



HAL
open science

L'utilisation de strap en regard des poulies des fléchisseurs des doigts est-elle un facteur protecteur de leur lésion chez les sportifs pratiquant l'escalade ?

Nicolas Marin

► To cite this version:

Nicolas Marin. L'utilisation de strap en regard des poulies des fléchisseurs des doigts est-elle un facteur protecteur de leur lésion chez les sportifs pratiquant l'escalade ?. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03976881

HAL Id: dumas-03976881

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03976881v1>

Submitted on 7 Feb 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**L'UTILISATION DE STRAP EN REGARD DES
POULIES DES FLECHISSEURS DES DOIGTS
EST-ELLE UN FACTEUR PROTECTEUR DE
LEUR LESION CHEZ LES SPORTIFS
PRATIQUANT L'ESCALADE ?**

MARIN Nicolas

Directeur de mémoire : Mme. Véronique SESE

Remerciements

Voilà j'y suis enfin.

Je n'aurais pas pu y arriver sans le soutien de ma mère, une personne formidable au cœur plus gros que la terre entière. Merci Maman. D'avoir cru en moi, de m'écouter, de me répondre et de me guider. Je t'aime.

Merci à Madame Caors, mon ange gardien de l'IFMK. Sans vous je ne serais pas là, nous le savons tous les deux.

Merci à Monsieur Sauvageon de m'avoir permis de continuer les études de kiné.

Merci à ma sœur qui a toujours pris de son temps pour me supporter, qui m'a proposé son aide lors de toutes les embuches que j'ai pu rencontrer. Merci le S.

Merci à ma famille pour leur soutien et leur patience, ça n'a pas pu être facile !

Merci à mes grands-parents de m'avoir permis d'avoir la tranquillité d'esprit nécessaire pour la rédaction de ce mémoire.

Merci à Jean Charles de m'avoir transmis la passion pour l'escalade, merci pour tes conseils et ta guidance, ainsi que ta patience et ta bienveillance.

Merci à Mathilde qui m'a aidé plus que ce que je n'aurais cru possible.

Merci à Léa aussi de m'avoir aidé à commencer.

Et merci à mes amis aussi, Clément Arthur Théo valou coco et tout.

Table des matières

INTRODUCTION	1
1.1 Définition	1
1.2 Anatomie	3
1.2.1 Généralités	3
1.2.2 Les muscles fléchisseurs	3
1.2.3 Les poulies	4
1.2.4. Biomécanique	5
1.2.5. Les contraintes exercées sur les poulies	6
1.2.6. Le seuil de rupture des poulies	6
1.3 Physiopathologie de la rupture de poulie	6
1.3.1. Les types de prises	7
1.3.2. La répartition des contraintes sur les poulies	7
1.3.3. En position arquée	7
1.3.4. En position tendue	8
1.3.5. Classification	8
1.2.6. Diagnostic	8
1.2.7 Traitement	9
1.4. Le strap	9
2. METHODE	12
2.1 Critères d'éligibilité des études	12
2.1.1 Schéma d'étude	12
2.1.2 Modèle PICO	12
2.2 Méthodologie de recherche des études	12
2.2.1 Sources documentaires	12
2.2.2 Équation de recherche	13
2.2.3 Critères d'inclusion	13
2.2.4. Critères d'exclusion	13
2.3 Méthodologie de recherche des études	14
2.3.1 Méthode de sélection des études	14
2.3.2 Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées	14
2.3.3 Extraction des données	15
2.3.4 Méthode de synthèse des résultats	16
3. RESULTATS	17
3.1. Description des études	17
3.2. Risque de biais des études incluses	23
3.2.1. Grille d'analyse utilisée	23
3.2.2. Synthèse des biais retrouvés	23

3.3. Effet de l'intervention.....	24
3.3.1. Biomechanical effectiveness of taping the A2 pulley in rock climbers.....	24
3.3.2. The effect of circumferential taping on flexor tendon pulley failure in rock climbers	25
3.3.3. Effects of finger taping on forearm muscle activation in rock climbers	25
3.3.4. Conclusion	25
4. DISCUSSION	26
4.1. Analyse des principaux résultats	26
4.1.1. Analyse de la population	26
4.1.2. Analyse de l'intervention.....	27
4.1.3. Analyse des critères de jugement.....	28
4.1.4. Analyse des résultats	29
4.1.5. Applicabilité des résultats cliniques	31
4.1.6. Qualité de preuve de la revue	31
4.1.7. Biais potentiels de la revue.....	32
5. CONCLUSION	33
6. LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES	35
7. BIBLIOGRAPHIE.....	36
8. ANNEXES.....	38

INTRODUCTION

J'ai commencé la pratique de l'escalade il y a plus de 2 ans, et au contact de pratiquants je me suis rendu compte que la lésion des poulies était la blessure la plus redoutée des grimpeurs. J'ai de nombreuses fois assisté à des descriptions de grands bruits lors de l'occurrence de la blessure, et je dois reconnaître que le caractère spectaculaire m'a fasciné.

L'escalade étant un sport qui se popularise à grande vitesse, de nombreuses salles ouvrent leur porte dans de plus en plus de secteurs, le niveau de pratique ne cesse d'augmenter, il me semble pertinent d'étudier si le strap, accessible à tous et à bas prix permet de prévenir la blessure la plus redoutée au sein de ce milieu.

Cette revue est réalisée sans aucun conflit d'intérêt.

1.1 Définition

L'escalade, parfois appelée grimpe, ou varappe (familier), est un sport récent (1980) qui se développe de plus en plus. Elle fait sa première apparition aux Jeux Olympique de Tokyo en 2021.

Elle consiste à progresser le long d'un mur, plus ou moins vertical pour atteindre en haut par un cheminement appelé voie ou itinéraire, avec ou sans l'aide de matériel.

Il en existe plusieurs disciplines, telles que l'escalade sportive, de bloc ou de vitesse.

L'escalade sportive se pratique sur des voies complètement équipées (avec des points d'ancrage). L'escalade sportive est la discipline mère. Elle demande un grand effort d'endurance. La difficulté est augmentée par la longueur de la voie ainsi que par la peur. Le vide derrière le grimpeur est très impressionnant, et cela pèse sur le mental (c'est ce que l'on appelle « Le gaz »).

Le bloc se pratique sans matériel d'assurage et à des hauteurs bien moindres (4m voire 5m tout au plus). C'est une discipline plus dynamique que l'escalade sportive, et c'est actuellement la plus accessible au grimpeur moyen. De plus en plus de salles ouvrent dans les villes, et cela permet plus de liberté que ce que demande l'organisation d'une séance d'escalade sportive. Le niveau de difficulté est quantifié de la même manière qu'en escalade sportive.

L'escalade de vitesse consiste à se hisser en haut d'une voie type, universelle et qui ne change jamais, le plus vite possible.

L'escalade permet de développer de nombreuses capacités physiques, telles que la force, la flexibilité, l'équilibre. Généralement, un individu est spécialisé dans une sous-discipline, chacun ciblant des qualités différentes (endurance, explosivité, sang-froid etc.). Cependant pour les jeux olympiques il a été accepté que la discipline « escalade » comprendrait les trois sous catégories ! Chaque sportif a donc dû se mettre au niveau des autres.

Ce sport par définition exerce des contraintes très importantes sur les mains, et plus spécifiquement les doigts. En effet, à partir d'un certain niveau de difficulté, il peut être attendu pour réaliser une ascension de se suspendre sur un doigt (prise mono doigt) !

Différents types de prise existent pour se saisir d'une saillie ou d'une proéminence rocheuse, il a été démontré que c'est en position arquée (crimp en anglais) que le plus de contraintes s'exercent sur les poulies (et plus particulièrement A2)[1].

Des blessures peuvent survenir, et plus particulièrement la lésion des poulies des tendons des muscles fléchisseurs des doigts (Figure 1). En effet selon le site de la médecine du sport, 26% des grimpeurs de

haut niveau présentent des signes de rupture de la poulie A2 du quatrième doigt, qui est le doigt le plus touché par cette lésion.

Les poulies sont des structures fibreuses inextensibles qui forment un canal appelé « gaine digitale du tendon du fléchisseur digital ». Elles maintiennent les tendons au contact de l'os, évitant l'effet de « corde d'arc » (ECA) lors de la flexion du doigt [2].

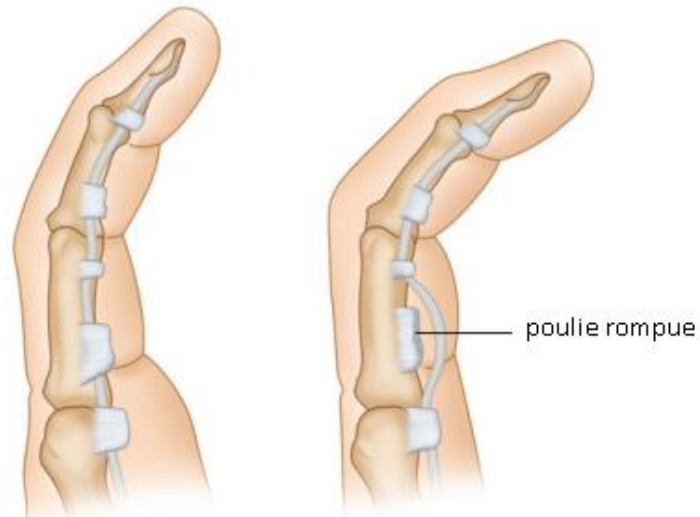


Figure 1 : Effet de la rupture de la poulie

Plusieurs paramètres sont à prendre en compte lors de la rupture de la poulie, tels que l'ECA, le seuil de rupture de la poulie (en Newton) ou encore l'activité musculaire des Fléchisseurs superficiel et profond des doigts (FSD et FPD).

De nombreux grimpeurs redoutent cette rupture, et sont très prompts à utiliser du strap dès l'apparition des premiers signes de douleur, ou simplement par acquis de confiance. Il pourrait être très intéressant de définir si le strap permet de diminuer le risque d'apparition de la rupture, et s'il le diminue, d'étudier la manière la plus optimale de l'appliquer.

Le strap est une technique de contention plus ou moins souple. C'est une bande adhésive plus ou moins élastique en fonction des effets recherchés.

Il peut être utilisé de manière préventive, en maintenant et limitant les mouvements d'une articulation (pour l'entorse de cheville par exemple, ou le tennis elbow).

Il est utile à visée thérapeutique. Il peut en effet aider à la résorption d'un œdème, limiter un mouvement, ou si appliqué en urgence il permet de limiter la coagulation. Il a aussi un aspect psychologique et rassurant.

Chez les grimpeurs, le strap n'est pas extensible lorsqu'utilisé sur les doigts car l'objectif est de maintenir le muscle près de l'os afin de ne pas exercer trop de contraintes sur les poulies. Nous allons donc étudier le bien-fondé de cette utilisation.

1.2 Anatomie

1.2.1 Généralités

Les doigts constituent l'extrémité distale du membre supérieur. Il y a l'index (D2) le majeur (D3) l'annulaire (D4) et l'auriculaire (D5). Ils sont constitués de 3 phalanges, une proximale P1, une intermédiaire P2 et une distale P3. Il y a donc 3 articulations :

- La métacarpo-phalangienne (MP) qui relie le métacarpe et la première phalange
- L'interphalangienne proximale (IPP) qui relie P1 à P2
- L'interphalangienne distale (IPD) qui relie P2 à P3.

Le pouce est constitué de deux phalanges et d'un métacarpe, avec une articulation MP et une interphalangienne.

1.2.2 Les muscles fléchisseurs

Les tendons des muscles fléchisseurs superficiel (FSD) et profond (FPD) des doigts prennent leur origine dans la loge antérieure de l'avant-bras.

Le muscle fléchisseur superficiel s'insère en proximal au niveau de l'épicondyle médial et le muscle fléchisseur profond au niveau du tiers supérieur de l'ulna, sur la membrane interosseuse antébrachiale et la face antéro-médiale du radius au-dessous de la tubérosité bicipitale.

Plusieurs tendons sont issus de ces deux muscles. Il y en a quatre pour le fléchisseur profond et quatre pour le fléchisseur superficiel, chaque doigt étant le lieu d'insertion d'un tendon de chaque muscle.

Chaque tendon passe par un canal ostéo fibreux à la face antérieure des phalanges.

Ce canal digital permet de nourrir le tendon grâce au liquide synovial, et de le maintenir en contact avec le plan osseux sous-jacent.

Au niveau de la phalange proximale, le tendon du fléchisseur profond passe entre les deux hémi-tendons du fléchisseur superficiel qui s'insèrent au niveau la base de la phalange intermédiaire. Le tendon fléchisseur profond se termine au niveau de la face antérieure de la base de la phalange distale (Fig 2).

Le muscle fléchisseur superficiel des doigts est innervé par une branche collatérale du nerf médian. Sa contraction entraîne la flexion de la deuxième phalange sur la première, et par extension de la première phalange sur le métacarpien.

Le muscle fléchisseur profond des doigts est innervé pour ses deux chefs latéraux par le nerf médian, et pour les deux chefs médiaux par le nerf ulnaire. Sa contraction entraîne une flexion isolée de la troisième phalange sur la deuxième phalange, et par extension la flexion de la deuxième et de la troisième aussi.[3]

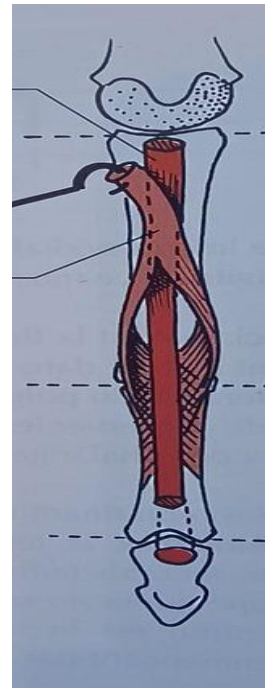


Figure 2 – insertions distales du FCS ET FCP (Dufour)

1.2.3 Les poulies

Les poulies maintiennent en permanence les tendons au contact du squelette de manière à éviter le phénomène de corde d'arc lors de la flexion du doigt tel que l'indiquait déjà Leonard De Vinci [4] (Figure 3).

