

Université Paul Sabatier Toulouse – Université Joseph Fourier Grenoble

DIPLOME INTER-UNIVERSITAIRE DE MEDECINE ET D'URGENCE DE MONTAGNE

Année 2005-2006

**Aspect clinique des doigts des grimpeurs
après plusieurs années de haut niveau.**

Evaluation des conséquences fonctionnelles.

MEMOIRE

Présenté par Stéphane ROULEAU

En vue de l'obtention du DIUMUM

Aspect clinique des doigts des grimpeurs après plusieurs années de haut niveau. Evaluation des conséquences fonctionnelles.

Objectifs :

Etude de l'aspect clinique des doigts et des conséquences fonctionnelles secondaire à plusieurs années de pratique régulière et intensive de l'escalade sportive. Ne sont pas pris en compte les lésions aiguës des doigts secondaires aux pathologies de surcharge.

Population - Méthodes :

Pour ce travail nous avons rencontré des grimpeurs de haut niveau pratiquant l'escalade sportive depuis plusieurs années. En outre les grimpeurs ayant un niveau 7c et plus, grimpant depuis plus de 15 ans. Leur moyenne d'âge est de 44 ans et l'ancienneté moyenne de pratique sportive est de 22 ans.

Les données ont été recueillies par l'interrogatoire et l'examen clinique des doigts des grimpeurs.

Résultats :

Une hypertrophie articulaire et une hyperkératose ont été constatées chez tous les grimpeurs.

Dans la plupart des cas, une raideur des doigts à été retrouvée, d'importance variable. Cette raideur est composée de flossum (touchant de manière inconstante les IPP et IPD) pour 7 des 10 grimpeurs rencontrés et d'une flexion totale limitée pour 5 grimpeurs. Un cas présente des signes cliniques d'arthrose digitale. Un autre cas présente des signes d'insuffisance des poulies A2 et A3.

Pour la majorité des grimpeurs, nous n'avons pas mis en évidence de gêne fonctionnelle au quotidien ni de douleurs chroniques.

L'âge et l'ancienneté dans la pratique de l'escalade semblent être un facteur déterminant sur l'importance des raideurs. C'est le grimpeur le plus âgé qui présente les raideurs les plus importantes, associées aux signes d'arthrose. Celui-ci présente en conséquence des douleurs chroniques avec une gêne fonctionnelle au quotidien dont la flexion totale limitée semble en être la cause la plus importante.

Conclusion :

La pratique régulière et intensive de l'escalade sportive provoque l'apparition de manière inconstante et variable de raideurs digitale. Dans la plupart des cas, nous n'avons pas retrouvé de conséquence fonctionnelle au quotidien. Seulement on constate que l'importance de ces raideurs semble liée à l'ancienneté dans la pratique de l'escalade. Associée à l'arthrose digitale, des douleurs et gênes fonctionnelles au quotidien apparaissent. La flexion totale limitée semble être la raideur la plus en cause pour ces conséquences fonctionnelles.

Plan :

I- Introduction

II- Rappels anatomiques

- 1) le système osseux et capsulo-ligamentaire inter-phalangien
- 2) La gaine digitale
- 3) Le tendon extenseur
- 4) Les muscles lombricaux

III- L'escalade sportive en quelques mots

IV- Population - Méthodes

V- Résultats

- 1) Aspect clinique des doigts
- 2) Douleurs chroniques
- 3) Retentissement fonctionnel

VI- Discussion

VII- Conclusion

Annexe 1 : Les grimpeurs

Bibliographie

Abréviations :

- IPP : Articulation Inter Phalangienne Proximale
- IPD : Articulation Inter Phalangienne Distale
- MCP : Articulation Méta Carpo Phalangienne
- P1 : Phalange Proximale
- P2 : Phalange Moyenne
- P3 : Phalange distale

I- Introduction - Objectifs

Si la pratique de la montagne et de la varappe est désormais ancienne, la pratique de l'escalade sportive est plus récente. Elle débute entre la fin des années 70 et le début des années 80. Les jeunes grimpeurs ont commencé à privilégier la nature et le caractère des voies à grimper et surtout l'éthique pour le faire, plutôt que le sommet à tout prix. Le film de Patrick Edlinger et Jean-Paul JANSSEN, bien connu du milieu des grimpeurs : « La vie au bout des doigts » (1982), a permis de révéler cette activité sportive au grand public.

