu'entre les hommes et les femmes ne présentant pas des douleurs cervicales lors du cyclisme.

*Tableau 5 : P-valeurs des comparaisons du CCFT*

<i>Comparaisons</i>	<i>P valeur</i>
<i>D – ND</i>	<b>0,016</b>
<i>H – F</i>	<b>0,009</b>
<i>HD – HND</i>	<b>0,046</b>
<i>FD – FND</i>	0,118
<i>HD – FD</i>	0,096
<i>HND – FND</i>	<b>0,027</b>

### 3.3 Résultats du CKCUEST

Le score normalisé en fonction de la taille du sujet (nombre de touches/taille en pouces) moyen au CKCUEST est de 0,29 chez les cyclistes avec des douleurs cervicales lors du cyclisme et de 0,32 chez les cyclistes asymptomatiques. La distribution des résultats et la médiane sont représentées dans la figure 8.

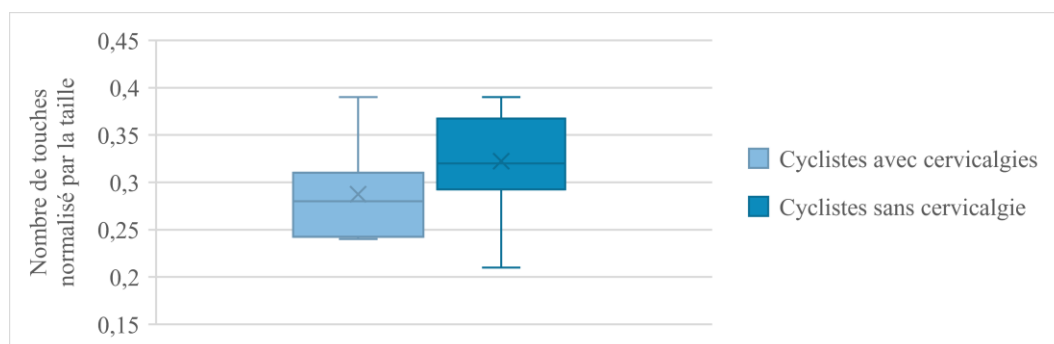


Figure 8 : Distribution des scores normalisés du CKCUEST

Le score moyen a également été calculé pour les hommes et les femmes mais aussi pour les sous-groupes : hommes avec et sans douleurs, femmes avec et sans douleurs. Les résultats du test sont représentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Moyennes et écarts-type du score normalisé CKCUEST

	Hommes	Femmes	Total
Avec douleurs	0,27 ± 0,04	0,31 ± 0,05	0,29 ± 0,05
Sans douleur	0,32 ± 0,06	0,33 ± 0,04	0,32 ± 0,05
Total	0,29 ± 0,05	0,32 ± 0,04	0,31 ± 0,05

Une comparaison statistique des moyennes des différents groupes a été effectuée (tableau 7). La différence de moyenne entre les cyclistes cervicalgiques et non cervicalgiques est significative ainsi que la différence entre les sujets masculins et féminins. La différence est également significative entre les hommes douloureux et non douloureux ainsi qu'entre les hommes et les femmes douloureux. Cependant, cette différence est insuffisante entre les femmes avec et sans douleurs ainsi qu'entre les hommes et les femmes non douloureux.

Tableau 7 : : P-valeurs des comparaisons du CKCUEST

Comparaisons	P valeur
D – ND	<b>0,013</b>
H – F	<b>0,042</b>
HD – HND	<b>0,02</b>
FD – FND	0,123
HD – FD	<b>0,029</b>
HND – FND	0,194

### 3.4 Résultats du NEET

Le score moyen au NEET est de 239 secondes chez les cyclistes avec des douleurs à la nuque qui apparaissent lors du cyclisme et de 340 secondes chez les cyclistes sans douleurs. La distribution des résultats et la médiane sont représentées dans la figure 9.

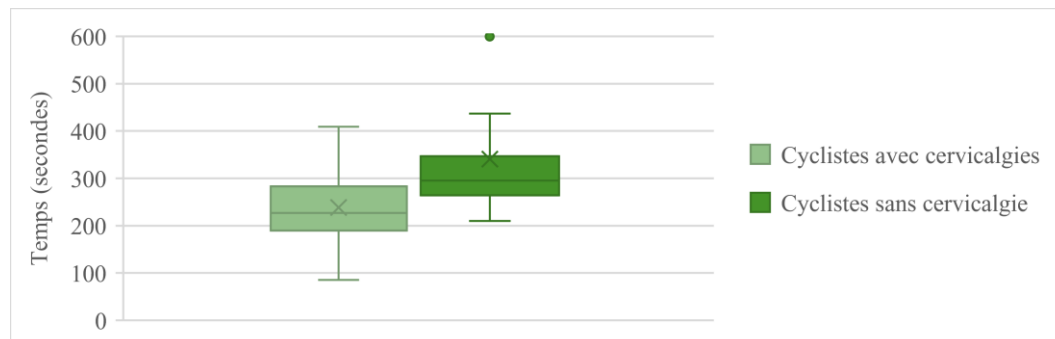


Figure 9 : Distribution des scores du NEET (en secondes)

Le score moyen a également été calculé pour les hommes et les femmes mais aussi pour les sous-groupes : hommes avec et sans douleurs, femmes avec et sans douleurs. Les résultats du test sont représentés dans le tableau 8.

Lors de la réalisation de ce test, 3 cyclistes appartenant à la catégorie non douloureux (2 hommes et 1 femme) sont parvenus à maintenir la position durant 600 secondes. Ces résultats sont extrêmes par rapport à la distribution des résultats du test. Néanmoins, il ne s'agit pas d'erreur mais simplement de résultats hors normes.

Tableau 8 : Moyennes et écarts-type des scores du NEET (en secondes)

	<b>Hommes</b>	<b>Femmes</b>	<b>Total</b>
<b>Avec douleurs</b>	253 ± 78	222 ± 88	239 ± 82
<b>Sans douleur</b>	343 ± 126	337 ± 126	340 ± 123
<b>Total</b>	300 ± 113	276 ± 119	290 ± 115

Une comparaison statistique des moyennes des différents groupes a été effectuée (tableau 9). La différence de moyenne entre les cyclistes cervicalgiques et non cervicalgiques est significative. La différence est également significative entre les hommes douloureux et non douloureux ainsi qu'entre les femmes avec et sans douleurs. Cependant, aucune différence significative n'a été mise en avant lorsque la comparaison s'intéresse au sexe des participants.

Tableau 9 : P-valeurs des comparaisons du NEET

<i>Comparaisons</i>	<i>P valeur</i>
<i>D – ND</i>	<b>0,002</b>
<i>H – F</i>	0,260
<i>HD – HND</i>	<b>0,027</b>
<i>FD – FND</i>	<b>0,022</b>
<i>HD – FD</i>	0,208
<i>HND – FND</i>	0,456

### 3.5 Analyses supplémentaires

Ces données ont été récoltées dans le questionnaire initialement rempli par le sujet au début de sa participation (Annexes 5 et 6). Celles-ci permettent d'analyser des paramètres de la douleurs cervicales comme l'intensité, la temporalité ou la localisation.

### 3.5.1 Echelle visuelle analogique

L'échelle visuelle analogique de la douleur à la nuque lors du cyclisme sur route a été comparée entre les participants cervicalgiques masculins et les participants cervicalgiques féminins. Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les hommes et les femmes (Tableau 10). Le ressenti subjectif est donc similaire pour tous les participants peu importe leur sexe.

Tableau 10 : Moyennes et écarts-type des douleurs sur l'EVA

	<b>Hommes avec douleurs (HND)</b>	<b>Femmes avec douleurs (FND)</b>	<b>Total</b>
<b>EVA</b>	5,1 ± 1,8	5,4 ± 1	5,3 ± 1,5

Tableau 11 : P-valeur de la comparaison de l'EVA entre les sexes

<i>Comparaison</i>	<i>P valeur</i>
<i>HND – FND</i>	0,305

### 3.5.2 Temporalité des douleurs

Il a été demandé aux participants avec des douleurs cervicales lors de leur pratique du cyclisme après combien de temps leurs douleurs apparaissaient. 70% des sujets ont répondu que celles-ci ne se manifestaient qu'après plus d'une heure d'effort.