L'effet de corde d'arc (ECA) peut être défini par la distance séparant les tendons des muscles FPD et FSD, et par la résultante des forces exercées dans cette direction. On peut le palper au niveau de l'articulation interphalangienne proximale In Vivo lors de la flexion contre résistance en prise arquée [5].

Les poulies correspondent à des bandes de tissu fibreux, d'épaisseur, de largeur et de configuration variables, renforçant la gaine synoviale. Nous pouvons les retrouver à la face antérieure des phalanges, et elles sont constituées de 3 feuillets :

- Le premier, feuillet pariétal,
- Le deuxième, constitué de collagène et de fibroblastes,
- Et le troisième, très vascularisé.



Figure 3 : phénomène de corde d'arc

Doyle distingue cinq poulies annulaires et trois poulies cruciformes (Fig 4)

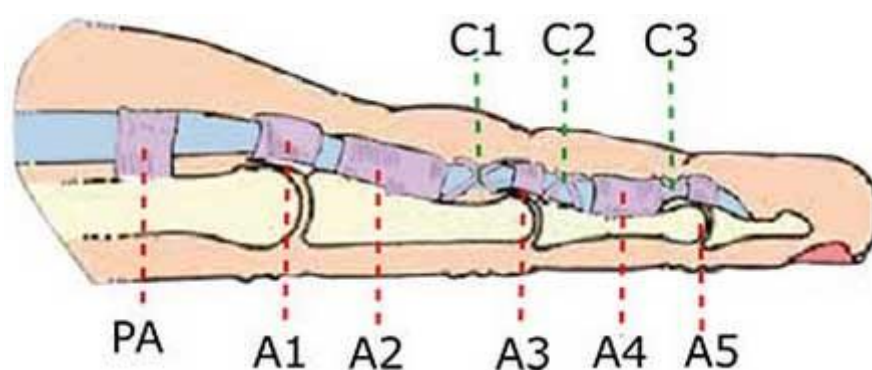


Figure 4 : les 5 poulies annulaires et 3 cruciformes (médecine des arts)

Les poulies A1 et A2 sont localisées au niveau de la face antérieure de l'articulation MP (A1) et sur la portion proximale de la première phalange P1 (A2).

La poulie A3 est en regard de la face antérieure de l'IPP, la poulie A4 en regard de la partie moyenne de la phalange intermédiaire P2, et la poulie A5 se situe au niveau de la face antérieure de l'articulation interphalangienne distale (IPD).

Les poulies cruciformes sont obliques d'un bord à l'autre de la phalange.

C1 est à la face antérieure de la diaphyse de P1.

C2 se situe au niveau de la partie proximale de P2 et C3 à la partie distale de P2.

Sur le plan biomécanique, le rôle principal des poulies est d'empêcher le décollement des tendons des muscles FSD et FPD du plan osseux sous-jacent lors de leur contraction, augmentant de cette manière le rendu mécanique.

Les poulies A2 et A4 sont plus résistantes et rigides que les autres. Elles sont le siège d'un vrai changement de direction des tendons des FPD et FSD lors de la contraction musculaire, et préviennent la luxation du doigt en avant.

Les poulies A3 et C1 sont quant à elles plus élastiques. Elles entraînent un éloignement des tendons des muscles de l'axe de rotation de l'IPP et en résulte un plus grand angle d'attaque et donc une plus grande efficacité.

Tubiana a démontré [3] sur le plan expérimental que la rupture complète des poulies A2 et A3 empêche la flexion complète du doigt.

Si une résection des poulies (une résection est une opération chirurgicale consistant à couper, enlever une partie d'organe ou de tissu) A1, A2 et A3 à lieu, le déficit lors de la flexion augmente encore.

Il conclut que les conséquences biomécaniques essentielles des ruptures de poulie sont une perte de force du doigt lors de la contraction musculaire et un déficit de flexion.

1.2.4. Biomécanique

Une très bonne indication de la biomécanique des poulies des tendons des fléchisseurs nous est donnée dans l'article de F. Moutet [2].

Les poulies maintiennent les tendons des muscles FCP et FCS contre les phalanges lors de chacune de leur contraction pour augmenter la force et ne pas avoir le phénomène de corde d'arc.

Chaque poulie ayant une localisation et un type différent, leur mécanisme d'action diffère tout autant.

Les poulies osseuses sont A2 et A4. Quand la contraction musculaire du FPD et du FSP a lieu, entraînant la flexion, ces deux poulies rétrécissent de moins d'un quart de leur taille originale.

Elles diminuent l'ECA des os concaves (métacarpiens, P1 et P2). Sans elles nous pourrions observer la corde d'arc lors de la flexion.

S'il y a rupture d'une de ces poulies, on peut observer une perte de mobilité du doigt. L'appareil fléchisseur sera moins tendu car il ne sera plus maintenu contre le plan osseux sous-jacent.

Nous considérons que la section isolée de A2 diminue l'enroulement digital de 10%. [4]

Les poulies articulaires sont A1, A3 et A5. Leur mode d'action est différent. En effet elles s'insèrent sur des articulations.

Il en découle que lors de la contraction des FSD et FPD, leur rôle est de répartir les forces, en rétrécissant de plus de la moitié de leur taille. Cela favorise le déplacement en avant de la plaque palmaire. Leur rôle dans la diminution de l'effet de corde d'arc est sensiblement moins important que celui des poulies A2 et A4.

Le rôle des poulies cruciformes dans la diminution de l'ECA est peu important car elles sont plus fines, plus lâches. Elles ont un effet rétentif sur les tendons, plutôt que de maintien.

Lors de la flexion des doigts, les poulies affichent des valeurs de résistance à la rupture considérables.

Il a été évalué en 1992 par Schuind [6] que les contraintes appliquées par les fléchisseurs sur les poulies sont de 63N pour la prise en serrage globale, et de 118N pour la pince pulpo-terminale terminale.

Il est ensuite démontré, par Manske et Lester, que les deux poulies les plus résistantes sont A1 et A4, avec respectivement une limite à 310N et 193N [7].

Ces chiffres peuvent être contestés dans différentes études mais les auteurs s'accordent tous sur la nécessité de la cohésion du système de poulies pour conserver l'enroulement digital dans sa force et

sa course. Cependant il est admis que la suppression d'une certaine portion de ce système n'en supprime pas la fonction mécanique pour un usage quotidien.

1.2.5. Les contraintes exercées sur les poulies

Elles dépendent de deux paramètres :

- la tension musculaire : A2 sera soumise à la somme des forces exercées par le FSD et le FPD, alors que A4 ne subira que la tension exercée par le FPD

- l'angle formé entre le tendon et la poulie, qui est nommé l'angle β [4]

Ainsi donc, en fonction de la valeur de l'angle β , la valeur de la force s'appliquant sur les berges distales de la poulie correspondante changera.

1.2.6. Le seuil de rupture des poulies

Le seuil de rupture des poulies des fléchisseurs est la charge maximale (en Newtons) qu'elles peuvent supporter avant de céder.

Les premiers travaux à propos de la capacité de résistance avant rupture des poulies sont réalisés par Manske et Lesker en 1977. Ils en ont conclu que la poulie A2 serait la plus faible, alors qu'A1 et A4 seraient les plus fortes. Ils ont aussi remarqué que les poulies de D2 étaient les plus résistantes, suivies pas celles de D3 et D1 [8].

Respectivement, nous retrouvons, une résistance de plus de 800N pour A1, près de 400N pour A4 et 260N pour A2.

Plus tard, Lin (1990) a démontré que les poulies diaphysaires (A2, A4), en raison de leur anatomie, sont plus résistantes que les poulies annulaires articulaires (A3 et A5) et cruciformes à l'exception de A1 dont le seuil de rupture est calculé comme étant de 324N.

Elles supportent jusqu'à 407N pour A2, et 209N pour A4.

Il indique aussi avoir conclu que la capacité de résistance des poulies diffère en fonction de la zone concernée :

- La zone médiane de la poulie peut atteindre 666N.

- Les zones distales dites « berges distales » sont plus faibles avec une résistance aux alentours de 220N pour la poulie A4 et 254N pour A2 [9].

1.3 Physiopathologie de la rupture de poulie

La rupture de poulie est une pathologie microtraumatique de surcharge spécifique à l'escalade moderne. Les contraintes exercées par le système fléchisseur sur les poulies sont trop importantes, et entraînent une rupture plus ou moins totale d'une ou plusieurs poulies [4].

1.3.1. Les types de prises

L'escalade exerce de grosses contraintes sur le membre supérieur, et tout est concentré dans les doigts. Au plus le niveau de difficulté augmente, au plus les positions requises deviennent exigeantes pour le corps.

Il existe 3 positions des doigts types [3] lorsqu'un grimpeur pose les mains sur une prise (Figure 5 [10]) :

- La position tendue : MP en position neutre, IPP légèrement fléchie et IPD en flexion importante
- La position semi-arquée : MP en position neutre, IPP en flexion inférieure ou égale à 90° et IPD en extension
- La position arquée : IPP en flexion, IPD en hyperextension. Elle se différencie de la prise semi-arquée par le pouce posé sur l'index, ce qui lui permet d'ajouter de la tension dans la prise. C'est dans cette position que s'exercent le plus de contraintes sur les doigts, les tendons des fléchisseurs et leurs poulies. C'est aussi celle qui permet aux grimpeurs de tenir sur de toutes petites prises, parfois de l'ordre du millimètre, et la relation avec le niveau de difficulté apparaît.

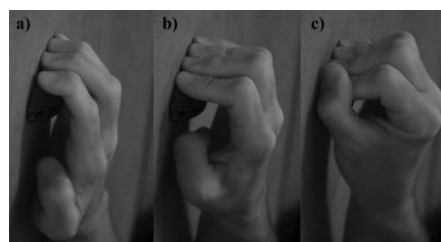


Figure 5 : 3 types de prises (tendue, en crochet et arquée)

1.3.2. La répartition des contraintes sur les poulies

Nous avons vu que les contraintes s'exerçant sur les poulies des fléchisseurs dépendaient de deux paramètres : la tension musculaire du FPD et du FSD, et de l'angle β formé entre le tendon et la poulie.

Laurent Vigouroux [11] a calculé les rapports entre l'angle de flexion de l'IPP (angle α), l'angle β et la force appliquée sur la poulie, voici le tableau qu'il a obtenu :

flexion IPP	0°	30°	45°	60°	75°	90°	100°	110°	120°
angle β	180°	150°	135°	120°	105°	90°	80°	70°	60°
F_{A2}	0N	0,25N	0,38N	0,5N	0,6N	0,7N	0,76N	0,82N	0,86N

Tableau 1 : valeur de la force s'appliquant (en N) sur la poulie en fonction de la flexion de l'IPP.

Nous pouvons conclure de ces résultats que la force s'exerçant sur la poulie est fonction de l'angle β et augmente avec la flexion de l'IPP.

Selon le même article, l'IPP fléchie entre 90° et 110° représente la position de travail optimale du FSD et du FPD. En effet, cette position entraîne une diminution du bras de levier et donc de l'angle β , ce qui rapproche les insertions musculaires et permet de développer beaucoup plus de force.

1.3.3. En position arquée

La position arquée est la plus utilisée par les grimpeurs. L'analyse de cette position permet de se rendre compte que c'est là que la puissance du FPD est la plus importante. C'est d'ailleurs le FPD qui exerce le plus de contraintes, en comparaison avec le FSD.

Les forces au niveau de la poulie A2 sont 3 à 4 fois supérieures à celles exercées au bout des doigts [1]. Les charges appliquées sur A2 sont estimées à environ 380N régulièrement pour un grimpeur récréatif, et un individu de 70kg tombant de tout son poids sur son doigt exercera jusqu'à 450N de contraintes.

Dans cette position, la force développée par les muscles FCP et FCS est optimale : Laurent Vigouroux [12] a quantifié leur force respective de 257N pour le FCP et 147N pour le FCS. Les contraintes exercées sur A2 sont 36 fois plus importantes que lors de la position tendue.

Ceci explique pourquoi cette prise est très utilisée par les novices. L'inconvénient est que l'angle β est faible ce qui entraîne une répartition de la quasi-totalité de la résultante des forces exercées par les muscles au niveau des berges distales de la poulie, et nous avons vu qu'elles ne résistent qu'à 254N de contraintes pour A2 et de 220N pour A4.

1.3.4. En position tendue

Les muscles FPD et FSD développent 189N et 214N lors de la prise tendue.

Les berges distales des poulies reçoivent 8,1N pour A2 et 57,4N sur A4 [4].

Nous pouvons observer qu'en position tendue les contraintes exercées au niveau des berges distales de la poulie sont beaucoup moins importantes.

1.3.5. Classification

En termes de quantité, la poulie A2 est la plus atteinte, suivie de A4 et enfin A3.

Parmi les ruptures de poulie, les cas concernent A2 de D4 à 75%.

En position arquée, les forces d'arrachement exercées par les tendons fléchisseurs sont concentrées sur la portion distale de la poulie A2, et peuvent entraîner une déchirure lors de sollicitations trop importantes.

Il existe une classification donnant le niveau d'importance de la lésion, le pulley score [13];

- Le grade 1 correspond à un étirement
- Le grade 2 à la rupture complète de A4, ou partielle de A2, ou A3
- Le grade 3 est la rupture complète de A2 ou A3
- Et le grade 4 correspond à une rupture multiple.

Le traitement pour les grades 1 à 3 est conservateur, il faut passer à un traitement chirurgical pour les lésions de grade 4.

1.2.6. Diagnostic

L'apparition d'une telle lésion chez le pratiquant de l'escalade fait suite à une mise en tension brusque et violente en position arquée d'un doigt (le plus souvent l'annulaire ou le majeur).