Nous avons à présent une vingtaine d'années de recul sur cette pratique. Les lésions aiguës des doigts liées aux pathologies de surcharge sont bien connues. Par contre, Le retentissement fonctionnel sur la main et d'éventuelle lésion spécifique chronique des doigts secondaire à la pratique régulière et intensive de l'escalade sportive ont moins été décrites.

L'objectif de ce travail est de rechercher les lésions chroniques des doigts secondaires à la pratique régulière et intensive de l'escalade sportive et d'évaluer le retentissement clinique et fonctionnel de ces lésions après plusieurs années de grimpe de haut niveau.

Dans ce travail, nous n'avons pas pris en compte les lésions aiguës des doigts secondaires aux pathologies de surcharge.

II- Rappels anatomiques

Les doigts :

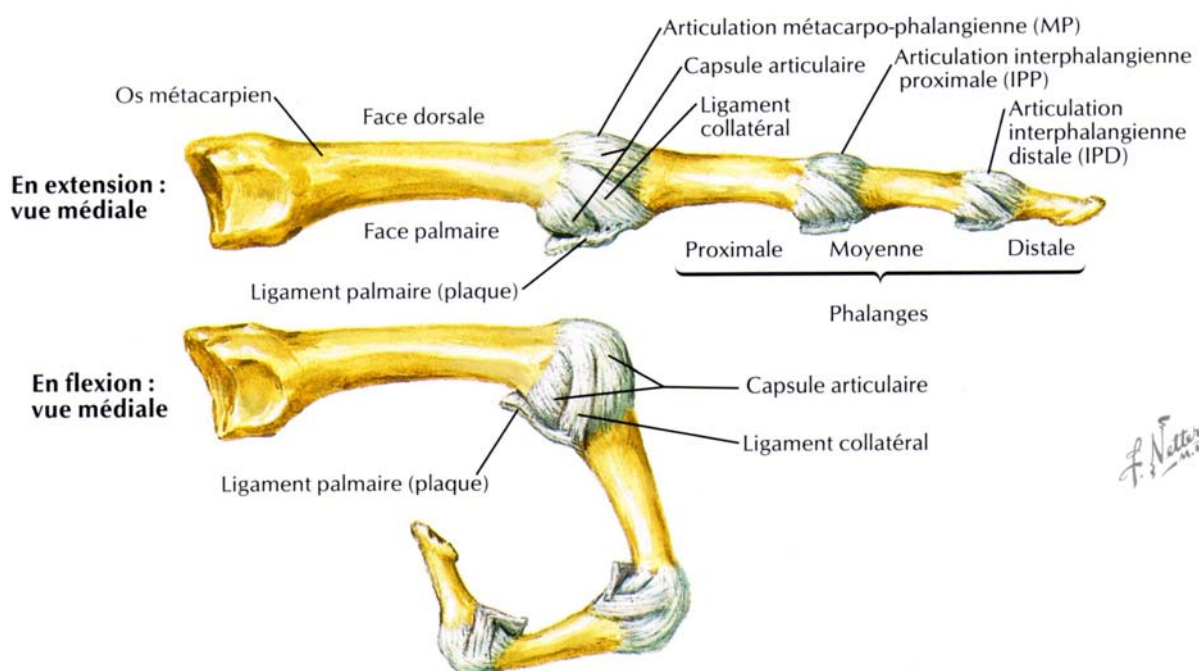
- Le système capsulo-ligamentaire inter-phalangien
- La gaine digitale à la face palmaire du doigt avec les tendons fléchisseurs, la gaine synoviale et la gaine fibreuse du doigt.
- Un tendon extenseur en face dorsale
- Les muscles lombricaux

1) le système osseux et capsulo-ligamentaire inter-phalangien

Il est composé du plus proximal au plus distal :

- l'articulation métacarpo-phalangienne (MCP)
- la phalange proximale (P1)
- l'articulation inter-phalangienne proximale (IPP)
- la phalange moyenne (P2)
- l'articulation inter-phalangienne distale (IPD)
- la phalange distale (P3)