Parmi les 20 participants présentant des cervicalgies liées au cyclisme, tous ont déclaré que les douleurs à la nuque ne disparaissaient pas pendant la durée de l'effort, et dans la majorité des cas que celles-ci s'amplifiaient au cours de la sortie à vélo. Certains cyclistes ont proposé leurs solutions pour atténuer ces cervicalgies.

- « Relâcher la nuque et laisser tomber la tête quelques instants »
- « S'arrêter et faire une pause »
- « Étirer la nuque en roulant »

Cependant, ces alternatives ne procurent, dans la plupart des cas, qu'un effet de soulagement de courte durée et les douleurs finissent par réapparaître.

Les cyclistes avec cervicalgies ont également été questionnés sur le temps que ces douleurs mettaient à disparaître après l'arrêt de l'effort. Dans 65% des cas, les douleurs s'estompent rapidement (dans l'heure suivant l'arrêt de l'effort). Les 35% restants se plaignent de douleurs et d'inconfort dans la région cervicale durant encore plusieurs heures, allant même au-delà des 4h pour 5 d'entre eux (dont 2 au-delà de 12h).

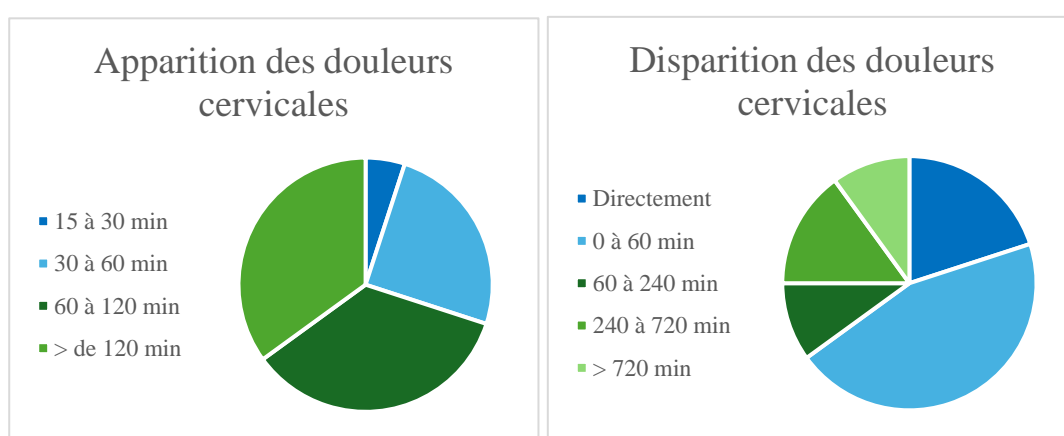


Figure 10 : Apparition et disparition des douleurs cervicales lors du cyclisme

### 3.5.3 Localisation des douleurs

Une section du questionnaire rempli par les participants comportait un body chart sur lequel ils ont colorié la région où les douleurs étaient ressenties. Les douleurs à la nuque ressenties par les cyclistes lors du cyclisme sur route sont majoritairement bilatérales. La localisation du niveau douloureux varie pour les participants allant de la base du crâne jusqu'à la vertèbre T3. Aucun participant n'a signalé de douleurs irradiantes hors du territoire de la nuque et du haut du dos.

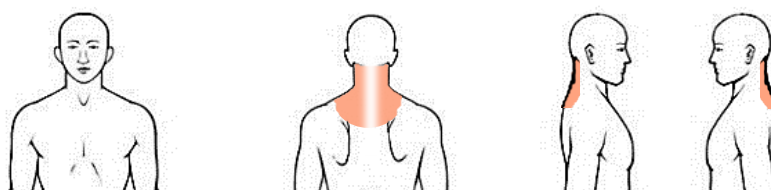


Figure 11 : Localisation des douleurs lors du cyclisme

## 4 Discussion

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la présence d'un lien entre les cervicalgies apparaissant lors de la pratique du cyclisme et l'endurance musculaire de la région cervicale. L'hypothèse de cette recherche était que les cyclistes ayant une apparition de douleurs dans la nuque lors de la pratique du cyclisme sur route présentent une endurance musculaire cervicale plus faible que les cyclistes non douloureux.

Il est établi qu'il existe une corrélation entre la douleur cervicale mécanique et le dysfonctionnement des muscles de la colonne cervicale. Une multitude de déficiences ont été mises en évidence, notamment des altérations dans la structure physique (volume musculaire, infiltrats graisseux et type de fibre), ainsi que des modifications de comportement comme l'anticipation et la synchronisation des muscles cervicaux (Schomacher and Falla 2013). Ces modifications laissent entendre une altération dans la capacité des muscles cervicaux à maintenir et à contrôler avec précision les niveaux de force nécessaires à une stabilité mécanique ainsi qu'une efficacité maximale (O'Leary, Falla et al. 2009).

Cependant, ces modifications se produisent chez des patients cervicalgiques chroniques, alors que notre étude se focalise sur des douleurs apparaissant uniquement lors du cyclisme chez des sportifs ne présentant aucune douleur à la nuque en dehors de leur sport.

Les déficiences de la fonction musculaire les plus pertinentes en ce qui concerne la cervicalgie causée par une posture prolongée (ici le cyclisme) sont probablement l'endurance et la fatigue.

En effet, un maintien prolongé de la posture de la colonne cervicale pendant le travail ou les loisirs peut favoriser l'apparition de douleurs dans le cou ou le haut du dos (Eltayeb, Staal et al. 2009). Il a été proposé que les douleurs liées à la posture du cou pourraient être en corrélation avec une fatigue précoce des muscles en contraction (Sommerich, Joines et al. 2001).

## 4.1 Interprétation du CCFT

Le test de flexion cranio-cervical (CCFT) mesure l'endurance des muscles fléchisseurs profonds du cou, les muscles *longus capitis* et *longus colli* qui fonctionnent en synergie. Le CCFT est décrit comme un test de contrôle neuromoteur (Jull, Kristjansson et al. 2004).

Les muscles *longus colli* et *longus capitis* occupent une fonction distincte en fournissant un soutien essentiel aux segments cervicaux et au maintien de la courbure cervicale. (Mayoux-Benhamou, Revel et al. 1994). Pendant le test, la contraction des muscles *longus colli* et *longus capitis* entraîne progressivement un aplatissement de la lordose cervicale. (Mayoux-Benhamou, Revel et al. 1997) .

Des études ont découvert que les individus souffrant de douleurs cervicales montrent des altérations dans leur stratégie de contrôle neuromoteur lors de la flexion cranio-cervicale, par rapport à des sujets non douloureux. Cette altération se caractérise par une réduction de l'activité des muscles fléchisseurs cervicaux profonds (*longus colli* et *longus capitis*) et une augmentation de l'activité des fléchisseurs superficiels (*sternocleidomastoideus* et *scalenus anterior*), souvent accompagnée de changements dans les stratégies de contrôle et de mouvement. Cette activation superficielle est une compensation mesurable d'un déficit d'activation des muscles profonds (Cholewicki, Panjabi et al. 1997).

De plus, ces individus présentent une diminution de l'endurance musculaire isométrique des muscles fléchisseurs cervicaux profonds. Ces altérations musculaires, identifiées grâce au CCFT, semblent être communes à diverses étiologies des douleurs cervicales (Jull, O'Leary et al. 2008). Il a été remarqué, chez les femmes présentant des douleurs cervicales persistantes, une relation entre l'intensité de la douleur cervicale et la performance des muscles fléchisseurs cervicaux profonds. En revanche, aucune relation n'a été observée avec d'autres caractéristiques cliniques telles que la localisation ou la durée de ces douleurs. (Falla, O'Leary et al. 2011).

L'étude que nous avons réalisée a démontré une différence significative entre les indices de performance cumulatifs réalisés par les cyclistes présentant des douleurs à la nuque ( $29,7 \pm 16,5$ ) et les cyclistes non douloureux ( $42,6 \pm 19,6$ ) avec une p-valeur de 0,016. Nos résultats concordent avec les études menées sur des sujets cervicalgies chroniques non sportifs (Falla, Jull et al. 2004).