La poulie A2 le plus souvent mais aussi A4 ou A3 se rompent brutalement ou de façon progressive.

Le diagnostic est possible si le sujet ressent de la douleur au niveau des faces antérieures ou latérales de la phalange de la poulie concernée, et si lors de la flexion contre résistance les tendons des

fléchisseurs viennent se plaquer en avant, contre la peau de la face palmaire, les poulies ne le maintiennent plus contre l'os (ECA).

Cette lésion, si brutale, s'accompagne d'un « clac » sonore, que toute la salle entendra. Le diagnostic est alors presque inéluctable.

Si le mode d'apparition est progressif, nous retrouverons lors de l'interrogatoire des signes tels que la douleur en regard de la poulie concernée, calmée au repos mais reprenant à l'effort.

En plus de la douleur et du bruit (si lésion brutale) il y a aussi un gonflement qui apparaît, souvent tardivement, en regard de la poulie concernée. Ce gonflement peut passer inaperçu et disparaît au bout de quelques jours.

L'effet de saillie des tendons fléchisseurs réalisant le signe de la corde d'arc lors de la flexion contre résistance modérée est le signe pathognomonique de la lésion d'une poulie.

Les radiographies ou échographies ne permettent que d'éliminer une lésion osseuse.

L'IRM permettra de différencier une lésion totale d'une lésion partielle, mais l'examen standard est le scanner, en comparaison avec le doigt sain de l'autre main. Il y a une modification de la courbe des tendons des fléchisseurs qui prennent la corde d'arc si la rupture est complète.

1.2.7 Traitement

La classification en grade des lésions des poulies des fléchisseurs nous donne 4 catégories, dont vont dépendre le traitement.

Pour les grades 1 à 2 le traitement sera conservateur. Il consiste en la mise en place d'une bague en plastique thermoformé sur mesure, autour de la première phalange pendant une période d'au moins 45 jours. Il faut garder l'intégrité des structures pendant la cicatrisation, et la reprise de la pratique sportive est donc interdite avant cette date.

Pour la rupture complète (grade 3 et 4), le traitement sera chirurgical. La poulie sectionnée ne peut pas être utilisée, l'intervention utilisera soit un fragment du ligament annulaire, soit un greffon tendineux régional. La main doit être immobilisée pendant 45 jours à l'aide d'une attelle en plastique thermoformable et sur mesure, poignet en flexion à 45 degré et les MP des doigts en question en flexion à 90°. La mobilisation passive du doigt est permise, ainsi que l'actif sans résistance mais on ne commencera la rééducation active qu'au bout du 45ème jour.

Les facteurs des risques de cette pathologie sont le poids du grimpeur (au plus le poids appliqué sur les doigts est important au plus le risque augmente), le niveau de difficulté, les années de pratique du grimpeur, un échauffement précédent la séance, une hydratation correcte et le type de prise (la prise arquée est beaucoup plus contraignante).

1.4. Le strap

De nombreux grimpeurs appliquent des bandes adhésives sur les doigts, chacun utilisant la méthode qui lui convient le mieux. Ces méthodes constituent le strapping.

C'est une technique kinésithérapique reconnue et très utilisée, notamment en cas de blessure.

Le mot strap est anglais et signifie « sangle ». C'est du matériel médical qui permet le maintien et la contention d'une articulation dans une position donnée à visée protectrice.

Le strap est une bande adhésive élastique. Elle adhère à la peau assez fortement pour éviter un

quelconque glissement lors des mouvements. La bande de strapping existe en rouleau de différentes largeurs : 3, 6, 8 ou 10 cm.

Le strap de 3 cm est plutôt utilisé pour le maintien des doigts, des poignets ou chez les enfants.

Le strap de 6 cm sera plutôt pour le pied, le maintien des chevilles ou de la jambe chez l'enfant.

Enfin les bandes de 8 ou 10 cm serviront plutôt au maintien de l'articulation des genoux.

La bande élastique adhésive de strap a un aspect thérapeutique car elle permet de traiter un problème musculaire, articulaire ou tendineux. Elle est aussi utilisée en prévention d'éventuelles blessures ou douleurs.

C'est une contention élastique d'une articulation, dont l'objectif est de maintenir celle-ci dans une ou plusieurs positions visées, et donc d'en éviter d'autres. C'est différent d'un plâtre qui exclura tout mouvement. Il est donc important d'utiliser les bandes adaptées afin d'obtenir le meilleur rendement en fonction de la zone concernée.

L'application des bandes de strap avec un entrecroisement étudié et un étirement contrôlé permettent d'atteindre la tension souhaitée et ainsi de maximiser l'efficacité du maintien. La contention réalisée va ainsi permettre de maintenir les articulations concernées en limitant leurs mouvements.

Cela permet d'atténuer les douleurs, mais aussi d'améliorer la cicatrisation grâce à l'immobilisation partielle et l'évitement de mouvements délétères (prédéfinis et le montage se fera en fonction).

Il faut être vigilant de ne pas trop serrer la contention afin de ne pas perturber le retour veineux, et ne pas appliquer de bandes adhésives sur des zones lésées.

Tout le monde peut appliquer un strap mais les médecins conseillent au patient de se faire poser le premier par un professionnel de santé.

La plupart des grimpeurs ne consultent pas avant d'utiliser du strap. Ils en trouvent en vente dans toutes les salles d'escalade ou les magasins de sport, et se l'appliquent eux-mêmes. La première intention est de diminuer la douleur ou de prévenir une blessure, mais c'est aussi une manière de protéger la peau lésée (coupure ou arrachement d'un morceau de peau sur la face palmaire des doigts est monnaie courante dans ce sport).

L'application la plus courante consiste à effectuer des tours autour du doigt avec la bande jusqu'à ressentir une compression. Il existe cependant une méthode un peu plus recherchée mise au point par le Dr Schöffl en 2007 [14] : **le strap en H (H-tape en anglais)**

Une bande d'une longueur de 10 cm et d'une largeur de 1,5 cm est coupée en deux longitudinalement à partir des deux extrémités, laissant un pont de 1 cm au milieu. Après avoir ajusté les sangles proximales à l'extrémité distale de la phalange proximale, l'articulation IPP est fléchie et les deux sangles distales restantes sont enroulées étroitement autour de la partie proximale de la phalange moyenne [15]. La flexion de l'IPP est une étape très importante dans l'application de la bande pour imiter la prise arquée, et en raison du mouvement de la plaque palmaire lors de la flexion des doigts la bande est maintenue dans une position plus stable [14] (Fig 6).

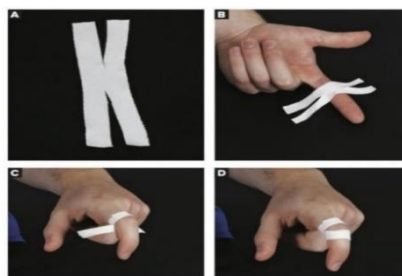


Fig 6 : Les phases du strapping en H

Le H-Tape permet de diminuer la distance entre le tendon du muscle et l'os de 16% [14] sur des doigts ayant déjà eu des ruptures de poulies.

Le strap étant facile d'accès et très peu cher, il pourrait constituer un facteur de protection tout à fait valable contre les ruptures des poulies.

L'objectif de cette revue sera donc d'étudier son efficacité vis-à-vis des différents paramètres entrant en compte dans cette lésion pour répondre à la question :

L'utilisation de strap en regard des poulies des fléchisseurs constitue t'il un moyen de protection efficace contre leur lésion chez les grimpeurs ?

2. METHODE

2.1 Critères d'éligibilité des études

2.1.1 Schéma d'étude

Cette revue est une revue systématique. Ce type de revue permet de regrouper, organiser, évaluer, synthétiser et donc d'organiser des informations pour répondre à une question posée.

L'objectif de cette étude étant de savoir si le strap est un facteur protecteur de la rupture des poulies des fléchisseurs des doigts chez les grimpeurs, nous pouvons qualifier cette question comme étant de type **étiologique**.

Pour réaliser une étude étiologique, les études cas-témoin ou de cohorte sont optimales. Nous avons donc sélectionné les études correspondantes à ces critères.

Etude de Cohorte, ou « exposé / non exposé » : Les groupes d'individus sont répartis selon leur exposition au facteur. Cela permet de comparer l'incidence d'un événement de santé entre un groupe exposé et un autre non exposé. Ces études sont considérées comme des études prospectives, c'est-à-dire que la population est suivie en avant de la survenue de l'événement.

Etude Cas/témoins : Deux groupes de sujets vont être comparés : les sujets malades (les cas) et les sujets non malades (ne présentant pas le problème de santé étudié). Les recueils d'informations sont toujours prospectifs dans ce cas. Les groupes sont ensuite comparés.

2.1.2 Modèle PICO

Modèle PICO :

Population : Doigts sains sans lésion des poulies ou d'autres structures préalables.

Intervention : Strapping des doigts en prévention d'une rupture des poulies

Compareur : Absence de strap.

Outcome : Déterminer l'impact de l'utilisation du strap.

Critères de jugement : J'ai décidé d'aborder cette revue de littérature en étudiant trois critères de jugement différents, chacun traité dans un des articles sélectionnés.

Nous étudierons donc **le seuil de rupture de la poulie A2, l'Effet de Corde d'Arc et l'activité musculaire des fléchisseurs profonds et superficiels des doigts en fonction de la présence du strap** et en déduirons son efficacité en prévention de la rupture des poulies des fléchisseurs.

2.2 Méthodologie de recherche des études

2.2.1 Sources documentaires

J'ai utilisé les bases de données électroniques Pubmed, Pedro, Cochrane Library et Google Scholars pour la recherche des études.

Quand les textes complets n'étaient pas disponibles ou payants j'ai pu utiliser l'onglet BU dans l'Environnement numérique de travail.

Quand les bases de données le permettaient, nous avons utilisé le mode de recherche avancé.

Nous avons utilisé Mendeley pour enregistrer nos études et élaborer une bibliographie automatique.

2.2.2 Équation de recherche

L'équation de recherche s'organise autour de ces mots clés :

Mots en français	Mots en anglais
Strapping	Strapping
Lésion	Injury
Grimpeurs	Climbers
Poulie des fléchisseurs des doigts	Fingers flexor pulley
Prévenir	Prevent

Nous avons utilisé le portail terminologique de santé Hetop afin d'avoir un maximum de synonymes MeSH (medical subject headings) pour écrire une équation de recherche la plus complète possible.

Nous avons utilisé les opérateurs booléens « OR » (entre les synonymes) et « AND » (entre les éléments PICO) afin d'être le plus précis possible sur les termes de ma recherche.

2.2.3 Critères d'inclusion

Nous ne devons utiliser que les études de cohorte ou cas/témoin.

Les études doivent toutes mentionner l'utilisation de strap. Elles doivent aussi toutes traiter de la partie prévention de la blessure étudiée. Pour des raisons de pertinence, seules les études datant d'après l'année 2000 ont été incluses.

Il était important que les sujets participants aux épreuves ne présentent aucune lésion préalable pour éviter tout biais lors des mesures.

De plus, les études doivent étudier l'impact du strap.

2.2.4. Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion des articles rappellent les critères d'inclusion :

- Les articles identifiés plusieurs fois (doublons)
- Le type d'étude : les revues systématiques ou méta-analyses, les études diagnostiques...
- Une qualité méthodologique trop faible des études
- La population : doigts présentant des lésions
- L'intervention : abord de la partie traitement, ou présence d'intervention chirurgicale.

2.3 Méthodologie de recherche des études

2.3.1 Méthode de sélection des études

Nous avons effectué une recherche à partir des titres des articles dans un premier temps. Ceux-ci devaient comporter au moins les mots clés « *poulie des fléchisseurs* », « *strapping* », « *escalade* » et « *blessure* ». Cette recherche ne nous a donné aucun résultat sur les bases de données Cochrane Library et PEDro, et un seul sur Pubmed.

J'ai donc décidé d'élargir les termes de mon équation.

La recherche finale s'est faite avec les termes « *pulley injury* » et « *climber* ».

Parmi les articles obtenus j'ai d'abord recherché et éliminé tous les doublons.

J'ai ensuite réalisé une première sélection après lecture des titres des articles.

La deuxième sélection s'est ensuite faite à partir des résumés (abstract). Ils devaient mentionner la recherche d'efficacité du strap concernant la rupture de la poulie A2 ou un des paramètres la constituant (**ECA, seuil de rupture ou encore l'activité musculaire des FSD et FPD**).

Tous les abstracts lus des articles exclus lors de la deuxième sélection l'ont été parce qu'ils n'abordaient pas la partie prévention de la blessure, ou n'étudiaient pas l'impact du strap mais plutôt d'autres facteurs de protection.

Cette sélection a été réalisée en fonction du protocole PRISMA 2009 qui est un guide donnant une méthodologie rigoureuse pour l'écriture d'une revue de littérature afin de garantir sa qualité.

2.3.2 Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

Après la sélection finale, les études restantes sont des études de cohorte.

En effet, l'application de strap constitue l'exposition ou non au facteur de protection.

Afin d'avoir une estimation correcte des résultats d'une étude, il faut évaluer la validité interne et externe de cette étude.

La validité interne comprend l'évaluation de la qualité méthodologique d'une étude, la présence de biais et de résultats significatifs.

L'échelle standard utilisée pour la validité interne des études de cohorte est la Newcastle-Ottawa Scale (NOS).

Cette échelle donne un score comptabilisé en étoiles. Au plus l'article reçoit d'étoile (le plus haut score étant de 9 étoiles) au plus sa qualité méthodologique est haute. L'échelle est divisée en 8 items qui représentent trois dimensions : la qualité de sélection, la comparabilité entre les groupes et les résultats obtenus.

Il y a trois types de résultats :

- Qualité méthodologique **haute** : entre 7 et 9 étoiles obtenues
- Qualité méthodologique **satisfaisante** : entre 5 et 6
- Qualité méthodologique **insatisfaisante** : entre 0 et 3.