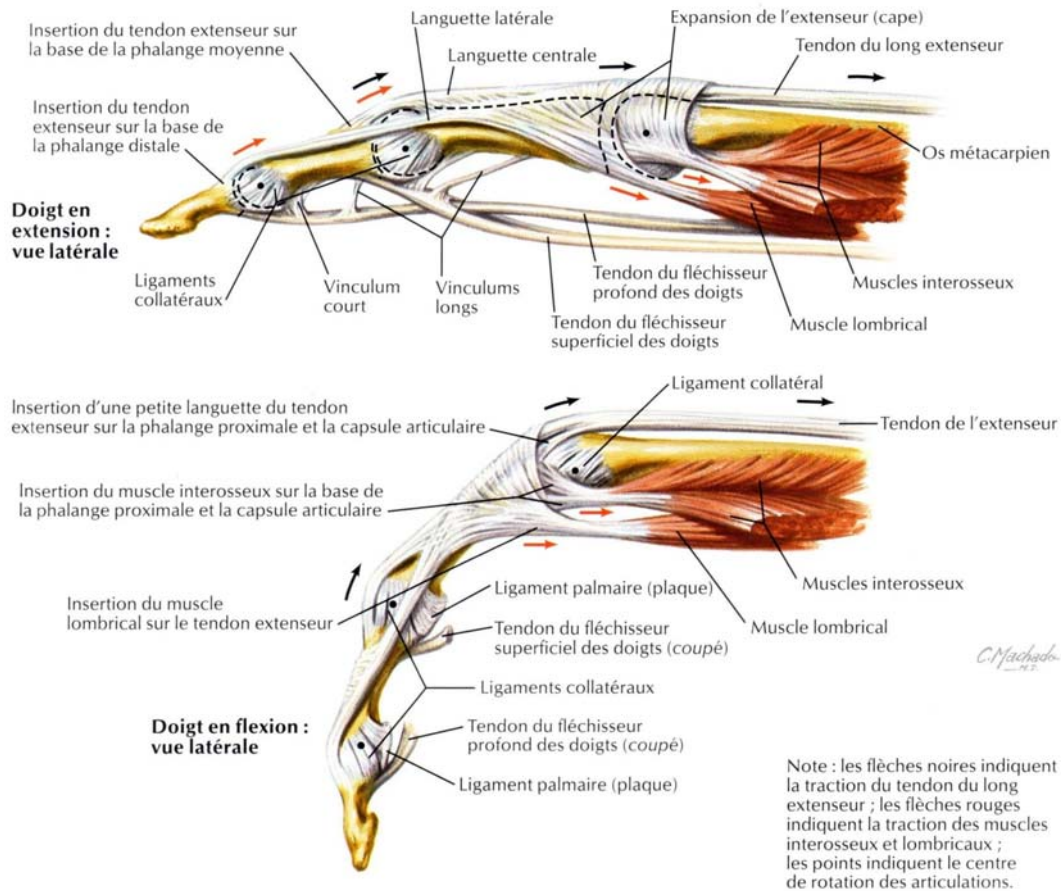
Les articulations métacarpo-phalangiennes et inter-phalangiennes sont similaires : composée de la capsule articulaire et des ligaments collatéraux.



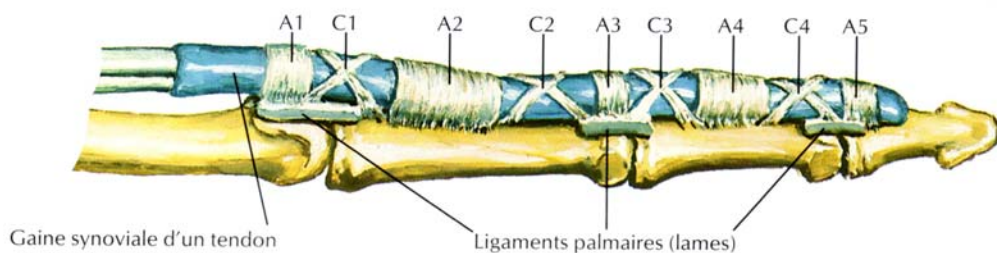
2) La gaine digitale

Composée d'un contenu (les tendons) et d'un contenant (une gaine) :

- Le tendon fléchisseur superficiel qui s'insère sur la base de la face palmaire de P2 et permet la flexion de P2 sur P1.
- Le tendon fléchisseur profond qui s'insère sur la base de la face palmaire de P3 et permet la flexion de P3 sur P2.
- La gaine synoviale contenant les tendons fléchisseurs superficiel et profond.
- La gaine fibreuse des doigts composée de poulies.

