DIPLOME INTER-UNIVERSITAIRE
DE REEDUCATION ET D'APPAREILLAGE EN CHIRURGIE DE LA MAIN

L'IPP chronique du grimpeur

Eric DELMARES

PROMOTION 2011-2013

Jury :

Professeur F. MOUTET
Professeur E. MASMEJEAN
Monsieur D. THOMAS

REMERCIEMENTS

Je remercie le professeur MOUTET ainsi que tous les intervenants lors du DIU ou des stages pour leur implication et leur aide dans mon apprentissage.

Mes remerciements s'adressent aussi à Sébastien GNECCHI pour le temps passé à la relecture et les illustrations de ce mémoire.

Enfin merci à Sandrine, Blandine et Aurore pour leur patience et leur soutien lors de ces deux années.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 6

A - PARTIE THÉORIQUE 7

I - RAPPEL ANATOMOPHYSIOLOGIQUE 8
1 - Anatomie descriptive 8
a) Les reliefs osseux 8
b) Les moyens d'union 11
c) Eléments en rapport avec l'IPP 16
d) Vascularisation articulation [6, 7] 21
2 - Anatomie fonctionnelle 23
a) La stabilité 23
b) Etude des mobilités 24
c) Biomécanique de l'IPP 25

II - L'ESCALADE 29
1 - Présentation de l'escalade 29
a) Définition : 29
b) Historique de l'escalade 29
2 - Les disciplines 32
3 - Les préhensions 33
a) La préhension arquée: 33
b) La préhension tendue: 34
c) L'inversée : 35
d) Le mono doigt: 35
e) Le « no foot » : 36
4 - Les pathologies de l'escalade 37

III - LES LESIONS DE L'INTERPHALANGIENNE PROXIMALE 39
1 - Les lésions capsulo-ligamentaires 39
a) Les entorses 39
b) Les luxations 41
2 - Les fractures 42
3 - Pathologies rhumatismales de l'IPP 42

4 - Lésions périphérique à l'IPP 46
a) Ténosynovite et tendinite 46
b) Les kystes synoviaux 47
c) Les ruptures de poulie 47
d) Les lésions musculaires et les désinsertions tendineuses 48
5 - Epidémiologie chez les grimpeurs 49

IV - LA CHRONICITE DE L'IPP CHEZ LE GRIMPEUR 50
1 - Les instabilités 50
2 - La douleur 51
3 - Les déformations 51
a) L'arthrose : 51
b) Les réponses adaptatives : 51
4 - La raideur 52
a) Définition 52
b) Le mécanisme d'apparition et les facteurs favorisant la raideur 52
c) La raideur de l'IPP 54
d) La raideur chez le grimpeur 55

B - PARTIE EXPERIMENTALE 56

I - MATERIEL ET METHODE 56
1 - Population de grimpeurs 56
2 - Le groupe témoin 56
3 - Recueil des résultats 57
4 - Méthode de mesure 57
a) Mesure de la flexion et de l'extension 57
b) Mesure des circonférences 59
c) Test de laxité 59

II - RESULTATS ET INTERPRETATIONS 60
1 - Population 60
2 - Lésions et douleurs 60
a) Quel doigt est atteint ? 62
b) Prévalence des blessures par rapport au côté dominant ? 62
3 - Enraidissement des doigts 63

a) La flexion 63
b) L'extension 64
4 - Les circonférences 65
a) Etude de la population témoin 65
b) Populations de grimpeur 67
c) Croisement entre les valeurs de flexion et les circonférences : 69
d) Croisement entre les valeurs de l'extension et les circonférences : 69
5 - L'âge 70
6 - Paramètre par paramètre 70
a) Type d'escalade 70
b) Le niveau 72
c) La pratique de la compétition 73
d) Professionnel ou non professionnel de l'escalade 73
e) L'ancienneté 73
f) Nombre d'entrainements par semaine 74
g) Les laxités 75

III - DISCUSSION 77
1 - La douleur 77
2 - La raideur 77
3 - La circonférence 78
4 - Les laxités 79
5 - La latéralité 81
6 - Les troisième et le quatrième doigts 83

IV - CONCLUSION 84

C - BIBLIOGRAPHIE 85

ANNEXES 90

INTRODUCTION

En France, la Fédération Française de la Montagne et de l'Escalade (FFME) compte 82000 licenciés, mais cette donnée n'est pas représentative puisque l'escalade peut être pratiquée avec d'autres organismes tel que le Club Alpin Français (CAF) et qu'une partie non négligeable de grimpeurs pratiquent leur sport en dehors de tout cadre associatif.

Au cours des dernières décennies, le nombre de pratiquants n'a cessé de croître.
L'engouement actuel pour l'escalade et l'augmentation du niveau de pratique engendrent un nombre croissant de pathologies secondaires à la pratique de ce sport.

De plus, l'escalade est pratiquée de plus en plus jeune à un niveau de plus en plus élevé.
La pratique peut amener à une approche plus compétitive de ce sport avec des notions de répétition d'efforts et de performances l'éloignant de la philosophie des premiers grimpeurs.
Ceci va entrainer le développement dans quelques années, d'une population de grimpeur de plus en plus âgée et donc des pathologies. Celles-ci deviennent de plus en plus chroniques voir dégénératives d'où la nécessité de les étudier et de prévenir leurs conséquences.

Pour EATON, l'homme cherchant à manipuler, contrôler et explorer son environnement, la main est forcément exposée.

La progression du grimpeur sur la paroi nécessite des adaptations permanentes des doigts pour maintenir l'équilibre et sollicite de manière évidente les membres supérieurs.

Dans la littérature professionnelle, il existe un nombre conséquent d'articles traitant de ces pathologies, et en particulier celles liées à la main.

Une des conclusions principales de ceux-ci est que l'interphalangienne proximale est le centre de toutes les tensions et de toutes les attentions dans la pratique de l'escalade.

C'est dans ce contexte que deux questions se posent :

- Quelles sont les pathologies de l'interphalangienne proximale et leur fréquence que rencontre le grimpeur dans sa pratique ?
- Quelles en sont les évolutions dans le temps et les déformations ou séquelles qui en résulte ?

Main de grimpeur non douloureuse

Afin d'apporter des éléments de réponse à ces questions, cette étude reprends des données théoriques sur l'interphalangienne proximale, sur l'escalade et sur leurs liens.
Une étude est faite par l'intermédiaire d'un questionnaire et de prises de mesure.

A - PARTIE THÉORIQUE

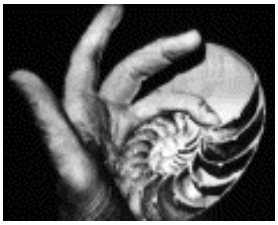
La main est conçue pour s'adapter et saisir toute forme d'objets, grâce à un programme très varié de prise d'adaptation et de préhension ceci grâce à un systeme musculoarticulaire très varié et spécialisé.

Dans cette main le doigt sert à la préparation ou au lâchage d'une prise ainsi que la tenue de celle-ci, et le centre anatomique et fonctionnel du doigt est l'interphalangienne proximale : IPP. [18, 44]
Elle est décrite par Ray CURTIS comme « l'épicentre de la chirurgie de la main. [59]

C'est le principal maillon de la chaine digitale et doit être mobile en flexion. Championne de la mobilité au niveau de la main, elle est soumise à des contraintes importantes et doit être surtout stable en latéral.
Le contrat entre la stabilité et la mobilité est en permanence présent. [5]

En flexion elle permet à la main de se fermer et d'assurer les prises.

L'enroulement des phalanges de l'extension à la flexion s'inscrit comme l'a fait remarquer LITTLER dans une spirale équiangulaire qui correspond à une série numérique de FIBONACCI régissant toutes les spirales biologiques (la longueur de chaque segment est égale à la somme des longueurs des deux précédents). [33]



Spirale de FIBONACCI d'après LITTLER

L'armature osseuse relativement frêle est complétée par des éléments fibreux et fibrocartilagineux ce qui va exposer les doigts aux traumatismes et aux affections rhumatismales. [18]

I - RAPPEL ANATOMOPHYSIOLOGIQUE

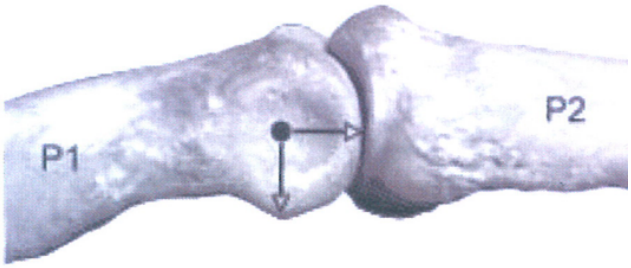
L'articulation interphalangienne proximale (IPP) est une ginglyme (trochléenne) à un seul degré de liberté, elle réalise donc des mouvements de flexion et d'extension dans le plan sagittal.

1 - Anatomie descriptive

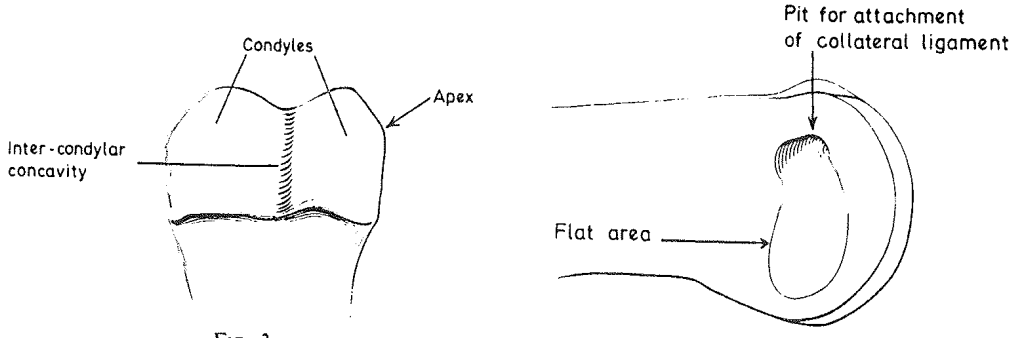
a) Les reliefs osseux

- la tête de la première phalange :

JARJAVAY en 1848, a déjà commencé à décrire la tête de la première phalange (P1) comme ayant la forme d'une poulie, dont le rayon de courbure est régulier, et constant.
Le centre de ce rayon passant par les tubercules d'insertion des ligaments latéraux, situé sur les faces médiales et latérales de P1, est donc lui aussi unique, constant et fixe. [8, 33,17]



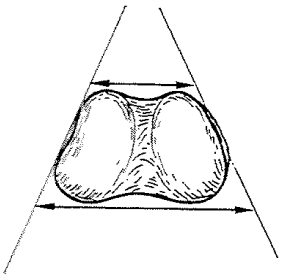
Anatomie de l'IPP de profil [33]



La tête de P1 vue antéro-latérale et sagittale [31]

- La surface articulaire :

La tête de P1 présente une surface articulaire de forme trapézoïdale (la surface palmaire fait environ le double de la surface dorsale : cela augmente la surface d'appui en flexion). [59]



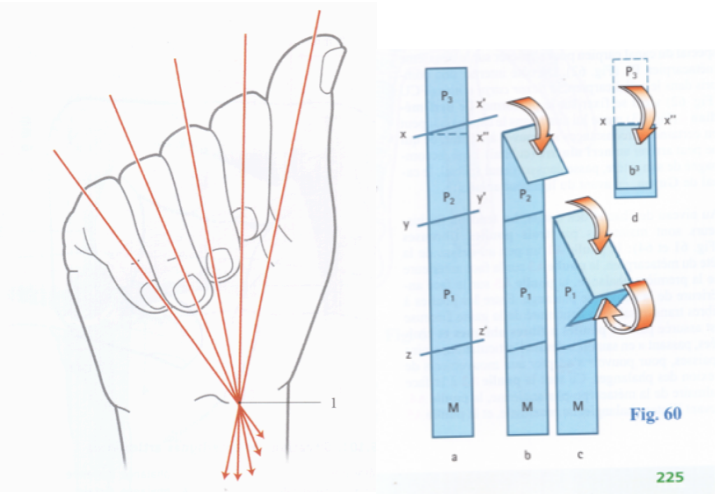
Aspect trapézoïdal de la surface articulaire [59]

La poulie est creuse sagittalement (1mm de profondeur), et les deux joues sont concaves dans tous les sens. [18]
De plus, la surface articulaire palmaire déborde de 2mm par rapport à la dorsale. [7]

Dans le plan frontal, la base de P2 et la tête de P1 ont à peu près le même rapport. En revanche dans le plan sagittal, la tête de P1 est recouverte à moitié par la base de P2 (90° pour 180°). [19]
La gorge de la poulie a une direction antéro-latérale mais son inclinaison varie en fonction des doigts. Elle est d'autant plus oblique en dehors et en bas que l'on se rapproche du cinquième doigt.

Configuration des orientations des condyles de P1 [59]

Ceci participe à la convergence des doigts vers le tubercule du scaphoïde, la principale responsable étant la morphologie des têtes métacarpiennes. [19]

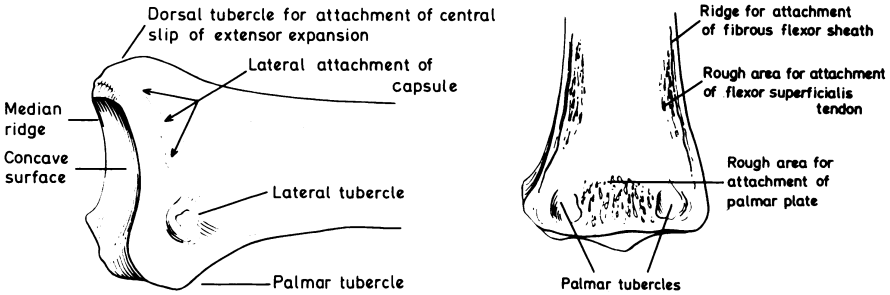


Axe de mouvement des doigts en flexion [27] [28]

- La base de la deuxième phalange (P2)

Elle est aplatie d'avant en arrière avec un grand axe transversal.

Elle est constituée de deux cavités glénoïdes séparées par une crête mousse antéro-postérieure correspondant à la gorge de la trochlée de la tête de P1. [31]



La base de la phalange moyenne vues sagittale et palmaire [31]

En revanche, sa surface articulaire est plus petite et ne représente que la moitié de celle de P1.

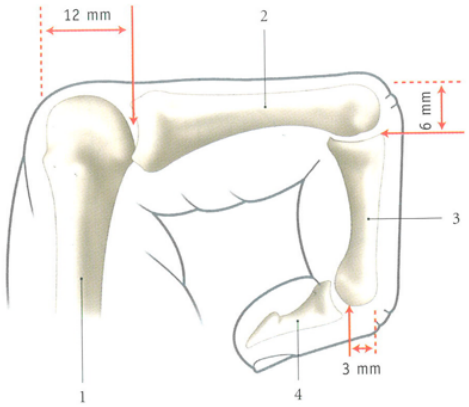
En haut de la surface articulaire de P2 se trouve un tubercule dorsal formé par la nervure médiane où vient s'insérer le ligament triangulaire du tendon extenseur commun.

En conclusion, l'architecture osseuse de P1 et P2 fait de cette articulation une articulation assez contrainte à un seul degré de liberté. [34]

b) Les moyens d'union

- la peau :

Elle est plus fine et plus souple en dorsal qu'en palmaire. Elle présente ici un allongement rare lors de la flexion. Lorsque le doigt est fléchi, l'interligne se situe à 6mm de la face dorsale de la phalange proximale. [28]



Situation des interlignes articulaires en flexion [27]

De plus, au niveau palmaire, elle est stable par rapport au plan profond ce qui assure plus de fixité dans les prises.

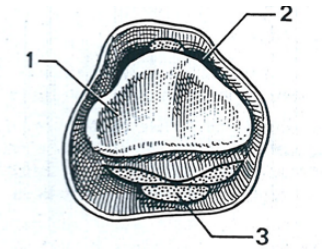
- la capsule :

C'est une véritable enveloppe de l'articulation avec de nombreux replis qui favorisent les mouvements de flexion-extension (sa longueur peut doubler d'une position à l'autre).
Au niveau de P2 son insertion est surtout par les deux bords latéraux et plus lâche au milieu, ce qui crée une fossette où s'insinue une petite frange synoviale.
Elle est donc lâche sagittalement et tendue sur les cotés. [17, 18]

Elle est fragile et beaucoup plus mince qu'au niveau des métacarpo-phalangiennes. [44]

Elle est tissée de synoviale et s'insère sur le pourtour des surfaces articulaires y compris sur le fibrocartilage.

Elle présente 4 culs de sac :

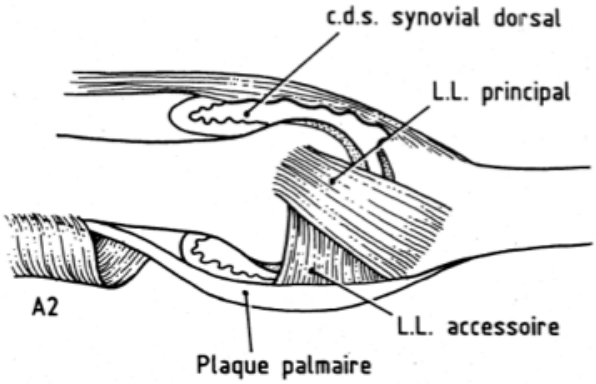


Culs de sac de l'IPP [17]

- Un palmaire: c'est de là qu'émergent les vincula qui sont profonds ce qui permet de loger la plaque palmaire et la tête de P1 lors de la flexion.

- Un dorsal: il se situe entre la face dorsale des condyles phalangiens et l'appareil extenseur ; il se prolonge de part et d'autre du tendon extenseur.

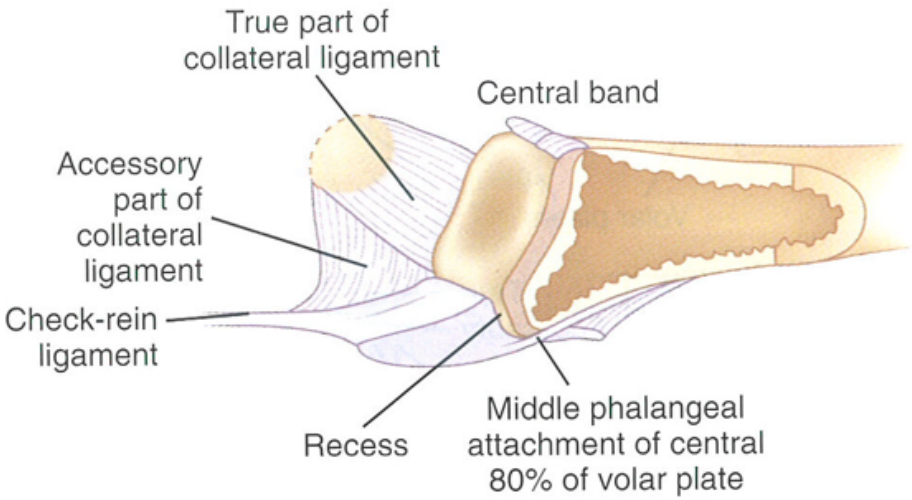
Les culs de sac dorsal et palmaire s'étendent sur 8mm. [30, 64]



Vue latérale de l'IPP [35]

- Deux latéraux : ils sont sous tangentiels à la tête de la phalange proximale.

- la plaque palmaire



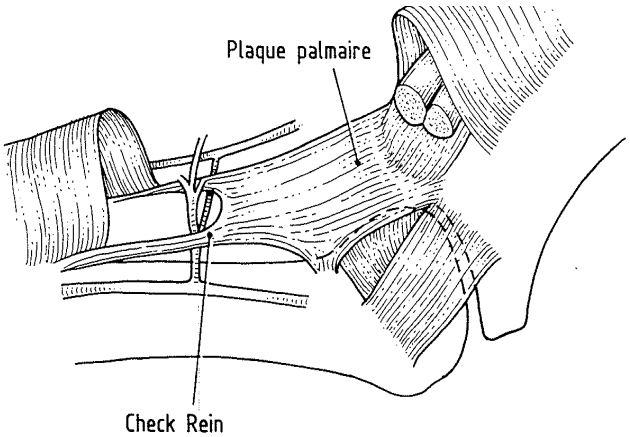
La plaque palmaire [58]

C'est un épaississement, triangulaire à la coupe, de la capsule articulaire, dense (1,5mm d'épaisseur) et résistant.

Elle est moulée par la tête phalangienne et sa face palmaire est concave et recouverte de fibrocartilage, ainsi elle prolonge la cavité articulaire de P2 (cavités glénoïdes).

Elle est constituée de plusieurs couches ce qui confère au son corps une souplesse importante.

Sa forme particulière en queue d'hirondelle a été décrite par KUCZYNSKI en 1968.



Queue d'hirondelle [35]

- Insertion distale :

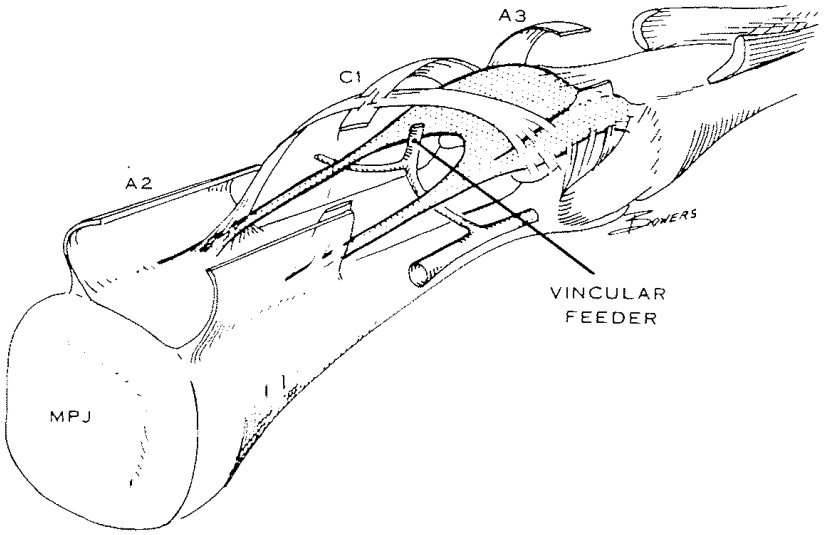
Elle s'insère sur la base de P2 par deux points d'amarrage puissants au niveau des deux tubercules palmaires (elle est donc plus résistante en latéral) puis se dirige vers P1.
BOWERS décrit sur ses bords latéraux, un point de grande solidité : le CRITICAL CORNER qui correspond à la jonction entre le ligament latéral principal et le bord latéral de la plaque palmaire.

- Insertion proximale :

Elle s'implante sur la face palmaire de P1 juste en dedans de l'insertion distale de la poulie A2, à proximité de celle du ligament rétinaculaire oblique.

L'insertion proximale se fait proche de la diaphyse de P1, associant une étroite intrication avec la gaine des fléchisseurs et les poulies A3 et C1.

Elle est fixée sur la phalange proximale avec une zone d'insertion curviligne dont les deux cornes (freins ou check reins) se terminent sur les faces latéro-palmaires de la métaphyse de P1, au centre de la courbure articulaire.
Les freins, décrits par LANDSMEER en 1976, sont formés par la confluence des berges latérales de la plaque palmaire avec les fibres réfléchies de la poulie cruciforme C1 et la réflexion horizontale de l'insertion des ligaments latéraux accessoires sur la plaque palmaire.