Une différence hautement pertinente a également été démontrée entre les sujets masculins et les sujets féminins ( $p = 0,009$ ), ce qui met en évidence une endurance et une activation musculaire plus importante chez les hommes que chez les femmes. Avec un indice de performance cumulatif moyen au CCFT de  $42,4 \pm 20,2$  chez les hommes et  $28,5 \pm 14,6$  chez les femmes, la différence entre les résultats se rapportent à ceux démontrés dans la littérature. Par exemple, la force des muscles fléchisseurs profonds du cou chez les femmes est environ 70 % plus faible que chez les hommes (Nuzzo 2023). Cette différence est également significative entre les hommes et les femmes asymptomatiques ( $p = 0,027$ ) mais pas entre les sujets masculins et féminins avec des douleurs à la nuque lors du cyclisme ( $p = 0,096$ ).

Les résultats de ces analyses peuvent être biaisés en raison de la compréhension de la réalisation du test. En effet, un sujet a dû être retiré de l'échantillon pour le CCFT en raison d'une incompréhension du test malgré plusieurs essais, une démonstration et des consignes claires.

## 4.2 Interprétation du CKCUEST

Le test de stabilité des membres supérieurs en chaîne cinétique fermée (CKCUEST) permet de mesurer la stabilité du complexe musculaire de l'épaule ainsi que l'endurance musculaire des membres supérieurs (Pontillo, Spinelli et al. 2014).

Les dysfonctionnements scapulaires jouent un rôle très important dans l'apparition de cervicalgies. En effet, l'omoplate est un lien essentiel entre le complexe de l'épaule et la colonne cervicale, contribuant significativement à la mobilité et à la stabilité de la région du cou et des épaules (Cools, Struyf et al. 2014).

Un dysfonctionnement mécanique de la scapula peut être la source de douleurs cervicales récurrentes notamment via les attaches musculaires (principalement les muscles *trapezius superior* et *levator scapulae*) qui relient ces deux complexes (Moon and Kim 2023).

Ces altérations mécaniques causées par des déséquilibres musculaires peuvent être un positionnement anormal (Prakash, Cleland et al. 2023), une asymétrie scapulaire (Kim, Kang et al. 2016) ou encore une dyskinésie scapulaire (Ozünlü Pekyavaş, Kunduracılar et al. 2014). Toutes ces perturbations ont été décrites comme des facteurs de risques de développer des douleurs cervicales.

Dans la version initiale du CKCUEST (Goldbeck and Davies 2000), l'écart entre les 2 mains est standardisé et mesure 36 pouces (91,44cm). Pour permettre une comparaison inter-individus, le score obtenu est normalisé en fonction de la taille du sujet. Cette largeur entre les mains est bien entendu beaucoup plus grande que celle adoptée par les cyclistes sur leur vélo mais la position reste similaire où les bras sont tendus en chaîne cinétique fermée avec pour segment distal le poignet fixe sur le guidon. Par ailleurs, la cinématique de l'omoplate demeure inchangée quel que soit le positionnement ou l'écart entre les mains (Tucci, Felicio et al. 2017).

Les résultats de cette étude montrent que le score normalisé moyen chez les sujets non douloureux est de  $0,32 \pm 0,05$  alors qu'il est de  $0,29 \pm 0,05$  chez les sujets douloureux. Cette différence significative ( $p = 0,013$ ) montre qu'il existe bien un lien entre l'endurance des muscles stabilisateurs du complexe scapulaire et la présence de douleurs à la nuque lors du cyclisme. Une étude antérieure a montré que la force musculaire cervicale et scapulaire ainsi que l'endurance scapulaire étaient diminuées chez les patients cervicalgiques. En revanche, les dyskinésies et l'intensité de la douleur ont augmenté par rapport aux patients asymptomatiques (Karaağaç, Arslan et al. 2023).

Ce lien est aussi confirmé par la différence significative trouvée dans cette étude entre les sous-groupes des hommes douloureux et non douloureux ( $p = 0,02$ ). Toutefois, cette différence n'est pas notable pour la comparaison entre les femmes douloureuse et non douloureuses ( $p = 0,123$ ).

Cependant, la capacité d'endurance d'un groupe musculaire se mesure en évaluant sa fatigabilité lors d'un mouvement répété ou d'une posture fixe. Le temps de récupération entre les séries de 45 secondes a été initialement conçu pour minimiser la fatigue pendant le test (Goldbeck and Davies 2000), alors que la résistance d'un groupe musculaire est généralement évaluée grâce à une tâche de fatigue (Degot, Blache et al. 2019). Une adaptation de ce test avec un temps de récupération plus court entre les essais pourrait donc être plus pertinent pour tester l'endurance de ce groupe musculaire.

Une différence significative ( $p = 0,042$ ) a également été démontrée par cette étude entre les scores normalisés des hommes ( $0,29 \pm 0,05$ ) et ceux des femmes ( $0,32 \pm 0,04$ ). Les scores normalisés réalisés par les 2 sexes sont supérieurs à la moyenne chez des sujets sédentaires ( $0,26$  pour les hommes et  $0,31$  pour les femmes), ce qui confirme que les sujets sportifs (ici cyclistes) ont un meilleur contrôle et une meilleure endurance de cette zone musculaire que les sujets sédentaires (Tucci, Martins et al. 2014).

Ces résultats montrent que les femmes ont, à priori, une meilleure stabilisation du complexe de l'épaule. Toutefois, ces résultats sont à nuancer en raison de la position initiale du test différente. En effet, les sujets féminins devaient poser les genoux au sol alors que les sujets masculins devaient avoir les jambes tendues en position de planche (Tucci, Martins et al. 2014). La position adoptée par les hommes augmente la charge sur les poignets, les coudes et les épaules (Roush, Kitamura et al. 2007) et peut être un biais dans les résultats du CKCUEST.

### 4.3 Interprétation du NEET

Le test d'endurance d'extension de la nuque (NEET) permet de mesurer la résistance des muscles extenseurs de la nuque en position statique. Durant la réalisation du test, la nuque est maintenue en position neutre. Cette position prolongée mesurant l'endurance des muscles extenseurs cervicaux se rapproche de la position prise par les cyclistes durant parfois de nombreuses heures sur leur vélo.

Lors du cyclisme sur route, et encore plus si le cycliste est à la recherche d'une position aérodynamique, la nuque se trouve en extension et non pas en position neutre. Les données ne sont pas tout à fait représentatives de la réelle capacité d'endurance de la région cervicale. Toutefois, il a été démontré que le moment de force ne variait que de 2% entre la position neutre et la position en extension (Harms-Ringdahl and Schüldt 1989). Les données d'endurance de cette étude en position neutre sont donc pratiquement identiques à celles qui auraient été obtenues en extension.

Les muscles extenseurs cervicaux et dorsaux agissent ensemble pour envelopper et stabiliser la colonne cervicale dans toutes les positions, en contrant les forces gravitationnelles (Alahmari, Reddy et al. 2019). Le test des extenseurs cervicaux n'étant cliniquement pas capable de différencier la capacité d'endurance des muscles extenseurs profonds par rapport aux muscles extenseurs superficiels (Kahlaee, Rezasoltani et al. 2017), le NEET mesure donc la capacité d'endurance globale des extenseurs cervicaux. Les principaux muscles testés ici sont donc les muscles profonds : *semispinalis cervicis* et *capitis, multifidus* ; mais également les muscles plus superficiels : *trapezius superior*, *splenius capitis* et *levator scapulae*.

Il existe différentes versions du NEET variant selon la charge ajoutée à la tête et le moyen de mesurer la fatigabilité de la musculature cervicale. Cette étude s'est basée sur la version du NEET la plus répandue dans la littérature (Edmondston, Wallumrød et al. 2008) où le poids ajouté était de 2kg. Il a été décidé de garder le poids de 2kg pour les participantes féminines mais de doubler celui (4kg) pour les participants masculins afin de diminuer le temps de réalisation du test (Halvorsen, Abbott et al. 2014). En effet, la force maximale d'extension cervicale masculine est supérieure à celle féminine (Suryanarayana and Kumar 2005). La comparaison des temps de maintien entre les hommes et les femmes n'est donc pas représentative car ces 2 groupes ne supportaient pas la même charge. Un système de lasers fixés sur la tête du patient a été utilisé pour permettre une précision dans les déviations et pertes de positions plus importantes (Juil, Langberg et al. 2013).