Les biais étudiés dans ce type d'étude sont au nombre de trois :

- Le biais de sélection : il représente toutes les erreurs potentielles lors de la sélection de l'échantillon de population (non représentatif de la population, groupe contrôle exposé au facteur risque).
- Le biais d'information, ou de classement qui représente les erreurs potentielles de mesure de l'exposition (mauvaise estimation de la présence d'une lésion par exemple).
- Le biais de confusion dont résulte une mauvaise interprétation de la relation entre le facteur étudié et l'incidence de la lésion.

La validité externe est équivalente à la pertinence des résultats. Elle évalue si les résultats obtenus sont applicables à toute la population et s'ils correspondent avec les études déjà effectuées.

Tableau I. Traduction française de la Newcastle-Ottawa Scale.		
Catégories d'Items	Items	Cotation
Sélection (maximum 4 étoiles)	Représentativité des sujets exposés (maximum 1 étoile)	(1 étoile) Vraiment représentatif de la population cible en moyenne dans la communauté (1 étoile) Un peu représentatif de la population cible en moyenne dans la communauté (0 étoile) Groupe d'utilisateurs sélectionné (infirmiers, volontaires, etc.) (0 étoile) Pas de description de la constitution de la cohorte
	Sélection des sujets non exposés (maximum 1 étoile)	(1 étoile) Issus de la même communauté que les sujets exposés (0 étoile) Issus d'une source différente (0 étoile) Pas de description de la constitution des groupes des sujets non exposés
	Détermination de l'exposition (maximum 1 étoile)	(1 étoile) Dossier fiable (comme les dossiers chirurgicaux) (1 étoile) Entretien structuré (0 étoile) Auto-déclaration écrite (0 étoile) Pas de description
	Démonstration que le critère de jugement d'intérêt était absent au début de l'étude (maximum 1 étoile)	(1 étoile) Oui (0 étoile) Non
Comparabilité (maximum 2 étoiles)	Comparabilité des sujets exposés et non exposés sur la base du schéma d'étude ou de l'analyse	(1 étoile) L'étude contrôle le facteur le plus important (1 étoile) L'étude contrôle tout facteur supplémentaire (ce critère pourrait être modifié pour indiquer un contrôle spécifique d'un deuxième facteur important)
Critère de jugement (maximum 3 étoiles)	Évaluation du critère de jugement (maximum 1 étoile)	(1 étoile) Évaluation indépendante en aveugle (1 étoile) Chainage des données (0 étoile) Auto-évaluation/déclaration (0 étoile) Pas de description
	Le suivi a-t-il été suffisamment long pour que le critère de jugement se produise ? (maximum 1 étoile)	(1 étoile) Oui (choisir une période de suivi adéquate pour le critère d'intérêt) (0 étoile) Non
	Adéquation du suivi des sujets (maximum 1 étoile)	(1 étoile) Suivi complet – tous les sujets ont été suivis (1 étoile) Perdus de vue peu susceptibles d'introduire un biais (peu de perdus de vue, pourcentage de suivi adéquat (et préciser le taux jugé adéquat) ou description des perdus de vue fournis) (0 étoile) Taux de perdus de vue supérieur au taux adéquat et absence de description des perdus de vue (0 étoile) Aucune information rapportée

Figure 7 : Grille d'évaluation NOS (traduction française 2019)[16]

2.3.3 Extraction des données

Les données des articles ont été extraites à la suite de leur lecture et selon la grille PEDro

Les données extraites sont :

- Les caractéristiques des études : le nom des auteurs, la date de publication, le pays et la méthode
- Les informations sur les participants : Le nombre, l'âge, le sexe, les conditions de santé
- Le nombre de séance par semaine, le type d'escalade pratiqué, le lieu (salle de bloc ou voie extérieure voire intérieure)
- Les critères de jugement utilisés
- L'analyse des résultats

2.3.4 Méthode de synthèse des résultats

Les résultats seront analysés dans un premier temps à l'aide d'un tableau

Nous évaluerons ensuite les articles selon l'échelle NOS, afin d'estimer le risque de biais et donc leur qualité méthodologique.

Nous analyserons ensuite les résultats obtenus en toute connaissance de leurs biais potentiels, afin de conclure quant à l'hypothèse questionnant l'utilité de l'application de strap en regard des poulies des fléchisseurs des doigts pour prévenir leur lésion lors de la pratique de l'escalade.

3. RESULTATS

3.1. Description des études

En utilisant l'équation de recherche établie dans la partie méthodologie, les bases de données PEDro, Cochrane library, et Pubmed, aucun résultat n'apparaît.

Nous avons donc élargi les termes de la recherche pour n'en arriver qu'à deux composants : « climbers » et « pulley injury ».

Cette nouvelle équation a donné 0 résultat sur PEDro et Cochrane, mais un total de 258 résultats sur Pubmed.

Sur ces 258 résultats potentiellement exploitables, seulement 3 articles ont pu être retenus, car seulement ces trois-là traitent de l'utilisation du strap pour prévenir une blessure aux doigts, la majorité des articles exploraient la partie traitement, ou ne mentionnaient pas le strap.

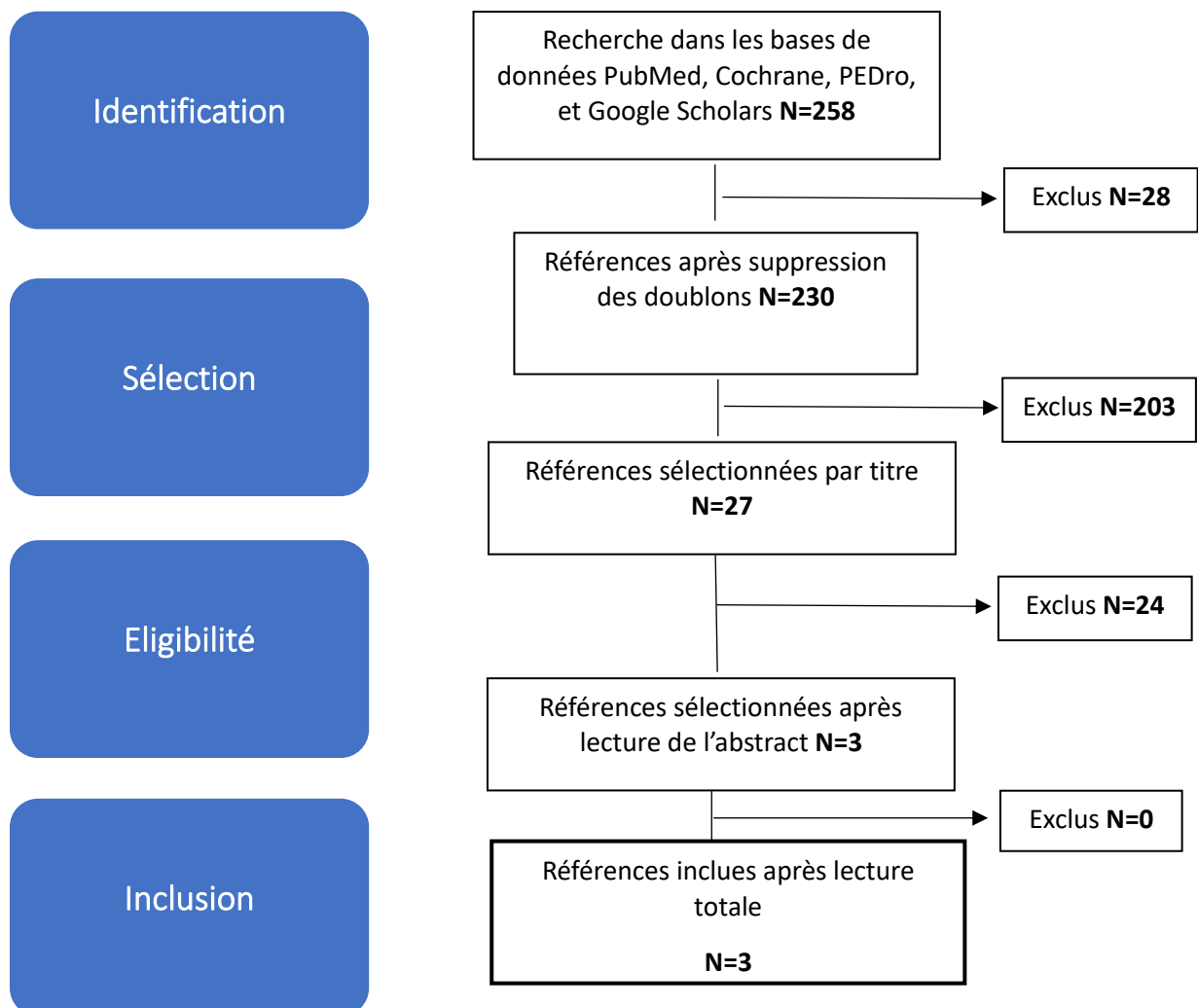


Figure 8 : Graphique du cheminement de la sélection des études (diagramme de flux)

Ce diagramme permet d'avoir un aperçu visuel du processus de sélection des études depuis le début de la recherche.

Les articles non retenus après lecture de l'abstract traitaient de la prévention de la blessure sans mentionner le strapping, ou étudiaient les propriétés du strapping lors de la phase de traitement.

Voici les études qui ont été retenues :

- Article n°1 : A. Schweizer, **Biomechanical effectiveness of taping the A2 pulley in rock climbers**, Journal of Hand Surgery, 2000 (*Efficacité biomécanique du strap sur la poulie A2 chez les grimpeurs*).
- Article n°2 : Winston et Brooks, **The effect of circumferential taping on flexor tendon pulley failure in rock climbers**, American journal of sport medicine, 2000 (*effet du strapping circonférentiel sur la rupture de la poulie des fléchisseurs*).
- Article n°3 : Dyrkes, Jonhson et San Juan, **Effects of finger taping on forearm muscle activation in rock climbers**, Journal of electromyography and kinesiology, 2019 (*Effet sur strap sur l'activation des muscles de l'avant bras chez les grimpeurs*).

Nous détaillerons les modes d'exécution des trois articles puis nous présenterons un tableau récapitulatif.

L'article n°1 vise à tester l'effet du strap en regard de 2 endroits différents : Soit au niveau du bord distal de la poulie A2, soit au milieu de la phalange proximale, soit au niveau de l'extrémité distale de la phalange proximale. Une seule méthode de strapping est testée, le strap circulaire (1,3 cm de largeur, appliqué en faisant 4 tours autour du doigt, de telle manière à ce que ça ne perturbe pas le retour sanguin).

Deux paramètres sont mesurés, **l'ECA** (soit le déplacement palmaire des tendons des fléchisseurs loin des phalanges), et **les forces agissant dans la direction de cet ECA** au cours de deux tests différents. Deux appareils sur mesure ont été fabriqués pour l'expérience, l'un mesurant la distance parcourue, et l'autre équipé d'un transducteur à jauge de contrainte, capable d'évaluer la force.

Les participants sont au nombre de 4, une femme de 30 ans, deux hommes de 30 ans et un dernier de 58 ans, soit 16 doigts. Ils participent à un échauffement avant les prises de mesure car les auteurs ont déterminé que l'ECA augmentait progressivement pendant l'échauffement puis restait constant ensuite.

Toutes les mesures ont été prises en position arquée, dans laquelle les contraintes exercées sur la poulie A2 sont les plus importantes.

L'expérience commence d'abord par la mesure de **la distance de l'ECA** : sans strap, avec strap autour du bord distal de la poulie A2 (au milieu de la première phalange) puis ensuite en regard de l'extrémité distale de la phalange proximale, l'idée étant d'appliquer le strap à l'endroit où l'ECA est le plus marqué afin de le diminuer le plus possible [11]. L'expérience recommence ensuite pour la mesure des **forces appliquées en direction de l'ECA**.

Les mains sont maintenues en position arquée et une contrainte externe est appliquée à la face palmaire de la phalange distale au niveau de son extrémité distale. Pour la mesure de **la distance de l'ECA**, les forces sont augmentées jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'ECA notable (30 à 50N). Lors de la mesure de **la force**, la contrainte externe est augmentée par tranche de 4,9N, jusqu'à ce que la douleur ne permette plus d'aller plus loin (soit un seuil moyen mesuré de 29,4N, représentant 6 paliers d'augmentations).

Les résultats obtenus nous indiquent que le strap au niveau de la poulie diminue la **distance de l'ECA** de 2,8% (soit 0,05mm). La distance moyenne de l'ECA en regard de la poulie A2 est de 1,8(±0,3) mm sans strap et de 1,75 (±0,25) mm.

Au niveau de l'extrémité distale, le strap diminue la distance de l'ECA de 22% (soit 0,75mm). La distance moyenne sans strap est de 3,45 (±0,65) mm, et de 2,7 (±0,45) mm avec strap au niveau de l'extrémité distale de la première phalange. Une composante de la distance mesurée pourrait être la déformation du FSD et du FPD lors de leur mise en tension selon les auteurs [23].

Lors du second test, les auteurs ont remarqué que la force de l'ECA augmentait proportionnellement aux contraintes externes exercées sur le bout du doigt. Ils ont supposé que la courbe obtenue garderait le même comportement quelques soit les forces appliquées, car la douleur empêchait de dépasser un certain palier. Ils ont donc calculé que la **force de l'ECA** de 373N correspondait à une contrainte externe de 118N, ce qui est confirmé par la littérature préexistante alors [24].

Le strap en regard du bord distal de A2 soulage la charge de 11% (soit 41N), et au niveau de l'extrémité distale de la phalange proximale de 12% (46N).

Les auteurs déduisent de ces résultats une très faible efficacité du strap vis-à-vis de la charge appliquée sur la poulie A2 en prévention d'une rupture traumatique. Le meilleur emplacement est au niveau de l'extrémité distale de la première phalange, mais il est exprimé qu'au plus le niveau du grimpeur augmente (et donc que les charges appliquées au bout de ses doigts augmentent), au moins le strap est efficace.