Relation entre la plaque palmaire, les poulies A2, A3 et C1 et les vaisseaux nourriciers des tendons fléchisseurs [8]

L'insertion entre les deux freins est libre, celle ci est comblée par la synoviale qui, à ce niveau, se confond avec le méso-tendon des vaisseaux fléchisseurs (vincula) au dessus de la gaine du tendon fléchisseur.

La face profonde du ligament glénoïdien présente un manchon synovial (cul de sac palmaire) très lâche qui permet de loger le fibrocartillage glénoïdien.

Sa face articulaire regarde les condyles de P1 et est tapissée par la synoviale articulaire qui remonte latéralement pour recouvrir les ligaments collatéraux.

- Fonction de la plaque palmaire:

BOWERS en 1980 l'appelle « a smooth transitionnal floor across » (plateau de transition continu) afin de résumer ses différentes rôles:

⇒ rôle stabilisateur : elle améliore la stabilité articulaire, est inextensible et se moule sur les faces antérieures des condyles en extension ce qui augmente la stabilité articulaire. Elle se plisse grâce à son insertion proximale sans festonner en flexion.

Son rôle principal est de limiter l'hyperextension surtout grâce à ses deux freins.

Elle augmente la congruence articulaire : en extension, la partie inférieure des têtes de P1 est en contact avec elle ce qui agrandit l'articulation et répartit les pressions lors des mouvements. [17]

⇒ rôle architectural: elle représente le plancher du canal digital et est recouverte par une séreuse de revêtement interne. [7]

⇒ rôle au niveau des fléchisseurs : de par son épaisseur, elle augmente le moment d'action du fléchisseur dont l'insertion est proche de l'articulation.

Elle favorise le glissement des tendons fléchisseurs.

- les ligaments

Les ligaments latéraux radiaux et ulnaires, sont constitués de deux faisceaux qui ont la même insertion, le tubercule latéral.
C'est le centre de courbure articulaire correspondant à l'axe transversal de flexion et d'extension.

Les ligaments se divisent ensuite en deux faisceaux :

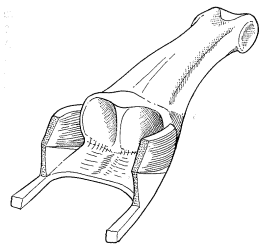
- le principal qui est longitudinal en direction de P2.

Epais, il s'étend, en éventail, jusqu'à la moitié palmaire de la face latérale de la base de P2. EATON a montré que son insertion proximale lui assure une tension constante quelle que soit l'amplitude.

- l'accessoire qui est plus vertical :

Moins épais, il se termine sur le bord latéral de la plaque palmaire se confondant avec la partie proximale de l'attache des freins et de la gaine des fléchisseurs. Il n'a pas d'attache sur P2.
Il constitue surtout un ensemble fonctionnel avec la plaque palmaire. [33]
Lors de son étude cadavérique, LUTZ a démontré le lien fonctionnel présent entre la poulie A3, le ligament collatéral accessoire et la plaque palmaire. En effet, il a effectué des luxations dorsolatérales et ces trois éléments sont restés à chaque fois attachés entre eux.
En conclusion, la poulie A3 et le ligament collatéral accessoire maintiennent la plaque palmaire.

La tête de P1 est donc enchevêtrée entre les ligaments latéraux, la plaque palmaire et la base de P2 : c'est le concept de la configuration tridimensionnelle " en boite " décrit par EATON.



Configuration tridimensionnelle " en boite " d'après EATON

L'appareil capsulo ligamentaire assure une résistance maximale pour un volume minimum.
La jonction des trois éléments fibreux (les ligaments, la plaque palmaire et la gaine des fléchisseurs) est la clef de la force et de la stabilité de l'IPP.

c) Eléments en rapport avec l'IPP

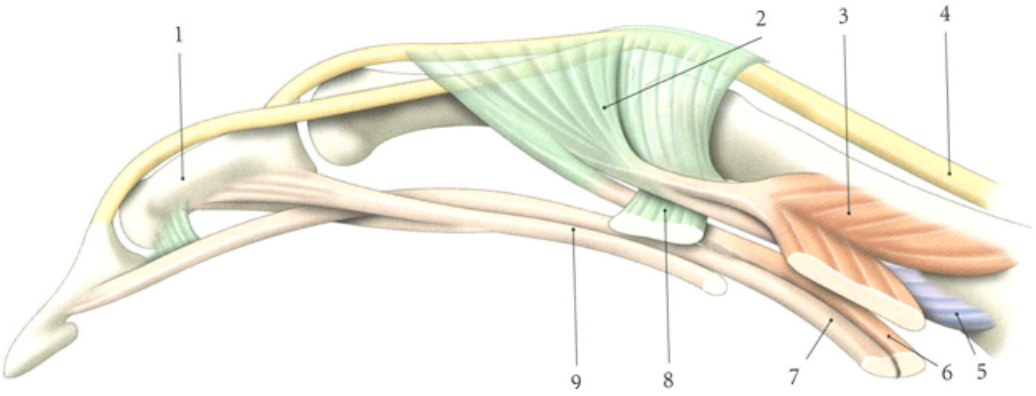
- Dorsalement et latéralement

Il existe un rapport direct :

- **avec l'appareil extenseur.**

Il est sur la face postérieure de l'IPP et présente trois éléments :

⇒ le tendon médian qui s'insère sur le tubercule supérieur
⇒ les bandelettes latérales qui vont s'insérer sur la base de P3.



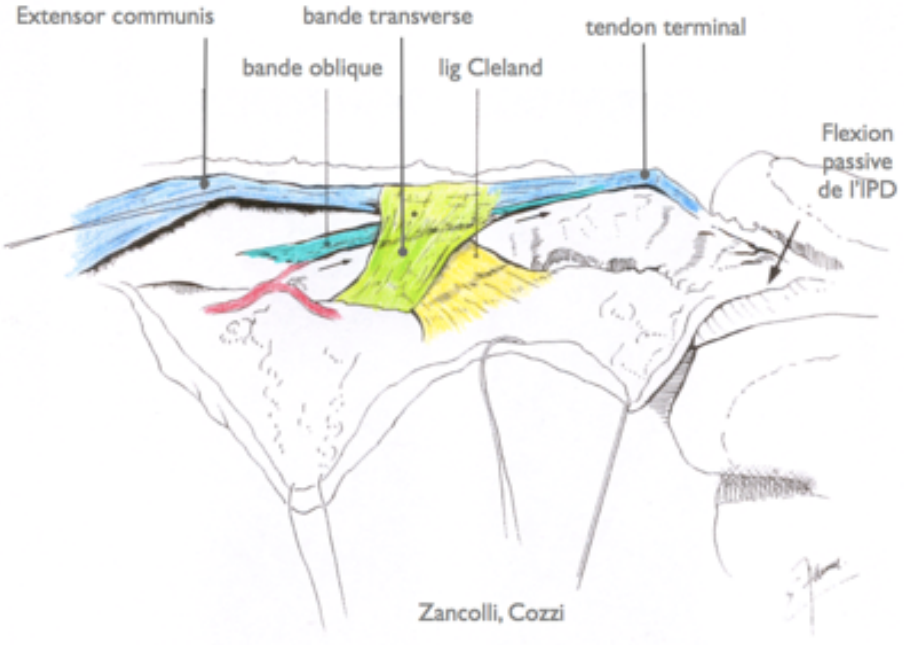
Tendons et aponévroses du doigt [27]

- **les ligaments rétinaculaires**

Le ligament rétinaculaire décrit par LANDSMEER en 1976 (bien que évoqué par différents auteurs auparavant) se décompose en deux faisceaux :

⇒ Le ligament rétinaculaire transverse nait de la face palmaire de la capsule, de la poulie A3, de la gaine des fléchisseurs, et de la partie distale de la plaque palmaire.
Il a une direction dorsale et latérale au contact de la capsule et des ligaments de l'IPP et s'amarre latéralement à la bandelette latérale de l'extenseur commun.

Son rôle est d'empêcher celle ci de se déplacer vers la ligne médiane dorsale lors de l'extension, il évite ainsi la dorsalisation des bandelettes latérales. [19]
Et donc il renforce bilatéralement l'IPP.

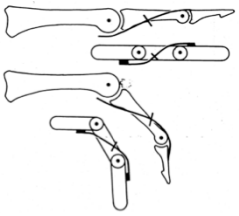


Les ligaments rétinaculaires [anatomicum.org]

⇒ Le ligament rétinaculaire oblique

Il est plus « tendineux » et plus important du point de vue mécanique.
Il nait de la gaine des fléchisseurs en regard du col de P1, au contact de A2 et des freins, et se dirige en direction de P3 en avant de l'axe de flexion des IPP.
Son parcours oblique croise P2 et se termine sur la bandelette latérale de l'extenseur au niveau de l'IPD en arrière de l'axe de flexion.
Il relie donc l'appareil fléchisseur en regard de P1 à l'appareil extenseur en regard de P3.

Il joue un rôle de ténodèse passif croisé : l'extension de l'IPP entraine l'extension de l'IPD et inversement en flexion.
C'est le système d'asservissement du couple de l'IPP à l'IPD.



Effet de ténodèse passive croisée

- En antéro-latéral :

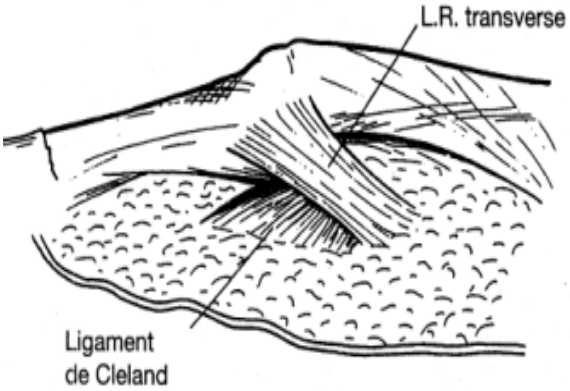
Se trouvent le pédicule vasculo-nerveux et des structures fibreuses :

- **Les ligaments de CLELAND :**

Ce sont des renforcements retro-vasculo-nerveux du fascia digital sous la forme de trousseau fibreux denses de chaque côté de l'IPP.

En arrière du paquet vasculo-nerveux digital palmaire propre, ils naissent de l'os et de la gaine des fléchisseurs de part et d'autre de l'articulation et s'étendent vers la peau.

Ils sont en tension lors de la flexion de l'IPP et assurent la stabilité cutanée.



Ligament de CLELAND [59]

Ils ont des rapports intimes avec le ligament rétinaculaire transverse au niveau de l'articulation interphalangienne.

- **Les ligaments de GRAYSON:**

Minces, ils sont une continuation distale des fibres transversales sous- cutanées du ligament natatoire et sont un mélange de fibres tendineuses et de tissu adipeux.

Ils sont en avant du pédicule vasculo-nerveux de la face palmaire de la gaine des fléchisseurs et vont à la peau.

- L'appareil fléchisseur

Les deux bandelettes du fléchisseur superficiel s'insèrent sur le bord latéral de la base de P2.
Le tendon fléchisseur profond perfore le fléchisseur superficiel pour s'insérer sur la face antérieure de la base de P3.
Le chiasma tendineux du fléchisseur commun superficiel plaque le fléchisseur commun profond et donc renforce palmairement l'IPP. [19]

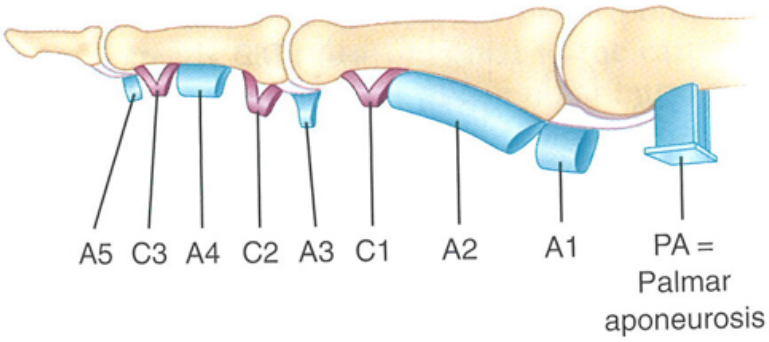
- Les poulies [16, 27, 28, 36, 41, 42, 44, 63, 67]

Ce sont des coulisses fibreuses qui ont pour rôle de maintenir les tendons fléchisseurs plaqués contre les portions concaves du squelette des doigts.
Elles assurent l'efficacité du tendon lors de la flexion du doigt et lors des mouvements de prises en lui évitant de prendre « la corde d'arc ».
Pour éviter une usure ou une irritation du tendon dans ces poulies, des gaines synoviales entourent ces tendons et facilitent le mouvement, en réduisant les frottements.

Il existe deux types de poulie : les arciformes ou annulaire et les cruciformes.

Selon DOYLE (1989) les poulies annulaires formées de puissantes fibres arciformes sont aux nombres de 5.

La poulie A1 se situe en amont de la métacarpo-phalangienne (5mm) et se fixe sur la plaque palmaire de celle ci.
A2 est très proche de la fin de A1 (2mm). En regard de la phalange proximale, elle a une insertion osseuse.
A3 se situe au niveau de l'IPP, et elle est fixée sur la plaque palmaire.
C'est la plus étroite des poulies. En revanche, elle a un rôle minime dans son effet anti corde d'arc (responsable à 3% selon LIN et coll. en 1989).
Mais elle se déplace lors du mouvement.



Vue latérale des poulies [58]

A4 se situe au niveau de la diaphyse de P2 (où elle s'insère). Elle est avec A2 la plus épaisse des poulies.
A5 est une poulie fine fixée sur la plaque palmaire de l'IPD.

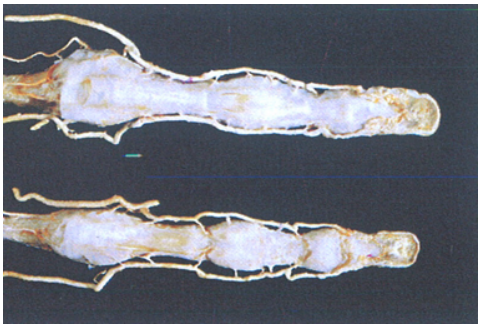
Les poulies cruciformes (en forme de croix) sont au nombre de 3 :
C1 est entre A2 et A3
C2 se situe entre A3 et A4
C3 est placée entre A4 et A5: elle présente comme C1 une insertion osseuse au niveau proximal et une insertion sur le ligament palmaire de l'IPD.

Rôle :
Les poulies A2 et A4, lors de la flexion, se rétrécissent peu ; ceci est logique par rapport à leur rôle de maintien constant sur les fléchisseurs.
Elles préviennent la formation de la corde d'arc car elles diminuent l'action des fléchisseurs.
Elles sont essentielles à l'enroulement digital et à la fonction des fléchisseurs.
Les poulies A1, A3 et A5 préviennent peu la formation de la corde d'arc.
Les poulies C1, C2 et C3 : n'ont pas d'influence sur la prévention de la corde d'arc.

Au niveau de l'interphalangienne proximale existe un lien unique et remarquable entre le système des poulies (A2, A3 et C1) et la plaque palmaire. [8]
En effet, le croisement entre la fin de la poulie A2 et le début de C1 est le lieu d'origine de la plaque palmaire.
La fin de la poulie C1 est au niveau de l'insertion du ligament latéral accessoire et s'insère sur la plaque palmaire.
C1 a donc une insertion mobile à ce niveau alors que la proximale est sur une structure fixe.
LANDSMEER émet l'hypothèse que la poulie C1 peut être influencée par le volume du tendon et de sa gaine et qu'elle ne sert que de régulateur de tension pour le volume ou la position du tendon fléchisseurs.

d) Vascularisation articulation [6, 7]

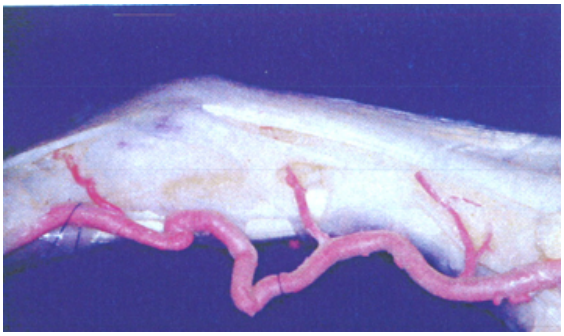
La vascularisation de chaque doigt est sous la dépendance des deux artères digitales propres (une de chaque coté).



Vascularisation des doigts [6]

Elles se situent dans le tunnel du paquet vasculo-nerveux digital palmaire propre qui est entre les ligaments de Cleland (dorsal) et de Grayson (palmaire) et entre la peau en dehors, le squelette et la gaine des fléchisseurs en dedans.

Il nait de celle ci 3 pédicules artériels destinés à l'IPP et qui vascularisent en particulier les éléments ligamentaires.



Les trois pédicules destinés à l'IPP [6]

- le pédicule artériel proximal : l'artère digitale articulaire proximale (environ deux millimètre de diamètre)

Il nait de l'artère digitale propre au niveau du bord antérieur de la poulie A2 puis il pénètre dans le canal digital entre le bord antérieur de A2 et les insertions phalangiennes de la poulie cruciforme C1.

À ce niveau, il se divise en deux branches qui vont s'anastomoser avec celles du coté opposé:

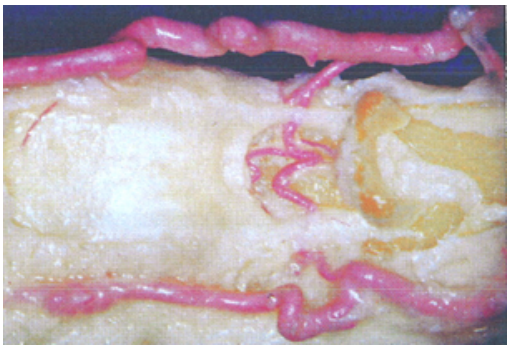
⇒ une palmaire : l'artère digitale palmaire transverse proximale.

Elle chemine en direction du col de P1 entre la surface osseuse et les check reins (à 12mm du bord proximale de la plaque palmaire [5]) puis se sépare en deux branches collatérales qui vont s'anastomoser avec celles du coté opposé créant deux anastomoses : une proximale d'où

vont naitre les vascularisations pour les tendons fléchisseurs et une distale au contact de la plaque palmaire qui la vascularise en proximal.

⇒ une latéro-dorsale : l'artère latéro dorsale proximale

Elle contourne la face latérale de P1 pour aller en dorsal, et passe sur l'extenseur et l'interosseux dorsal, pour nourrir la capsule postérieure et les ligaments latéraux.



Vascularisation de la plaque palmaire [6]

-le pédicule artériel interphalangien :

Il nait au niveau de l'interligne de l'articulation interphalangienne proximale et se divise en deux (60 % des cas) :

⇒ l'artère digitale palmaire transverse interphalangienne : très grêle, elle pénètre dans le canal digital en perforant la poulie A3 à sa jonction avec la plaque palmaire au niveau de l'interligne articulaire et s'anastomose avec son homolatérale. Elle vascularise la plaque palmaire.

⇒ l'artère digitale latérale interphalangienne qui vascularise les ligaments latéraux

-le pédicule artériel distal :

Cette artère se divise en deux :

*l'artère digitale palmaire transverse distale : elle pénètre dans le canal digital entre les poulies C2 et A4 puis s'anastomose avec l'opposée et vascularise la plaque palmaire.

*l'artère digitale latéro dorsale distale contourne la face latérale de P2 en avant de l'insertion du ligament latéral et vascularise le ligament latéral et la capsule articulaire dorsale.

Il peut exister deux origines pour ces deux artères.

Deux cercles anastomotiques sont mis en place : un proximal autour du col de P1 et un distal autour de la base de P2 et sont eux même reliés par des arcades anastomotiques longitudinales.

De cette vascularisation découlent trois territoires de vascularisation au niveau de la plaque palmaire qui entraine, lors de lésions importantes au niveau vasculaire, une anastomose qui peut prendre le relais et compenser la lésion.

Lors de lésions de l'IPP par rapport à l'intrication entre les différents éléments et le système vasculaire, un retentissement est forcément présent.

2 - Anatomie fonctionnelle

a) La stabilité

La situation d'instabilité dans laquelle se retrouve cette articulation ajoutée à sa localisation entre deux bras de levier, fait qu'elle nécessite la présence d'éléments actifs et passifs de stabilisation puissants afin de prévenir les traumatismes.

- Passive

La stabilité passive de l'IPP est assurée par la capsule articulaire, et surtout par les ligaments latéraux ainsi que la plaque palmaire dans le plan sagittal.
Elle est donc multiple :

- capsulaire

La capsule est mince sagittalement. Son rôle est peu important alors qu'elle présente une tension plus importante sur les cotés. [44]

- osseuse

Il existe une stabilité passive d'origine ostéoarticulaire : en effet, l'IPP est relativement congruente dans le plan sagittal.
Les condyles, ayant une forme trapézoïdale, rendent l'articulation plus stable en flexion.
De plus, P2 étant plus large que P1, la tension des ligaments latéraux est augmentée.
-ligamentaire

L'articulation a besoin d'un plan ligamentaire puissant.

⇒ Le ligament collatéral principal, du fait de son insertion sur l'axe transversal, est tendu en permanence tout au long de la course de flexion et d'extension. C'est le plus important dans la stabilité latérale. [20, 33]

⇒ Le ligament collatéral accessoire est tendu en extension et détendu en flexion de l'IPP. Il intervient peu dans la stabilité latérale mais a d'avantage un rôle de maintien de la plaque palmaire.

Lors de la flexion, la plaque palmaire vient glisser sur la face antérieure de P1.
L'élargissement en avant de la poulie phalangienne augmente la tension des ligaments latéraux. Ce facteur est accentué par le fait que l'articulation est en flexion, d'où des mouvements de latéralité nuls en flexion. [28]

La tension est aussi importante lors de l'extension du fait de la présence des tubercules latéraux.

⇒ Une partie de la stabilité ligamentaire est assurée par le ligament rétinaculaire transverse qui renforce bilatéralement l'IPP. [19]

L'articulation conserve, grâce aux ligaments, une stabilité frontale dans pratiquement toutes les positions.

- la plaque palmaire

Elle est du en partie à sa forte insertion sur la base de P2, en particulier au niveau antéro latéral.

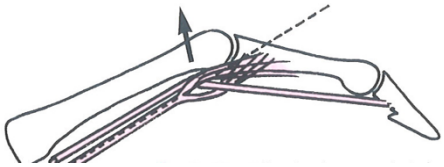
C'est le principal élément de lutte contre l'hyperextension, notamment grâce aux check reins. Elle participe aussi à la stabilité dans le plan latéral au niveau des critical corners.

En réponse à un traumatisme lésionnel, ces formations capsulo-ligamentaires palmaires posent d'importants problèmes de rétraction.

- Active

Il existe une stabilité dynamique liée aux forces de compression s'exerçant sur l'articulation.
En effet, BOWERS a montré qu'il persiste une stabilité dynamique en l'absence des structures capsulaires.