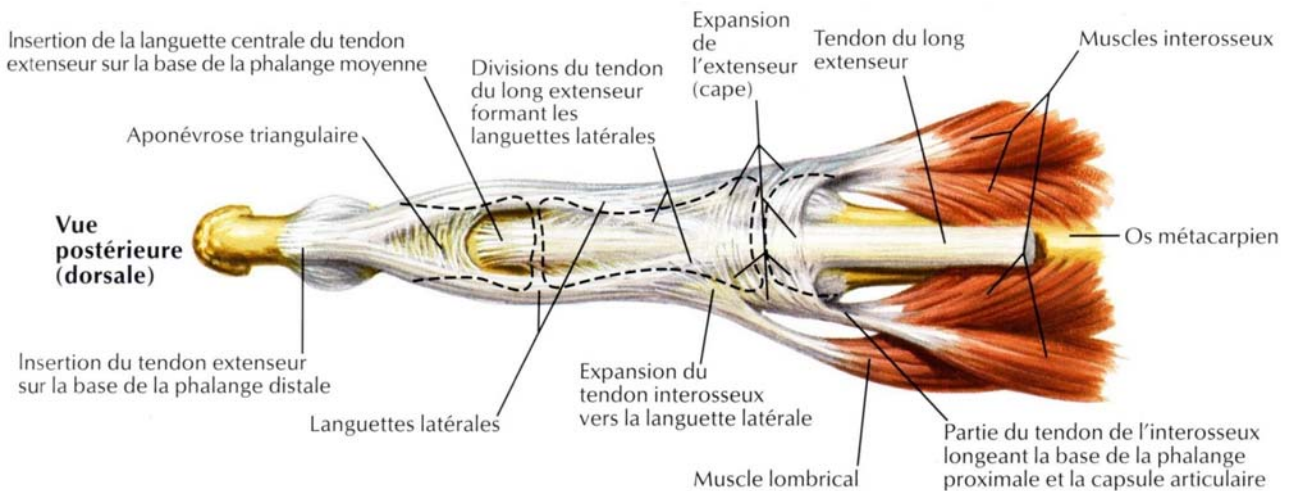


Les tendons fléchisseurs des doigts enveloppés dans leur gaine synoviale sont liés aux phalanges par la gaine fibreuse des doigts qui alterne les poulies annulaires solides (A) et les poulies cruciformes plus faibles (C).



3) Le tendon extenseur

Le tendon extenseur se divise au niveau de la face dorsale de P1 en 2 languettes latérales et 1 languette médiane. La languette médiane s'insère sur la face dorsale de la base de P2. Les 2 languettes latérales se rejoignent ensuite pour s'insérer sur la face dorsale de la base de P1. Le tendon extenseur permet l'extension des doigts.



4) Les muscles lombricaux

Leur partie proximale s'insère sur le tendon fléchisseur en regard du métacarpe. Leur partie distale s'insère sur le tendon extenseur en regard de la première phalange. Les muscles lombricaux permettent la flexion de P1 sur le métacarpe en maintenant l'extension de P2 sur P1 et P3 sur P2.

III- L'escalade sportive en quelques mots

L'escalade sportive se pratique à main nue en tenant les prises sculptées naturellement dans le rocher, sans l'aide d'artifice supplémentaire pour grimper. L'assurage du grimpeur qui évolue sur une paroi se fait grâce à une corde. Cette corde est reliée à des équipements scellés sur la paroi par l'intermédiaire de dégaines que le grimpeur pose au fur et à mesure de sa progression.

Cette escalade à main nue se pratique sur plusieurs terrains :

- L'escalade en falaise (Photo 1) consiste en la réalisation d'une voie sur une paroi rocheuse, en une ou plusieurs longueurs de corde. Voie entre 10 et 25 m pour celles composées d'une longueur, voie pouvant atteindre 400 m pour celles composées de plusieurs longueurs.