Cette étude met en avant la disparité marquée entre les cyclistes avec des douleurs à la nuque apparaissant lors du cyclisme (238,6 secondes  $\pm$  81,9) et ceux asymptomatiques (340,4 secondes  $\pm$  122,5). Cette différence est hautement significative ( $p = 0,002$ ). Cette constatation est confirmée par la présence d'écart notable également entre les sous-groupes ; entre les hommes douloureux et non-douloureux ( $p = 0,027$ ) ainsi qu'entre les femmes douloureuses et non-douloureuses ( $p = 0,022$ ). Ces valeurs divergent de celles analysées dans d'autres études (Tableau 12) (Parazza, Vanti et al. 2014). Cette divergence est expliquée par la variabilité des caractéristiques de l'échantillon. Toutes les études ne rajoutent pas de poids au test, la cause des douleurs varie et le sexe de l'échantillon est également différent.

*Tableau 12 : Comparaison entre les résultats du NEET de différentes études par rapport à cette recherche*

Auteur	Temps de maintien au NEET (s) et écart-type	Caractéristiques de la population symptomatique étudiée
<i>Recherche actuelle 2024</i>	252,5 $\pm$ 78,3	Hommes cyclistes Poids de 4kg
<i>Recherche actuelle 2024</i>	221,6 $\pm$ 87,5	Femmes cyclistes Poids de 2kg
<i>Parazza et al 2014</i>	246,73 $\pm$ 150	Pas de poids
<i>Edmondston et al 2008</i>	151,5 $\pm$ 71,4	Poids de 2kg
<i>Edmondston et al 2011</i>	Médiane : 165 Intervalle interquartile : 11-240	Femmes Poids de 2kg
<i>Lee et al 2005</i>	350,4 $\pm$ 199,3	Traités contre la douleur
<i>Lee et al 2005</i>	480,8 $\pm$ 167,8	Non traités contre la douleur

#### 4.4 Conclusions de la discussion

Pour conclure la discussion et l'interprétation des résultats de cette étude, une différence significative a été observée concernant l'endurance musculaire cervicale et scapulaire entre les cyclistes asymptomatiques et les cyclistes avec des douleurs à la nuque apparaissant uniquement lors du cyclisme. Ces corrélations confirment notre hypothèse initiale selon laquelle l'apparition de douleurs cervicales lors du cyclisme pourrait être en lien avec une endurance musculaire de la région cervicale et scapulaire plus restreinte.

Cette étude a également mis en avant que les douleurs à la nuque chez les cyclistes ne proviennent pas uniquement d'une faiblesse musculaire des extenseurs cervicaux de façon isolée. Ces douleurs peuvent aussi bien venir d'un déficit de force et de contrôle neuromoteur des muscles fléchisseurs cervicaux profonds ou encore d'une endurance des muscles stabilisateurs de l'omoplate plus faible. Ces dysfonctionnements « à distance » de la région postérieure de la nuque peuvent donc être une source supplémentaire de douleur dans la nuque et causer ces cervicalgies aux cyclistes.

Cependant, il est important de prendre en compte les cervicalgies ressenties par les cyclistes de façon multifactorielle, l'endurance musculaire cervicale n'étant qu'un facteur parmi d'autres.

## 4.5 Limites de l'étude

Pour analyser les résultats de manière adéquate, il est essentiel de considérer les diverses limitations énumérées dans la section suivante.

Tout d'abord, la taille de l'échantillon a été calculée statistiquement pour assurer une puissance statistique supérieure à 80% avec  $\alpha = 0,05$ . L'échantillon comprenait au total 40 participants dont 20 cyclistes douloureux lors du cyclisme et 20 cyclistes non douloureux (17 femmes et 23 hommes). Cependant, un échantillon plus important permettrait d'améliorer plus encore la précision des résultats et serait davantage représentatif.

Ensuite, le ratio de 50% de sujets avec douleurs et 50% sans douleur a été défini au préalable. La proportion de cervicalgie dans le cyclisme n'est pas représentative car le but de cette étude était de comparer les sujets avec et sans douleur à la nuque et non pas d'établir une prévalence de la pathologie dans ce sport.

Enfin, il existe d'autres facteurs qui pourraient contribuer à la performance physique et l'apparition de douleur à la nuque lors du cyclisme comme la météo, le sommeil du sportif, l'activité physique ou professionnelle de la personne en dehors du cyclisme ou encore les facteurs psychosociaux et personnels. Ces facteurs sont difficiles à prendre en compte et n'ont pas été considérés dans cette étude.

## 4.6 Orientation pour la suite de la recherche

Lors de l'analyse de résultats fournis par cette étude, les cyclistes signalant des douleurs cervicales pendant l'effort présentent une endurance musculaire plus restreinte. De nombreuses études ont démontré que les personnes souffrant de douleurs cervicales chroniques présentent des déficiences d'un point de vue structurel mais aussi fonctionnel au niveau des muscles extenseurs et fléchisseurs cervicaux profonds (Schomacher and Falla 2013).

En conséquence, des programmes d'exercices thérapeutiques efficaces ont été développés pour traiter ces problèmes. Différents chercheurs ont proposé des programmes de rééducation pour les muscles fléchisseurs cervicaux profonds (Jull, Falla et al. 2009) et les muscles extenseurs cervicaux (Lin, Chang et al. 2018). Ces programmes se sont avérés utiles car ils améliorent la force et l'endurance des muscles cervicaux et diminuent l'intensité des douleurs chez les patients avec des douleurs cervicales mécaniques chroniques (Suvarnnato, Puntumetakul et al. 2019). Il serait intéressant de savoir si ces programmes de rééducation s'appliquent également à des sujets non chroniques comme c'est le cas dans cette étude. Un programme spécifique au cyclisme pourrait être mis en place pour tester la réponse des cyclistes à ce type de solution contre leurs douleurs à la nuque.

Les tests ont été réalisés à distance des périodes de cervicalgie. Les participants ne pouvaient pas avoir roulé à vélo dans les 24h avant leur participation à cette étude. Les résultats des 3 tests auraient probablement été différents si les évaluations s'étaient déroulées directement après une sortie à vélo (d'une durée prédéfinie pour homogénéiser les participants). Il serait enrichissant de comparer les données de cette étude avec celles collectées directement après un effort afin d'analyser plus précisément le comportement des douleurs ressenties lors du cyclisme sur route.

## 5 Conclusion

L'objectif de cette étude expérimentale était d'approfondir la compréhension des mécanismes physiopathologiques des douleurs cervicales chez les cyclistes apparaissant pendant l'effort, en se concentrant spécifiquement sur l'endurance musculaire des muscles extenseurs et stabilisateurs cervicaux parmi une population de cyclistes amateurs. L'hypothèse avancée dans cette étude a été confirmée, affirmant que l'apparition de douleurs au niveau de la nuque pendant les sorties à vélo des cyclistes était corrélée avec la présence d'une musculature cervicale affaiblie ou mal entraînée. En effet, les résultats de cette étude ont montré que les cyclistes ayant des cervicalgies uniquement lors du cyclisme ont une endurance musculaire cervicale significativement plus faible que les cyclistes asymptomatiques. Cette étude a pu objectiver un déficit d'endurance des muscles extenseurs cervicaux, fléchisseurs cervicaux profonds ainsi que stabilisateurs de l'omoplate parmi les sujets symptomatiques.

La mise en œuvre d'un programme d'exercices thérapeutiques ciblés sur le renforcement musculaire spécifique au cyclisme semble être la meilleure solution pour compenser ce déficit d'endurance musculaire.

Les conclusions de cette étude appellent à la mise en place de recherches supplémentaires visant à préciser ce déficit d'endurance et à évaluer les cyclistes dans des conditions réelles d'entraînements ou de compétitions.

## 6 Bibliographie

Aafreen, A., et al. (2023). "Neck Health Metrics and Quality of Life: A Comparative Study in Bike Drivers with and without Neck Pain." J Multidiscip Healthc **16**: 3575-3584.