- Le chiasma tendineux du fléchisseur commun superficiel plaque le fléchisseur commun profond ce qui renforce palmairement l'IPP. [19]



Effet de plaquage de la boutonnière du FCS sur le tendon FCP [19]

- les éléments musculaires et tendineux (appareil extenseur et fléchisseur)

Ils augmentent la force de compression, d'autant plus qu'il existe un mouvement contre résistance. [59]
C'est le cas en particulier pour la bandelette médiane de l'extenseur qui renforce la capsule dorsale (mince et lâche).

b) Etude des mobilités

L'interphalangienne proximale est une charnière. Comme nous l'avons vu précédemment, l'axe du mouvement est fixe et passe par les tubercules latéraux.
Il est décrit en général une amplitude moyenne de 120° en flexion et aux alentours de la rectitude pour l'extension. [18, 27, 28]

Au niveau de l'IPP, il n'existe pas de mouvement actif de latéralité.

En revanche, il existe en passif (environ 5°) mais en situation d'extension, comme nous l'avons vu, la tension des ligaments latéraux est augmentée en flexion.
Ce mouvement est du à l'asymétrie des lèvres des poulies.
Il existe aussi une rotation automatique due à la rotation du squelette (surtout vrai pour l'index) mais elle est minime. [7]

c) Biomécanique de l'IPP [53]

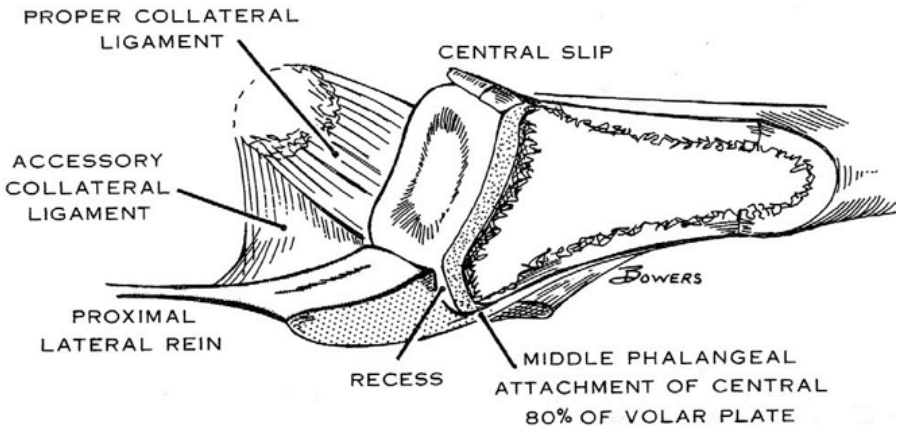
La biomécanique de l'IPP est surtout dépendante de la biomécanique de la plaque palmaire.
Dans son rôle principal (la lutte contre l'hyperextension) la plaque palmaire est tendue lors d'un recurvatum à 5°.

Au début les pensées étaient orientées sur le fait qu'elle jouait le rôle d'un ménisque articulaire entre les deux phalanges ; si cela s'était vérifié, au vue de l'espace réduit entre celles ci, elle resterait bloquée lors de la flexion.

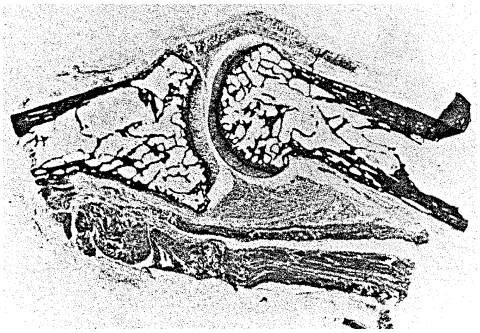
BOWERS, en 1980, précise que l'insertion entre les deux freins est libre et que sa face profonde présente un manchon synovial (cul de sac palmaire) très lâche qui permet de loger le fibrocartillage glénoïdien et le rebord palmaire de la base de P2 lors de la flexion maximale. [59, 60]

Les différentes études cadavériques concluent que lors de la flexion la plaque palmaire glisse sur les condyles par sa partie distale qui est rigide.
La partie proximale se plicature, ce qui entraine une saillie de la synoviale articulaire entre les deux freins. Elle est donc la seule responsable du raccourcissement du ligament palmaire. [7]

Mais le développement de l'échographie a permis du fait de son caractère dynamique d'obtenir des résultats plus proches de la réalité que les études cadavériques.
En effet BOWERS en 1980 a bien étudié l'anatomie de cette articulation et a montré l'existence d'un renfoncement (Recess) entre le corps de la plaque palmaire et la lèvre de P2.



Renfoncement de la plaque palmaire [8]



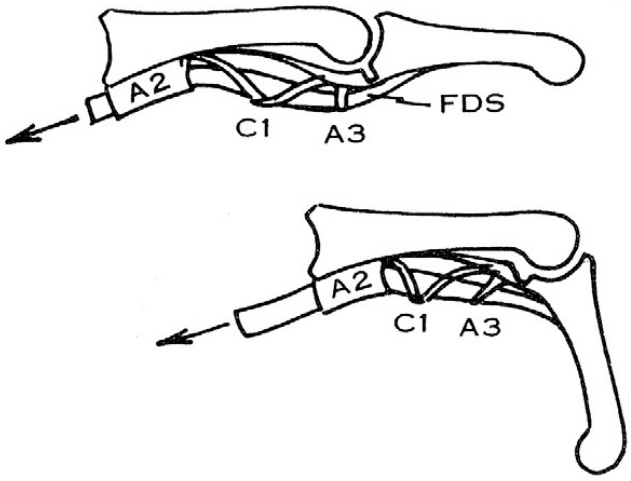
Recess de la plaque palmaire d'après EATON

Les dernières études échographiques mettent en évidence le rôle important du « recess » de la plaque palmaire.

SAITO en 2011, a effectué une étude échographique de la plaque palmaire afin de mieux comprendre la mécanique de celle ci et sa relation avec la poulie A3.

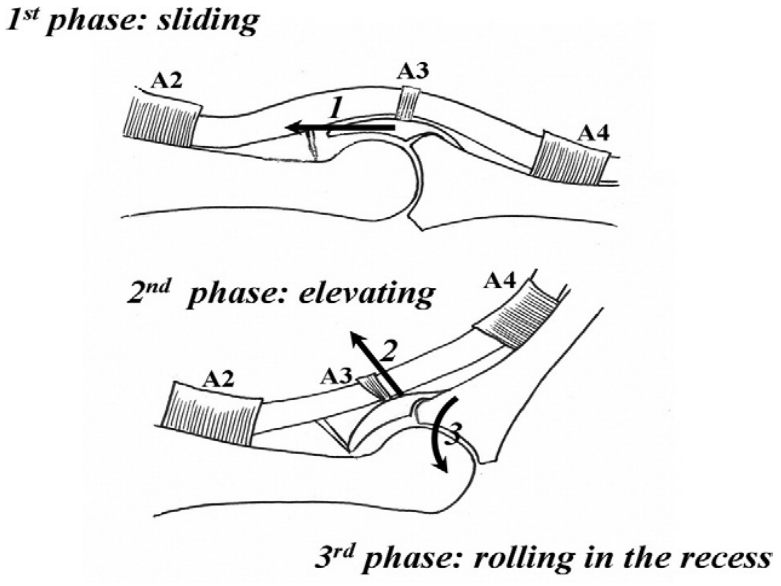
Il étudie la différence du mouvement de la plaque palmaire sur un doigt sain par rapport à un doigt avec une chirurgie des fléchisseurs et notamment une section de la poulie A3.

En présence de cette poulie le schéma montre comment ce renfoncement s'ouvre lors de la flexion afin que la plaque palmaire puisse se glisser sans impact.



Relation entre la plaque palmaire et la phalange moyenne lors des mouvements de flexion et d'extension [8]

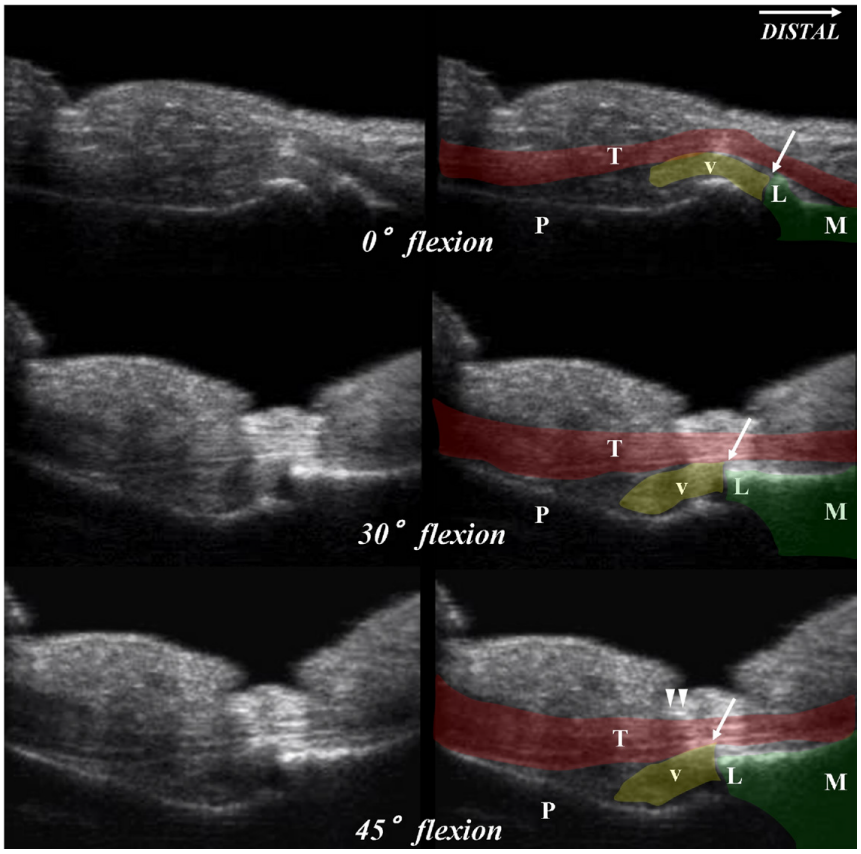
Lors de cette étude ont été mises en évidence différentes positions de la plaque palmaire en fonction de la position de l'IPP :



Les trois phases du mouvement de la plaque palmaire [53]

-en extension complète : elle apparaît comme une fine structure plate légèrement incurvée en regard du condyle de P1.
-lorsque la flexion commence, son corps glisse en proximal en suivant la pente condylienne.

-la deuxième phase est une élévation de la partie la plus distale de celle ci en dorsal, afin de maintenir le contact entre elle et la surface dorsale des tendons fléchisseurs.
Ici le ligament glénoïdien passe de plat et mince à épaissi et en éventail.
-lors de la troisième phase, la lèvre de la phalange moyenne roule dorsalement dans le renfoncement.
- après 55°, la plaque palmaire n'est plus visualisable du fait de la flexion du doigt et de l'impossibilité de continuer l'imagerie par le positionnement de la sonde.



Images de la plaque palmaire lors de la flexion du doigt [53]

SAITO montre qu'une chirurgie de la poulie A3 crée un espace entre le tendon et la plaque palmaire et que le mouvement visualisé sur un doigt non opéré n'est pas reproduit.

Pour de nombreux auteurs (LANDSMEER, BOWERS), les poulies A3 et C1 ne serviraient qu'à transmettre les forces de traction des fléchisseurs pour tirer la plaque palmaire en proximal.
Lutz avait déjà démontré qu'il y avait un lien important entre la poulie A3 et la plaque palmaire. Cependant SAITO a démontré que la poulie A3 avait le rôle d'élévateur de la plaque palmaire afin de permettre à la lèvre de P2 de s'insérer dans le renfoncement.

Cela confirme le rôle anticorde d'arc même minime de A3.

Il conclut qu'il n'est pas primordial dans la suture des fléchisseurs de réparer la poulie A3 mais que cela peut avoir une incidence sur la flexion de l'IPP.

Cette notion peut être très intéressant chez le grimpeur. En général, une lésion isolée de la poulie A3 n'est pas recherchée car elle a peu d'incidence mécanique (3% selon LIN et coll. en 1989 au niveau de la corde d'arc) et un faible retentissement sur la perte de force.
Mais cela peut entrainer un léger déficit de flexion qui peut mettre en évidence une faiblesse au niveau des poulies dans le futur.

II - L'ESCALADE

Ce chapitre a pour but de présenter un aperçu de l'historique et de la naissance de l'escalade moderne avec ses contraintes et ses pathologies.

1 - Présentation de l'escalade

a) Définition :

« Grimper, c'est se déplacer sur un terrain raide et varié dont la pente interdit la station bipèdique sur un terrain inconnu qui oblige, face à l'incertitude du plus loin de s'engager physiquement et psychologiquement pour réussir le passage » Brignon et Lacroix « l'aventure, ça s'apprend » 1996 CRDP de Picardie

« L'escalade est une activité de déplacements avec matériel, finalisée par un point d'arrivée sur un support plus ou moins vertical, en assurant sa sécurité et celle des autres » Delahaye 1998

b) Historique de l'escalade

L'origine de l'escalade est aussi difficile à cerner dans le temps que dans les objectifs poursuivis : chasser, se protéger, se cacher, ouvrir des routes à travers les montagnes, remplir des vides cartographiques etc…

Elle est de ce fait inscrite dans nos gènes puisque dès notre plus jeune âge nous escaladons des « montagnes-canapés » ou « montagnes-fauteuils » en pinçant les tissus.

On trouve déjà en -106 av JC, lors des guerres Numide (guerre contre JUGURTHA), le consul MARIUS qui faisant le siège d'une forteresse sur un pic rocheux, envoya des centurions et des soldats l'escalader à main et pied nus, afin de mieux grimper, avec leurs armes dans le dos.

La première voie répertoriée date de 1492 : un niveau III par Antoine de Ville et son équipe (Mont-Aiguille).

L'histoire de l'escalade sportive est intimement liée à celle de l'alpinisme. Jusqu'au début du 20ème siècle, elle est pratiquée comme un exercice d'entraînement pour l'alpinisme, l'escalade s'est imposée par la suite au fil des années comme un sport à part entière.

L'escalade en 1926

C'est dans les années 70 que ce sport émerge en France sous sa forme moderne puis la médiatisation de Patrick EDLINGER au début des années 80, grâce au film « la vie au bout des doigts », a permis à ce sport de s'affranchir de l'alpinisme.
Depuis 40 ans, le nombre de pratiquants a considérablement augmenté et le matériel utilisé n'a cessé de se perfectionner, permettant des performances en nette progression.

Les murs d'escalade fleurissent partout en France. A la fin du siècle, les techniques et le matériel (corde, chausson, moyen de fixation) d'escalade se perfectionnent et les tables de cotation ne semblent plus avoir de limite.
Les structures artificielles d'escalade (SAE) deviennent de réels outils d'entrainement.
La classification des voies dépend de nombreux facteurs tels que la verticalité de la paroi, la qualité, et le nombre et la taille des prises ou appuis possibles, etc…
Lorsqu'une voie est ouverte, sa cotation est attribuée par l'ouvreur (équipeur) de la voie et ensuite confirmée ou non par les autres répétiteurs.

Les cotations sont variables d'un pays à l'autre, malgré une cotation internationale (quasiment inutilisée).
En France elles s'étendent du 3 au 9 avec des sous catégories symbolisées par des lettres a, b ou c.

UIAA	GB	USA	FR.
-	-	5.3	3
-	-	5.5	4
V	4b	5.6	4c
V+	4c	5.7	5a
VI-		5.8	5b
VI	5a	5.9	5c
VI+		5.10a	6a
VII-	5b	5.10b	6a+
		5.10c	6b
VII	5c	5.10d	6b+
		5.11a	
VII+		5.11b	6c
VIII-	6a	5.11c	6c+
VIII		5.11d	7a
VIII+		5.12a	7a+
	6b	5.12b	7b
IX-		5.12c	7b+
IX	6c	5.12d	7c
IX+		5.13a	7c+
		5.13b	8a
X-	7a	5.13c	8a+
X		5.13d	8b
X+	7b	5.14a	8b+
XI-		5.14b	8c

Une partie des différentes cotations

Avec le développement des salles et la mise en place des cotations, l'escalade va passer d'un sport extrême, marginal, avec une certaine philosophie à un sport de masse à part entière dans sa dimension de compétition et de performance.

Il s'est donc installé deux compétitions: une avec une course à la performance (plus ancienne) et une autre plus classique sous forme de championnat (notamment dans les années 60 en URSS).

Les performeurs ont une activité plus en extérieur à la recherche de la difficulté:
Les premières voies de niveau 5 de H. Dulfer en 1913 sont reléguées au rang de « simples promenades » en comparaison des 9a de W. Gullich, des 9b du français F. Roulhing sur les falaises des Eaux Claires au début du 21ème.

Plus récemment les voies réalisées par Adam ONDRA ont permis de franchir un nouveau cap de performance en escalade :
- 9b+ après travail avec « La dura dura » et « change » (les mouvements sont connus, la voie a été travaillée),
- 9a flash (c'est l'exécuter sans l'avoir travaillée, mais sans être totalement à-vue, parce que l'on connaît les mouvements soit pour les avoir vus faire soit parce qu'un autre grimpeur nous les a indiqués)
- plusieurs 8c+ à vue (réalisation d'une voie sans l'avoir jamais reconnue ou travaillé auparavant).

Et dernièrement le 24 mars 2013 un jeune allemand de 19 ans : Alex MEGOS à Siurana (Espagne) a réalisé le premier 9a à vue de l'histoire de l'escalade avec "Estado critico" au secteur El Pati !

Les compétiteurs ont plus une activité en salle et cette activité a augmenté avec l'explosion du développement des salles d'escalade : surface artificielle d'escalade (SAE).

En effet les premières compétitions d'escalade en site naturel montrent vite leurs limites : les voies sont sur-pratiquées par quelques concurrents qui trustent logiquement les victoires.
Pour pallier à ce défaut, les compétitions sont ensuite organisées sur des SAE. Les voies sont ainsi découvertes par l'ensemble des compétiteurs (après travail, flash, à vue…), l'équité des chances est rétablie.
La première compétition moderne d'escalade en Europe a ainsi eu lieu en 1985.

A l'heure actuelle, l'escalade est largement pratiquée sur l'ensemble du globe.

2 - Les disciplines

L'escalade comporte trois disciplines pratiquées en compétition : la difficulté, le bloc et la vitesse.

Mur des championnats du monde Bercy 2012

- La difficulté

Elle se pratique en falaise ou en SAE. L'objectif est de parvenir sans tomber au sommet de la voie (c'est à dire enchainer une voie). En cas de chute, le grimpeur est assuré par une corde reliée à une autre personne. Le sportif qui escalade peut progresser soit en tête, c'est-à-dire qu'il fait passer sa corde dans des dégaines qu'il pose sur les points d'ancrage s'il est le premier de cordée au fur et à mesure de son ascension, soit en moulinette. Dans ce dernier cas, la corde qui l'assure est déjà installée au relais situé au sommet de la voie et l'engagement est moindre que lors de l'escalade en tête, puisque la chute est à tout moment immédiatement enrayée.
Les qualités requises en voie sont l'endurance, la résistance et la maîtrise technique. La lecture de la voie est un facteur également déterminant avec la gestion des passages clés et des repos.

- Le bloc

Il se pratique à l'extérieur sur rochers ou en SAE. Le but est ici de parvenir au sommet du passage, d'une faible hauteur à grimper. Le bloc se pratique donc sans l'équipement de sécurité de l'escalade de difficulté mais à l'aide de tapis de réception (crash pad) accentué par une parade si la pratique est à plusieurs grimpeurs.

En bloc, les mouvements sont courts mais intenses. Les qualités requises sont la force, l'explosivité, la maîtrise technique, la résistance courte ainsi qu'une capacité de récupération rapide. Le bloc exige une force maximale dans les doigts et le haut du corps. Donc le bloc est le style d'escalade où les participants sont susceptibles de générer des niveaux records de contraintes mécaniques. [61]

Les cotations reprennent le même principe en bloc qu'en voie. Il faut toutefois préciser qu'elles ne sont pas équivalentes et qu'un 6c bloc est plus difficile qu'un 6c voie.

- La vitesse

C'est la plus ancienne des disciplines et se pratique sur structure artificielle. Depuis quelques années, les emplacements des prises sont toujours les mêmes, ce qui permet l'obtention d'un record du monde. L'objectif est de parvenir le plus vite possible au sommet de la voie. Le grimpeur progresse toujours en moulinette. L'assurage est réalisé par deux assureurs comme en voie, par le biais d'une corde, de deux baudriers et d'un système d'assurage.
Il n'y a pas de cotation dans cette discipline puisque l'enchaînement des mouvements est toujours identique.

Le record du monde homme est de 5,88 sec par le russe Evgeniy VAYTSEKHOVSKIY.

Le record du monde femme est de 8,33 sec par la française Esther BRUCKNER.

En vitesse, l'escalade est très dynamique et les qualités requises sont la force, l'explosivité, la coordination et la vélocité.

Dans bon nombre de cas, la littérature professionnelle mentionne des pathologies rencontrées par le grimpeur sans préciser la nature de sa discipline. Or, les trois disciplines présentent des caractéristiques différentes et il est légitime de penser que les découvertes rapportées au sujet de la pratique de la voie ne soient pas généralisables à celles du bloc et vice et versa.

3 - Les préhensions

L'escalade se caractérise par une progression verticale associant la propulsion des membres inférieurs à la traction des membres supérieurs. [43]
Plusieurs préhensions sont définies pour permettre l'adaptation de la main au relief, la liste suivante n'étant pas exhaustive :

a) La préhension arquée:

Définie par la flexion supérieure à 90° de l'interphalangienne proximale (IPP) et par l'hyperextension de l'interphalangienne distale (IPD) des doigts, cette préhension peut être verrouillée par le pouce soit par application directe soit en opposition.

Elle permet de s'agripper à de toutes petites prises tout en ayant une plus grande surface de contact avec celles ci.

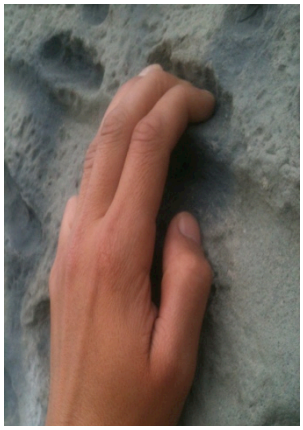
Elle donne une sensation de force, de stabilité et prévient les atteintes cutanées.
C'est pourquoi c'est la prise préférentielle des grimpeurs, notamment des débutants.

Elle permet et assure une préhension moins contraignante du point de vue musculaire mais beaucoup plus au niveau du système de poulies avec d'énormes contraintes à ce niveau.
C'est pourquoi elle est la cause de lésions spécifiques à l'escalade.

Les troisième et quatrième doigts dans cette position présentent une force prédominante, de plus l'arquée est source de contraintes très importantes sur les poulies, notamment A2 et A4 d'où la prévalence des lésions de celles ci sur ces doigts. [48, 51, 57, 66]
En effet dans cette position les forces de tractions exercent une contrainte d'arrachement perpendiculaire à la corde.