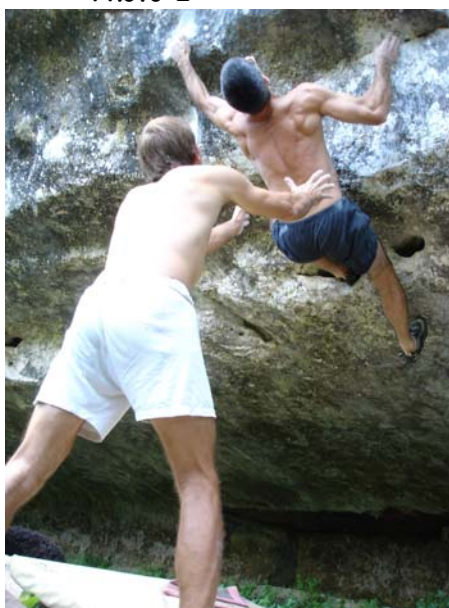
Photo 1 :

Philippe A. : 8a+ falaise principale vallée des Eaux Claires



Photo 1

Photo 2



- L'escalade sur bloc (Photo 2) consiste en l'enchaînement de quelques mouvements sur un rocher, tout en restant à proximité du sol. La corde n'est pas utilisée étant donné la hauteur escaladée peu importante. L'assurage consiste alors par le parage du grimpeur par les autres grimpeurs au sol et l'utilisation de coussins appelés « Crashpad » pour amortir les chutes.

Photo 2 :

Philippe D. : 7a bloc - face nord vallée des Eaux Claires

Le niveau des voies d'escalade s'échelonne (pour les cotations françaises) du 3 au 9. On peut considérer que les cotations 3 à 4 correspondent à des voies d'initiation, les cotations 5 à 6 correspondent à des voies de niveau moyen, les cotations 7 à 9 correspondent à des voies difficiles, en particulier de haut niveau pour les cotations 8 et 9. Chaque cotation chiffrée est divisée en 3 niveaux a, b ou c, et accompagné du symbole + ou - selon la difficulté de la voie. Ainsi, une voie 7b- sera plus difficile qu'une voie 7a+ mais plus facile qu'une voie 7c.

Les différentes préhensions retrouvées sur les parois sont des réglettes (photo 3), des trous (Photo 4) (dont la taille permet de distinguer les mono, bi ou tri doigts selon la possibilité de mettre un ou plusieurs doigts), des plats (Photo 5), des fissures (Photo 6) tenue par le coincement des mains ou doigt.



Photo 3

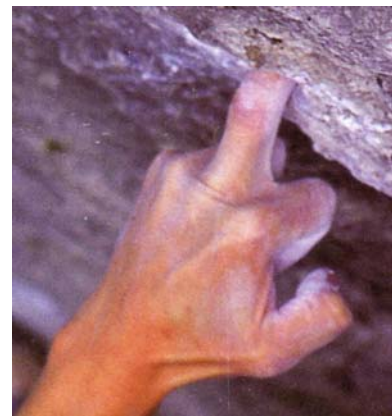


Photo 4



Photo 5



Photo 6

Ces préhensions peuvent être maintenues par les doigts selon plusieurs positions : doigt en tendu (Photo 7) avec l'IPP en extension, doigt en semi-arqué (Photo 8) ou arqué (Photo 9) avec l'IPP fléchie et l'IPD en hyperextension.



Photo 7



Photo 8



Photo 9

IV- Population - Méthodes

Pour ce travail nous avons rencontré des grimpeurs de haut niveau pratiquant l'escalade sportive depuis plusieurs années.

Les critères d'inclusion étaient les suivant :

- Grimpeurs pratiquant l'escalade sportive depuis plus de 15 ans
- Niveau minimum 7c.

Un total de 10 grimpeurs a été rencontré : 2 femmes et 8 hommes.

La moyenne d'âge est de 44 ans.

L'ancienneté moyenne dans la pratique de l'escalade est de 22 ans.

Leur niveau s'échelonne du 7c au 8c+ falaise et 8a+ bloc.

Les sites d'escalade fréquentés par ces grimpeurs sont :

- Les Eaux Claires (Angoulême - Charente) pour 5 grimpeurs.
- Sites variés pour les 5 autres grimpeurs.

L'interrogatoire et l'examen clinique des doigts des grimpeurs ont permis le recueil des données.