Alahmari, K., et al. (2019). "Intra and Inter-Rater Reliability for Deep Neck Flexor and Neck Extensor Muscle Endurance Tests in Subjects with and without Subclinical Neck Pain." Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin **58**: 310-316.

Araujo, F. X., et al. (2020). "Measurement Properties of the Craniocervical Flexion Test: A Systematic Review." Phys Ther **100**(7): 1094-1117.

Asplund, C., et al. (2005). "Neck and Back Pain in Bicycling." Current sports medicine reports **4**: 271-274.

Biering-Sørensen, F. (1984). "A one-year prospective study of low back trouble in a general population. The prognostic value of low back history and physical measurement." Danish medical bulletin **31**: 362-375.

Cagnie, B., et al. (2007). "Individual and work related risk factors for neck pain among office workers: a cross sectional study." Eur Spine J **16**(5): 679-686.

Cholewicki, J., et al. (1997). "Stabilizing Function of Trunk Flexor-Extensor Muscles Around a Neutral Spine Posture." Spine **22**(19).

Cools, A. M., et al. (2014). "Rehabilitation of scapular dyskinesia: from the office worker to the elite overhead athlete." Br J Sports Med **48**(8): 692-697.

De Bernardo, N., et al. (2012). "Incidence and risk for traumatic and overuse injuries in top-level road cyclists." Journal of Sports Sciences **30**(10): 1047-1053.

Degot, M., et al. (2019). "Intrarater reliability and agreement of a modified Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test." Phys Ther Sport **38**: 44-48.

Edmondston, S. J., et al. (2008). "Reliability of isometric muscle endurance tests in subjects with postural neck pain." J Manipulative Physiol Ther **31**(5): 348-354.

Eltayeb, S., et al. (2009). "Work Related Risk Factors for Neck, Shoulder and Arms Complaints: A Cohort Study Among Dutch Computer Office Workers." Journal of Occupational Rehabilitation **19**(4): 315-322.

Falla, D., et al. (2011). "Association between intensity of pain and impairment in onset and activation of the deep cervical flexors in patients with persistent neck pain." Clin J Pain **27**(4): 309-314.

Falla, D. L., et al. (2004). "Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test." Spine (Phila Pa 1976) **29**(19): 2108-2114.

Fransoo, P. (2007). "Importance du renforcement des fléchisseurs de nuque." Kinésithérapie, la Revue **7**(72): 42-48.

G., C. A. W., et al. (1995). "An Epidemiological Analysis of Overuse Injuries Among Recreational Cyclists." International Journal of Sports Medicine **16**: 201 - 206.

Gkrilias, P., et al. (2018). Musculoskeletal disorders among Greek competitive road cyclists.

Goldbeck, T. G. and G. J. Davies (2000). "Test-Retest Reliability of the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test: A Clinical Field Test." Journal of Sport Rehabilitation **9**(1): 35-45.

Halvorsen, M., et al. (2014). "Endurance and fatigue characteristics in the neck muscles during sub-maximal isometric test in patients with cervical radiculopathy." Eur Spine J **23**(3): 590-598.

Harms-Ringdahl, K. and K. Schüldt (1989). "Maximum neck extension strength and relative neck muscular load in different cervical spine positions." Clin Biomech (Bristol, Avon) **4**(1): 17-24.

Javdaneh, N., et al. (2021). "Focus on the Scapular Region in the Rehabilitation of Chronic Neck Pain Is Effective in Improving the Symptoms: A Randomized Controlled Trial." J Clin Med **10**(16).

Jull, G., et al. (2004). "Impairment in the cervical flexors: a comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients." Man Ther **9**(2): 89-94.

Jull, G. A., et al. (2009). "The effect of therapeutic exercise on activation of the deep cervical flexor muscles in people with chronic neck pain." Man Ther **14**(6): 696-701.

Jull, G. A., et al. (2008). "Clinical assessment of the deep cervical flexor muscles: the craniocervical flexion test." J Manipulative Physiol Ther **31**(7): 525-533.

- Juul, T., et al. (2013). "The intra- and inter-rater reliability of five clinical muscle performance tests in patients with and without neck pain." BMC musculoskeletal disorders **14**(1): 339.
- Kahlaee, A. H., et al. (2017). "Is the clinical cervical extensor endurance test capable of differentiating the local and global muscles?" Spine J **17**(7): 913-921.
- Karaağaç, A., et al. (2023). "Assessment of pain, scapulothoracic muscle strength, endurance and scapular dyskinesis in individuals with and without nonspecific chronic neck pain: A cross-sectional study." J Bodyw Mov Ther **35**: 261-267.
- Kim, S. R., et al. (2016). "Correlation among scapular asymmetry, neck pain, and neck disability index (NDI) in young women with slight neck pain." J Phys Ther Sci **28**(5): 1508-1510.
- Koning, C., et al. (2008). "Clinimetric evaluation of methods to measure muscle functioning in patients with non-specific neck pain: A systematic review." BMC musculoskeletal disorders **9**: 142.
- Lane, J. and R. Cuthbert (2017). "The prevalence of non-traumatic musculoskeletal injuries in non-professional road cyclists." Physiotherapy **103**: e34.
- Lee, H., et al. (2005). "Neck Muscle Endurance, Self-Report, and Range of Motion Data From Subjects With Treated and Untreated Neck Pain." Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics **28**(1): 25-32.
- Lin, I. H., et al. (2018). "Progressive shoulder-neck exercise on cervical muscle functions in middle-aged and senior patients with chronic neck pain." Eur J Phys Rehabil Med **54**(1): 13-21.
- Mayoux-Benhamou, M. A., et al. (1997). "Selective electromyography of dorsal neck muscles in humans." Experimental Brain Research **113**(2): 353-360.
- Mayoux-Benhamou, M. A., et al. (1994). "Longus colli has a postural function on cervical curvature." Surgical and radiologic anatomy : SRA **16**(4): 367-371.
- Mayoux-Benhamou, M. A., et al. (1994). "Longus colli has a postural function on cervical curvature." Surgical and radiologic anatomy : SRA **16**(4): 367-371.
- Moon, S. E. and Y. K. Kim (2023). "Neck and Shoulder Pain with Scapular Dyskinesis in Computer Office Workers." Medicina (Kaunas) **59**(12).
- Nordin, M. and V. H. Frankel (2013). Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System.

Nuzzo, J. L. (2023). "Narrative Review of Sex Differences in Muscle Strength, Endurance, Activation, Size, Fiber Type, and Strength Training Participation Rates, Preferences, Motivations, Injuries, and Neuromuscular Adaptations." The Journal of Strength & Conditioning Research **37**(2).

O'Leary, S., et al. (2009). "Muscle dysfunction in cervical spine pain: implications for assessment and management." J Orthop Sports Phys Ther **39**(5): 324-333.

Oznl Pekiyaa, N., et al. (2014). "[The relationship between scapular dyskinesia, pain, range of motion, and flexibility in patients with neck and shoulder problems]." Agri **26**(3): 119-125.

Panjabi, M. M. (1992). "The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement." J Spinal Disord **5**(4): 383-389; discussion 397.

Parazza, S., et al. (2014). "The relationship between cervical flexor endurance, cervical extensor endurance, VAS, and disability in subjects with neck pain." Chiropr Man Therap **22**(1): 10.

Pontillo, M., et al. (2014). "Prediction of in-season shoulder injury from preseason testing in division I collegiate football players." Sports Health **6**(6): 497-503.

Prakash, N., et al. (2023). "Effect of Scapula Focused Interventions on Pain and Disability in Neck Pain with Mobility Deficits- Protocol for a Single Blinded Randomized Controlled Trial." Rev Recent Clin Trials **18**(4): 282-287.

Romeo, A., et al. (2022). "Reliability, Validity, and Responsiveness of the Craniocervical Flexion Test in People Who Are Asymptomatic and Patients With Nonspecific Neck Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis." Physical Therapy **102**(7).

Roush, J. R., et al. (2007). "Reference Values for the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST) for Collegiate Baseball Players." N Am J Sports Phys Ther **2**(3): 159-163.

Saęlam, G. and H. Telli (2022). "The prevalence of scapular dyskinesia in patients with back, neck, and shoulder pain and the effect of this combination on pain and muscle shortness." Agri **34**(2): 100-108.