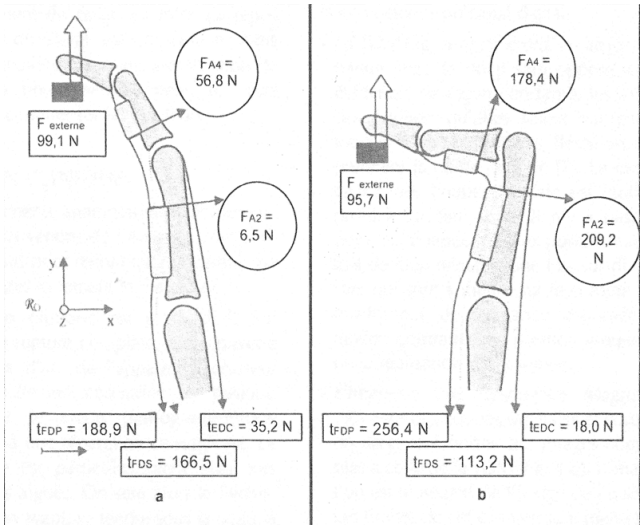
b) La préhension tendue:

La préhension tendue se caractérise par la flexion de l'IPD associée à une légère flexion de l'IPP, les métacarpo-phalangiennes (MCP) étant en position neutre.



Elle est surtout utilisée par les grimpeurs expérimentés afin d'augmenter au maximum le contact des doigts avec la prise.

Les contraintes exercées sur les poulies sont moindres car elles sont mieux réparties dans le canal digital dans cette préhension [65] et le phénomène de corde d'arc est absent de cette position. [57]



Différences sur le report des contraintes sur les poulies entre l'arquée et le tendu tiré de VIGOUROUX ET COLL

c) L'inversée :

Cette préhension est utilisée lorsqu'une prise se situe à hauteur ou sous l'abdomen du grimpeur. L'avant-bras doit être placé ici en supination et le maintien de l'équilibre s'effectue en tirant la main vers le haut et en poussant sur les pieds vers le bas.

d) Le mono doigt:

Il est utilisé lorsque les prises ne permettent que le placement d'un doigt, généralement ce sont des trous. Ceci sous entend que l'effort de traction sur celui ci est très important ce qui rend la préhension très traumatisante.
Le troisième doigt est préférentiellement choisi par les grimpeurs. Lorsque le trou permet la mise en place de deux doigts, on parle alors de bi-doigts.

Bi doigt (tiré de altissimo.com)

e) Le « no foot » :

Traduit littéralement, le no foot consiste à grimper sans les pieds. C'est un mouvement inventé sur pan que l'on retrouve assez peu en falaise, destiné à économiser un gainage surpuissant notamment en dévers ou dans les toits. Il permet également de pallier à un manque de prises ou de technique de pied.

Enfin, des outils d'entraînement tels que la poutre ou le pan güllich sont couramment utilisés par les grimpeurs expérimentés dans le but de développer les capacités musculaires spécifiques à l'escalade.

Pan güllich

exemples de poutres chez un grimpeur

4 - Les pathologies de l'escalade

L'augmentation du nombre de pratiquants a fait apparaître de plus en plus de pathologies dans l'escalade.
Auparavant un grimpeur évoluait sur des voies en extérieur et donc était limité par la météo et par le nombre de sites qui lui étaient accessibles.
Avec le développement des salles, la possibilité de pouvoir enchainer les exercices et de grimper par n'importe quel temps permettent au grimpeur d'avoir une pratique à la demande.

La pratique évolue avec la possibilité dans les salles de travailler une voie de manière spécifique : augmentation du nombre de répétitions, de la cadence et de la charge de travail, ce qui va entrainer des pathologies spécifiques à cette pratique.

Souvent cet entrainement intensif se fait au détriment des temps de repos, de l'échauffement, de l'hydratation, des étirements…favorisant ainsi le risque de lésions. La répétition du même mouvement, notamment dans le travail de passages de blocs très durs, inflige des charges imposantes aux mêmes structures sans réel temps de repos entre les essais.

Exemple d'hypersollicitation spécifique

Les blessures des grimpeurs sont fréquentes, en effet ils ont 83 à 89 % de risque d'en développer une tout au long de leur pratique. [36]

Du fait de l'importance du travail en traction des membres supérieurs, les principales pathologies des grimpeurs se sont développées à la main. En effet la main passe d'une activité de préhension à une activité de locomotion et cela a forcement des répercussions.
De plus la main doit s'adapter à la prise et comme nous l'avons vu, le sportif doit adapter la posture de ses doigts aux différents types de préhension rencontrés, la plus fréquente étant celle en arquée mais c'est aussi celle qui génère le plus grand nombre de lésions.

Les blessures sont bien ciblées, en effet elles touchent dans 75% des cas le membre supérieur et plus particulièrement la main (60 % des 75%) ce qui semble logique puisque la plupart du temps le poids du corps est reporté sur les doigts. [4, 36, 50,68]

En revanche il est reconnu que certaines blessures sont plus spécifiques de l'escalade:

- la lésion des poulies, dans les blessures de la main les poulies représenteraient entre 20 à 30% des cas [4, 55, 56], et la poulie A2 est de loin la plus fréquemment atteinte, elle peut être douloureuse à la palpation. [42, 50, 66, 67, 68]

- les lésions de l'IPP avec des atteintes des ligaments latéraux ou des enraidissements [4, 50]. Il a été aussi retrouvé des douleurs en valgus et varus.

- les problèmes de tendinite des fléchisseurs : ceci semble normale au vu de la répétition de mouvements en torsion et en force lors de l'escalade. [36]

Les accidents traumatiques (fracture, luxation, entorse…) ont été réduits de façon spectaculaire par un encadrement de plus en plus présent dans les salles et un matériel de meilleur qualité (tapis, corde, prise…).

Ces meilleurs conditions matérielles donnent la possibilité, à nouveau au grimpeur de faire de l'escalade de manière plus spécifique, plus dure, plus vite et sur de plus petites prises afin d'augmenter la difficulté.

Ces possibilités majorent les risques de blessures, de même que la compétition, ce qui induit une plus forte proportion de microtraumatismes dans l'escalade moderne. [36]

Cette évolution a entrainé l'apparition de syndrome de surmenage beaucoup plus fréquents, pour WRIGHT il représente environ 80% des blessures en salle.

LOGAN explique que pour lui 40% des grimpeurs de bloc développeront ces blessures.

Le développement de la pratique scolaire et de la compétition précoce a mis en évidence l'apparition chez le jeune grimpeur de lésions, GNECCHI et MOUTET dans leur étude sur les jeunes ayant participé aux championnats de France bloc de 2004 à 2009, nous ont montré que les tendinites des fléchisseurs étaient les plus fréquentes.

Le troisième et le quatrième doigts travaillent plus lors de l'arquée et cette prise étant la plus utilisée par le grimpeur moderne [66], plusieurs études ont montré que ces deux doigts était les plus touchés. [36, 48,57]

III - LES LESIONS DE L'INTERPHALANGIENNE PROXIMALE

Toutes les structures décrites précédemment de la peau à l'os sont susceptibles de devenir pathologiques

C'est la deuxième articulation du membre supérieur par le nombre d'atteintes. [33]

Les deux longs bras de levier qui l'encadrent l'exposent à de nombreux traumatismes directs et indirects.

De nombreux traumatismes entrainent des lésions minimes mais la répétition de ceux ci peut avoir des conséquences fonctionnelles ou structurelles. [34]

Ne seront décrites que les atteintes qui touchent l'IPP des grimpeurs et leur potentialité chronique (aussi bien dans l'évolution de la pathologie que dans la répétition du traumatisme), puis leur lien avec la pratique de l'escalade.

L'IPP étant particulièrement exposée, ses lésions représentent un motif de consultation important qu'ils s'agissent de lésions fermées (en particulier au cours d'activité sportive) ou de lésions ouvertes.

1 - Les lésions capsulo-ligamentaires

En général elles sont liées à un traumatisme, le paramètre le plus important pour les évaluer est la stabilité et peuvent aller d'une simple lésion isolée sans instabilité (« simple entorse ») à une atteinte de plusieurs éléments rendant l'articulation instable (luxation).

a) Les entorses

Les entorses apparaissent comme un traumatisme souvent bénin qui entraine peu de consultations et sont souvent considérées à tort comme banales.

Elles sont plus fréquemment radiales qu'ulnaires.

Selon EATON la stabilité de l'IPP est conditionnée par 3 éléments :

- les ligaments latéraux

- la gaine fibreuse des fléchisseurs

- la plaque palmaire.

Lors d'une entorse latérale suite à un stress latéral une succession d'évènements lésionnels s'enchaine :

- mise en tension progressive du ligament latéral collatéral,
- supination de P2 augmentant la tension du ligament et raffermissant l'insertion de la plaque palmaire,
- rupture des fibres palmaires,
- rupture des fibres dorsales,
- déchirure du ligament collatéral accessoire,
- et désinsertion de la plaque palmaire.

Le système artériel étant étroitement lié à la structure de l'IPP et à ses différents éléments (voir ci-dessus) et vu le mécanisme lésionnel, il est normal de retrouver un oedème important et des ecchymoses fréquentes lors de ces entorses.

Ces éléments là semble être responsables le plus souvent de la symphyse des culs de sac latéraux qui explique la raideur provoquée par cette altération de la surface de glissement entre les faces latérales et endocavitaire des ligaments. [60]

De plus cela semble expliquer aussi que des manifestations locales sous forme d'augmentation de volume de l'IPP [42], de douleur et de limitation de mobilité pouvant aller jusqu'à la perte d'extension complète puisse perdurer pendant un an voir à vie.

ROUZAUD va même plus loin en affirmant que les entorses entrainent systématiquement des raideurs et qu'il y a très peu d'entorse simple. Il précise aussi que les doigts les plus atteints sont les troisièmes et quatrièmes.

La plupart des auteurs [42, 52..] s'accordent sur le fait que plus précoce est la mobilisation, meilleure sera la récupération et moindres seront les complications et les séquelles.

Or c'est ce que l'on retrouve chez le sportif et en particulier chez le grimpeur, qui dans le cadre d'une « petite » entorse aura tendance à ne pas consulter (souvent par peur de l'arrêt que cela pourrait occasionner) et même à vouloir reprendre immédiatement.
Sans le savoir, la poursuite de l'activité sportive sans arrêt aura tendance à reproduire les principes de mobilisation immédiate et donc à prévenir les séquelles.
Cela limitera certainement la raideur de l'articulation mais pourra créer des douleurs récurrentes et une modification tissulaire.

Chez le grimpeur les entorses sont dues :

- à certaines prises où il y a un mouvement de torsion : mono doigt, posture tendu, la profondeur et le diamètre vont influencer le risque de lésions,
- à des réceptions sur les jetées,
- à des mouvements dynamiques,
- et à des chutes.

On aura donc différentes possibilités de chronicité : les conséquences de l'instabilité, les conséquences des lésions elle même et la douleur.

b) Les luxations

Elles se produisent suite à des traumatismes importants et sont relativement rares chez le grimpeur.

- Dorsales :

Ce sont les plus fréquentes des luxations, elles représentent la dorsalisation de P2 par rapport à P1 suite à une hyperextension associée à une compression axiale.

Souvent dans un premier degré il n'y a pas de luxation et juste une articulation douloureuse mais si elles sont mal traitées et surtout trop immobilisées, elles sont volontiers enraidissantes. Si la luxation proprement dite s'effectue, l'atteinte des structures est beaucoup plus importante.
Elles présentent alors une rupture de la plaque palmaire associées plus ou moins à une lésion d'un ou des deux ligaments latéraux.
La désinsertion s'effectue toujours au niveau de P2. Lutz
Dans un degré plus important encore, elles peuvent être associées à des fractures de la base de P2.

Elles vont donc évoluer en général vers une destruction importante des éléments capsulo-ligamentaires ce qui va conduire à une articulation raide, douloureuse et globuleuse. [42]

- Latérales :

Elles sont la conséquence d'un traumatisme latéral avec le doigt en extension et portent atteinte à l'un des deux complexes latéraux avec une partie plus ou moins importante de l'insertion de la plaque palmaire sur P2.
Elles peuvent être accompagnées d'une lésion ostéochondrale de la tête de P1

- Palmaires :

Elles sont rares.
Elles sont provoquées lors d'une compression axiale sur une IPP en flexion.
L'atteinte concerne la capsule articulaire dorsale, un ou deux ligaments latéraux mais surtout la bandelette médiane et la lame triangulaire ce qui expose secondairement à une déformation en boutonnière en l'absence de traitement.
Cette boutonnière sera « vraie ou fausse » en fonction de l'atteinte (sous cutanée de la bandelette médiale ou atteinte du plan capsulo ligamentaire palmaire).

En conclusion :

Les luxations voir les entorses (suivant leur degré) entrainent toujours une raideur en flexion du fait de la perte de la dynamique de la plaque palmaire. [52]

EATON précise que toutes les lésions chroniques succédant aux lésions ligamentaires et à celles de la plaque palmaire présentent deux variétés d'évolution : une limitation articulaire et une déformation.

Dans le cadre de l'escalade on recherchera donc des raideurs, des douleurs, des instabilités (bien que rares) et des interphalangiennes proximales globuleuses.

2 - Les fractures

Elles sont rares en escalade et surviennent le plus souvent à la suite d'une chute (de moins en moins fréquentes du fait de l 'amélioration des conditions d'escalade et du matériel) ou d'un choc (lors de réception) ou du blocage d'un doigt sur une prise.

Nous ne développerons pas ce chapitre car s'il y a un problème de chronicité se sera plus un problème de non consolidation ou de cal vicieux qui ne seront pas spécifiques de l'escalade.

On distingue tout de même les fractures :

- diaphysaire des phalanges avec un risque de flessum de l'IPP

- de la base de P2 : elles sont presque toujours associées à une lésion ligamentaire liée à une avulsion osseuse de la plaque palmaire ou d'un ligament collatéral, le plus souvent dans le cas de fracture luxation. [34]

- du col de P1

- de la tête de P1 : elles sont moins fréquentes que celles de la base de P2

On peut les classer de différentes manières.

Si on ne les traite pas elles peuvent entrainer un trouble rotationnel ou une déviation dans le plan frontal et peuvent à distance entrainer un risque de raideur et d'arthrose. [34]

Donc toutes les fractures présentent les mêmes problèmes à distance c'est à dire la raideur avec en plus pour les fractures articulaires des risques d'arthrose et des problèmes de trouble rotationnel pour la tête de P1.

3 - Pathologies rhumatismales de l'IPP

L'arthrose est la plus fréquente des atteintes ostéoarticulaires et les mains sont les plus touchées et en particulier le doigt.

Elle est souvent associée à une douleur mécanique, des gonflements, des déformations, des désaxations ou des diminutions de mobilité.

La survenue de l'arthrose est due à différents facteurs de risque :

- hormonaux (en particulier lors de la ménopause)

- l'obésité

- génétiques

- et surtout les microtraumatismes : en effet il a été démontré qu'une main paralysée ne développait pas de signe radiologique d'arthrose, à l'opposé les professions exposées à des efforts de préhension fréquents ou importants semblent être une prédisposition au développement de l'arthrose.

Evolution à long terme d'une petite instabilité latérale résiduelle [33]

Ici seuls les microtraumatismes seront pris en compte, les autres facteurs n'étant pas spécifiques de l'escalade.

On peut rencontrer à ce niveau des nodosités appelées nodosités de Bouchard.

Au niveau de l'IPP on retrouve souvent, lors d'apparition d'arthrose, une notion post traumatique. [54]

On sait qu'une petite instabilité résiduelle, une micro-incongruence, une articulation forcée lors d'une mobilisation seront les moteurs de l'arthrose à long terme ainsi que les traumatismes itératifs si fréquents dans le contexte de la pratique du sport. [33]

Plusieurs études ont examiné si des conséquences radiographiques pouvaient être observées suite à la pratique de l'escalade.

Ces études ont donné des conclusions assez différentes.

En effet pour certains il n'y a pas de signe de développement de l'arthrose chez le grimpeur mais des réactions d'adaptation à l'escalade. [55, 56, 61]

SCHÖLFF en 2004 nous indique que de nombreuses études (LEAL 1987, HEUCK 1992 et HOCHHOLZER 1990) ont montré des adaptations radiologiques avec le haut niveau d'escalade.

MORRISON en 2007 a trouvé la même réponse adaptative hypertrophique avec un épaississement de la capsule articulaire et des ligaments collatéraux, une hypertrophie corticale ainsi qu'une hypertrophie de 50% des tendons fléchisseurs.

Il y a un autre groupe d'études qui indique la présence de signes d'arthrose :

-BOLLEN en 1994 a étudié les radios de 36 grimpeurs avec un âge moyen de 31 ans et il a retrouvé sur celles-ci des kystes sous chondraux (17), des ostéophytes (4) et des pincements articulaires chez deux grimpeurs de plus de 40 ans.
Pour lui ces résultats suggèrent que les grimpeurs développent des changements radiologiques avec le temps et s'inquiète de la future augmentation des cadences et de l'augmentation du niveau de difficulté.

-ALLENSPACH en 2011 dans son étude comparative a ciblé une population de 31 hommes de plus de 30 ans (âge moyen 36 ans), avec une ancienneté dans l'escalade de plus de 15 ans et un niveau minimum de 7b et a comparé leurs radios avec celles d'une population témoin de non grimpeur (67 avec un âge moyen de 38 ans).
Il a retrouvé des signes d'arthrose chez 6 grimpeurs contre aucun chez la population témoin.
Mais il n'a retrouve aucun sujet présentant de douleur.
La conclusion de cette enquête suggère que les grimpeurs développent des signes d'arthrose plus que les non grimpeurs.

Les études expliquant qu'il n'y a pas de signe d'arthrose possèdent un biais car l'étude de SYLVESTER porte sur une population jeune (28,8 ans de moyenne d'âge sans exigence sur l'ancienneté et le niveau d'escalade), et celles de SCHOLFF portent sur une population de grimpeur junior.

En effet les ostéophytes sont des processus qui nécessitent du temps pour se développer et ces études portent donc un biais dans le recrutement de leurs populations.
C'est pourquoi SCHOLFF en 2004 conclue, qu'étant donné l'âge de la population, les changements adaptatifs décrits pourraient être des signes précurseurs de l'arthrose.

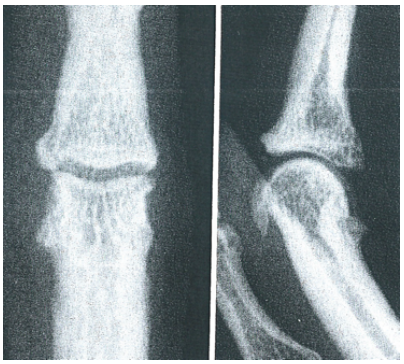
De plus les ostéophytes présents dans les études, au vu de leur localisation dorsale et palmaire, seraient dus à des compressions lors de l'activité sportive. Les ostéophytes semblent être d'avantage produit par une réaction au stress, induite par la pratique de l'escalade, plutôt qu'être des signes d'usures.

			Climber		Non-climber		Climber		Non-climber		Climber		Non-climber		Climber		Non-climber	
			K-L-method				Head dorsal osteophyte				Head palmar osteophyte				Base osteophyte			
Left	PIP	Dig. II	2	6%	0	0%	4	13%	0	0%	1	3%	0	0%	2	6%	0	0%
		Dig. III	11	35%	0	0%	15	48%	1	10%	13	42%	2	20%	10	32%	0	0%
		Dig. IV	6	19%	0	0%	7	23%	0	0%	9	29%	0	0%	10	32%	0	0%
		Dig. V	0	0%	0	0%	1	3%	0	0%	2	6%	1	9%	2	6%	0	0%
	DIP	Dig. II	4	13%	0	0%	2	6%	0	0%	4	13%	1	11%	16	52%	0	0%
		Dig. III	11	35%	0	0%	9	29%	0	0%	7	23%	1	10%	19	61%	0	0%
		Dig. IV	7	23%	1	10%	2	6%	0	0%	2	6%	1	10%	16	52%	1	10%
		Dig. V	5	16%	0	0%	2	6%	0	0%	0	0%	1	13%	12	39%	0	0%
Right	PIP	Dig. II	2	6%	0	0%	2	6%	0	0%	6	19%	0	0%	2	6%	0	0%
		Dig. III	12	39%	0	0%	12	39%	0	0%	9	29%	0	0%	8	26%	0	0%
		Dig. IV	4	13%	0	0%	5	16%	0	0%	6	19%	0	0%	10	32%	0	0%
		Dig. V	1	3%	0	0%	0	0%	0	0%	1	3%	0	0%	1	3%	0	0%
	DIP	Dig. II	4	13%	1	10%	4	13%	0	0%	3	10%	2	20%	16	52%	1	10%
		Dig. III	10	32%	0	0%	4	13%	0	0%	5	16%	1	10%	20	65%	0	0%
		Dig. IV	8	26%	0	0%	7	23%	0	0%	4	13%	0	0%	16	52%	1	10%
		Dig. V	3	10%	1	9%	0	0%	0	0%	0	0%	4	36%	10	32%	1	9%

DIP: distal interphalangeal; PIP: proximal interphalangeal.

Nombres d'ostéophytes et leurs différentes localisations [1]

ALLENSPACH conclue que dans la prise arquée l'hyperextension et la compression dorsale entrainent beaucoup de stress mécanique se traduisant par un processus ostéophytique.



Vue antéro-postérieure et latérale d'une IPP de grimpeur [1]

En revanche chez la majorité des études [4, 26, 40, 55, 61], il apparaît clairement que l'escalade présente une incidence sur les corticales des phalanges. En effet les différentes études mettent en évidence une hypertrophie des corticales de P1 en particulier au niveau de la fixation de la poulie A2.

SYLVESTER explique que SIMON 1999 a établi le lien entre stress mécanique et remodelage osseux et que l'épaisseur de la corticale est fréquemment utilisée par les anthropologues afin de déterminer les contraintes mécaniques appliquées sur l'os.

Il a montré dans son étude que les grimpeurs avaient une plus grande surface de section transversale que les non-grimpeurs, ce qui indique que l'os supplémentaire a été déposé pour répondre à la contrainte mécanique associée à l'escalade.

Les analyses de la largeur totale et de la largeur médullaire révèlent que cet os est déposé sur la surface sous-périostée, mais pas en endo-osseux même sur des squelettes arrivés à maturation.

Donc le stress généré au cours de l'escalade est suffisant pour entrainer ce dépôt osseux.

Augmentation de l'épaisseur corticale [26]

Il y aussi un lien entre l'intensité de la contrainte (le bloc est le style d'escalade où les participants sont susceptibles de générer des niveaux record de contrainte mécanique) mais pas avec la fréquence de l'escalade : si on effectue des voies avec une faible difficulté mais sur une longue période on n'aura pas de réponse.

HAHN en 2012 a étudié chez des grimpeurs expérimentés (20 ans d'escalade) ces réactions d'hypertrophie corticales, et pour lui la réponse est disto-proximale en effet il trouve que la réaction au stress est plus importante sur P3 que sur P2 et sur P1 mais par contre lui n'a pas retrouvé de lien avec le niveau comme SCHÖLFF en 2007.

Par contre il précise que le nombre d'années d'escalade est un paramètre important.

Cela montre donc que certaines réactions comme l'hypertrophie corticale sont dues à un haut stress adaptatif de ce sport et qu'elles ne sont pas toujours un signe d'arthrose.