V- Résultats

1) Aspect clinique des doigts

- L'hyperkératose, l'hypertrophie des articulations IPP et IPD ainsi qu'un aspect « boudiné » des doigts sont observés chez tous les grimpeurs avec une importance variable (photos n° 10, 11 et 12).

- Une raideur a été constatée chez la plupart des grimpeurs :

- un flessum de l'IPP pouvant atteindre jusqu'à 15° et un flessum de l'IPD jusqu'à 10°, ont été observés sur les doigts 3, 4 et 5. 7 grimpeurs sur les 10 rencontrés présente au moins un flessum d'une articulation (Photos n° 10, 11 et 12)
- Une flexion totale limitée des doigts a été observée, notamment sur le doigt 3, pour 5 des 10 grimpeurs rencontrés (Photos n° 13, 14, 15 et 16). Cette flexion totale limitée est secondaire à un défaut de flexion de 10 à 20° de l'IPP et de 5 à 10° de l'IPD. Nous n'avons pas retrouvé de déficit de flexion de la MCP, mais le défaut de flexion des interphalangiennes empêche la fermeture complète de la main.
- Il existe une variabilité entre les grimpeurs concernant l'importance de ces raideurs. En effet, pour un même niveau d'escalade, tous les grimpeurs ne présentent pas de flessum ou de flexion totale limitée, et quand ces raideurs existent, leur importance est variable. Seulement on constate que c'est le grimpeur qui pratique l'escalade depuis le plus longtemps qui a les raideurs les plus importantes.

- Seul un grimpeur présente des signes cliniques d'arthrose avec des nodules en regard des faces dorsales des articulations ainsi qu'une déformation des doigts en boutonnière notamment au niveau du 5° doigt. Celui-ci présente également comme symptomatologie des doigts à ressaut avec des nodules tendineux le long des tendons fléchisseurs.

Photo n°10 :

- flexion de tous les doigts notamment sur le doigt 4
- aspect en boutonnière du doigt 5



Photos n° 11 et 12 :

- flexion avec aspect « boudiné » des doigts et hypertrophie articulaire
- Signe d'arthrose digitale : nodules en regard des faces dorsales des articulations



Photos n° 13, 14, 15 et 16 :

- fermeture incomplète de la main
- Flexion totale limitée des doigts constatée sur les doigts 2, 3, 4 et 5, d'importance variable.



2) Douleurs chroniques

- Seul un grimpeur signale spontanément des douleurs chroniques des doigts. Ce grimpeur est le plus âgé et est celui qui a les doigts les plus marqués. Toutefois, on constate à l'examen clinique des douleurs chez d'autres grimpeurs ayant des flessum des inter-phalangiennes.
- Ce sont des douleurs d'horaire mécanique, secondaires aux mouvements de contraintes ou lors de la palpation de points électifs précis.
- Les doigts douloureux sont les doigts ayant des flessum : les doigts 3, 4 et 5 et plus particulièrement les doigts 3 et 4.
- Les localisations les plus fréquemment douloureuses sont les IPP et notamment la face dorsale de l'IPP.
- Ces douleurs sont majorées lors de la palpation de l'articulation et notamment de la face dorsale de la tête de P1. L'extension forcée de l'IPP est douloureuse en regard de sa face dorsale.
- Concernant les douleurs lors de la pratique de l'escalade, seul un grimpeur présente des douleurs des phalanges P1 et P2 en rapport avec une insuffisance des poulies A2 et A3, obligeant le grimpeur à mettre systématiquement du strappal pour grimper.

3) Retentissement fonctionnel

- Seule une petite minorité de grimpeurs (2 grimpeurs) signale une gêne fonctionnelle au quotidien.
- L'hyperkératose diminue la sensibilité de la pulpe. Cette baisse de la sensibilité n'a pas de retentissement au quotidien. Seulement pour les grimpeurs ayant une profession qui met en jeu le sens tactile des mains, cette diminution de la sensibilité n'est plus négligeable et peut provoquer une gêne fonctionnelle.
- Il s'agit du grimpeur qui a les déformations les plus importantes qui signale une gêne pour les gestes de la vie quotidienne. La flexion totale limitée semble en être la cause la plus importante. En effet, la fermeture incomplète de la main oblige le grimpeur à une préhension différente des objets ; par exemple les couteaux de cuisine, ou, pour rester dans le cadre de l'escalade, la corde lors de l'assurage du second de cordée.
- La douleur des inter-phalangiennes a un retentissement fonctionnel négligeable. Là encore, il s'agit du grimpeur le plus âgé et ayant le flessum le plus important qui mentionne un retentissement de cette douleur sur les gestes quotidiens. En effet, pour des gestes quotidiens provoquant des contraintes ou torsion comme le simple serrement de main pour saluer, il y a anticipation du geste avec une attitude plus ferme des doigts pour protéger les articulations.