L'article n°2 mesure l'effet d'un strap circulaire (avec trois tours cette fois-ci au niveau de l'extrémité distale de A2, soit au milieu de la phalange proximale) le seuil de rupture de la poulie A2. Les mesures ont lieu sur des mains cadavériques en position arquée.

Neuf paires de mains (20 à 47 ans) sont testées soit un total de 72 doigts, provenant de 4 hommes et 5 femmes. Les scientifiques laissent les mains revenir à la température ambiante avant de passer à la suite.

Les doigts sont strappés de telle manière que chaque doigt témoin est testé en comparaison de son homologue de l'autre main sur lequel le strap est appliqué. Le strap présentant la plus grande résistance à la traction et le meilleur module d'élasticité est sélectionné après un test exhaustif contre trois autres types de strap. Les mains sont placées en position de 90° de flexion de l'IPP avant la pose de strap.

Après dissection des mains, les poulies annulaires sont marquées à l'encre indienne. Les mains sont maintenues humides et testées dans un ordre aléatoire prédéfini. Aucune des mains ne présente de lésion préalable.

Les incisions au niveau de la phalange proximale des doigts strappés ont été refermées avec des sutures en nylon, et les autres doigts sont laissés ouverts pour pouvoir observer la séquence de rupture des poulies.

Les tendons des FSD et FPD sont connectés à une cellule de charge en série reliée à un ordinateur permettant de recueillir la charge à la rupture, les courbes de déformation ainsi que l'enregistrement vidéo (grâce à une caméra arthroscopique) de la séquence de rupture.

Après la mise en place des doigts en position arquée par un montage, une contrainte externe est appliquée sur la face palmaire de la phalange distale imposant un déplacement de 30mm par min jusqu'à rupture du système biomécanique ou des poulies.

Le niveau de signification des tests de chacun des test a été évalué à $p \leq 0,05$.

Sur 72 doigts étudiés, 23 tests ont présenté des fractures.

Dans 55% des cas la poulie A2 cède en même temps que A3 et A4. Dans les 45% restants, A2 cède en premier pour 13 doigts, A4 pour 8 doigts, et A2 pour 1 doigt. La présence de strap n'affecte pas la séquence de rupture de la poulie.

L'analyse des mesures répétées de la variance a pris en compte simultanément toutes les sources potentielles identifiées de variation dans la force seuil requise pour la rupture de la poulie A2.

La force de la poulie A2 est de $414(\pm 28)$ N chez les femmes, et $565(\pm 39)$ N chez les hommes. $p \leq 0,01$

La force de la poulie dans l'annulaire est de $373(\pm 47)$ N, et de $527(\pm 31)$ N dans les quatre autres doigts. $p \leq 0,01$

Le seuil de rupture moyen des doigts non strappés est de $482(\pm 33)$ N, et celui des doigts strappés est de $516(\pm 35)$ N. $p = 0,53$. La table présentant ces résultats est disponible en annexe.

L'article n°3 étudie la différence d'activité musculaire du FSD et du FPD lorsqu'un individu est suspendu à une prise en position arquée de la main.

Les sujets de cette expérience sont des grimpeurs chevronnés capable d'escalader des voies dont le niveau de cotation correspond à 7B+. Ils devaient avoir commencé l'escalade au moins six mois auparavant, et pratiquer au moins deux heures par semaines. Les critères d'inclusion mentionnent aussi une pratique intérieure d'escalade de bloc représentant 75% de la pratique totale.

Au total, 3 femmes et 10 hommes sont sélectionnés pour réaliser l'étude. L'âge moyen est de 21 ($\pm 1,7$) ans, la taille de 1,8($\pm 0,1$) mètres, le poids de 71($\pm 6,3$) kg, et le temps de pratique est estimé à 5,2($\pm 3,3$) heures par semaines.

Trois participantes n'ont pas pu terminer l'étude à cause de malaises vagues lors de l'insertion des électrodes à fil fin.

Deux planches de bois sont fixées contre le mur à 0,91m de distance. Sur celles-ci sont attachées des prises : la première offrant un rebord de 4cm et permettant de poser deux phalanges, et de 2cm pour la deuxième, pour une seule phalange. La première prise est étudiée comme référence, la deuxième constitue l'expérience.

Les sujets sont échauffés correctement puis leurs avant-bras sont stérilisés pour la pose intramusculaire des électrodes à fil fin. Ces dernières sont connectées l'une au FPD et l'autre au FSD.

La mesure de référence avec la première prise a ensuite lieu. Le sujet se suspend et doit tenir 6 secondes à partir du moment où ses pieds quittent le sol et qu'il atteint entre 85 et 95° de flexion de coude. Les mesures sont ensuite prises au repos pendant 6 secondes. Les sujets sont ensuite testés en enchaînant les trois tests dans un ordre aléatoire avec trois minutes de repos entre chaque.

Le test de référence est effectué sans strap. Pour les deux autres, du strap est appliqué sur le majeur et l'annulaire de la main droite. Deux méthodes de strap sont testées : le strap circulaire et le strap en H.

Les auteurs nous indiquent qu'aucune différence significative d'activité musculaire du FSD et du FPD ne peut être notée en fonction de la présence du strap ou non. Et ce que ce soit en termes d'activité moyenne ($p=0,07$) ou d'activité maximale ($p=0,70$).

Deux tableaux extraits de l'article exposant les résultats obtenus sont disponibles en annexe.

Etudes	Population	Intervention	Comparaison	Résultat
A. Shweizer, 2000	4 adultes, âge moyen = 37 ans Bonne santé Échauffement avant intervention Pas de lésion préalable observées.	Mesure de l'effet de corde d'arc et de la résultante des forces exercées sur la poulie en position arquée grâce à des appareils créés pour le test. Les doigts des sujets sont d'abord sans strap, puis avec en regard de l'extrémité distale de la phalange proximale, et enfin en regard du bord distal de A2.	Les mesures de références ont lieu sans strap.	Mesure de l'ECA : - Strap en regard de l'extrémité distale de la phalange proximale : ECA diminuée de 22% (0.75mm) - Strap sur poulie A2 : ECA diminuée de 2.8% (0.05 mm) Mesure des forces : - Strap sur phalange : prend en charge 12% (46N) de la charge exercée - Strap sur poulie A2 : 11% (41N)
Winston et Brooks, 2000	9 paires de mains cadavériques congelées intactes (pas de lésion observées), soit 72 doigts (pouce non testé)	Test de la résistance de la poulie A2 avec strap au niveau de la première phalange grâce à des électrodes reliées à un ordinateur donnant les données en Newton.	Doigt de la main opposée à celle testée, sans strap.	23 tests ont été dénaturés par une autre lésion que celle de la poulie (fracture, luxation etc.). A2 est moins forte dans l'auriculaire que dans les 3 autres doigts (373N contre 527N, $p < 0.01$). Pas de différence au niveau du seuil de rupture de A2 entre les doigts strappés ($515 \pm 35N$) et non strappés ($482 \pm 33N$) ; $p = 0.53$.
Dyrkes, Jonhson, 2019	13 participants, 3 ne finissent pas l'étude. 10 hommes (7b+) 21 ans \pm 1.7 2.6 \pm 1.9 années de pratique d'escalade Cr : niveau v4, au moins 6 mois de pratique, 2h par semaine, et pratique de bloc en intérieur à 75%, et par de lésion préalable.	Des électrodes sont connectées aux tendons des FSD et FPD et reliées à un ordinateur permettant d'obtenir un EMG du FPD et FSD lors de la tenue de la position arquée, coude à 90°, avec strap circulaire ou H-tape.	Les patients réalisent le test au préalable sans strap.	Pas de d'interaction spécifique n'est retrouvée entre la présence de tape et le muscle. Pas de différence significative dans l'activité musculaire moyenne si le strap est présent ou pas. Pas de différence significative dans l'activité musculaire maximale si le strap est présent ou pas.

3.2. Risque de biais des études incluses

3.2.1. Grille d'analyse utilisée

Pour cette revue de littérature, les articles étudiés sont des enquêtes cas-témoins. Il convient donc d'utiliser la Newcastle Ottawa Scale.

Cette échelle contient 8 items et étudient les biais de sélection (items 1 à 4), de comparabilité (item 5) et d'exposition (item 6 à 8), pour un score maximal de 9. Chaque item validé nous donne une étoile, excepté pour l'item de comparabilité qui peut en rapporter deux.

Articles	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Total
A. Schweizer, 2000	0	1	1	1	2	0	1	1	7/9
Winston et Brooks, 2000	0	1	1	1	1	1	1	1	7/9
Dyrkes, Jonhson, 2019	1	1	1	1	1	1	1	1	8/9

Nous avons donc trois études de qualités méthodologiques estimées comme étant bonnes.

3.2.2. Synthèse des biais retrouvés

- A. Schweizer, 2000, **Biomechanical effectiveness of taping the A2 pulley in rock climbers** présente une mauvaise définition des cas exposés/non exposés (item 1). Nous pouvons conclure que le biais de sélection est faible pour cette étude (3 étoiles sur 4). L'évaluation du critère de jugement (item 6) n'est pas optimale. Cela implique donc de considérer aussi un biais de confusion (2 étoiles sur 3).
- Winston et Brooks, **The effect of circumferential taping on flexor tendon pulley failure in rock climbers**. Dans cet article, le biais de sélection est présent bien que faible (3 sur 4) car la population sélectionnée n'est pas représentative. De plus, aucun critère de jugement secondaire n'est mesuré, il existe donc un biais de confusion (1 étoile sur 2).
- Dyrkes, Jonhson et San Juan, **Effects of finger taping on forearm muscle activation in rock climbers**. Les individus participant au test sont représentatifs de la population cible de cette étude. Il n'y a pas de biais de sélection. Cependant aucun critère de jugement secondaire n'est mesuré, il y a donc un biais de confusion.

3.3. Effet de l'intervention

L'application de strap pourrait agir sur différents paramètres. Les 3 articles étudiés dans cette revue présentent des résultats quant à ces paramètres. Leur analyse se fera de manière analytique, narrative, et qualitative lorsque c'est possible.

Il est à noter que toutes les mesures sont ponctuelles dans le temps. C'est-à-dire qu'elles ont lieu à un instant T, et ne sont pas répétées. Elles sont aussi prises directement après l'application du strap.

3.3.1. Biomechanical effectiveness of taping the A2 pulley in rock climbers

Cet article traite de l'ECA lors de la flexion en position arquée. Il étudie les deux paramètres qui le constituent : **la distance entre les tendons des fléchisseurs et l'os, et la force agissant dans la direction de l'ECA.**

Les mesures ont été effectuées sur 4 adultes en bonne santé, entre 30 et 58 ans, une femme et trois hommes.

a) La distance

La distance entre les tendons et l'os est mesurée grâce à un appareil créé sur mesure pour l'expérience. Son mécanisme de fonctionnement est comparé à un ciseau qui se referme sur le doigt, dans la direction antéro-postérieure. Quand l'ECA a lieu, les bras du ciseau s'écartent et mesurent la distance avec une précision de 0.05mm. Ce test a lieu sans strap pour le groupe contrôle, avec strap autour de l'extrémité distale de P1 mais aussi en regard de l'extrémité distale de A2 (au milieu de P1) pour le groupe cas.

Les résultats obtenus indiquent que le strap en regard de la poulie A2 diminue la distance de l'ECA de 2,8%, soit 0.05mm. La distance moyenne de l'ECA en regard du bord distal de A2 sans strap est de 1,8 (0,3) mm, et avec strap de 1,75 (0,25)mm.

La taille d'effet du traitement est de 0.05 et l'intervalle de confiance à 95% est (-0.15 ;0.25).

Quand le strap est au niveau de l'extrémité distale de P1, la distance de l'ECA est diminuée de 22% (0.75mm). La distance moyenne de l'ECA en regard de l'extrémité distale de P1 sans strap est de 3.45(0.65) mm et avec strap de 2.7(0.45)mm.

La taille d'effet du traitement est de 0.75 avec un intervalle de confiance à 95% de (0.35 ;1.15)

b) La force

Celle-ci est mesurée à l'aide d'un deuxième appareil créé pour l'expérience. Il est semblable au premier dans le sens qu'il se compose de deux bras articulés autour d'un axe. Cependant il est plus proche d'une pince que d'un ciseau, et il est équipé d'un transducteur à jauge de contrainte sur une plaque d'acier. L'appareil est positionné contre le doigt, et lorsque l'ECA a lieu, la déformation minime de la plaque d'acier est mesurée et convertie par le transducteur. Le test est répété dans la même séquence que celui de la distance.

Il a été calculé que le strap en regard du bord distal de la poulie A2 a soulagé la charge maximale qui s'y exerce de 11% (41N).

S'il est situé à l'extrémité distale de P1, il soulage la charge maximale de 12% (46N).

3.3.2. The effect of circumferential taping on flexor tendon pulley failure in rock climbers

Cet article mesure **le seuil de rupture** de la poulie A2 sur des mains cadavériques. Il met en opposition les doigts de chaque main, l'un étant le cas contrôle et l'autre le cas expérimental (index gauche avec du strap, le droit sans, et ainsi de suite). Les résultats ont été obtenus grâce à des électrodes couplées à un ordinateur, et l'ensemble des tests ont été filmés grâce à des caméras arthroscopiques afin d'enregistrer la séquence de la rupture de la poulie.

Sur les 72 doigts de départ, 23 ont été tempérés par des complications (fracture, luxation). Ces tests ont été invalidés.

Il a été démontré grâce aux essais restants (dans lesquels une poulie rompt initialement - A2 dans 27% des cas, A4 dans 16% des cas, et A3 dans 2% des cas - suivie du reste de la gaine) que le strap n'affecte pas la séquence de la rupture de la poulie.

Les auteurs ont remarqué une différence entre le seuil de rupture de la poulie A2 (SDR de A2) chez les femmes ($414 \pm 28N$) et chez les hommes ($569 \pm 39N$) avec un $p < 0,01$. La taille d'effet du traitement est de $155N$ et l'intervalle de confiance à 95% : ($140,6$; $169,39$).