De plus cette hypertrophie est corrélée aux années d'escalade, au style (bloc) et probablement avec le niveau d'escalade. [55]

4 - Lésions périphérique à l'IPP

a) Ténosynovite et tendinite

- Les tendinopathies

Il y a beaucoup de facteurs (la répétitivité du mouvement, un effort soutenu, des mauvaises postures, une mauvaise préparation, des manques de repos…) qui peuvent expliquer l'apparition d'une tendinopathie.
Or tous ces éléments sont fréquemment retrouvés dans l'escalade dans sa conception actuelle. En effet les prises deviennent de plus en plus petites, de plus en plus contraignantes (notamment lors de la prise en arquée).
Elles touchent en général les fléchisseurs des doigts (surtout le superficiel) et peuvent créer des points douloureux au niveau de l'IPP.

Mais elles peuvent aussi toucher l'extenseur commun surtout lors de la position arquée qui va augmenter la contrainte sur l'insertion de la bandelette médiale par l'intermédiaire de la tête de P1.
Les tendinopathies peuvent entrainer une enflure du tendon ce qui contribuera à l'épaississement de l'articulation.

Dans les cas vraiment importants et anciens on peut retrouver un flessum de l'IPP en plus de la douleur et de l'augmentation de circonférence de l'articulation.

- Les ténosynovites

Les gaines synoviales sont là pour faciliter le mouvement des tendons lors des changements de direction.
Les ténosynovites sont une inflammation de ces gaines.
Les microtraumatismes et les chocs répétés peuvent entrainer un dysfonctionnement de la

sécrétion dans ces gaines ce qui entrainera des frictions entre celles ci et les tendons provoquant ainsi des inflammations et leurs gonflements.

b) Les kystes synoviaux

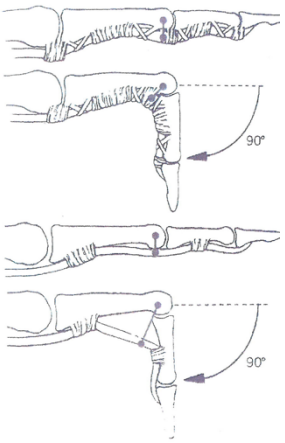
En général ils sont communiquants avec une articulation mais chez le grimpeur ils auront tendance à l'être avec la gaine des fléchisseurs.
C'est une atteinte courante des grimpeurs, en effet on retrouve leur description dans plusieurs études. [1,44]
La cause la plus fréquente est une sollicitation excessive des tendons et, par la suite il leur sera associé une raideur.

c) Les ruptures de poulie

Elles entrainent la séparation du tendon par rapport à l'os au cours d'un mouvement résisté.
En fonction de la gravité on peut retrouver un tendon palpable voir visible, tendu comme une corde d'arc entre ces deux extrémités.
Ce signe est pathognomonique de l'atteinte des poulies. [50]

Pathologie spécifique du grimpeur, elle n'est quasiment décrite que dans ce cadre là.
Les ruptures de poulies sont discutées dans la littérature depuis les années 80-90 dans de nombreuses études et ont fait l'objet d'une multitude de mémoires et de thèses.
Le plus souvent elles surviennent brutalement avec un craquement généralement audible.

Les poulies les plus importantes pour lutter contre cette déformation en corde d'arc sont A2 et A4 et ce sont les plus atteintes par ces ruptures. [41, 51, 57, 65]
La poulie A3 n'est importante pour la prévention de la corde d'arc que si il y a une rupture de A2 et A4. [57]

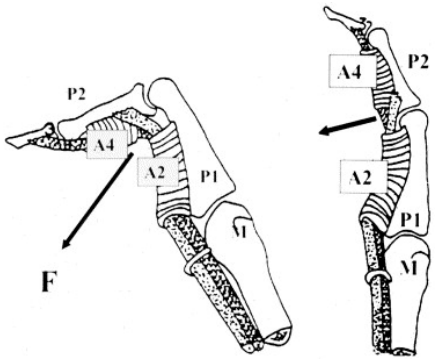


L'effet corde d'arc [41]

Les déchirures peuvent être complètes ou partielles et la vision d'une corde d'arc dénote la gravité de l'atteinte.

Ces ruptures se produisent spécifiquement en position arquée et sont souvent liées à un travail répétitif (travail sur réglette, poutre…).

Or comme l'a démontré SCHWEIZER le choix des prises entre l'arquée et le tendu est l'affaire de la forme, de la taille de la prise, de la prévention des atteintes cutanée et de la puissance que l'on veut mettre dans une prise.
L'arquée a un risque de blessure plus important que le tendu (il semble plus physiologique et moins dangereux pour les poulies).
En effet le problème de l'arquée ne vient pas de la force exprimée lors de cette position mais de la résultante des forces qui va être beaucoup plus lésionnelle que dans la prise tendue. [47]



Pour BOLLEN la corde d'arc entraine une perte d'amplitude et elle doit être reconstruite.

A l'heure actuelle il est recommandé de faire un traitement conservatif si la rupture est partielle et, chirurgicale si elle est complète.
La reprise s'effectue, si les protocoles thérapeutiques sont bien menés, au même niveau sans perte voire même avec une augmentation des performances [43, 67], sinon il peut rester une faiblesse, une douleur voire une raideur.

d) Les lésions musculaires et les désinsertions tendineuses

En général elles sont peu présentes mais certaines ont été décrites:

- la déchirure des muscles lombricaux : en général elle touche le troisième et quatrième doigt lors d'une position tendue en prise mono doigt.

- il a été décrit aussi une rupture isolée du fléchisseur profond en zone 3 suite à une prise mono digitale du troisième doigt lors d'une ascension.
Le traitement est alors chirurgical et les conséquences à long terme sont principalement un flessum de l'IPP ou de l'IPD. [45]

- il a été décrit aussi des désinsertions du fléchisseur commun superficiel (souvent lié avec une lésion de A2).

5 - Epidémiologie chez les grimpeurs

Etant données les multiples possibilités de lésions de l'IPP et de lésion des grimpeurs il apparaît différents éléments importants.

Nous savons que les lésions de l'IPP et des structures avoisinantes sont les plus fréquentes des lésions de la main du grimpeur.

Nous savons au travers des différentes études, notamment celle de GNECCHI et coll. de 2010 que certaines lésions apparaissent plus fréquemment chez le grimpeur.

Les moins fréquentes présentent une notion de traumatisme (choc, chute) qui n'est pas forcement directement liée à la pratique de l'escalade, ce sont :

- Les entorses,

- les luxations,

- les fractures.

Mais les pathologies les plus fréquemment associées à l'escalade sont plus le fait de pathologie de sur sollicitation (due à l'augmentation du niveau de performance, du nombre de pratiquant en compétition et de la modification des pratiques de ce sport) comme :

- les kystes

- les tendinites et ténosynovites notamment chez les jeunes [22, 23]

- les ruptures de poulies (20 à 30 % des blessures de la main des grimpeurs).

- et des atteintes d'origine mal définie où l'on peut remarquer une augmentation de volume et des enraidissements de l'IPP.

Pour WRIGHT ces lésions représentent environ 80% des blessures en salle et pour LOGAN elles devraient toucher 40% des grimpeurs de bloc.

Ces différentes atteintes toucheront plus particulièrement le troisième et le quatrième doigt. [22, 36, 48, 57]

Les risques de blessures sont influencés par l'âge, le sexe (plus les hommes que les femmes), le niveau de performance, l'ancienneté dans l'escalade et le type de support (bloc, voie). [68]

IV - LA CHRONICITE DE L'IPP CHEZ LE GRIMPEUR

Nous avons vu lors des précédents chapitres que l'IPP est une articulation très sujette aux atteintes traumatiques.
Ces traumatismes sont fréquent et peuvent laisser des séquelles parfois importantes en raison de leur répétition, d'un traitement inadapté ou inefficace.
Elle est l'articulation la plus touchée chez le grimpeur.

Les séquelles des traumatismes peuvent retentir sur la mobilité, la stabilité de la chaine digitale et la fonction de la main.

De plus, la banalisation des entorses, voire des luxations autoréduites et des « simples tendinites », en particulier dans le milieu sportif et notamment de l'escalade, est de plus en plus fréquente, tout comme la prise en charge initiale sans suivi ni conseil.
Ce type d'attitude conduit à un doigt séquellaire plus ou moins important : du simple élargissement de l'IPP, à la raideur voir l'instabilité ou même pire une déformation en boutonnière.

Les données croisées entre les séquelles de l'IPP avec l'épidémiologie des atteintes des grimpeurs, amènent à conclure qu'il existe différentes catégories de séquelles ou d'adaptations chroniques.

Les conséquences de ces atteintes traumatiques et adaptatives sur l'IPP sont de différents ordres :

- les instabilités ou les hyperlaxités
- la douleur
- les déformations
- l'enraidissement

1 - Les instabilités

Elle se retrouve suite à des atteintes capsulo-ligamentaires.
Elles ont été peu étudiées dans la pratique de l'escalade car il semble logique qu'une personne, présentant une instabilité franche sur un doigt lors des différentes prises et contraintes de l'escalade, ne puisse pas continuer sa pratique.
En effet, pour les instabilités importantes, il existe en général une prise en charge à un moment donné du sportif, parfois tardive, du fait des répercussions dans son activité sportive.

Les quelques descriptions se situent dans le cadre de luxations ou d'entorses qui sont en général dues à des traumatismes (chutes ou impacts) ou à des blocages de doigts dans une prise.
Les principales complications de ces luxations sont les raideurs secondaires, en général en flexion, du fait de la cicatrice entre les deux ligaments. Dans quelques rares cas, une instabilité importante se retrouve et, en cas de lésions de la bandelette médiale, une déformation en boutonnière. [33]

2 - La douleur

Au niveau des doigts, elle est surtout décrite sur de la face antérieure de P1 dans le cadre d'atteinte de la poulie ou sur l'avant bras, pour les tendinites des fléchisseurs.

3 - Les déformations

Elles sont de deux types principaux :

a) L'arthrose :

Elle n'a pas été retrouvée comme elle est décrite habituellement (sous forme d'usure) mais des signes de celle ci ont pu être mis en évidence (ostéophytes).

Comme ALLENSPACH le souligne, il existe une réponse « arthrosique » des IPP du grimpeur mais plus sous forme adaptative en réponse au stress mécanique engendré par l'escalade : ostéophytes et surtout une hypertrophie corticale. [4, 26, 40, 55, 61]

b) Les réponses adaptatives :

Il faut différencier deux évolutions :

- les séquelles des IPP globuleuses (ou bulbeuses) où suite à un traumatisme, l'IPP gonfle à cause de l'épanchement articulaire.

Ceci entraine une pression intra articulaire qui empêche les mobilisations complètes de l'articulation, qui épaissit ses différentes couches périphériques et augmente l'enraidissement. [10]

- une réponse adaptative consécutive à la pratique de l'escalade et modifiant son aspect global, sous forme d'augmentation de volume de l'articulation et/ou des éléments péri articulaires.

En effet, dans l'étude de Luis AGUILELLA D'ALZIRA, il est mis en évidence une augmentation de circonférence de l'ensemble du doigt mais plus marquée au niveau de l'IPP.

GNECCHI et MOUTET expliquent que cette augmentation de circonférence serait la conséquence de microruptures capsuloligamentaires répétées, qui cicatriseraient de façon hypertrophique due à une pathologie d'hypersollicitation. [43, 44]

4 - La raideur

L'étude se porte sur les raideurs suites à des traumatismes ou à des hypersollicitations.
C'est la complication la plus fréquente après un traumatisme de la main.

a) Définition

TUBIANA définit la raideur comme : « une limitation plus ou moins prononcée des mouvements au niveau des articulations »

DUFOUR complète cette définition par :
«C'est la conséquence la plus courante des atteintes articulaires, qu'elles soient consécutives à l'âge, aux séquelles traumatiques, ou aux atteintes rhumatismales. »

Les raideurs articulaires vont varier en fonction des origines des structures lésées :

- articulaires : dues à des lésions de la structure articulaire, des adhérences ou irrégularités des surfaces articulaires, des fractures articulaires, des rétractions capsulo-ligamentaires …

- extra-articulaires : dues à des adhérences des plans de glissements, un blocage causé par une exostose ou un nodule tendineux,

- sans rapport direct avec l'articulation : des lésions cutanées entrainant des rétractions (brûlures), fractures des os à distance (diaphyse des phalanges), des immobilisations prolongées, des lésions tendineuses (fléchisseurs et extenseurs), des paralysies, infections…

Les étiologies sont multiples (congénitales ou acquises) mais restent dominées par les lésions post-traumatiques. [9]

Le plus fréquemment, elles sont mixtes. Mais dans le cadre de l'IPP, ce sont les raideurs importantes en extension (limite la flexion) qui seront les plus gênantes.

b) Le mécanisme d'apparition et les facteurs favorisant la raideur

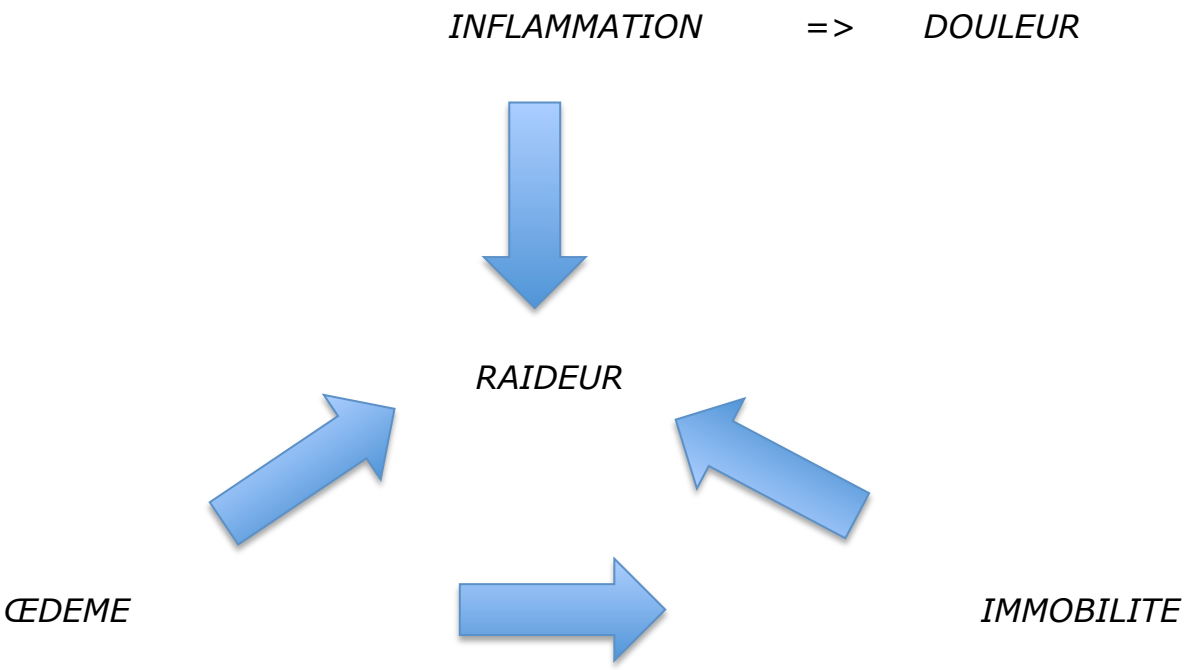
En dehors des atteintes osseuses et des surfaces articulaires, l'enraidissement résulte le plus souvent d'un processus de fibrose et de rétraction des éléments périarticulaires par modification des tissus conjonctifs. [9]

Les propriétés mécaniques du tissu conjonctif dépendent de l'organisation architecturale des fibres de collagène et des liaisons qui existent entre elles. Elles dépendent en particulier des

tensions qui leur sont appliquées. En cas d'immobilisation, le système est désorganisé avec une augmentation des liaisons.

La réponse initiale à tout traumatisme ou hypersollicitation est l'œdème, qui modifie les propriétés du tissu conjonctif, ce qui crée de la raideur que ce soit au niveau articulaire ou périarticulaire.
Si cet œdème se prolonge, cette raideur s'installera en se transformant en fibrose.
Associée à ce dernier, une douleur peut s'ajouter qui favorise la raideur.

BEASLEY a définit cela sous forme de cercle vicieux : [9, 38, 62]



Tout traumatisme entraine une augmentation de fluide articulaire et extra articulaire qui a pour conséquence de raccourcir les tissus ligamentaires et capsulaires.
Au niveau de l'articulation se trouve une distension de la cavité articulaire. Cette articulation adopte une position autorisant un volume maximal, ce qui permet au collagène de se déposer de manière anarchique et donc d'enraidir l'articulation, d'où l'intérêt d'une immobilisation cohérente.

Les hématomes et l'apport sanguin favorisent la prolifération de tissu cicatriciel (hypercicatrisation), de l'œdème et donc la raideur.

L'œdème (riche en protéines qui vont se transformer en collagène) et l'inflammation sont autant de facteurs qui perturbent l'atteinte des plans de glissements et sont donc source de raideur secondaire.

L'œdème est la réponse initiale à tout traumatisme (ouvert comme fermé).

Il est riche en macrophages, protéines, substances algogènes qui envahissent les structures lésées.
Il envahit tout et force les éléments à se mettre dans la position caractéristique de la main œdémateuse.
La peau dorsale se distend réduisant à néant la réserve cutanée et l'élasticité indispensable à la flexion.
Avec le temps, l'œdème physiologique liquide s'organise en véritable colle biologique capable de fixer les tissus lésés et les tissus voisins intacts en un bloc cicatriciel.

La réparation tissulaire comporte trois phases:
- au début, la phase inflammatoire augmente l'apport sanguin ce qui modifie la perméabilité capillaire et créer l'œdème,
- la phase de réparation : si elle est trop active, elle entraine la raideur,
- la phase de remodelage : au cours de celle ci, il est primordial de solliciter l'articulation sinon le remodelage s'avère inefficace avec l'apparition d'une raideur, d'où l'intérêt d'une mobilisation précoce voir immédiate.

Les raideurs ne deviennent invalidantes pour la fonction que lorsqu'elles sont importantes, car l'utilisation quotidienne ne sollicite qu'un faible degré d'amplitude.
Or le secteur de mobilité utile de l'IPP se situe entre une flexion de 70° et une extension -30°.

c) La raideur de l'IPP

La raideur est la séquelle principale de l'IPP. Elle peut avoir de nombreuses causes et est quasiment à chaque fois, la réponse de l'articulation.

Or, la raideur de l'IPP compromet sa fonction et donc la fonction globale de la main. [35]

Les éléments les plus disposés à se rétracter en flexion sont le faisceau glénoïdien du ligament latéral, la plaque palmaire et à un moindre degré la capsule. [52]

La symphyse du cul de sac proximal est responsable d'une perte de la dynamique du ligament glénoïdien et ce déficit est à l'origine de l'effet came.
Ceci entraine un bâillement supérieur et un pincement de l'interligne inférieur.
Cette perte de mobilité entraine donc un diastasis dorsal et une dysharmonisation du glissement articulaire.

Mais toute atteinte isolée ou mixte des éléments peut entrainer une raideur :

- la symphyse des culs de sacs articulaires : suite à une réaction œdémateuse ou hémorragique trop importante, le cul de sac situé entre les deux freins est touché mais peut aussi atteindre les latéraux.

- les freins : leur rétraction est très enraidissante pour l'articulation à tel point qu'ils sont régulièrement sectionnés lors d'arthrolyse. [64]

-une fibrose des parties molles

-la gaine fibreuse des fléchisseurs en se rétractant peut entrainer une perte d'extension

-des tendons adhérents ou rétractés : fléchisseurs ou extenseurs

-la rétraction du ligament rétinaculaire ou son adhérence au ligament latéral.

-l'ischémie tissulaire est reconnue comme un facteur d'aggravation dans le cadre des raideurs articulaires digitales. [7,27]

-une rétraction cicatricielle cutanée (dorsale ou palmaire),

-un bloc osseux ou une incongruance articulaire,

-Les poulies : A2 et A4 sont fixées sur le squelette. Si pour n'importe quelle raison du collagène se fixe à leur niveau cela entrainera une fibrose limitant l'extension.

-La rétraction du plan capsuloligamentaire palmaire entraine un attitude en flessum de l'IPP (rétraction ligament, arrachement du critical corner…)

-une plaque palmaire adhérente ou ayant perdu sa biodynamique. [53]

d) La raideur chez le grimpeur

Nous avons vu précédemment que presque toutes les atteintes dont le grimpeur est sujet, peuvent entrainer une raideur que les causes soit traumatiques ou dans le cadre de pathologie d'hypersollicitation (plus fréquente).

SCHÖLFF, en 2004 chez les juniors allemands retrouve une réduction de mouvement des articulations des doigts chez 32% des sujets de son étude.

BOLLEN dans les années 90, identifie déjà ces raideurs comme une des complications les plus fréquentes de l'escalade.

Beaucoup de théories sont avancées pour expliquer cela :

- le tonus des fléchisseurs étant supérieur à celui des extenseurs, la tendance va naturellement au flessum.

- l'épaississement des fléchisseurs entraine une perte de la biomécanique de la plaque palmaire.

- la répétition des microtraumatismes au niveau capsulaire entraine un épaississement de celle-ci et une limitation de mobilité…

B - PARTIE EXPERIMENTALE

Afin de pouvoir déterminer si l'escalade engendre des modifications de l'IPP qui relèveraient de la chronicité ou du temps de pratique, un questionnaire a été posé aux grimpeurs ainsi qu'une série de prises de mesure.

Deux groupes ont été constitués : un groupe expérimental composé de sujets masculins et féminins pratiquant l'escalade à un niveau au minimum confirmé, et un groupe contrôle.

Celui ci est constitué de deux sous groupes un avec des sujets masculins et un autre avec des sujets féminins, de même tranche d'âge et ne pratiquant pas ce sport.

Pour constituer ces échantillons expérimentaux, je me suis orienté vers une étude auprès de 3 salles d'escalade de la région marseillaise (deux à orientation bloc et une plus en voie). Pour équilibrer les mesures j'ai recueilli deux fois plus de mesures dans cette dernière salle. Ainsi, les données entre l'escalade de bloc et celles de difficulté sont en quantités équivalentes.

I - MATERIEL ET METHODE

1 - Population de grimpeurs

Notre population est composée de 34 personnes pratiquant l'escalade et avec un niveau minimum atteint de 7 A pour les hommes et 6 C pour les femmes (niveau après travail).

Cette étude comporte 7 femmes de 17 à 56 ans pour un âge moyen de 33,57 ans (dont une gauchère), ainsi que 24 hommes de 23 à 72 ans, pour un âge moyen de 49 ans (dont 3 gauchers)

L'âge moyen de l'ensemble du groupe est de 45,8 ans et est compris entre 17 et 72 ans.

La proportion de gaucher est de 11,8 %, ce qui correspond à la moyenne française (entre 8 et 13 % selon les études).
La plupart de ces sportifs sont issus des Bouches du Rhône.

2 - Le groupe témoin

Il est composé de personnes ne pratiquant pas l'escalade, étant en soin au sein d'un cabinet de kinésithérapie, et ne présentant pas d'atteinte du membre supérieur ni de maladie rhumatismale.
Par ailleurs, il comporte 32 hommes de 23 à 65 ans, pour un âge moyen de 42,5 ans (un seul gaucher) et de 29 femmes, pour un âge de 22 à 68 ans et un âge moyen de 44,38 ans (deux gauchères).