Schiaffino, S. and C. Reggiani (2011). "Fiber types in mammalian skeletal muscles." Physiol Rev **91**(4): 1447-1531.

Schomacher, J. and D. Falla (2013). "Function and structure of the deep cervical extensor muscles in patients with neck pain." Man Ther **18**(5): 360-366.

Schwellnus, M. and W. Derman (2014). "Common injuries in cycling: Prevention, diagnosis and management." South African Family Practice **47**: 14-19.

Scoz, R., et al. (2021). "Discomfort, pain and fatigue levels of 160 cyclists after a kinematic bike-fitting method: An experimental study." BMJ Open Sport & Exercise Medicine **7**: e001096.

Shaw, J., et al. (2023). "Understanding the Biering-Sørensen test: contributors to extensor endurance in young adults with and without low back pain." medRxiv.

Silberman, M. (2013). "Bicycling Injuries." Current sports medicine reports **12**: 337-345.

Sommerich, C., et al. (2001). "Use of surface electromyography to estimate neck muscle activity." Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology **10**: 377-398.

Sommerich, C. M., et al. (2000). "Use of surface electromyography to estimate neck muscle activity." J Electromyogr Kinesiol **10**(6): 377-398.

Suryanarayana, L. and S. Kumar (2005). "Quantification of isometric cervical strength at different ranges of flexion and extension." Clinical Biomechanics **20**(2): 138-144.



Suvarnato, T., et al. (2019). "Effect of specific deep cervical muscle exercises on functional disability, pain intensity, craniovertebral angle, and neck-muscle strength in chronic mechanical neck pain: a randomized controlled trial." J Pain Res **12**: 915-925.

Tucci, H. T., et al. (2017). "Biomechanical Analysis of the Closed Kinetic Chain Upper-Extremity Stability Test." Journal of Sport Rehabilitation **26**(1): 42-50.

Tucci, H. T., et al. (2014). "Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability test (CKCUES test): a reliability study in persons with and without shoulder impingement syndrome." BMC musculoskeletal disorders **15**(1): 1.

## 7 Annexes

### 7.1 Annexe 1 : Information au participant et formulaire de consentement

CEHF-FORM-129-2.0	Format DIC : ICF - étudiants et paramédicaux Information au participant	
	Format DIC : ICF - étudiants et paramédicaux  Information au participant	
CEHF-FORM-129-2.0		Commission d'éthique hospitalo-facultaire  Date d'application : 21/11/2023

**INFORMATION AU PARTICIPANT**

**Lien entre les douleurs cervicales lors du cyclisme sportif sur route et l'endurance des muscles stabilisateurs et extenseurs de la région cervicale**

Vous êtes invité(e) à participer de façon volontaire à une expérimentation. Avant d'accepter d'y participer, il est important de lire ce formulaire qui en décrit l'objectif et les modalités pratiques. Vous avez le droit de poser à tout moment des questions en rapport avec cette expérimentation.

**Objectif et description de l'expérimentation**

Il s'agit d'une expérimentation qui devrait inclure 40 participants en Belgique. L'objectif de cette expérimentation consiste à étudier le lien entre les douleurs dans la région cervicale que ressentent certains cyclistes et la fonction des muscles stabilisateurs et extenseurs de la colonne cervicale. Si vous acceptez de participer à cette expérimentation, il vous sera demandé de remplir un questionnaire reprenant des informations sur votre pratique sportive ainsi que de réaliser 3 tests d'endurance musculaire. Un test pour les fléchisseurs crano-cervicaux, un test pour le dentelé antérieur et un test les extenseurs cervicaux.

Il vous sera demandé de participer à l'expérimentation durant seulement une séance qui durera entre 30 et 45 minutes.

**Promoteur de l'expérimentation/enquête**

Le promoteur de l'expérimentation est l'Université Catholique de Louvain, Place de l'Université, 1 à 1348 Louvain-la-Neuve – UCLouvain.

**Participation volontaire**

Votre participation à cette expérimentation est entièrement volontaire et vous avez le droit de refuser d'y participer. Vous avez également le droit de vous retirer de l'expérimentation à tout moment, sans en préciser la raison, même après avoir signé le formulaire de consentement. Vous n'aurez pas à fournir de raison au retrait de votre consentement à participer ; toutefois, les données collectées jusqu'à l'arrêt de la participation à l'expérimentation font partie intégrante de celle-ci. Votre refus de participer à cette expérimentation n'entraînera pour vous aucune pénalité.

imprimé le 21/11/2023 Page 1

**Bénéfices et risques**

Nous ne pouvons vous assurer que si vous acceptez de participer à cette expérimentation, vous tirerez personnellement un quelconque bénéfice direct de votre participation.

Cependant, les informations obtenues grâce à cette étude peuvent contribuer à une meilleure connaissance de la cause des douleurs provoquées cervicales dues au cyclisme chez certains sportifs.

**Assurance**

Si vous ou vos ayants droit (famille) subissez un dommage lié à cette expérimentation, ce dommage sera indemnisé par le promoteur de l'étude conformément à la loi relative aux expérimentations sur la personne humaine du 7 mai 2004. Vous ne devez prouver la faute de quiconque.

Noms et coordonnées de l'assureur :

MS AMLIN INSURANCE SE

Boulevard du Roi Albert II, 37 à 1030 Bruxelles

Numéro de police d'Assurance : LXX111372

**Protection de la vie privée**

Les sujets seront anonymisés sous la forme d'un numéro attribué dès le début de l'expérience dans notre base de données ainsi que pour l'évaluateur. L'identité et la participation des sujets, à l'expérimentation, demeureront strictement confidentielles conformément aux lois belges du 30 juillet 2018 relative à la protection de la vie privée et du 22 août 2002 relative aux droits du patient ainsi que par la réglementation européenne (règlementation générale européenne sur la protection des données à caractère personnel [RGPD] du 25 mai 2018) en vigueur. Vous ne serez pas identifié(e) par votre nom ni d'aucune autre manière reconnaissable dans aucun des dossiers, résultats ou publications en rapport avec l'étude. Les données en rapport avec l'étude seront analysées par le mémorant (Tom Goudemant) et seront conservées jusqu'à la fin de la rédaction et de la présentation du mémoire.

La protection des données personnelles est assurée par la loi du 30 juillet 2018 relative à la protection de la vie privée et par les réglementations européennes (règlementation générale européenne sur la protection des données à caractère personnel [RGPD] du 25 mai 2018) et belges en vigueur.

Selon le RGPD, vous disposez d'un droit de regard sur le traitement de vos données. Si vous avez des questions à ce sujet, vous pouvez contacter le responsable de la protection des données du centre d'étude à l'adresse suivante : [privacy@uclouvain.be](mailto:privacy@uclouvain.be)

En cas de plainte concernant le mode de traitement de vos données, vous pouvez contacter l'Autorité Belge de Protection des Données : Rue de la Presse 35 - 1000 Bruxelles - Tél. : 02 274 48 00 - e-mail : [contact@apd-gba.be](mailto:contact@apd-gba.be)

**Comité d'éthique**

Cette expérimentation est évaluée par un comité d'éthique indépendant, à savoir le Comité d'Éthique Hospitalo-Facultaire Saint-Luc – UCLouvain , qui a émis un avis favorable le 21/11/2023.