Ils ont aussi constaté une différence entre le seuil de rupture de A2 pour l'auriculaire ($373 \pm 47N$) et celui des quatre autres doigts ($527 \pm 31N$) avec un $p < 0,01$. La taille d'effet du traitement est de $154N$ et l'intervalle de confiance à 95% est ($137,13$; $170,87$).

Les données comparatives entre les doigts strappés et non strappés concernant le seuil de la rupture n'ont été valables que pour 44 (22 paires identiques) doigts. Les auteurs nous indiquent qu'il n'y a aucune différence significative dans le seuil de rupture moyen si le doigt est strappé ($516 \pm 35N$) et si le doigt ne l'est pas ($482 \pm 33N$) avec $p = 0,53$. La taille d'effet du traitement est de $34N$ et l'intervalle de confiance à 95% est ($13,30$; $54,70$).

3.3.3. Effects of finger taping on forearm muscle activation in rock climbers

L'objectif de cet article est de mesurer **l'activité musculaire du FSD et du FPD** grâce à un électromyogramme (EMG) sans strap, avec du strap circulaire et ensuite selon la méthode H-TAPE en position arquée.

Il y a 13 sujets au début de l'épreuve, 3 femmes et 10 hommes, entre 18 et 22 ans, capables d'escalader la cotation v4 (7b+). Trois sujets ont dû être exclus en raison de syncope vasovagale lors de l'insertion des électrodes. Les dix sujets sur lesquels ont eu lieu l'expérience sont des hommes.

Les auteurs nous indiquent qu'il n'y a pas de corrélation significative entre le strapping et l'activité du muscle sur l'EMG $p = 0.801$

Ils nous disent aussi ne pas avoir trouvé d'effet du strap sur l'activité musculaire moyenne du FSD et du FPD $p = 0.069$.

Ils en arrivent à la même conclusion pour le pic d'activité du FSD et FPD $p = 0.699$

3.3.4. Conclusion

Les valeurs observées nous amènent à la conclusion que le strap n'améliore aucun des paramètres étudiés dans les articles. De plus les résultats obtenus aux études ne sont pas statistiquement significatifs ($p > 0,05$), c'est-à-dire qu'ils ont plus de 5% de chance d'être dus au hasard. Dans ce cas-là il convient de discuter des potentielles raisons de la faible puissance statistique. Il nous sera ainsi possible d'émettre des arguments pour améliorer les futurs schémas d'étude

4. DISCUSSION

4.1. Analyse des principaux résultats

4.1.1. Analyse de la population

Les échantillons de population diffèrent entre les essais recueillis. Au total, 23 paires de mains ont été testées. Les critères d'inclusion des trois articles mentionnaient la nécessité d'avoir des mains saines et sans traces de lésion préalable.

En effet, selon le Dr Schöffl [14] le strap est prouvé efficace après une rupture de la poulie. L'objectif de cette revue étant la prévention, il était important que tous les articles sélectionnés n'abordent pas la partie traitement.

Dans notre article n°1, quatre personnes de 30 à 58 ans, trois hommes et une femmes sont testées. Il est évident que cette échantillon n'est pas assez important pour pouvoir disposer d'informations applicables à l'ensemble de la population. Les sujets sélectionnés ne sont pas des grimpeurs. Il n'y a aucun mention de leur pratique antérieure. Les mains des grimpeurs utilisées avec une plus grande intensité que celle du reste de la population sont conditionnées à recevoir et supporter de grandes charges. En effet, les escaladeurs experts ont une puissance normalisée 30 à 40% supérieure à celle des grimpeurs novices. Des paramètres physiologiques de schéma moteur et de puissance intrinsèque entrent alors en compte. Une main plus musclée et habituée à la prise arquée aura sans doute une courbe représentant le rapport entre les forces appliquées à la pointe du doigt et les contraintes exercées sur A2 différente que celle obtenue dans cet article. Il faudrait aussi prendre en compte le tonus musculaire des FSD et FPD qui, chez les grimpeurs au repos, imposent une main plus fléchie que la normale. De plus les microtraumatismes répétés sur les mains (à l'image des coureurs) entraîneraient une reconstruction des structures plus solides.

Ceci est en effet confirmé par l'article n°2 dans lequel 9 paires de mains ont été testées soit 72 doigts. Parmi ces sujets initiaux, 23 tests ont été tempérés par des fractures. Les auteurs ont remarqué rétrospectivement que ces sujets-là étaient ceux présentant les moins les moins calleuses (et donc les moins utilisées au quotidien en comparaison). En effet, une hypertrophie musculaire, tendineuse, ligamentaire et osseuse est notée à l'IRM chez les grimpeurs. Les mains cadavériques ne constituent pas un biais en soit car elles peuvent être comparées dans leur comportement aux mains in vivo. Les mains testées ne présentaient aucun signe de lésion préalable, mais les examens ne sont que visuels. Cela constitue un biais de sélection en soit, tout comme dans l'article n°1. En effet, les auteurs ont réalisé une analyse de puissance avec variation grâce à la littérature préexistante, et les résultats exigent 23 paires de doigts. Les résultats sont disponibles pour 22 doublons de doigts, les critères ne sont donc pas remplis.

Dans l'article n°1, les sujets sont vivants et conscients de leur vécu. On peut attribuer un peu plus de confiance dans leurs dires. Il est bien sûr possible que des lésions de la poulie à des grades moins important (1, voire 2) ait eu lieu, et que traitée avec du repos la douleur a disparue. Cela ne sera pas forcément identifié comme une rupture de la poulie et donc non signalé lors de l'interrogatoire. Le biais de sélection existe, mais il est plus grand dans l'article n°2. En effet les tests réalisés pour vérifier l'intégrité de la main ne sont que visuels, et un diagnostic plus poussé à l'aide d'imagerie médicale aurait permis plus de certitude.

Les critères de sélection de l'article n°3 sont beaucoup plus rigoureux. Ils incluent une pratique de l'escalade régulière depuis plus de six mois et un niveau confirmé. L'examen des blessures préalables est aussi visuel, et par un interrogatoire. Il est possible que des blessures échappant à la vigilance des interrogateurs existent, mais le risque est amoindri car les grimpeurs sont conscients face à cette blessure et il est plus probable qu'ils l'aient remarquée. Cependant aucun imagerie n'a été réalisé, ce

qui peut constituer un biais dans la sélection. La taille de l'échantillon final est de 10 personnes, et c'est trop petit pour que cet article ait une valeur significative importante. En effet, les auteurs ont réalisé une analyse post étude qui a révélé que la puissance significative était de 0,16 ce qui est considéré comme petit.

Le biais de sélection est donc présent. Ce biais désigne une erreur systématique réalisée lors de la sélection des sujets, et que donc l'échantillon choisit n'est pas représentatif de la population.

Des études réalisées avec un plus grand nombre d'individus, et des critères de sélection rigoureux devraient avoir plus de puissance statistique. Un niveau de pratique plus avancé d'escalade (chez les professionnels par exemple, qui présentent des traces de rupture de la poulie dans 26% des cas selon une étude [17]) en tant que critère d'inclusion pourrait nous permettre de recueillir des informations importantes.

4.1.2. Analyse de l'intervention

La réalisation des études est similaire car elle traite des différences observées lorsque l'on compare des doigts strappés et d'autres non.

L'article n°1 utilise deux engins différents conçus sur mesure pour l'expérience.

Au cours de cette expérience, une contrainte externe est appliquée sur l'extrémité distale de la dernière phalange. Cette contrainte est exercée par un ressort commercial dont la précision est de l'ordre de 1N, ce qui est assez précis pour les mesures réalisées (dont l'ordre de grandeur est de plusieurs centaines de N).

Deux localisations de strap sont testées afin de déduire la plus efficace. La première, en regard de l'extrémité distale de A2, sur lesquelles les contraintes sont les plus importantes. La deuxième est au niveau de l'extrémité distale de la phalange proximale, c'est-à-dire où l'ECA est le plus évident, le plus apparent et marqué. L'idée étant que s'il est important à cette endroit, c'est aussi ici que les auteurs pourront observer l'efficacité optimale du strap. Ceci, en plus de statuer sur l'utilité du strap, apporte des données supplémentaires dans la mise au point d'un strapping prophylactique. Un strap commercial a été utilisé, aucune précision supplémentaire n'est apportée, de même que dans l'article n°2. Cela diminue la reproductibilité de l'étude ainsi que de l'expérience sur la population. Un strap plus large, ou moins élastique pourrait offrir plus de résistance que ce que les auteurs ont pu observer.

L'article n°2 teste la résistance des poulies lors de l'application de forces externes sur des mains cadavériques. Une seule méthode de strap est testée, le strapping circulaire. Il aurait été intéressant de mettre les résultats en opposition avec un strapping en H par exemple. En effet il n'est pas exclu que cette méthode ait des résultats plus efficaces pour soulager la charge maximale de la poulie.

Le strap est rigoureusement sélectionné, ce qui augmente la valeur clinique de l'étude ainsi que l'applicabilité et la reproductibilité.

Les mains cadavériques sont maintenues humides par une solution saline afin qu'elles soient le plus comparable possible avec le vivant. Elles sont ensuite disséquées et après marquage, refermées par une suture de nylon si elles sont strappées, laissées telles quelle sinon. Ceci constitue en soit un biais de réalisation car la peau et les structures sous-jacentes constituent un facteur de maintien des tendons contre l'os. Dans cette expérience, ces structures ne sont pas laissées intègres, et cela diminue la comparabilité des résultats avec ceux que nous aurions obtenus avec des sujets vivants.

Un des avantages de l'expérience sur des cadavres et que cela supprime l'effet placebo. Bien que non confirmé par les résultats, il est reconnu que la présence de strap rassure et met en confiance les individus. Sans supposer de son existence, il est plus rigoureux de supprimer l'effet placebo afin de diminuer les biais de réalisation [18].

Les mesures sont obtenues grâce à des électrodes reliées à des ordinateurs, ce qui permet de les objectiver et de supprimer le biais d'interprétation. De plus, des caméras filment les expériences et nous offrent des informations précises concernant la séquence de rupture de poulie.

Dans l'article n°3, les sujets de l'expérience maintiennent une position statique, les main en position arquées tenant une prise. Les mesures sont réalisées après la pose d'électrodes en intramusculaire, et les tests ont lieu dans un ordre aléatoire. Les annulaires et majeurs des mains droites sont strappés car ce sont les doigts les plus touchés par la rupture de poulie [19]. C'est un paramètre qui permet de parler de l'applicabilité de l'intervention réalisée auprès de la population. En effet si le strap évite la rupture de la poulie de l'auriculaire qui n'est jamais à risque (sauf pour Patrick Edinger lors de sa fameuse « traction sur le petit doigt »), les grimpeurs n'y apporteront que très peu d'intérêt.

L'annulaire et le majeur sont les doigts les plus utilisés par les grimpeurs. Lors de prises arquées normales ce sont elles qui supportent le plus de contraintes, mais ils sont parfois utilisés en prise « mono » ou « bi », dans lesquelles ils sont parfois amenés à supporter le poids entier du grimpeur.

Les mesures, obtenues grâce à des électrodes reliées à un ordinateur et quantifiées par un EMG sont très fiables.

L'ensemble de ces trois articles réalise des expériences en statique. C'est-à-dire que les sujets maintiennent une position. La majorité des ruptures de poulies à lieu lorsqu'une charge violente est appliquée soudainement sur la poulie (par exemple, un pied qui glisse lors de la tenue d'une prise arquée, « mono » ou « bi », ou encore un mouvement dynamique pour attraper une prise très étroite). Il est évident que des mesures lors de mouvements dynamiques sont plus difficiles à prendre, mais il serait intéressant d'orienter les études futures dans cette direction. L'augmentation de ruptures de la poulie est sans aucun doute corrélée à la popularisation de l'escalade, mais le style d'escalade évolue aussi. De plus en plus de mouvements spectaculaires sont exigés des compétiteurs, mais aussi des pratiquants récréatifs. C'est probablement aussi une des causes de la blessure étudiée dans cette revue, et une prise de conscience des populations serait bénéfique.

L'ensemble de ces études étudie le phénomène de rupture de la poulie à un instant T. Il pourrait être utile de réaliser une étude similaire mais étudiant les grimpeurs sur le moyen voire long terme. L'utilisation de strap quotidienne, de la même manière et au même endroit pourrait entraîner une réorganisation du système des fléchisseurs, utilisant alors le strap comme facilitateur du maintien des tendons contre l'os.

4.1.3. Analyse des critères de jugement

L'article n°1 mesure la distance de l'ECA (c'est-à-dire la distance entre les tendons et l'os), et la force exercée par celui-ci avec ou sans strap. L'ECA constitue un paramètre essentiel à prendre en compte lors de la rupture de la poulie. Il est plus marqué en position arquée, position la plus à risque. La comparaison a lieu sur le même doigt ce qui permet d'avoir les résultats le plus significatif possible. Les outils de mesure sont créés pour l'expérience. Ces deux engins, créés dans les années 2000, avec les moyens disponibles alors ne sont pas homologués et constituent un possible biais de mesure. Cela constitue aussi un problème pour la reproductibilité de l'épreuve. Il serait utile de réactualiser ce type d'étude avec la technologie moderne afin d'obtenir les mesures les plus précises possibles, et de pouvoir comparer différents résultats.

L'article n°2 mesure le seuil de rupture de la poulie A2 avec ou sans strap. Soulager le seuil de rupture permettrait d'augmenter la résistance de la poulie et donc de diminuer son nombre de lésion au sein de la population. Ces mesures sont réalisées après dissection et couplage des tendons musculaires des FSD et FPD à un ordinateur grâce à des électrodes. Cela permet d'obtenir des résultats précis et objectivés grâce à des logiciels : une analyse de puissance statistique de l'étude a été réalisée par les auteurs et $p < 0,05$ pour chaque test réalisé. Nous pouvons donc affirmer de la précision des tests.