3 - Recueil des résultats

Il est effectué grâce à un questionnaire (annexe) et à des prises de mesures.
Ce questionnaire a été posé et rempli par une seule personne, effectuant également les prises de mesure, afin d'éviter un biais sur la manière de questionner, de remplir le questionnaire et sur les techniques de mesure.

Le questionnaire comporte différents items :
- une partie administrative : sexe, âge, latéralité.
- une partie sur la pratique des grimpeurs : année de pratique de l'escalade, nombre d'entrainements par semaine, orientation de la pratique (bloc voie), le niveau d'escalade, pratique de la compétition, professionnel de l'escalade
- une partie épidémiologique : pathologie(s), doigt(s) touché(s), douleur (échelle EVA), paresthésie.

Puis, ce recueil de données se termine par une prise de mesure pour les deuxièmes, troisièmes et quatrièmes doigts de chaque main.
Les précédentes études ayant montré la faible incidence de celle-ci sur le pouce et le cinquième doigt, l'étude ne tiendra pas compte de ces données.
Lors des prises de mesure il est demandé au sujet d'avoir déjà grimpé (une quinzaine de minutes minimum) afin d'avoir une articulation plus uniforme et plus équilibrée au niveau musculaire. [57]

Les mesures concernent :
- La flexion
- L'extension
- La circonférence
- La laxité

Sur le groupe témoin, les mesures sont sur les circonférences et la laxité car nous n'avions pas de mesure de référence pour ces données. En revanche, pour la mesure de la flexion et de l'extension, les valeurs de référence sont largement étudiées : 120° en flexion et 0° en extension.

4 - Méthode de mesure

a) Mesure de la flexion et de l'extension

La trace des premiers examens au goniomètre est trouvée aux alentours de 1900.
En 1947, HURT décrit en premier la technique de mesure dorsale de l'IPP avec un point d'appui centré sur l'articulation.
En 1949, MOORE, lui, décrit de toujours appliquer le goniomètre sur la face latérale.

Dans l'étude de GROTH (2001) il est demandé à 231 kinésithérapeutes, dont 47,8% certifiés dans la rééducation de la main, d'indiquer leur préférence pour la mesure de la flexion extension de l'IPP (parmi les dix goniomètres du marché) et la technique qu'ils utilisaient.
Il ressort que 75% des praticiens préfèrent deux types de goniomètre : le 6 " CUT-OFF CLEAR et celui en métal ; le placement dorsal est utilisé dans plus de 73% des cas tandis que le placement latéral est préféré lors de déformations (fracture, dislocation ...).

Dans la deuxième partie de son étude, 39 kinésithérapeutes mesurent des IPP avec le goniomètre de leur choix et leurs résultats sont comparés à ceux mesurés sur des radiographies.

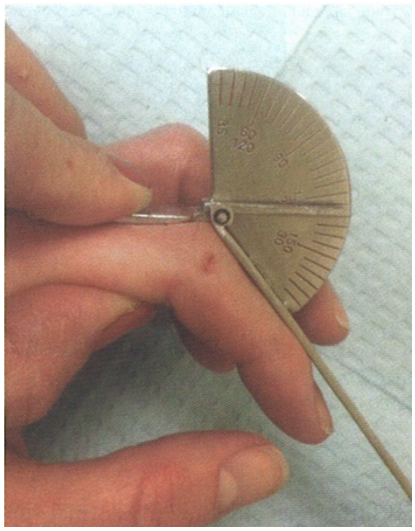
Les conclusions montrent les mêmes préférences pour les deux goniomètres.

Il montre aussi que le placement dorsal est plus reproductible d'un thérapeute à un autre que le latéral.

Cependant, le placement latéral est plus proche des mesures radios que le dorsal ; ceci est expliqué par le fait que la mesure est plus proche des axes de rotations.

L'étude de KATO en 2007 sur des cadavres reprend les mêmes paramètres.
Ses conclusions sont que :
-la méthode latérale présente peu de différences pour le même examinateur quelque soit le goniomètre.
-la technique dorsale avec un goniomètre à bras courts doit être privilégiée afin d'avoir les mêmes résultats que la technique latérale.

Les prises de mesures de notre étude sont effectuées de manière dorsale cette technique étant ma préférentielle depuis mes débuts avec un goniomètre à branches courtes.
De plus, c'est la plus courante et je pense la plus parlante pour la lecture des résultats.



Prise de mesure de l'IPP [58]

Afin de ne pas fausser les résultats, les mesures sont prises dans une position de détente de l'IPP afin de ne pas interférer avec les articulations sus et sous jacentes et avec une tension musculaire et tendineuse trop importante.

b) Mesure des circonférences

Pour mesurer les diamètres l'appareil utilisé est le FINGER CIRCUMFERENCE GAUGE recommandé par le GEMMSOR.

c) Test de laxité

La poulie phalangienne s'élargit en avant ce qui augmente la tension des ligaments latéraux et encore plus lors de la flexion d'où des mouvements de latéralité nuls en flexion. Ainsi pour tester la laxité, il est préconisé de le faire en extension.

II - RESULTATS ET INTERPRETATIONS

1 - Population

- années d'expérience :
La population présente entre 12 ans et 46 ans années d'escalade avec une moyenne de 27,05, ans ce qui est une valeur haute de recrutement par rapport aux études de la littérature.

- le nombre de séances par semaine est : de 1 à 6 avec une moyenne de 2,42

- Spécialité : dans leur pratique habituelle 14 d'entre eux ont une pratique plus en escalade de difficulté, pour 7 en bloc et 13 pratique de manière équitable les deux principales pratiques.

- le niveau :

Pour faciliter la lecture de l'étude, deux catégories ont été différenciées.

Deux niveaux différents de la pratique courante ont été volontairement définis.

En effet, le niveau confirmé relevait dans les précédentes études plus du 6B+ ou 6C pour les hommes, mais la progression importante du niveau des grimpeurs et en particulier ces dernières années nous oblige à relever le niveau de cette étude avec deux catégories :

- **confirmé** pour tous les grimpeurs dans le 7ème degré.

- et **haut niveau** pour tous les grimpeurs dans le 8ème et 9ème degré.

Ainsi, 20 grimpeurs de niveau confirmé et 14 de haut niveau constituent notre étude.

De manière plus précise, la population est constituée de :

-12 grimpeurs qui ont fait de la compétition

-12 professionnels de l'escalade : sportif professionnel, guide de haute montagne, tenancier de salle d'escalade ou Brevet d'Etat d'escalade.

2 - Lésions et douleurs

Seuls les lésions ayant été diagnostiquées ou contrôlées par un médecin et ayant nécessité un arrêt de l'escalade d'au moins 10 jours ont été prises en compte afin de permettre une comparaison avec les précédents travaux. [36]

Pour les douleurs non diagnostiquées par un professionnel (mais ayant nécessité quand même plus 10 jours d'arrêt), seule la zone douloureuse a été noté sans émettre d'hypothèse de diagnostique.

Les résultats sont :

- 8 lésions de poulies : 7 partielles et une rupture complète des poulies A2, A3 et A4 (opérée).

- des tendinites des fléchisseurs chez quatre sujets

- des ténosynovites des fléchisseurs chez deux sujets

- une amputation pulpaire de D2 à la main droite suite au blocage d'un doigt dans une prise.

- 3 entorses

- 6 sujets avec des doigts douloureux ou ayant été douloureux sans diagnostique posé

Dans cette population, seules 6 ruptures de poulies partielles étaient encore douloureuses.

A titre indicatif, mais ceci n'ayant pas de valeur statistique, le sujet opéré d'une rupture de poulie ne présentait plus de douleur ni de gêne ce qui est en adéquation avec les travaux de VOULIAUME et MOUTET.

Le nombre de lésions des poulies (partielles ou complètes) diagnostiquées est de 8 (soit 44,4% des atteintes diagnostiquées), ce qui est supérieur aux études de BOLLEN et SCHOLFF (20 à 30% des atteintes de la main des grimpeurs).
Sur l'ensemble des doigts lésés, 46,1 % présentaient une atteinte des structures fibreuses des poulies.

Cette différence vient certainement du recrutement plus jeune de la population des précédentes études citées ci dessus : 31 ans de moyenne d'âge pour la première et une population de junior pour le second. Dans notre population, la moyenne d'âge est presque de 46 ans.

Des douleurs sont aussi présentes sur une tendinite et une ténosynovite des fléchisseurs.

Dans cette étude, 53% des sportifs ont eu une blessure diagnostiquée, ce qui est légèrement inférieur aux travaux déjà existants.

En revanche, en intégrant les douleurs sans diagnostique, actuelles ou anciennes, le pourcentage s'élève à 67,6 % ce qui est compris dans l'intervalle de 60 à 75% évoqué dans les différentes études. [4, 36,50, 68]

Ce ci montre que l'escalade est un sport traumatique et générateur de douleurs au niveau des mains (2/3 de la population étudiée) ; cela risquant d'entrainer des conséquences dans la pratique de ce sport.

a) Quel doigt est atteint ?

Au niveau du deuxième doigt :

Il est retrouvé 4 atteintes :
- deux entorses,
- une amputation pulpaire,
- une douleur spontanée sans diagnostique.

Ces résultats confirment bien le faible taux d'atteinte de ce doigt. Lorsqu'il est blessé, une atteinte traumatique et non une atteinte d'hypersollicitation (pas de tendinite, pas de poulie) est souvent retrouvée.

Au niveau du troisième doigt :

A droite, 6 lésions ont été recensées : 5 poulies partielles et une tendinite des fléchisseurs.
A gauche, 6 lésions sont retrouvées: 2 entorses, une ténosynovite des fléchisseurs, 2 poulies partielles et une complète opérée.

Au niveau du quatrième doigt :

A droite, 5 lésions sont comptées: 2 poulies partielles, une ténosynovite des fléchisseurs, une tendinite des fléchisseurs et une entorse.
A gauche, 5 lésions : 2 tendinites des fléchisseurs, 2 poulies partielles et une ténosynovite des fléchisseurs.

Comme dans les autres études une prévalence du troisième et quatrième doigt est retrouvée dans les atteintes, avec la majorité des lésions sur ces deux doigts.

Le troisième doigt est plus touché que le quatrième avec 12 lésions contre 10, ce qui n'est pas en adéquation avec les autres études qui trouvent une majorité de lésions sur l'annulaire par rapport au majeur.

A noter que le troisième doigt droit présente 5 poulies partielles soit 15% de la population de l'étude et une tendinite des fléchisseurs soit uniquement des pathologies de sursollicitations.

Pour ces deux doigts, des pathologies d'hypersollicitation et les atteintes préférentielles du grimpeur (les poulies et les tendinites comme montrées dans les autres études) sont trouvées.

b) Prévalence des blessures par rapport au côté dominant ?

Pour les droitiers, 14 atteintes du coté dominant sont représentées contre 8 de l'autre.

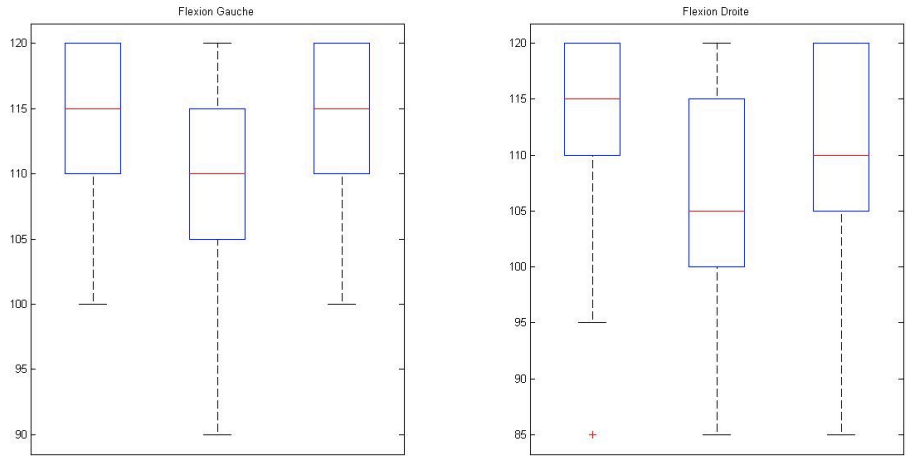
Pour les gauchers, deux atteintes sont seulement présentes pour quatre éléments : autant d'atteintes des deux cotés.

Le faible taux de l'échantillon « gaucher » ne permet pas de statuer mais de remarquer tout de même une prévalence du côté dominant comme côté lésionnel pour les droitiers.

3 - Enraidissement des doigts

La valeur de référence retenue correspond à celle usuelles et habituelles données par les livres de références d'anatomie : une moyenne de 120° de flexion et de 0° d'extension à 5° d'hyperextension.

a) La flexion



D2 D3 D4 D2 D3 D4

Sur le graphique, la main droite apparaît avec des valeurs de flexion moins importantes que la main gauche :

- au niveau du troisième doigt notamment, la médiane est de 105° à droite contre 110° avec un échantillon allant de 85° à 120° contre 90 à 120° et une moyenne de 107,06° contre 108,68°.

- du quatrième, la médiane est de 110° à droite contre 115° avec un échantillon allant aussi de 85° à 120° contre 100° à 120° et avec une moyenne de 110,15° contre 113,5°.

Par rapport aux valeurs de référence, le deuxième doigt ne semble être que très peu influencé par la pratique de l'escalade des deux cotés (déficit moyen de 5° et 60% de la population au niveau de la valeur de référence).

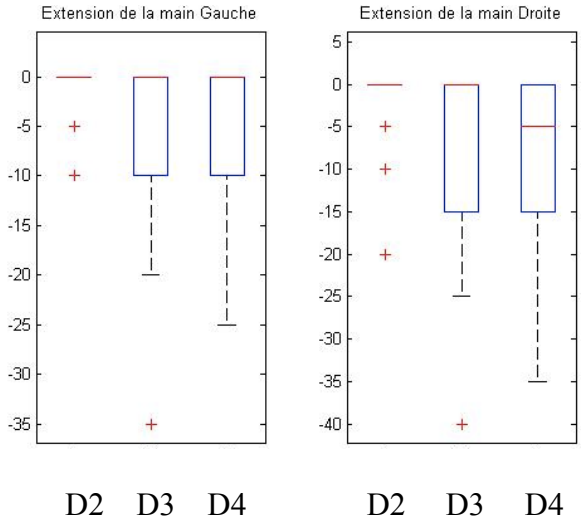
Le troisième doigt semble lui être influencé. Ses valeurs sont inférieures à de référence et de manière significative : 70% de la population présente des valeurs inférieures voir même très inférieures.

Le quatrième doigt semble lui être influencé. Ses valeurs sont inférieures à celle de références et de manière significative : 50% de la population présente des valeurs inférieures voir même très inférieures.

En conclusion, l'escalade a une incidence sur la flexion des troisièmes et quatrièmes doigts. En effet, la perte d'amplitude est marquée à leurs niveaux mais pas sur la flexion du deuxième.

Cette limitation est plus franche sur la main droite que sur la main gauche et touche plus particulièrement le troisième doigt.

b) L'extension



Les valeurs de l'extension à l'image de la flexion sont quasi normales pour le deuxième doigt des deux mains.

Pour le troisième doigt, les 50 % de la population sont compris entre 0° et -10° à gauche et 0° et -15° à droite, avec pour l'échantillon une valeur moyenne proche de -8 ° à droite et -5° à gauche.

Ces résultats sont donc dans la même tendance que pour la flexion à savoir, un enraidissement mais plus marqué à droite qu'à gauche.

Pour le quatrième doigt, à gauche, les valeurs sont à peu près les mêmes que celles du troisième doigt mais, en revanche le quatrième doigt à droite est plus enraidi. En effet, les 50% de la population sont dans la même fourchette que le troisième doigt mais avec une médiane plus basse (0° contre -5°), ce qui indique qu'il existe plus de sujets enraidis.

Si les données de l'extension et de la flexion pour chaque sujet sont croisées, aucune concordance entre les deux n'est trouvée. Ce n'est pas parce que l'extension est déficitaire que la flexion l'est et inversement.

Dans l'étude tous les cas de figure sont retrouvés.

Chez les gauchers (4), la moyenne d'âge est de 42,5 ans. Des amplitudes enraidies sont remarquées mais moins que pour le groupe témoin.
La différence entre les deux mains est la même. La main droite apparaît plus enraidie que la gauche pourtant main dominante.

Pour le troisième doigt, l'amplitude est de 108,75° à droite et 111,25° à gauche. Pour le quatrième, l'amplitude est de 116,25° à droite et 177 ,5° à gauche.

Même si l'échantillon de gaucher n'est pas important, il paraît intéressant de noter que les amplitudes en flexion et en extension sont plus limitées du côté droit alors que c'est le côté non dominant.

Si les poulies douloureuses avec l'enraidissement sont observées de plus près, 5 sur 6 sont raides en flexion et en extension (problème de diagnostique sur la 6eme ?).

Ce qui semble logique, puisque, lors de l'extension du doigt, le tendon vient en appui sur la poulie douloureuse.

Lors de la flexion le tendon s'épaissit, augmentant la pression dans les poulies et créant ainsi une douleur possible. L'amplitude est ainsi limitée afin d'éviter les douleurs.

Par ailleurs, pour toutes les poulies douloureuses touchant D3 chez des patients ayant plus de 20 ans d'escalade et plus de 40 ans, un enraidissement de D4 est observé du même côté en flexion alors que le doigt n'est pas atteint (4 /4). (Patient 10,22, 28 sauf dans un cas mais le patient est jeune (24 ans) et a une pratique plus compétitive)

En revanche, aucun autre lien n'a été fait entre l'enraidissement et les autres pathologies.

4 - Les circonférences

a) Etude de la population témoin

Globalement, la population féminine et masculine présente des caractéristiques communes.

En effet, les circonférences du deuxième et troisième doigt sont assez proches l'une de l'autre à l'intérieur de leur groupe.

Le quatrième doigt présente, lui, une circonférence en retrait par rapport au deuxième et au troisième.

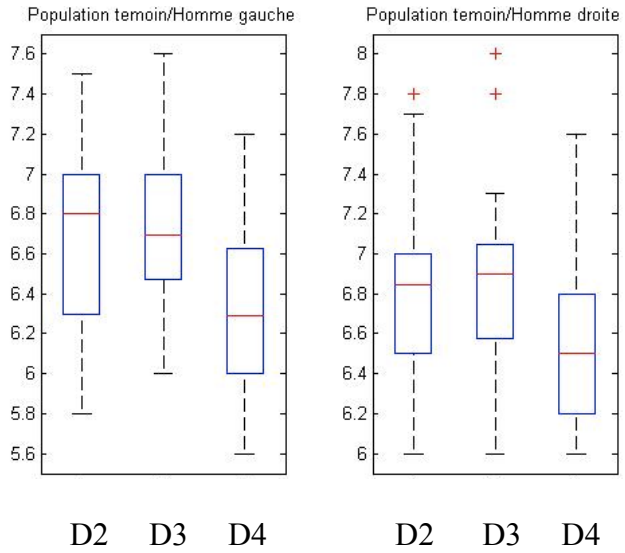
Comme pour les enraidissements, une prévalence à droite est retrouvé. En effet, dans les deux groupes (féminin et masculin), les circonférences de chaque doigt sont plus importantes en moyenne à droite qu'à gauche

Pour le groupe des hommes :

- le deuxième doigt présente des moyennes de 6,84cm à droite et 6,68cm à gauche

- le troisième doigt présente des moyennes de 6,9cm à droite et 6,69cm à gauche

- le quatrième doigt présente des moyennes de 6,48 cm à droite et 6,29 cm à gauche.



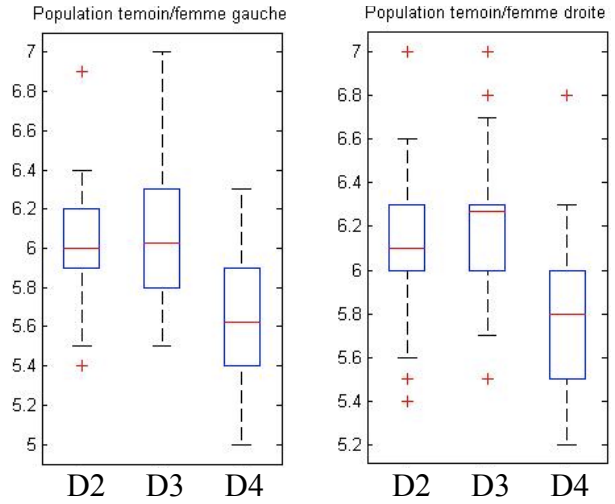
La prévalence de la droite sur la gauche est bien retrouvée et du deuxième et troisième doigt aussi.

Pour le groupe des femmes :

- le deuxième doigt présente des moyennes de 6,13cm à droite et 6,02cm à gauche.

- le troisième doigt présente des moyennes de 6,23cm à droite et 6,05cm à gauche.

- le quatrième doigt présente des moyennes de 5,76cm à droite et 5,64cm à gauche.



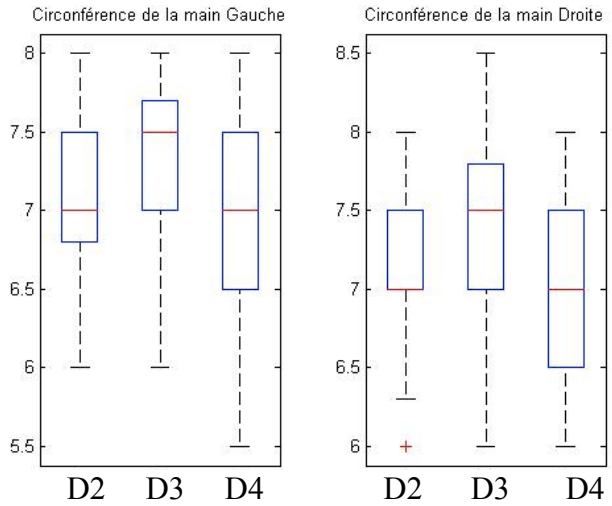
La prévalence de la droite sur la gauche est bien retrouvée et du deuxième et troisième doigt aussi.

Ces résultats affirment que les hommes ont en moyenne des circonférences de doigt plus importantes que les femmes.

Si dans ces deux groupes témoins, les circonférences sont comparées avec l'âge des sujets (homme et femme), on se rend compte que la circonférence des doigts augmente avec l'âge de manière régulière et harmonieuse.
Ceci est vrai quelque soit le doigt.

La seule différence est que cette augmentation avec l'âge est plus marquée chez les hommes que chez les femmes, où elle est faible.
Sur les courbes des hommes, la pente de la droite linéaire est bien plus marquée que chez les femmes où la répartition de la population est plus harmonieuse et où la droite linéaire est quasiment horizontale.

b) Populations de grimpeur



Comme pour la population témoin, les circonférences de la main droite sont légèrement plus importantes que celles de la main gauche chez le grimpeur.

Si le taux de différence entre les deux mains est observé, celui ci est distinct :
Chez les populations témoins, les différences de circonférence d'une main à l'autre sont comprises entre 2 et 3% pour chaque doigt. Chez l'homme grimpeur, cette différence n'existe quasiment plus (moins de 0,01%).