**Personnes à contacter si vous avez des questions à propos de l'expérimentation**

Si vous estimez avoir subi un dommage lié à l'expérimentation ou si vous avez des questions, voulez donner un avis ou exprimer des craintes à propos de l'expérimentation ou à propos de vos droits en tant que patient participant à une étude clinique, maintenant, durant ou après votre participation, vous pouvez contacter :

Responsable de l'étude : Tom Goudemant

Email : [tom.goudemant@student.uclouvain.be](mailto:tom.goudemant@student.uclouvain.be)

Téléphone : +32 485 71 41 06

Investigateur principal : Laurent Pitance

Email : [laurent.pitance@uclouvain.be](mailto:laurent.pitance@uclouvain.be)

Téléphone : +32 2/ 733 97 47

Pour la gestion des plaintes non résolues par l'investigateur, vous pouvez contacter comme médiateur le Comité d'Éthique :

E-mail : [commission.ethique-saintluc@uclouvain.be](mailto:commission.ethique-saintluc@uclouvain.be)

---

### FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ECLAIRE AU PARTICIPANT

1. Je soussigné(e) (NOM, Prénom(s)), .....  
déclare avoir lu l'information qui précède et accepter de participer à l'expérimentation sur le
- « Lien entre les douleurs cervicales lors du cyclisme sportif sur route et l'endurance des muscles stabilisateurs et extenseurs de la région cervicale »**
2. On m'a remis une copie de ce formulaire de consentement éclairé signé et daté, ainsi que de la note d'information destinée au participant. J'ai reçu une explication concernant la nature, le but, la durée de l'expérimentation et j'ai été informé(e) de ce qu'on attend de ma part. On m'a donné le temps et l'occasion de poser des questions sur l'expérimentation; toutes mes questions ont reçu une réponse satisfaisante.
3. J'ai été informé(e) de l'existence d'une assurance.
4. Je sais que cette expérimentation a été soumise et approuvée par le Comité d'Ethique Hospitalo-Facultaire Saint-Luc - UCLouvain.
5. Je suis libre de participer ou non, de même que d'arrêter l'expérimentation à tout moment sans qu'il soit nécessaire de justifier ma décision et sans que cela n'entraîne le moindre désavantage.
6. En signant ce document, j'autorise l'utilisation des données me concernant dans le respect de
- la loi belge du 30 juillet 2018 relative à la protection de la vie privée ;
  - la loi du 7 mai 2004 relative à l'expérimentation sur la personne humaine ;
  - les réglementations européennes (réglementation générale européenne sur la protection des données à caractère personnel [RGPD] du 25 mai 2018) et belges en vigueur.
7. Je n'ai subi aucune pression physique ni psychologique induite pour ma participation à l'expérimentation.
8. Je consens de mon plein gré à participer à cette expérimentation.

.....

...../...../20.....

Nom, prénom et Signature

Date (jour/mois/année)

du (de la) *participant(e)*

Je, soussigné, Mme/Mlle/M. (NOM, Prénoms) ..... confirme que j'ai expliqué la nature, le but et la durée de l'enquête au participant mentionné(e) ci-dessus.

.....

...../...../20.....

Signature de la personne qui procure l'information

Date (jour/mois/année)

## 7.2 Annexe 2 : Avis favorable du Comité d’Ethique Hospitalo-Facultaire



Université Catholique de Louvain  
Faculté de médecine



### Comité d’Éthique Hospitalo-Facultaire

Bruxelles, ce 21 novembre 2023

*A l’investigateur responsable:*

**M. Laurent PITANCE**

FSM

Pasteur Avenue Mounier 53/B1.53.07

1200 Woluwe-Saint-Lambert

*Cc : A l’étudiant :*

tom.goudemant@student.uclouvain.be

#### **AVIS FAVORABLE DEFINITIF**

**Concerne : 2023/24OCT/425**

**N° Protocole : MASTER**

**Acronyme : n/a**

**Intitulé :** Lien entre les douleurs cervicales lors du cyclisme sportif sur route et l’endurance des muscles stabilisateurs et extenseurs de la région cervicale.

Cher Collègue,

Le Comité d’Éthique Hospitalo-Facultaire Saint-Luc - UCL a pris connaissance de l’étude susmentionnée. Nous avons examiné l’ensemble des documents concernant cette étude, y compris les documents modifiés suite aux remarques :

- Formulaire de Soumission Mémoire, reçu le 20/10/2023
- Protocole, Version 2 datée du 08/11/2023
- Résumé en français, reçu le 20/10/2023
- Document d’information et de consentement participant, version 2 datée du 08/11/2023
- Annexe 1 - Questionnaire anamnèse, reçu le 20/10/2023
- Affiche - Participation étude des cervicalgies dans le cyclisme, reçu le 09/11/2023
- Certificat d’assurance Amlin, daté du 20 octobre 2023
- Questionnaire 1 RGD, reçu le 20/10/2023
- CVs datés et signés du PI + co-PI, reçus le 20 et le 25/10/2023
- Document de réponse à l’avis provisoire du CEHF, reçu le 09/11/2023

En tant que comité d’éthique principal désigné par le promoteur (unique en Belgique), selon les directives de la loi du 07 mai 2004, nous donnons un avis favorable définitif à ce projet.

Nous rappelons à l’investigateur qu’il est personnellement responsable de cette étude et au promoteur qu’il est responsable de la conformité linguistique des formulaires d’information et de consentement.

Aucun participant ne peut être admis dans une expérimentation ou un essai clinique avant que le comité d’éthique (IRB/IEC) n’ait donné un avis écrit favorable au projet.

Aucune modification ni changement au protocole ne peut être mis en route sans l’approbation préalable écrite du comité d’éthique à l’amendement approprié excepté les situations prévues dans les bonnes pratiques cliniques (BPC/GCP).

Promenade de l’Alma 51 bte B1.43.03 - 1200 Bruxelles  
Tél. : 02/764.55.14

E-mail : [commission.ethique-saintluc@uclouvain.be](mailto:commission.ethique-saintluc@uclouvain.be)

Page 1 sur 2  
CEHF-FORM-076\_v2

**Comité d'Éthique Hospitalo-Facultaire**

Le comité d'éthique principal déclare qu'il procède selon les directives ICH/GCP, les lois et règlements applicables, et ses propres procédures écrites.

Le comité d'éthique principal déclare qu'aucun de ses membres ayant une affiliation avec l'étude ou le sponsor n'a voté pour cette étude.

Une liste des membres actuels est jointe en annexe.

Le comité d'éthique principal sera continuellement informé de tous les SUSAR et déviations liés à ce protocole et qui se sont produits en Belgique.

Le comité d'éthique sera également informé du statut de l'étude sur base continue (comme requis par les directives ICG-GCP 4.10.1).

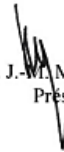
Nous vous prions d'agréer, cher Collègue, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

P.O Mme I. de HEMPTINNE  
Membre CEHF



Pde P.uynt

Prof. J.-M. MALOTEAUX  
Président



### 7.3 Annexe 3 : Questionnaire pour les participants « sains »

#### **Questionnaire pour les participants « sains »**

Vous êtes ?

- Un homme
- Une femme
- Autre : .....

Quel âge avez-vous ? .....

Quelle est votre taille ? .....

Pratiquez-vous d'autre(s) sport(s) que le cyclisme sur route ?

- Oui
- Non

Si oui, le(s)quel(s) : .....

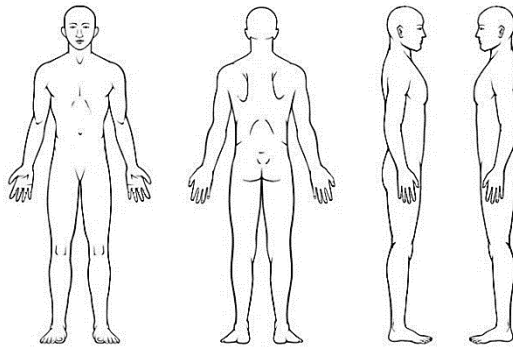
Combien d'heures par semaine pratiquez-vous le cyclisme sur route ?

.....

Ressentez-vous d'autres douleurs (autres que dans la région cervicale) lors du cyclisme sur route ?

- Oui
- Non

Si oui, à quel(s) endroit(s) :  
(indiquer sur le dessin)



## 7.4 Annexe 4 : Questionnaire pour les participants « cervicalgiques lors du cyclisme »

### **Questionnaire pour les participants « cervicalgiques lors du cyclisme »**

Vous êtes ?

- Un homme                       Une femme                       Autre : .....

Quel âge avez-vous ? .....

Quelle est votre taille ? .....

Pratiquez-vous d'autre(s) sport(s) que le cyclisme sur route ?

- Oui                                       Non

Si oui, le(s)quel(s) : .....

Combien d'heures par semaine pratiquez-vous le cyclisme sur route ?

.....

Après combien de temps les douleurs cervicales apparaissent-elles lors du cyclisme sur route ?

- 0 à 15 minutes                       1 à 2 heures  
 15 à 30 minutes                       + de 2 heures  
 30 minutes à 1 heure

Les douleurs ressenties lors du cyclisme sur route disparaissent-elles en cours d'activité ?