De plus des caméras arthroscopiques sont installées et permettent d'avoir accès à de nombreuses informations supplémentaires, telle que l'ordre de la rupture des poulies. Cela nous permet d'évaluer l'impact du strap en regard du plus grand nombre de paramètres possibles.

L'article n°3 utilise aussi des électrodes, en intramusculaire. Les électrodes collectent les informations nécessaires à l'EMG. Chaque bras droit des individus participant à l'expérience est monitoré, et un goniomètre y est installé. Cela permet d'enclencher la prise de mesure seulement lorsque les bras du sujet sont à 90° de flexion ($\pm 5^\circ$). Les données sont ensuite transmises à un ordinateur. Comme dans l'article n°2, cela permet d'augmenter la précision des mesures car grâce aux différentes références recueillies, tout « bruit supplémentaire » à l'EMG a été supprimé. Chaque pose d'électrode est réalisée selon un protocole précis retranscrit dans l'article, ce qui ajoute à la reproductibilité de l'étude.

Il mesure l'activité musculaire des FSD et FPD. Laurent Vigouroux [20] a quantifié l'activité du FPD comme 60% plus importante que le FSD et position arquée, alors qu'en position tendue l'activité du FPD ne représente que 90% de celle du FSD.

La position arquée exerce sur A2 plus de 36 fois les contraintes appliquées en position tendue. L'activité musculaire relative du FPD nous laisse penser que c'est lui le principal responsable de la charge soutenue par A2. Il serait très intéressant que le strap permette de diminuer ce rapport afin de soulager A2.

4.1.4. Analyse des résultats

Dans l'article n°1, la distance de l'ECA et la force appliquée sont mesurées premièrement sans aucune intervention préalable pour le témoin, puis avec du strap en regard de la poulie A2, puis au niveau de l'extrémité distale de la phalange proximale, où l'ECA est le plus apparent.

Il est observé que le strap en regard de la poulie diminue la distance de l'ECA de 2,8%, soit 0,05mm. La distance moyenne de l'ECA sans strap est d'1,8 ($\pm 0,3$) mm, et avec strap de 1,75 ($\pm 0,25$) mm.

L'ordre de grandeur de précision de l'appareil utilisé pour la mesure de la distance est de 0,05mm. C'est trop peu concernant des structures telles que les poulies ou les tendons, la précision du résultat obtenu peut en pâtir.

La taille d'effet du traitement est de 0.05mm. Cela ne représente que 2,8% de la distance de l'ECA initial. De plus l'intervalle de confiance à 95% (-0,15 ; 0,25) est premièrement étendu ce qui témoigne de la faible fiabilité de l'expérience. Trop peu de mains sont testées, les appareils utilisés pourraient gagner en précision. L'intervalle de confiance à 95% comprend la valeur 0, ce qui implique que l'application de strap peut avoir un effet nul. Il paraît donc évident que le strap en regard de la poulie A2 ne diminue pas la distance de l'ECA.

Ce type de strap soulage la charge maximale appliquée sur la poulie de 11% (soit 41N). Nous avons vu que le FPD développe une force de 257N en position arquée, et les berges distales de la poulie ont un seuil de rupture estimé à 254N. Il serait donc très intéressant de pouvoir diminuer cette charge appliquée afin d'épargner la poulie. Cependant 11% représente une valeur faible dans ce cas-là. Il faut prendre en compte que lors d'une chute, un grimpeur occasionnel de 70kg peut exercer jusqu'à 450N sur ses doigts.

Lorsque le strap est au niveau de l'extrémité distale de la phalange proximale, la distance de l'ECA diminue de 22%, soit 0,75mm. La distance moyenne sans strap est de 3,45 ($\pm 0,65$) mm, et avec de 2,7 ($\pm 0,45$) mm. Cette valeur est plus importante que pour la poulie A2, mais il est aussi à prendre en compte que l'ECA est plus visible et important à cet endroit. Il est donc logique de penser que si le strap agit, c'est là que ce sera le plus visible.

La taille d'effet du traitement est de 0,75mm soit 22%. C'est plus important qu'en regard de A2 mais nous pouvons en conclure que l'application de strap a un effet négligeable sur la distance de l'ECA. L'intervalle de confiance à 95% de (0,35 ; 1,15) correspond à plus de 100% de la valeur de la taille d'effet du traitement. Nous considérons cet intervalle comme trop étalé et donc pas assez précis.

Cette méthode de strapping soulage de 12% (soit 46N) la charge appliquée pas l'ECA. C'est similaire à la mesure obtenue pour l'autre méthode, nous pouvons donc conclure que le strap ne diminue ni la charge ni la distance de l'ECA. Les résultats indiquent que le strap n'a pas d'effet sur la rupture de poulie.

L'article n°2 mesure le seuil de résistance de A2. 23 tests ont été perdus en raison de fractures avant la rupture de la poulie. Les mains qui ont été le siège de fractures sont les mains les moins calleuses.

La poulie A2 a cédé en même temps que A3 et A4 dans 55% des cas ce qui implique une solidarité de la gaine des fléchisseurs.

Une seule poulie cède en premier suivie du reste de la gaine dans les cas restants (A2 dans 27% des cas, soit 13 doigts, A4 dans 16% des cas soit 8 doigts et A3 dans 2% des cas soit 1 doigt). Cet ordre n'a pas été affecté par la présence de strap.

Les poulies A2 des sujets féminins ont été mesurées comme moins résistantes ($414 \pm 28N$) que celles des hommes ($569 \pm 39N$). Pour ce résultat, $p < 0,01$. Cette valeur est donc statistiquement très significative. Il apparaît cependant logique que les poulies féminines soient moins résistantes car elles ne sont pas soumises aux mêmes contraintes. En effet, la somme des charges appliquées sur A2 dépend du poids du grimpeur, et les grimpeuses féminines sont bien moins lourdes que la plupart des hommes. Ces deux observations vont dans le même sens.

Quant à la résistance de A2 sans strap, mesurée comme étant de $482 \pm 33N$, elle n'est pas significativement différente de celle mesurée avec strap : $516 \pm 31N$. En effet, une taille d'effet du traitement de 34N ne correspond qu'à 7% de la valeur du seuil de résistance sans strap. L'intervalle de confiance à 95% de (13,30 ; 54,70) est relativement grand car il représente plus de 100% de la taille d'effet du traitement du strap. Cependant, en raison du grand nombre de cas tempérés, et donc de la faible taille de l'échantillon final, $p = 0,53$. Il existe donc une probabilité que les effets observés pendant cette expérience soit dus au hasard. La valeur statistique de ces résultats est donc faible. Cela pourrait être grandement amélioré par un échantillon plus important et des critères d'inclusion plus rigoureux.

Nous pouvons cependant déduire des résultats observés que le strap n'a pas d'effet significatif concernant le seuil de rupture de la poulie A2.

Dans l'article n°3, c'est l'activité musculaire du FSD et du FPD qui est mesurée. En effet, l'augmentation des charges exercées par le FPD en position arquée est un facteur de la rupture de la poulie. Une diminution du rapport de force entre le FPD et le FSD en faveur du FSD pourrait témoigner de l'efficacité du strap vis-à-vis de la rupture de la poulie.

Les auteurs indiquent cependant qu'au cours de cette expérience, il n'y avait pas d'augmentation constate de l'activité du FPD, ni de diminution de celle du FSD en position arquée. Selon eux c'est dû à la faible taille de l'échantillon. Le temps passé sur les prises pour les mesures étant de seulement 6 secondes et cela en position statique, il est probable que l'activité musculaire puisse être différente sur un temps plus long et dans un mouvement comparable à ceux réalisés sur une voie. De plus un échauffement plus long et comparable à celui d'une séance d'escalade pourrait changer la courbe d'activité musculaire.

Il n'est observé aucune différence significative dans l'activation musculaire moyenne du FSD et du FPD ($p = 0,069$, et donc $p > 0,05$: il est possible que les résultats obtenus soient liés à un facteur externe à ceux contrôlés dans l'étude).

Le strap n'a pas non plus d'effet dans l'activation musculaire maximale des FSD et FPD ce qui paraît cohérent avec l'observation précédente. $P=0,608$, la valeur statistique de cette mesure est faible et il est possible que les résultats obtenus soient dus au hasard.

L'ensemble de ces trois articles expriment des résultats en défaveur de l'effet du strap dans la lésion des poulies. En effet, aucun des paramètres étudiés ne sont améliorés par la présence du strap. Il semble donc facile de conclure de l'inefficacité du traitement que nous étudions.

Cependant il faut prendre en compte très petit nombre d'études disponibles concernant la prévention de la rupture de la poulie, ainsi que celles abordant le strap. De plus, il est évident que les échantillons de population sélectionnés sont trop peu importants (23 sujets au total pour les trois articles et les critères d'inclusion ne prennent pas en compte le niveau de pratique) pour être représentatifs. Ils entraînent tous une valeur statistique des expériences conduites trop faible. En résulte que les résultats obtenus ne peuvent être attribués à 100% aux auteurs, et qu'il existe une probabilité qu'ils soient dus au hasard.

4.1.5. Applicabilité des résultats cliniques

Les résultats obtenus dans les articles étudiés n'ont pas de valeur statistique ($p < 0,05$). Ces trois articles constituent pourtant l'ensemble de la littérature disponible à ce jour.

Il serait donc très intéressant de réaliser des études supplémentaires sur le sujet. Le strap constitue (si efficace) un moyen de protection basique, disponible pour tous et à bas prix. Le rapport bénéfice risque serait fortement en faveur des bénéfiques. La pose de strap ne présente aucun risque en soit, hormis la perturbation du retour veineux qui peut être facilement évitée par une pose correcte.

4.1.6. Qualité de preuve de la revue

Le niveau de preuve évalue la capacité d'une étude à résoudre une problématique initialement définie. Elle s'estime par la correspondance entre le déroulement de l'étude et la question.

Il existe de nombreux outils de mesures des niveaux de preuve, nous n'aborderons ici que celui mentionné par l'HAS.

Il existe trois niveaux de preuve selon l'HAS (fig 8) :

- Un niveau de preuve fort, c'est-à-dire une étude au protocole adapté pour résoudre la problématique, sans biais majeurs, avec une analyse statistique adaptée aux objectifs et une puissance suffisante
- Un niveau de preuve intermédiaire, avec un protocole similaire mais dont la puissance est nettement inférieure
- Un niveau de preuve faible pour tous les autres types d'étude.

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.
	Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

Figure 8 : Grade des recommandations de l'HAS [21]

Le niveau de preuve de cette revue est le niveau 2, en raison du type d'études sélectionnées : les études de cohorte. En effet, les articles étudiés présentent des limites telles que la taille des échantillons observés, des résultats dont les valeurs statistiques sont faibles.

4.1.7. Biais potentiels de la revue

L'estimation de la qualité méthodologique de cette revue systématique est réalisée grâce à la grille AMSTAR. Elle présente une fiabilité inter-évaluateur modérée, une excellente cohérence interne et un haut niveau de clarté [22], et est utilisée pour apprécier les biais de cette revue.

Onze items traitant de l'objectif de la revue, des outils et protocoles de recherches utilisés, de la méthode de sélection des études, des qualités des études incluses ainsi que du processus de synthèse des résultats sont présents dans cette grille.

Chaque item est validé si la réponse est oui, et attribue donc un point.

Voici le tableau récapitulatif des résultats de cette revue en regard de la grille AMSTAR.

Questions	OUI	NON	Impossible de répondre	Sans objet
1. Un plan de recherche a priori est-il fourni ?	X			
2. La sélection des études et l'extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes ?		X		
3. La recherche documentaire est-elle exhaustive ?	X			
4. La nature de la publication (littérature grise, par exemple) était-elle un critère d'inclusion ?	X			
5. Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie ?		X		
6. Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées ?	X			
7. La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été analysée et documentée ?	X			
8. La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée en adéquation avec la formation des conclusions ?	X			
9. Les méthodes utilisées pour associer les résultats des études sont-elles appropriées ?		X		
10. La probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée ?		X		
11. Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés ?	X			

Fig 9 : Application de la grille AMSTAR

Le score total établi pour cette revue est de 7 points sur 11.

5. CONCLUSION

L'ensemble des données analysées dans cet article nous pousse à conclure que le strap n'influe pas sur la lésion de la poulie et qu'il ne présente aucun intérêt ni aux grimpeurs ni aux professionnels de santé. En effet, aucun des paramètres étudiés n'est amélioré par la présence de strap.

Il est cependant très important de noter la faible valeur statistique des résultats obtenus dans les articles étudiés.

En effet, la littérature disponible concernant la problématique étudiée est très peu renseignée et relativement datée, les échantillons de population sélectionnés sont très faibles et pas tous représentatif de la population cible.

Il faut donc relativiser l'effet presque nul du strap observé.

Le strap pourrait constituer un moyen de protection sans aucun risque et à la portée de tous. La lésion de la poulie entraîne une immobilisation d'au moins 45 jours, et au niveau de pratique des

professionnels, un tel arrêt se fait ressentir. Se maintenir à de tels niveaux exige des efforts constants, de la préparation physique, une hygiène de vie irréprochable ainsi qu'une pratique régulière. Il serait donc très intéressant de développer un moyen de protection contre la rupture de la poulie.

De nouvelles études devraient être réalisées, sur des échantillons de population plus importants, exclusivement sur des pratiquants réguliers et de bon niveau. C'est-à-dire avec des critères de sélection plus rigoureux. Une actualisation des outils de mesure augmenterait aussi la validité des résultats.

Les prochains articles pourraient aussi s'intéresser à des séquences de mouvements différentes, étudier les différents paramètres observables lors de « jetés », ou d'une manière plus étendue dans le temps afin de conclure sur l'utilité du strap sur le long terme.