La comparaison chez les femmes grimpeuses est un peu moins parlante. En effet, la différence est comprise entre 2,3 et 1,8%. Celle-ci doit venir du faible échantillon féminin (7 sujets, de la moyenne d'âge plus faible 33,6 ans et du nombre d'années d'escalade plus faible 18,15 ans).

Cette différence montre que sur les circonférences, l'escalade a tendance à harmoniser les déformations. La prédominance de la main droite sur la main gauche, est toujours présente mais elle tend à diminuer ou disparaitre.
En revanche, les circonférences sont beaucoup plus importantes chez les grimpeurs que sur l'échantillon témoin, sur tous les doigts, comme le montre le tableau.

	Circonférence population témoin	Circonférence population grimpeur	Augmentation
HOMME			
D2	6,76	7,23	6,50%
D3	6,8	7,49	9,21%
D4	6,39	7,23	11,61%
FEMME			
D2	6,08	6,54	7,11%
D3	6,14	6,63	7,39%
D4	5,7	6,29	9,32%

L'augmentation est conséquente sur tous les doigts et est plus marquée sur D4 puis D3 puis D2 chez les hommes et les femmes.

La prévalence de l'incidence de l'escalade sur les circonférences des doigts est encore retrouvée ici mais également la majoration ainsi que l'atteinte plus importante du troisième et quatrième doigts avec des augmentations plus fortes et des circonférences plus importantes.

Cela a même pour conséquence de redistribuer l'ordre de grosseur des doigts. Dans la population témoin, le deuxième et le troisième étaient voisins et bien plus importants que le quatrième alors qu'ici, c'est le troisième seul qui est plus gros avec en moyenne le deuxième et le quatrième de même circonférence.

En revanche, le faible recrutement du groupe femme grimpeur permet de conclure qu'il existe une augmentation mais pas de redistribution des circonférences des doigts.

L'évolution des circonférences par rapport à l'âge permet d'observer :

- que toutes les courbes ont la même forme : c'est à dire que les circonférences augmentent avec l'âge comme dans les populations témoins.

- que la pente est la même pour la main droite et la main gauche sauf pour le quatrième doigt où elle est plus haute à droite.

- qu'en comparant ces données avec celles de la population témoin, la répartition des sujets est plus disparate que pour les populations témoins. Ceci semble logique puisque la population des grimpeurs est mixte.
Au vu des courbes, l'âge semble avoir un effet sur les circonférences. En effet, avec le vieillissement de la population, une augmentation de circonférence sur tous les doigts est observée.

L'escalade augmente de manière significative les circonférences des doigts des grimpeurs mais le lien entre l'escalade et la vitesse d'augmentation avec l'âge n'est pas clairement établi.

c) Croisement entre les valeurs de flexion et les circonférences :

La tendance est la même pour tous les doigts : avec un lien entre la diminution de la flexion et l'augmentation des circonférences des doigts.

Si les valeurs pour les doigts d'une même main sont comparées, les résultats indique que :

- pour les mains droites : le lien entre la flexion et les circonférences est plus important pour le troisième doigt puis pour le quatrième et enfin pour le deuxième.

- pour les mains gauches, c'est la même chose.

Si les données sont comparées entre les deux mains, le lien entre les deux paramètres est plus important à droite. Pour une diminution de la flexion, une augmentation plus importante de la circonférence est observée.

Donc, une supposition peut être faite sur un lien possible entre la diminution de la flexion et l'augmentation des circonférences des doigts et que ce lien soit plus fort à droite qu'à gauche dans la population.

De même, l'idée que ce lien est plus important au niveau des troisièmes puis quatrièmes doigts par rapport aux deuxièmes est à retenir.

d) Croisement entre les valeurs de l'extension et les circonférences :

L'augmentation des circonférences est également en lien avec la diminution de l'extension.
Si les deux mains sont observées, ce lien est encore une fois plus marqué à droite qu'à gauche.

En revanche si les doigts sont comparés les uns aux autres il existe des différences :

- pour les deuxièmes doigts, ce lien est très peu marqué voir nul (en particulier à gauche)

- pour la main droite, le lien est plus important pour le troisième doigt que pour le quatrième

- par contre pour la main gauche, ce lien est le même pour ces deux doigts
Nous pouvons donc supposer qu'il existe un lien entre la perte d'extension et l'augmentation des circonférences des troisièmes et quatrièmes doigts.

L'autre idée est que, comme pour la flexion, une augmentation de ce lien entre le troisième puis le quatrième doigt à droite soit présente mais ceci n'est pas retrouvé à gauche.

5 - L'âge

- Au niveau des circonférences

Il semble y avoir un lien important entre l'avancement dans l'âge et l'augmentation des circonférences. Les courbes le montrent bien. Ceci est vrai pour tous les doigts et des deux côtés (main gauche et droite).

A l'intérieur d'une même main ce lien est plus important pour les troisième et quatrième doigts (à peu près de la même manière) que pour le deuxième.

La comparaison des doigts d'une main par rapport à l'autre permet de se rend compte que le lien des doigts de la main droite est plus important que celui de la main gauche.

- Au niveau de la flexion

Une diminution est globalement retrouvée en fonction de l'âge pour l'ensemble des doigts.

Cette diminution suit la même progression au niveau des trois doigts de la main droite. En revanche, au niveau de la main gauche, elle est identique pour le troisième et quatrième doigt mais elle est beaucoup moins marquée pour le deuxième.

Si le même doigt est comparé de chaque côté, cette diminution est plus importante à droite.

- Au niveau de l'extension

Une diminution est notée sur l'ensemble des doigts mais elle est très faible pour les deuxièmes et le quatrième à gauche.

Une plus grande diminution est trouvée sur les troisièmes par rapport aux quatrièmes doigts des deux mains.

6 - Paramètre par paramètre

a) Type d'escalade

Il ressort trois catégories : la voie, le bloc et ceux qui pratiquent les deux.

Il paraît important de préciser un biais qui limite cette interprétation. En effet, dans le groupe bloc, 4 femmes sont recensées sur une population de 7 il est connu que la population féminine a des enraidissements et des circonférences moins importants.
Et inversement dans le groupe voie aucune femme n'est présente.

Comparaison de chaque catégorie par rapport à la moyenne :

- sur ceux pratiquant la difficulté (voie) : comme ces représentants sont exclusivement masculins nous les comparerons avec la population masculine des grimpeurs.

Sur les résultats il ressort :

⇒ que les circonférences, au niveau de tous les doigts sont moins importantes que la moyenne des grimpeurs hommes.

⇒ que tous les doigts présentent moins de limitation en flexion

⇒ et que l'extension est plus raide sur les troisième et quatrième doigts droits.

- le mixte (pratique de l'escalade de bloc et de difficulté) :

Au vu de la répartition homme/femme, la comparaison des résultats est réalisée par rapport à la population moyenne de l'ensemble des grimpeurs.

Au niveau de l'enraidissement en flexion ou en extension, les valeurs sont toutes équivalentes à la population de référence.

Au niveau des circonférences, des différences non significatives et non exploitables sont retrouvées et sont dues à priori, au recrutement de la population.

- le bloc :

Le recrutement, de part son biais, n'a pas permis de prendre de population de référence pour tous les paramètres mais d'adapter la population aux paramètres.

L'enraidissement en flexion paraît être important sur tous les doigts. Malgré une population à majorité féminine, les valeurs de la flexion de la population bloc sont inférieures à la population moyenne (majoritairement masculine) et cela de manière significative.

En revanche, les valeurs d'extension sont moins déficitaires que celles de la population moyenne et aléatoire par rapport à la population féminine ce qui ne permet pas d'interpréter ceux ci.

Pour les circonférences, la population bloc se situe entre la population moyenne et la population féminine mais de la même manière, ne permet pas de conclure sur la spécificité de l'échantillon.

La comparaison entre les catégories permet de ressortir différents éléments.

	Voie	Bloc+ Voie	Bloc
Flexion gauche			
D2	115	113,46	113,57
D3	111,79	107,69	104,28
D4	111,64	111,15	115,71
Flexion droite			
D2	114,29	111,92	109,29
D3	108,57	106,15	105,71
D4	111,07	110	108,57
Extension gauche			
D2	0	-1,92	0
D3	-5	-4,6	-5
D4	-5	-5	-0,71
Extension droite			
D2	0	-2,69	0
D3	-8,5	-7,3	-7,14
D4	-9,3	-7,7	-2,85

Il apparaît évident que la pratique du bloc semble à nouveau enraidissante en flexion.

La flexion moyenne « voie » est supérieure à la flexion moyenne « mixte » qui elle même est supérieure à la flexion moyenne « bloc » pour tous les doigts sauf pour le quatrième doigt gauche.

Cette notion vient à priori du biais de la population ou peut être du fait qu'il n'existe aucune atteinte avec séquelle sur ce doigt dans la population bloc.

Le deuxième paramètre qui ressort de ce comparatif, est que la raideur en extension est plus importante de manière significative pour le troisième et quatrième doigt de la main droite des pratiquants de voie.

Les valeurs sur les circonférences ne permettent pas de ressortir de valeurs significatives entre les populations.

b) Le niveau

La différence d'âge est significative entre les deux niveaux : 51ans pour les confirmés contre 38 ans pour le haut niveau.

Tous les résultats retrouvés dans cette comparaison sont les mêmes que celles de l'évolution de l'âge. Il apparaît que c'est plus la différence d'âge ici qui est significative plutôt que la différence due au niveau d'escalade.

Deux paramètres influencent cela : d'une part, avec l'âge, les performances diminuent et d'autre part, les sujets les plus jeunes abordent plus souvent leur pratique de manière compétitive en privilégiant plus souvent la notion de performance à celle de plaisir (bien que les deux puissent être liées quelquefois).

c) La pratique de la compétition

Le groupe compétition est modeste 7 sujets avec une moyenne d'âge de 40 ans alors que le groupe non compétitif a une moyenne d'âge de 48 ans.

Sur les différences, les compétiteurs ont des valeurs de flexion égales (D3 et D4 droite, D2 et D4 gauche) ou inférieures au groupe non compétiteur. Cela est paradoxal, car cette population est beaucoup plus jeune et devrait donc avoir des valeurs en flexion plus grandes que le groupe non grimpeur ce qui n'est pas le cas.

Pour l'extension, le constat est différent : les non compétiteurs ont une extension plus limitée sur tous les doigts que les compétiteurs.

Pour les circonférences, le constat est le même que pour l'extension : les non compétiteurs présentent des circonférences moyennement plus importantes que les compétiteurs.

d) Professionnel ou non professionnel de l'escalade

Le groupe de professionnels a une moyenne d'âge de 48,8 ans et celui des non professionnels de 44,13 ans.

La flexion est moins importante chez le groupe des professionnels pour D2 et D3 des deux côtés. En revanche, elle est sensiblement la même pour D4 des deux côtés.

Pour l'extension, elle présente des valeurs aléatoires et donc sans lien les unes avec les autres.

Les circonférences sont plus importantes dans l'ensemble des doigts chez le groupe professionnel par rapport au groupe non professionnel.

e) L'ancienneté

- Au niveau des circonférences, celles ci augmentent avec les années de pratique quelque soit le doigt.

Cela semble logique car le lien entre l'âge et les circonférences étant établi, au plus la population vieillit au plus il existe de chances de trouver des sujets avec le plus d'ancienneté dans leur pratique.

La comparaison d'un côté par rapport à l'autre fait ressortir que l'augmentation est quasiment la même. Donc, il ne semble pas y avoir de lien entre les années de pratique d'escalade et la prévalence entre la main droite et la main gauche.

A l'intérieur de la main gauche :

L'augmentation de circonférence, en fonction du nombre d'années d'escalade, est la même pour le troisième et quatrième et elle est supérieure à celle du deuxième.

A l'intérieur de la main droite :

L'augmentation est plus marquée de la même manière sur les troisième et quatrième doigts.

-Au niveau du lien entre la flexion et le nombre d'années d'escalade, tous les doigts montrent une diminution marquée de la flexion en fonction de l'ancienneté de la pratique.

La comparaison d'un côté par rapport à l'autre montre que ce lien est beaucoup plus marqué à droite qu'à gauche sur tous les doigts.

A l'intérieur de la main droite ce lien semble équivalent au niveau des trois doigts.

En revanche, au niveau de la main gauche l'influence entre ces deux paramètres est la même pour les troisième et quatrième doigts alors qu'elle est plus faible pour le second.

-Au niveau du lien entre l'extension et le nombre d'années d'escalade

Il est quasi inexistant au niveau du deuxième doigt des deux côtés.

Cependant une influence beaucoup plus nette est remarquée à droite qu'à gauche pour les doigts restants.

Et des deux côtés, l'influence entre le troisième et le quatrième doigt semble la même.

f) Nombre d'entrainements par semaine

La majorité de la population effectue 2 (18 sujets) ou 3 (9 sujets) entrainements par semaine.

nombre d'entrainement par semaine	nombre de sujet	moyenne d'âge
1	4	45,25
2	18	50,1
3	9	40,1
4	1	51
5	1	21
6	1	23

L'analyse des graphes montre qu'avec le nombre d'entrainements par semaine augmentant, les circonférences des doigts diminuent.

Mais si le recrutement de la population est observé (cf. tableau), l'âge moyen (sauf pour la catégorie 4) diminue avec le nombre de jours d'entrainement par semaine ; ce qui semble cohérent car la motivation ne peut être identique, les objectifs (compétition) sont différents et la disponibilité n'est pas la même pour sa pratique en vieillissant.

Donc cette tendance semble plus être due à l'âge de recrutement de la population plutôt qu'à l'influence du nombre d'entrainements.

g) Les laxités

Groupe laxe : 17 sujets : 3 gauchers et 14 droitiers et dans ce groupe présence de 4 femmes.

Les sous groupes, gaucher ou femme, ne présentent aucune caractéristique particulière par rapport au reste du groupe laxe.

L'âge moyen de ce groupe est de 49,64 ans (groupe grimpeur : 45,8 ans) ce qui exclut une possible liaison avec l'âge. En effet les laxités sont d'autant plus facilement retrouvées dans la population générale que les sujets sont jeunes.

L'ancienneté de la pratique de l'escalade est de 30,7 ans c'est à dire plus âgée de 3 ans que celui de l'ensemble de la population des grimpeurs.

Ces deux facteurs peuvent permettre de penser qu'il existe un lien avec l'ancienneté de la pratique car dans les différentes études, il n'est pas décrit de telle laxité, alors que les populations sont plus jeunes.

Le pourcentage de sujets blessés ou douloureux est sensiblement le même (29,4 pour 32%).

Les amplitudes en flexion du groupe laxe sont légèrement moins importantes que celles du groupe grimpeur ce qui paraît logique puisque la moyenne d'âge de ce groupe est plus grande (voir paragraphe sur l'évolution avec l'âge).

Les amplitudes en extension sont assez voisines (égales ou légèrement inférieures) de celles du groupe grimpeur.

Les circonférences sont plus importantes mais cela correspond à la même logique que la flexion.

Le groupe laxe présente des laxités sur un ou plusieurs doigts :

- aucune sur le deuxième doigt

- une laxité cubitale retrouvée sur le troisième doigt d'une main droite

- 4 laxités radiales sur le troisième doigt (3 à droite et 1 à gauche)

La majeure partie représente donc des laxités radiales et, elles sont retrouvées sur le quatrième doigt :

- 12 sur la main droite
- 15 sur la main gauche.

La population de référence présente seulement 4 laxités radiales sur le quatrième doigt pour une population totale de 61 personnes. Cet écart laisse penser que l'escalade a une incidence sur ce paramètre.

De plus, aucune de ces laxités n'était douloureuse ce qui tend à éliminer un contexte traumatique récent.

Le nombre très important de laxité radiale du quatrième doigt fait remarquer que seul un sujet du groupe laxe ne présentait par d'atteinte d'un des quatrièmes doigts.

En enlevant ce sujet du groupe, un groupe « laxe du quatrième doigt » est crée. Il apparait de nouvelles caractéristiques :

- la moyenne d'âge diminue faiblement : 49,43 ans

- la flexion devient plus importante au niveau des deuxième et troisième doigts par rapport au groupe grimpeur, ce qui est paradoxal vu l'âge du groupe témoin.

- l'extension qui ne présentait pas de caractéristique particulière se modifie et des valeurs d'extension moins importantes (baisse de 0,5 à 1,3° par rapport à la population grimpeur) sont retrouvées surtout sur les troisièmes doigts et de manière moins significative sur les quatrièmes doigts.

- les circonférences ne changent quasiment pas.

III - DISCUSSION

Compte tenu des éléments apportés par les résultats, différentes déductions peuvent être établies.

1 - La douleur

Ce n'est pas l'élément principalement retrouvé.

Cette notion vient certainement du recrutement de la population lors des mesures car les grimpeurs présentant des douleurs importantes ne se rendent pas dans les salles d'escalade.
Il semblerait plus judicieux pour étudier ce paramètre de faire parvenir un questionnaire à tous les licenciés. Cependant, une autre difficulté apparaît : avec l'âge, le nombre de licenciés diminue.

De plus, le grimpeur expérimenté a tendance avec la disparition de ses douleurs à les oublier.

2 - La raideur

Un lien entre la raideur en flexion, en extension et l'âge est évident dans cette étude.

Plus la pratique est ancienne, plus le grimpeur perd de l'amplitude.

Ceci est confirmé avec les paramètres d'âge ou d'ancienneté dans l'escalade mais aussi à chaque fois que le groupe étudié a une moyenne d'âge plus élevée (le nombre d'entrainement par semaine, professionnel ou pas, pratique de la compétition et le niveau d'escalade).

En revanche, il n'a pas été retrouvé de correspondance entre la raideur en flexion et en extension.

Ces résultats ont tendance à montrer que les deux éléments ne sont pas forcements liés.

Différentes hypothèses peuvent être établies pour les raideurs en flexion :

- le volume du tendon : il est reconnu que l'escalade sur sollicite les muscles fléchisseurs des doigts et qu'avec le temps, leur travail a tendance à l'augmenter.
L'augmentation du volume est aussi constatée lors de tendinites.
Comme nous avons vu, SAITO a précisé le lien entre la poulie A3, la plaque palmaire et la gaine des fléchisseurs.
Si il existe une augmentation de volume du tendon fléchisseur, cela peut supposer qu'elle limite le mouvement de la poulie A3 et donc, par conséquence, la dynamique de la plaque palmaire d'où la limitation de la flexion.

- une adhérence de la plaque palmaire

- des microruptures du ligament collatéral accessoire qui l'enraidissent et limitent la mobilité de la plaque palmaire. MOUTET, dans ses articles, montre que lors des atteintes traumatiques, ce sont les premières causes d'enraidissement en flexion de l'IPP, devant les atteintes de la plaque palmaire et de la capsule.

- en raison de l'interaction entre la cicatrisation collagénique et la raideur, les mécanismes des microruptures peuvent être transposés au niveau des poulies, avec une cicatrisation anarchique entrainant l'enraidissement des doigts.

En revanche, pour la limitation en extension, il semble plus concevable que cela vienne du déséquilibre naturel favorable aux fléchisseurs par rapport aux extenseurs.

Le grimpeur, du fait de sa pratique quasi exclusive en flexion, a tendance à majorer la différence de ratio entre ces deux muscles ce qui explique aussi l'attitude spontanément plus en flexion que présente au premier abord une main de grimpeur.

Il est à remarquer aussi dans le même raisonnement, qu'il n'y a aucun sujet grimpeur présentant une hyperextension de l'IPP.

Est ce que le fléchisseur trop puissant avec les années d'escalade n'enraidirait pas la plaque palmaire ce qui limiterait l'hyperextension ?

3 - La circonférence

Il apparaît significativement que les circonférences des IPP sont plus importantes au niveau des grimpeurs que dans la population témoin.

La population témoin nous a montre que :

- naturellement les circonférences des IPP ont tendance à augmenter avec l'âge,

- que les IPP sont de circonférence plus importante chez les hommes que chez les femmes.

Ces deux paramètres sont aussi retrouvés chez les grimpeurs, chez lesquels cette augmentation est beaucoup plus marquée au niveau du quatrième doigt.

L'augmentation de volume de l'IPP peut avoir différentes origines :

- suite à des traumatismes importants, telles que les entorses ou les luxations. Mais ces origines ne semblent pas être causales dans cette étude.

- suite aux contraintes qui ont tendance à augmenter l'épaisseur des corticales des doigts et la largeur de la base de l'IPP.

Si c'était la seule explication, il n'y aurait des augmentations de volume des IPP dans la population témoin que pour les travailleurs manuels, et cela aurait été moins important sur la population témoin.

- suite à des microtraumatismes répétés qui engendrent des microlésions capsulaires et ainsi contribuent à l'augmentation de volume de l'IPP avec une fixation trop importante de collagène en cicatrisant.

- une sur sollicitation ligamentaire suite à des stress qui entraine une augmentation de son épaisseur.

Il semble qu'il y ait un cumul des hypothèses.

En effet, les microtraumatismes sont présents chez tout le monde (ce qui expliquerait l'augmentation de volume de l'IPP dans la population témoin lors de la vie de tous les jours).

Mais il semblerait que cela soit majoré chez le grimpeur, du fait de sa pratique qui va augmenter le nombre des ces microtraumatismes et par la même l'épaisseur des corticales et de la bases de P1.

4 - Les laxités

Des laxités radiales au niveau du quatrième doigt sont principalement retrouvées, droit comme gauche (le faible recrutement des autres doigts paraît plus anecdotique).

Il apparait clairement que cette laxité est en lien avec l'escalade. En effet elle est quasi inexistante dans la population témoin.

De plus, au vu de l'âge moyen de l'échantillon, elle ne peut pas être causée par un syndrome d'hyperlaxité qui toucherait plusieurs doigts et non préférentiellement le quatrième.

Cette laxité n'est pas douloureuse et aucun sujet ne décrit d'accident traumatique (entorse ou luxation) en liaison avec elle.

Cette prévalence du quatrième doigt doit retrouver son origine dans l'escalade.

Le principe de torsion : ce principe est connu depuis très longtemps (notamment par les lavandières voir photo).

Afin de l'expliquer, prenons l'image d'un drap maintenu à ses deux extrémités : la torsion (rotation opposée de ses deux extrémités) progressive crée un levier puissant qui produit une flexion sur un point intermédiaire.

Si ce principe est transposé au doigt lors de l'escalade (plus fréquemment en arquée et en bi doigt), le doigt effectue un mouvement de maintien en flexion extension avec deux points fixes (comme les lavandières) :

- le premier point fixe est constitué par la première phalange voir plus

- le deuxième étant la métacarpo-phalangienne qui est plus stable dans cette position (proche de l'extension).

Donc, dans le plan sagittal, le lieu de flexion lors du principe de torsion est l'IPP.

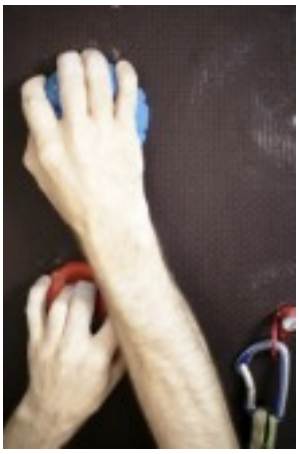
Il faut maintenant déterminer dans quel sens se produit la torsion.