- Oui                                       Non

Si ces douleurs ne disparaissent pas lors de l'effort, après combien de temps les douleurs cervicales disparaissent-elles après l'arrêt du cyclisme sur route ?

- Directement à l'arrêt de l'activité  
 0 à 1 heure  
 1 à 4 heures  
 4 à 12 heures  
 + de 12 heures

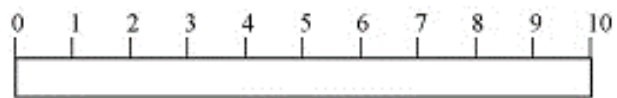
Ressentez-vous des douleurs cervicales similaires à celles ressenties lors du cyclisme sur route dans d'autres activités ?

Oui

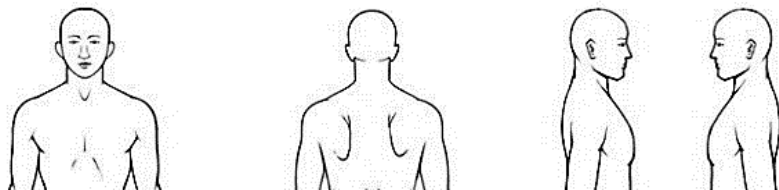
Non

Si oui, dans quelle(s) activité(s) : .....

Sur une échelle de 0 à 10, à combien évalueriez-vous les douleurs cervicales ressenties lors du cyclisme ? (Indiquer sur le dessin)



Où sont localisées les douleurs cervicales ressenties lors du cyclisme sur route ? (Indiquer sur le dessin)

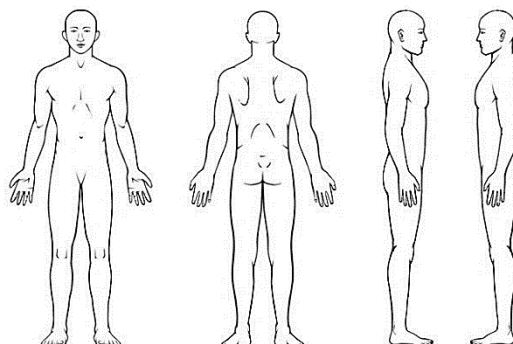


Ressentez-vous d'autres douleurs (autres que dans la région cervicale) lors du cyclisme sur route ?

Oui

Non

Si oui, à quel(s) endroit(s) : (indiquer sur le dessin)



## 7.5 Annexe 5 : Résultats des tests

Numéro	D/ND	H/F	H/F - D/ND	CCFT	CKCUEST	CKCUEST normalisé	NEET
1	ND	H	HND	18	19	0,27	213
2	ND	F	FND	17	18,33	0,29	285
3	ND	H	HND	17	21,66	0,3	600
4	D	H	HD	15	17,66	0,24	225
5	ND	H	HND	20	19	0,28	276
6	D	F	FD	8	24	0,36	185
7	ND	H	HND	21	25,33	0,36	349
8	D	F	FD	19	17,66	0,28	382
9	D	H	HD	16	17,66	0,25	291
10	ND	H	HND	7	26,33	0,39	340
11	D	H	HD	15	19	0,28	207
12	ND	H	HND	22	25	0,35	285
13	D	H	HD	21	24	0,36	161
14	D	H	HD	6	17,66	0,24	159
15	ND	H	HND	16	22,66	0,31	296
16	ND	H	HND	5	14,66	0,21	295
17	D	F	FD	9	19,66	0,31	305
18	ND	H	HND	23	22	0,33	331
19	ND	H	HND	14	17,66	0,24	285
20	D	H	HD	8	21	0,29	237
21	D	H	HD	.	16,67	0,24	220
22	D	F	FD	12	20,67	0,31	203
23	D	H	HD	17	23,33	0,31	250
24	ND	H	HND	19	26,67	0,37	246
25	D	H	HD	12	17	0,24	371
26	D	F	FD	12	26	0,39	229
27	D	H	HD	14	16,66	0,24	409
28	ND	F	FND	14	23,66	0,38	260
29	ND	H	HND	18	28,33	0,37	600
30	D	H	HD	7	20,66	0,28	247
31	D	F	FD	10	15	0,25	207
32	ND	F	FND	12	21	0,33	600
33	ND	F	FND	16	21,66	0,31	325
34	ND	F	FND	6	21,66	0,31	315
35	D	F	FD	5	16,66	0,25	258
36	D	F	FD	4	20,33	0,3	85
37	ND	F	FND	15	19,66	0,3	260
38	ND	F	FND	7	27,33	0,39	210
39	ND	F	FND	16	23,66	0,36	437
40	D	F	FD	14	20,66	0,33	140

## 7.6 Annexe 6 : Résultats du questionnaire

Numéro	H/F - D/ND	Age	Taille po	Apparition	Disparition	EVA	# heures
1	HND	22	70,87				5
2	FND	28	62,99				5
3	HND	33	72,44				4,5
4	HD	51	73,62	30-60	0-60	3	4,5
5	HND	52	68,90				7
6	FD	53	66,54	15-30	0-60	6	6
7	HND	55	70,08				5
8	FD	42	63,78	>120	0	7	8
9	HD	50	72,05	>120	0-60	3	5
10	HND	24	67,72				6
11	HD	38	66,93	30-60	0-60	6	4
12	HND	53	72,05				10
13	HD	20	66,93	60-120	0-60	8	20
14	HD	47	74,02	30-60	240-720	6	5
15	HND	45	72,05				5
16	HND	42	69,29				13
17	FD	47	63,39	30-60	0-60	6	3
18	HND	22	66,93				15
19	HND	52	72,44				5
20	HD	53	72,05	>120	240-720	3	6
21	HD	56	70,08	60-120	0	7	9,5
22	FD	59	66,54	60-120	0	4	3
23	HD	24	76,38	>120	>720	6	6
24	HND	29	72,44				6
25	HD	46	72,05	30-60	>720	6	5,5
26	FD	28	66,93	60-120	0	4	7
27	HD	23	70,47	60-120	60-240	3	7
28	FND	21	62,99				7
29	HND	22	76,77				3,5
30	HD	30	72,83	60-120	0-60	5	4
31	FD	29	60,24	>120	60-240	6	5
32	FND	59	64,57				5
33	FND	23	68,90				6
34	FND	23	69,69				5,5
35	FD	50	67,72	>120	0-60	5	6
36	FD	21	67,32	>120	240-720	6	4
37	FND	20	64,57				4
38	FND	22	70,08				9
39	FND	26	65,75				8
40	FD	48	63,39	60-120	0-60	5	4



## Abstract

**Introduction :** En cyclisme, les plaintes non traumatiques les plus fréquentes sont les douleurs à la nuque. Diverses approches ont été explorées pour soulager ces douleurs mais l'endurance musculaire cervicale n'a pas été spécifiquement étudiée. Or, les muscles du cou jouent un rôle majeur dans la stabilité posturale. Un manque d'endurance dans cette région peut contribuer aux cervicalgies.

**Objectif :** Cette étude vise à observer s'il existe une corrélation entre la survenue de cervicalgies chez les cyclistes sur route et un déficit d'endurance des muscles cervicaux.

**Méthode :** 40 cyclistes ont été répartis en 2 groupes : 20 sans symptômes et 20 présentant des cervicalgies uniquement pendant le cyclisme. Ils ont rempli un questionnaire sur leur pratique sportive et leurs douleurs, puis ont passé 3 tests évaluant l'endurance musculaire cervicale : le CCFT, le CKCUEST et le NEET. Les résultats ont été comparés entre les groupes.

**Résultats :** Une différence significative au niveau de l'endurance musculaire cervicale a été observée entre les 2 groupes dans les 3 tests.

**Conclusion :** L'apparition de cervicalgies durant le cyclisme est associée à une endurance réduite des muscles cervicaux. Ce déficit d'endurance a été constaté pour les muscles extenseurs cervicaux, les fléchisseurs cervicaux profonds et les stabilisateurs de l'omoplate. Il serait intéressant d'évaluer les cyclistes dans des conditions réelles et de développer un programme de renforcement musculaire axé sur les cervicales.