De plus, étudier de nouvelles matières pour remplacer la bande adhésive élastique pourrait être une piste intéressante. En effet, un anneau de métal serait beaucoup trop dangereux, car si l'anneau reste coincé dans une faille ou un interstice, le doigt pourrait être arraché. Cependant, un même anneau en silicone pourrait avoir un effet positif sur le maintien de la poulie, sans présenter les inconvénients d'un matériau plus résistant tel que l'acier.

J'ai déjà côtoyé des grimpeurs dont l'alliance (qu'ils n'enlèvent donc pas quand ils escaladent) était sectionnée afin qu'elle puisse se décrocher du doigt en cas de chute.

Il est donc important de rappeler la faible valeur statistique des articles étudiés, ainsi que d'encourager la réalisation de nouvelles études rigoureuses dans ce domaine afin de pouvoir statuer officiellement sur l'utilité du strap contre la rupture de la poulie des fléchisseurs.

Il est cependant important de mentionner que l'application de strap pourra aussi avoir un effet placebo bénéfique qu'il pourrait aussi être intéressant d'étudier.

Cependant la prévention de la poulie doit pour l'instant passer par d'autres démarches. Un échauffement avant la séance, du repos, une nutrition adaptée. Il semble que la méthode la plus sûre pour éviter la rupture de la poulie soit d'éviter la prise arquée qui est la plus contraignante pour A2.

6. LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES

Effet de corde d'arc : ECA

Fléchisseur profond des doigts : FPD

Fléchisseurs superficiel des doigts : FSD

Interphalangienne Proximale : IPP, Distale : IPD

Métacarpo-phalangienne : MP

Newcastle Ottawa Scale : NOS

7. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Crowley T. The Flexor Tendon Pulley System and Rock Climbing. *J Hand Microsurg* 2016;04:25–9. <https://doi.org/10.1007/s12593-012-0061-3>.
- [2] F. MOUTET. Les poulies de l'appareil fléchisseur : anatomie, pathologies 2003.
- [3] Pradel P, Corcella D, Forli A, Guinard D, Moutet F. Une pathologie spécifique du grimpeur: Les lésions de poulies digitales des fléchisseurs. *Schweizerische Zeitschrift Fur Sport Und Sport* 2002;50:11–5.
- [4] Phillip. Lionel. REEDUCATION APRES SUTURE DIRECTE D ' UNE POULIE ROMPUE CHEZ LE GRIMPEUR DE HAUT NIVEAU 2019.
- [5] A. SCHWEIZER. BIOMECHANICAL EFFECTIVENESS OF TAPING THE A2 PULLEY IN ROCK CLIMBERS. *J Hand Surg Am* 2000;British and European.
- [6] Schuind F, Garcia-Elias M, Cooney WP, An KN. Flexor tendon forces: In vivo measurements. *J Hand Surg Am* 1992;17:291–8. [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(92\)90408-H](https://doi.org/10.1016/0363-5023(92)90408-H).
- [7] Mitsionis G, Fischer KJ, Bastidas JA, Grewal R, Pfaeffle HJ, Tomaino MM. Feasibility of partial A2 and A4 pulley excision: Residual pulley strength. *J Hand Surg Am* 2000;25 B:90–4. <https://doi.org/10.1054/jhsb.1999.0332>.
- [8] Lesker PA. STRENGTH OF HUMAN PULLEYS PAUL R. MANSKE and PEGGY A. LESKER, St. Louis, Missouri. 1977:147–52.
- [9] G.-T. LIN. Mechanical Properties of human pulleys. *Biomech Lab Dep Orthop Mayo Clin Found* 1990. <https://doi.org/10.1002/9783527666874.ch13>.
- [10] Schneeberger M, Schweizer A. Pulley Ruptures in Rock Climbers: Outcome of Conservative Treatment with the Pulley-Protection Splint - A Series of 47 Cases. *Wilderness Environ. Med.*, vol. 27, Elsevier Ltd; 2016, p. 211–8. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2015.12.017>.
- [11] Roloff I, Schöffl VR, Vigouroux L, Quaine F. Biomechanical model for the determination of the forces acting on the finger pulley system. *J Biomech* 2006;39:915–23. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2005.01.028>.
- [12] Vigouroux L. Modélisation biomécanique des système musculo-squelettique sous déterminés . Analyse statique des tensions des tendons mobilisant le doigt To cite this version : HAL Id : tel-00011464 2006.
- [13] Schöffl V, Hochholzer T, Winkelmann HP, Strecker W. Pulley injuries in rock climbers. *Wilderness Environ Med* 2003;14:94–100. [https://doi.org/10.1580/1080-6032\(2003\)014\[0094:PIIRC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1580/1080-6032(2003)014[0094:PIIRC]2.0.CO;2).
- [14] Schöffl I, Einwag F, Schöffl VR. Impact of “Taping” after Finger Flexor Tendon Pulley Ruptures in Rock Climbers. *Eng. Sport* 6, Springer New York; 2006, p. 253–8. https://doi.org/10.1007/978-0-387-46051-2_45.
- [15] Egri L. The Art of taping. *Calif Manage Rev* 2011;41:158–75.
- [16] Rostagno SAP. NOS TRADUCTION FRANCAISE 2019.
- [17] Bollen SR, Gunson CK. Hand injuries in competition climbers. *Br J Sports Med* 1990;24:16–8. <https://doi.org/10.1136/bjism.24.1.16>.
- [18] Delahunt E, McGrath A, Doran N, Coughlan GF. Effect of taping on actual and perceived

dynamic postural stability in persons with chronic ankle instability. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91:1383–9. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.06.023>.

- [19] Vigouroux L, Quaine F, Paclet F, Colloud F, Moutet F. Middle and ring fingers are more exposed to pulley rupture than index and little during sport-climbing: A biomechanical explanation. *Clin Biomech* 2008;23:562–70. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2007.12.009>.
- [20] Vigouroux L, Quaine F, Labarre-Vila A, Moutet F. Estimation of finger muscle tendon tensions and pulley forces during specific sport-climbing grip techniques. *J Biomech* 2006;39:2583–92. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2005.08.027>.
- [21] Haute Autorité de Santé. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. *Etat Des Lieux* 2013:192.
- [22] Brosseau L, Laroche C, Guitard P, King J, Poitras S, Casimiro L, et al. The French-Canadian version of the Assessment of Multiple Systematic Reviews (AMSTAR) tool. *Physiother Canada* 2017;69:20–9. <https://doi.org/10.3138/ptc.2015-80F>.
- [23] Walbeehm ET, Mcgrouter DA. A N A N A T O M I C A L S T U D Y O F T H E M E C H A N I C A L I N T E R A C T I O N S O F F L E X O R D I G I T O R U M S U P E R F I C I A L I S A N D P R O F U N D U S A N D T H E F L E X O R T E N D O N S H E A T H I N Z O N E 2 1981.
- [24] Bollen SR. Injury to the A2 pulley in rock climbers. *J Hand Surg Am* 1990;15:268–70. [https://doi.org/10.1016/0266-7681\(90\)90135-Q](https://doi.org/10.1016/0266-7681(90)90135-Q).

8. ANNEXES

TABLE 1
Forces Measured at the Moment of A2 Pulley Failure in Successful Tests in Paired Hands

Specimen	Age	Sex	Finger ^a	Force (in newtons)	
				Taped	Untaped
1	34	F	IF	408.3	310.3
1	34	F	RF	427.0	233.3
2	42	F	IF	506.2	442.7
2	42	F	RF	385.1	343.2
3	20	F	RF	484.5	661.0
4	42	F	RF	463.6	464.4
5	37	M	IF	527.2	670.0
5	37	M	MF	991.5	588.5
5	37	M	RF	704.4	747.8
5	37	M	SF	492.8	453.1
6	42	M	IF	448.7	516.0
6	42	M	MF	569.0	361.9
6	42	M	RF	787.4	404.5
6	42	M	SF	320.0	347.7
7	45	M	IF	709.6	664.8
7	45	M	MF	516.7	798.6
7	45	M	RF	642.3	556.3
7	45	M	SF	395.6	449.4
8	47	F	IF	421.0	406.0
8	47	F	MF	451.6	457.6
8	47	F	RF	399.3	488.3
8	47	F	SF	296.9	226.6

^a IF, index finger; MF, middle finger; RF, ring finger; SF, small finger.

Table issue de The Effect of Circumferential Taping on Flexor Tendon Pulley Failure in Rock Climbers, Winston and Brooks, 2000.

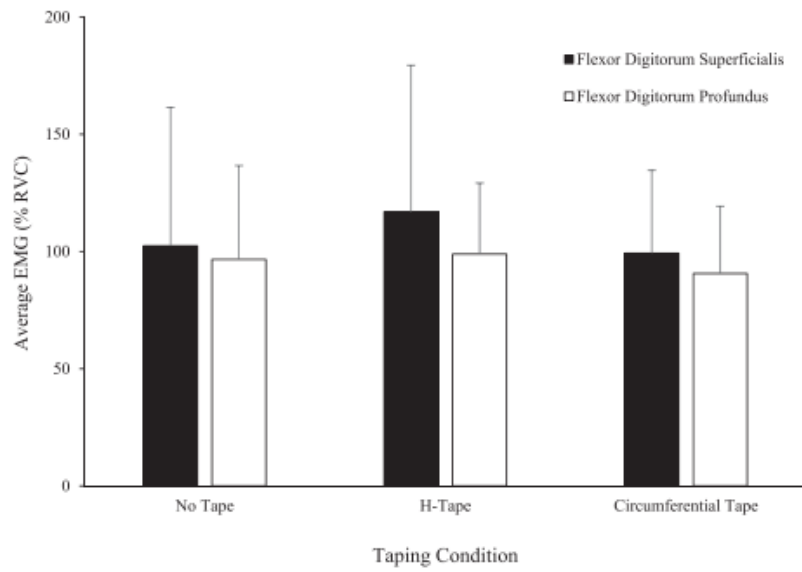


Fig. 5. Average muscle activation of the Flexor Digitorum Superficialis and Profundus during different taping condition compared to no finger tape.

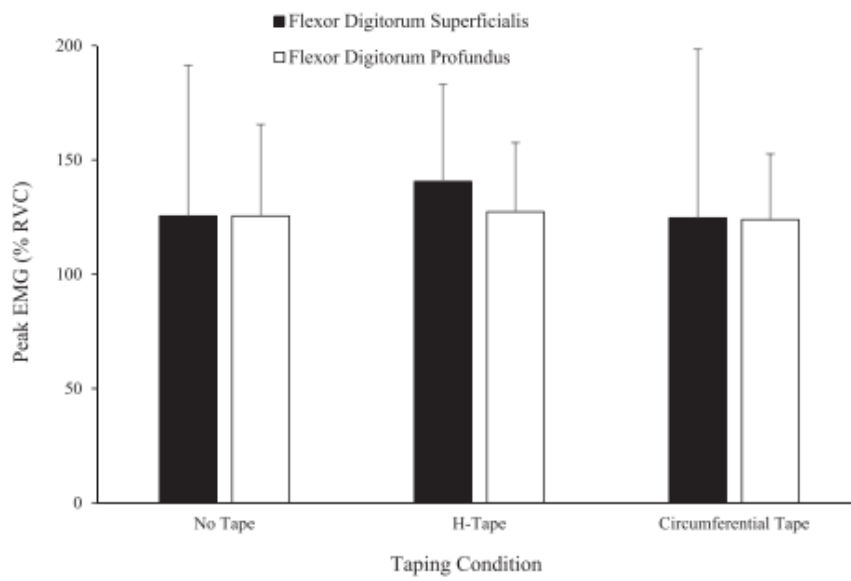


Fig. 6. Peak muscle activation of the Flexor Digitorum Superficialis and Profundus during different taping condition compared to no finger tape.

Figures issues de Effects of finger taping on forearm muscle activation in rock climbers, Dykes et Johnson, 2019

Résumé

La rupture de la poulie des fléchisseurs chez les grimpeurs est la lésion spécifique prédominante au sein de cette population (26% des grimpeurs professionnels présentent des traces de cette lésion). Elle entraîne une immobilisation et donc une perte de performance. Il est très répandu d'utiliser du strap pour se prémunir de cette blessure.

L'objectif de cette revue littéraire systématique est d'évaluer si l'application de strap diminue les risques de rupture de la poulie. Trois articles ont été analysés et mis en relation, chacun mesurant différents paramètres. Le seuil de la rupture de la poulie (en N), la distance et les forces exercées par l'ECA (en mm et N respectivement), et l'activité musculaire des FSD et FPD ont été évalués. Ces paramètres sont mesurés avec ou sans strap afin de conclure sur son impact.

Les résultats indiquent que le strap n'a pas d'effet en regard de la prévention de la rupture de la poulie. Il ne diminue aucun des paramètres étudiés. Il est cependant important de préciser la faible valeur statistique des résultats obtenus en raison des protocoles expérimentaux.

De nouvelles études portant sur des échantillons de population plus spécifiques et plus importants, et sur des périodes de temps plus longues sont nécessaires afin de conclure définitivement sur l'utilité de ce traitement, et d'explorer la piste d'un traitement préventif valable contre la rupture de la poulie.

Abstract

Pulley rupture is the most common injury amongst climbers (26% of elite climbers show traces of pulley rupture). Immobilization and strength loss are the consequences. Finger taping would be the easiest way to prevent sur injury, and it is most used by climbers

The objective of this study is to estimate whether finger taping is effective to prevent pulley rupture. Three studies have been analyzed and linked together, each one evaluating different components of pulley rupture. The pulley load to failure, the distance and force applied during bowstringing effect, and muscular activity of the flexor digitorum profundus and flexor digitorum superficial have been measured. These results were compared to those obtained during the **no tape experiences**.

Results show no positive effect of taping to prevent pulley rupture. None of the studied component is improved by taping. We must address the lector's attention on the low statistic validity of the studies we analyzed.

Further studies, on larger sample size, more specific to climbers, and during longer period are advised to conclude on taping and its usefulness, in order to investigate a valid protective measure against pulley rupture.