Lors de l'escalade, la majorité des prises se font de l'extérieur vers l'intérieur, en inclinaison radiale au niveau du poignet, ce qui crée un mouvement de torsion au niveau des doigts à concavité radiale et donc une inclinaison radiale au niveau de l'IPP.

Figure : orientation des segments lors d'une prise

Seulement la plupart du temps lors des prises en escalade il existe un appui du troisième doigt par son bord cubital sur le quatrième ce qui le stabilise et évite à l'IPP de se mettre en inclinaison radiale.

En revanche, au niveau du quatrième, son bord cubital est fréquemment libre. Il existe peu de prise où les cinq doigts sont correctement alignés, ce qui fait que toute la tension se reporte sur le bord cubital de l'IPP.



Sur les deux figures, les deux doigts du milieu sont étroitement liés et le quatrième a son bord cubital libre

L'hypothèse est qu'avec la répétition de ces prises et donc avec les années de pratique, cette tension sur le bord latéral de l'IPP du quatrième se reporte sur les éléments stabilisateurs et ainsi sur le ligament latéral cubital.
Cette répétition le distend progressivement ce qui crée cette inclinaison radiale plus importante.

Cette hypothèse est à mettre en lien avec le travail de QUAINE et coll. en 2003 qui ont mis en évidence que le troisième doigt est le plus puissant et que le quatrième compense son manque de force par un moment rotationnel superflu selon l'axe longitudinal de la main.
Cette force plus importante et ce mouvement seraient la cause du nombre important de blessures au niveau des troisièmes et quatrièmes doigts.

L'augmentation plus importante des circonférences du quatrième doigt peut être ainsi expliquée par des mécanismes de contraintes ou de microlésions exercés sur l'IPP lors de ce mouvement.

5 - La latéralité

Un grand nombre de résultats indique que l'escalade semble avoir une influence sur la latéralité.

Le groupe d'étude présente une majorité de droitiers (88,24 % des grimpeurs) et les pathologies sont plus présentes du côté droit dans la population grimpeur.

Les mains droites sont celles qui présentent le plus de raideur en flexion et en extension et cette notion augmente avec l'âge en flexion (moins vrai en extension).

Au niveau des différents paramètres, il est retrouvé le même constat : la main droite est plus sujette à être influencée par ceux ci que la gauche.

Donc plusieurs hypothèses peuvent expliquer cela :

- les ouvreurs de voie sur structure artificielle sont plus régulièrement des droitiers que des gauchers. Est ce que inconsciemment ils ne mettent pas en place, lors de l'ouverture des différents passage en escalade, plus de difficultés donc plus de contraintes du côté droit ?

- naturellement, le grimpeur a tendance en cas de risque de chute, à renforcer son appui de son côté le plus fort, et à créer sur celui ci une contrainte plus importante, un peu comme les réactions de protection de l'organisme lors de chute ou de danger (la réception se fait le plus souvent toujours sur son côté le plus fort).

Cette idée n'est pas contradictoire avec les travaux de QUAINE en 2004 qui montre que le grimpeur ne privilégie pas une prise par rapport à une autre pour une question de force mais pour une question de risque de lâché ou de facilité d'effectuer cette prise (d'où la prévalence d'utilisation de la main droite).

Une autre notion est importante, le grimpeur dans des niveaux inférieurs à 7 a tendance à surutiliser sa main forte du fait de sa faiblesse technique ou tactique (notamment concernant l'anticipation dans sa progression, déficit en lecture). En revanche, la technique demandée au dessus du niveau 7 ne lui permet plus de mettre en place ce schéma, le grimpeur devient ambidextre dans sa pratique.

L'exigence est telle que le grimpeur n'a plus le choix dans son positionnement de main.
Ces années d'apprentissage (pour arriver au niveau 7) semblent être la cause de cette prévalence à droite.

Un autre point argumentant cette idée est que l'harmonisation des circonférences augmentent avec l'âge. En effet, le grimpeur progressant de niveau, a tendance à se servir de manière plus symétrique de ses mains.

- la société qui nous entoure est fait en grande partie pour les droitiers donc la tendance est à plus solliciter la main droite dans la vie de tous les jours, d'où une augmentation de la fatigue, du risque de microtraumatismes.
Tout cela est l'énorme goutte d'eau qui fait déborder le vase qu'est l'escalade.

Un autre élément vient renforcer ces hypothèses : chez les quatre gauchers, les enraidissements sont plus importants à droite qu'à gauche alors que c'est leur main forte.

En revanche, les circonférences des mains droites sont plus importantes que celles des mains gauches mais cette tendance diminuerait avec l'âge. A priori, les circonférences sont moins influencées par la latéralité.

6 - Les troisième et le quatrième doigts

Les études sur l'escalade sont presque les seules à s'intéresser plus spécifiquement à l'annulaire. Généralement peu de rôle spécifique lui est affecté et comme l'a écrit BONOLA (1988) « il a pour fonction principale de porter les bagues (surtout à gauche) ». [19]

Il ressort de cette étude la prévalence de l'impact de l'escalade sur le troisième et le quatrième doigts.

Comme cela a été montré dans les études antérieures, ce sont ici les deux doigts les plus touchés.

Il peut y avoir différentes causes à cela :

-la différence de vascularisation entre les fléchisseurs de ces deux doigts :
Comme l'a montré HUNTER, le quatrième doigt étant moins vascularisé que les autres (déficit en vinculae), celui ci a un risque de blessure plus important.

-la différence entre main de force et main de finesse de NAPIER :
ces deux doigts sont souvent utilisés ensemble dans les prises. Or pour NAPIER dans sa définition de la main de force et de finesse ils n'ont pas la même destination :
En effet le troisième est dans la main de finesse et le quatrième dans la main de force.
Cette différence d'affectation avec leur utilisation commune peut expliquer la survenue de lésions.

De plus, les circonférences ont des augmentations plus importantes au niveau de ces deux doigts de même qu'avec l'âge et l'ancienneté de la pratique.

IV - CONCLUSION

Dans l'escalade seules quelques portions de mains voir du doigt et du pied sont en contact avec la prise.
Le grimpeur doit élever sa masse avec une variété importante de prises tout en changeant de mouvement en latéral et en vertical de manière plus ou moins complexe.

D'où une pratique très spécifique et répétitive qui entraine le développement de pathologies caractéristiques et d'hypersollicitation.

L'impact de l'escalade sur les mains des grimpeurs et en particulier sur les IPP est donc intéressant.
Les doigts des grimpeurs présentent une augmentation de circonférence marquée qui semble s'harmoniser avec les années de pratique.
Un autre élément apparaît : les IPP des grimpeurs s'enraidissent avec l'escalade.

Les causes de ces séquelles semblent multiples et plusieurs éléments paraissent intéressants à développer par la suite :

- le complexe antérieur au niveau de l'IPP (poulies A3, C1, la plaque palmaire et la gaine des fléchisseurs) et ses conséquences au niveau de l'enraidissement.

- les conséquences de cette laxité du quatrième doigt notamment sur le développement possible d'arthrose.

- il serait intéressant de faire des études radiologiques sur des populations plus âgées et plus expérimentées que celles déjà réalisées afin de voir l'impact des différents éléments mis en évidence ici.

- le déséquilibre entre les fléchisseurs et les extenseurs et son impact sur les raideurs des doigts.

L'escalade exerce certes d'importantes contraintes sur les mains mais représente malgré tout un des rares sports dont l'exercice peut être pratiqué aussi longtemps.

Il semble que cela provienne du fait que le grimpeur applique des principes bien connus en rééducation de la main que sont l'entretien des amplitudes articulaires et la mobilisation la plus précoce possible (voir immédiate).

« Quand tu souffres quelque part, ne t'immobilise pas, car tu risques d'avoir encore plus mal autrement. »

Carlos SORIA

Alpiniste espagnol de 74 ans, qui va attaquer son 12ème 8000 mètres d'altitude. Il veut réaliser avant 2015 les 14 sommets de plus de 8000 mètres de l'Himalaya et travaille sa condition physique en pratiquant aussi l'escalade depuis 1953.

C - BIBLIOGRAPHIE

1. ALLENSPACH P, SAUPE N, RUFIBACH K, SCHWEIZER A ; Radiological changes and signs of osteoarthritis in the fingers of male performance sport climbers ; J SPORTS MED PHYS FITNESS ; 2011 ; 51 : 497-505

2. AUQUIT-AUCKBUR I ; Entorses et luxations des articulations interphalangiennes proximales des doigts longs (IPP) ; COURS EUROPÉEN DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE DU MEMBRE SUPERIEUR ET DE LA MAIN ; 2010 : 277-283

3. BOLLEN S R ; WRIGHT V ; Radiographic changes in the hands of rock climbers ; BR J SP MED ; 1994 ; 28(3) :185-186

4. BOLLEN SR, GUNSON CK ; Hand injuries in compétition climbers. BRITISH JOURNAL OF SPORTS MEDECINE ; 1990; 24(1) ; 16-8

5. BONNEL F ; Articulations des doigts longs : bases anatomiques et fonctionnelles ; COURS EUROPÉEN DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE DU MEMBRE SUPERIEUR ET DE LA MAIN ; 2010 :205-219

6. BONNEL F, TEISSIER J ; Vascularisation des ligaments des articulations interphalangiennes proximales et distales ; TRAITÉ DE CHIRURGIE DE LA MAIN. TUBIANA R. Tome 2, 1984, 745-750

7. BONNEL F, TEISSIER J, BARTHES S, TEISSIER P ; Anatomie et biomécanique des articulations des doigts longs (métacarpo-phalangiennes et interphalangiennes) ; 2EME RENCONTRE DE L'IMM : ARTHROPATHIES DES METACARPO-PHALANGIENNE ET INTERPHALANGIENNE DE LA MAIN ; 2008 :15-37

8. BOWERS W H, WOLF J W, NEHIL J L; The proximal interphalangeal joint volar plate. 1 an anatomical and biomechanical study ; THE JOURNAL OF HAND SURGERY ; 1980, 79-88

9. BUCH-JAEGER N, Monographie du GEM n°26, READAPTATION DE LA MAIN; 1999, 171-182

10. COLDITZ J ; Efficient mechanics of PIP mobilisation splinting ; BRITISH JOURNAL OF HAND THERAPY ; 2000, 5, 3 ; 65-71

11. COLDITZ J C ; Therapist's management of the stiff hand ; REHABILITATION OF THE HAND AND THE UPPER EXTREMITY, SIXTH EDITION ; 2011, 894-921

12. CURTIS R .M ; Raideur des articulations interphalangiennes des doigts ; TRAITÉ DE CHIRURGIE DE LA MAIN. TUBIANA R. Tome 2, 1984,925-935

13. DAP F, MERLE M, ISEL M, CELERIER S ; entorse et luxations des doigts ; LA MAIN TRAUMATIQUE, 1. L'URGENCE ; 2009 ; 41-62.

14. DELPRAT J, EHRLER S, ROMAIN M, MANSAT M ; Rééducation des raideurs post-traumatiques des doigts ; ENCYCL MED CHIR, KINESITHERAPIE-MEDECINE PHYSIQUE,RÉADAPTATION ; 26-220-A-13, 2003, 16P

15. DELPRAT J, EHRLER S, MEYER J-C ; Poignet et main : bilan articulaire ; ENCYCL MED CHIR, KINESITHERAPIE-MEDECINE PHYSIQUE, RÉADAPTATION ; 2005, vol 1-1, 33-55

16. DOYLES J.R. Anatomy of the flexor tendon sheath and pulley system : A current review. J HAND SURG ; 1989 ; 14A : 349-351

17. DUBOUSSET J.F ; Les articulations interphalangiennes proximales ; TRAITÉ DE CHIRURGIE DE LA MAIN. TUBIANA R. Tome 1, 1984,234-237

18. DUFOUR M ; Anatomie de l'appareil locomoteur, Membre supérieur

19. DUFOUR M, PILLU M ; Biomécanique fonctionnelle ; 2006

20. EATON R.G ; Lésions récentes et anciennes des ligaments des doigts ; TRAITÉ DE CHIRURGIE DE LA MAIN. TUBIANA R. Tome 2, 1984,751-760

21. FONTAINE C, CHANTELOT C, WAVREILLE G ; Raideur post traumatique : étiologies, etiopathogenie, classifications, bilan préopératoire ; COURS EUROPÉEN DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE DU MEMBRE SUPERIEUR ET DE LA MAIN ; 2008 :19-28

22. GNECCHI S, MOUTET F, THOMAS D ; Les traumatismes des doigts en escalade chez le grimpeur « anciennement lésé »; KINÉSITHÉRAPIE SCIENTIFIQUE n°515 Novembre 2010; 23-31

23. GNECCHI S, MOUTET F ; Traumatisme des doigts en escalade chez les jeunes participant aux championnats de France jeunes de bloc ; KINE ACTUALITE, 2011,12-25

24. GROTH N G, EHRETSMAN R L ; Goniometry of the proximal and distal interphalangeal joints part 1 : a survey of instrumentation and placement preferences ; J HAND THER. 2001 ; 14 : 18-22.

25. GROTH N G, VANDEVEN K M, PHILLIPS E C, EHRETSMAN R L ; Goniometry of the proximal and distal interphalangeal joints, Part II: placement preferences, interrater reliability, and concurrent validity ; J HAND THER. 2001 ; 23-29.

26. HAHN F, ERSCHBAUMER M, ALLENSPACH P, RUFIBACH K, SCHWEIZER A; Physiological bone reponses in the fingers after more than 10 years of high-level sport climbing : analysis of cortical parameters ; WILDERNESS & ENVIRONMENTAL MEDECINE ; 2012, 23 :31-36

27. KAMINA P; Anatomie clinique, tome 1, les membres ; 3eme édition ; 2006

28. KAPANDJI A I, Physiologie articulaire, 6ème édition ; 2005

29. KATO M, ECHIGO A, OHTA H,ISHIAI S, AOKI M, TSUBOTA S, UCHIYAMA E ; The accuracy of goniometric measurements of proximal interphalangeal Joints in fresh cadavers: comparison between methods of measurement, types of goniometers, and Fingers ; J HAND THER. 2007 ; 20 :12-9.

30. KUCZYNSKI K ; Les synoviales articulaires : articulations interphalangiennes proximales ; TRAITÉ DE CHIRURGIE DE LA MAIN. TUBIANA R. Tome 1, 1984, 251-252

31. KUCZYNSKI K ; The proximal interphalangeal joint ; THE JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY ; 1968, 656-663

32. LANDSMEER JMF ; The proximal interphalangeal joint ; HAND 7 :30, 1975

33. LE BOURG M, CESARI B, DREANO T, KERJEAN Y, LAULUN J, LE DU C, RAIMBEAU G ; Les traumatismes fermés récents des IPP des doigts ; 2006

34. LE NEN D, HU W, DUBRANA F, PRUD'HOMME M, GENESTET M, LEFEVRE C ; Fractures, entorses et luxations de la main et des doigts ; ENCYCL MED CHIR, APPAREIL LOCOMOTEUR, 14-047-C-10, 2003, 24p

35. LEGRÉ R, GAY A M ; Raideurs post-traumatiques de l'articulation interphalangienne proximale d'origine extra-articulaire ; COURS EUROPÉEN DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE DU MEMBRE SUPERIEUR ET DE LA MAIN ; 2008 :159-167

36. LOGAN A J, MAKWANA N, MASON G, DIAS J ; Acute hand and wrist injuries in experienced rock climbers ; BR J SPORTS MED 2004 ; 38 : 545-548

37. LUTZ M, FRITZ D, ARORA R, KATHREIN A, GABL M, PECHLANER S, DEL FRARI B, POISEL S ; Anatomical basis for functional treatmet of dorsolateral dislocation of the proximal interphalangeal joint ; CLINICAL ANATOMY 17 ; 2004

38. MARIN BRAUN F. Raideurs post traumatiques des doigts. EMC. Techniques chirurgicales-orthopédique-traumatologie, 2011, 44-370

39. MEANS K R, SAUNDERS R J, GRAHAM T J ; Pathophysiology and surgical management of the stiff hand; REHABILITATION OF THE HAND AND THE UPPER EXTREMITY, SIXTH EDITION ; 2011, 885-893

40. MORRISON A B, SCHÖFFL V R ; Physiological reponses to rock climbing in young climbers ; BR J SPORTS MED ; 2007 ; 41 :852-861

41. MOUTET F ; Les poulies de l'appareil fléchisseur : anatomie, pathologies, traitement : CHIRURGIE DE LA MAIN 22 ; 2003 :1-12

42. MOUTET F, FORLI A, CORCELLA D, LORET M, DEBUS G, THOMAS D, GNECCHI S ; Rupture des poulies chez le grimpeur ; COURS EUROPÉEN DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE DU MEMBRE SUPERIEUR ET DE LA MAIN ; 2011 :175-186

43. MOUTET F, FORLI A, CORCELLA D, LORET M, DEBUS G. Lésions ligamentaires à la main lors des sports de montagne ; cours européen de pathologie chirurgicale du membre supérieur et de la main. 2011 ; 165-174.

44. MOUTET F, GNECCHI S ; Escalade : pathologies de la main et des doigts ; SPRINGER ; 2010

45. PIERRART J, LECLERCQ C ; Rupture atypique d'un tendon fléchisseur profond chez un grimpeur ; CHIRURGIE DE LA MAIN 31 ; 2012, 202-205

46. QUAINE F, PACLET F, LETUÉ F, MOUTET F; Force sharing and neural line during finger extension task; HUMAN MOVEMENT SCIENCE 31 (2012) 749-757

47. QUAINE F, VIGOUROUX L; Maximal resultant four fingertip force and fatigue of the extrinsic muscles of the hand in different sport climbing finger grips ; INT J SPORTS MED ; 2004 : 185-190

48. QUAINE F, VIGOUROUX L, MARTIN L; Effect of simulated rock climbing finger postures on force sharing among the fingers ; CLINICAL BIOMECHANICS, 18 ; 2003 : 385-388

49. QUAINE F, VIGOUROUX L, MARTIN L; Finger flexors fatigue in trained rock climbers and untrained sedentary subjects ; INT J SPORTS MED ; 2003 ; 24 : 424-427

50. ROHRBOUGH J T, MUDGE M K, SCHILLING R C; Overuse injuries in the elite rock climber ; MEDECINE AND SCIENCE IN SPORT AND EXERCISE ; 2000

51. ROLOFF I, SCHOFFL V R, VIGOUROUX L, QUAINE F ; Biomechanical model for the determination of the forces acting on the finger pulley system ; JOURNAL OF BIOMECHANICS ; 2006, 39 : 915-923

52. ROUZAUD J C, AMARA B, DUSSERRE F, ROUX J L, RISPE B, SANTACRUZ D, ROUVIERE I, VALVERDE M, ALLIEU Y. Les raideurs dans les entorses des IPP : traitement dynamique puis statique ; 2èmes Rencontres de l'IMM ; 2008 ; 195-200

53. SAITO S, SUZUKI Y ; Biomechanics of the Volar Plate of the Proximal Interphalangeal Joint: A Dynamic Ultrasonographic Study, J HAND SURG 2011; 36A: 265–271

54. SARAUX A, LE NEN ; Arthrose de la main et du poignet; EMC; 2009

55. SCHÖFFL V, HOCHHOLZER T, IMHOFF A SCHÖFFL I ; Radiographic adaptations to the stress of high-level rock climbing in junior athletes. A 5-year longitudinal study of the german junior national team and a group of recreational climbers. THE AMERICAN JOURNAL OF SPORTS MEDECINE ; 2007 ; 35,1 : 86-92

56. SCHÖFFL V, HOCHHOLZER T, IMHOFF A. Radiographic changes in the hands and fingers of young, high-level climbers. AM J SPORTS MED. 2004 ; 32 : 1688-1694

57. SCHWEIZER A ; Biomechanical properties of the grimp position in rock climbers ; JOURNAL OF BIOMECHANICS 34 ; 2001 : 217-223

58. SKIRVEN T M, OSTERMAN A L, FEDORCZYK J M, AMADIO P C ; REHABILITATION OF THE HAND AND THE UPPER EXTREMITY, SIXTH EDITION ; 2011

59. SOKOLOW C ; Anatomie et physiologie de l'interphalangienne proximale, CAHIER D'ENSEIGNEMENT DE CHIRURGIE DE LA MAIN ; 1995 ; 107-116

60. SOKOLOW C ; Les raideurs de l'IPP : causes articulaires intrinsèques ; COURS EUROPÉEN DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE DU MEMBRE SUPERIEUR ET DE LA MAIN ; 2008 :153-158

61. SYLVESTER A D, CHRISTENSEN A M, KRAMER P A ; Factors influencing osteological changes in the hands and fingers of rock climbers ; J ANAT ; 2006 ; 209 : 597-609

62. THOMAS D ; Prise en charge kinésithérapique des raideurs digitales, XXXIIe journées de l'INK ; KINESITHÉRAPIE SCIENTIFIQUE n°405, Novembre 2000, 20-23

63. THOMAS D, MOUTET F, GERARD P ; Rééducation des lésions des poulies digitales chez le grimpeur ; KINESITHÉRAPIE SCIENTIFIQUE n°511, Juin 2010, 47-53

64. TUBIANA R ; Raideurs ; introduction ; TRAITÉ DE CHIRURGIE DE LA MAIN. TUBIANA R. Tome 2, 1984, 903-911

65. VIGOUROUX L, QUAINE F, LABARRE-VILA, MOUTET F ; Estimation of the finger muscle tendon tensions and pulley forces during spécific sport-climbing grip techniques; JOURNAL OF BIOMECHANICS ; 2006, 39 : 2583-2592

66. 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 ; CLINICAL BIOMECHANICS ; 2008, 23 : 562-570

67. VOULLIAUME D, FORLI A, PARZY O, MOUTET F ; Réparation des ruptures de poulie chez le grimpeur ; CHIRURGIE DE LA MAIN 23 ; 2004, 243-248

68. WRIGHT D M, ROYLE T J, MARSHALL T, Indoor rock climbing : who gets injured ; B J SPORT MED; 2001; 35 : 181-185

ANNEXES

Annexe 1 : questionnaire

NOM : PRENOM :

AGE: SEXE: H/F TEL :

DROITIER GAUCHER

ANCIENNETE PRATIQUE DE L'ESCALADE :

NOMBRE D'ENTRAINEMENT / SEMAINE :

BLOC / VOIE

1 NIVEAU : niveau régulier après travail

DÉBUTANT 6 CONFIRMÉ 7 HAUT NIVEAU 8 9

2 PRATIQUE COMPÉTITION : oui / non

NIVEAU : départemental / régional / national / international

3 PROFESSIONNEL ESCALADE : OUI / NON

4 ANTECEDENT :

IPP : Diagnostiqué traitement

ENTORSE (INSATABILITÉ)

LUXATION

LESION OSSEUSE

EN RAPPORT AVEC IPP : Diagnostiqué traitement

TENDINITE

TENOSYNOVITE

Diagnostiqué traitement

POULIE : partielle
Complète

LESION MUSCULAIRE

RING FINGER

DOIGT À RESSAULT

KYSTE SYNOVIAL

6 PROBLEME ACTUEL :

DOULEUR 0 À 10 : Entourer la valeur correspondante à votre douleur
0=aucune douleur 10=douleur intolérable

0-> 1 -> 2 -> 3 -> 4 -> 5 -> 6 -> 7 -> 8 -> 9 ->10