VI- Discussion

Nous avons désormais une vingtaine d'années de recul sur la pratique de l'escalade sportive. Le nombre de grimpeurs ayant plus de 15 ans d'expérience dans le haut niveau reste toutefois limité. L'effectif de la population présenté dans ce travail est trop restreint pour présenter des conclusions fiables mais nous pouvons déjà analyser quelques observations.

Il faut signaler dans un premier temps que les résultats obtenus dans ce travail sont limités par les sites fréquentés par les grimpeurs rencontrés. En effet, la moitié de ces grimpeurs fréquentent le site des Eaux Claires qui est un site connu pour être traumatisant pour les doigts. Les préhensions rencontrées sur les falaises de ce site sont composées essentiellement de mono ou bi-doigt dans des voies courtes (10 à 15 m en moyenne) et de niveau élevé (en majorité entre le 7 et le 9a), ce qui est spécifique du site charentais. Il faut passer nos frontières et se déplacer dans le Frankenjura en Allemagne pour retrouver le même type de falaise. Cette escalade à doigt qui semble source d'entorse et tendinite lors des efforts sur monodoigt à quand même l'avantage de faire travailler les doigts en position tendue et non arquée et pourrait donc être moins traumatisante pour les poulies que les réglettes, hypothèse à confirmer.

L'impression globale qui ressort après l'interrogatoire de ces grimpeurs est l'absence de conséquences fonctionnelle notable mais les doigts sont malgré tout marqués avec des raideurs plus ou moins importantes. Tous les grimpeurs ont mentionné une variabilité de la symptomatologie en fonction de l'intensité de la pratique sportive. Ainsi les doigts s'assouplissent dans les périodes où la pratique de l'escalade est moins intense mais les raideurs reviennent lors de la reprise de l'activité. Par ailleurs, les morphologies des grimpeurs n'ont pas été prises en compte ; le poids et la taille n'ont pas été corrélés à l'intensité des raideurs articulaires des doigts.

Pour cette population de grimpeur, les raideurs des doigts et hypertrophie articulaire constatées n'ont pas de retentissement fonctionnel au quotidien. Seulement l'ancienneté dans la pratique sportive et l'âge du grimpeur semble être un facteur déterminant sur l'importance des raideurs. C'est en effet le grimpeur le plus âgé et qui pratique l'escalade depuis le plus de temps qui présente les doigts les plus marqués avec des raideurs importantes : flessum et flexion totale limitée pour presque tous les doigts, signes clinique d'arthrose digitale. On constate en conséquence une gêne fonctionnelle au quotidien dont La flexion totale limitée semble être la cause la plus importante. Un changement d'habitude permet de remédier à ce handicap qui reste toutefois limité.

Nous n'avons pas constaté de douleurs chroniques mais les doigts sont douloureux dans les mouvements contrariés pour quelques grimpeurs. Cela n'a pas de retentissement au quotidien et signalons également le fait que ces raideurs et douleurs n'empêchent pas la pratique régulière de l'escalade sportive.

Sur le plan physiopathologique, les raideurs semblent avoir plusieurs origines. Un épaissement capsulo-ligamentaire au niveau des inter phalangienne qui se développe progressivement, avec de façon aiguë ou chronique la survenue d'épanchement intra-articulaires et de signes de synovite chronique^[5], plus fréquemment visualisé sur l'IPP que sur l'IPD. Les déformations en flessum irréductible jusqu'à 15° pour l'IPP et 10° pour l'IPD semble liées à une contracture des structures molles péri-articulaire^[3].

Sur le plan radiologique, une étude a révélé des signes significatifs d'arthrose précoce touchant au moins 3 IPP et 2 IPD des 2 côtés dans une population de grimpeurs, par rapport à des témoins^[2]. Dans notre travail, seul un cas présente des signes cliniques d'arthrose digitale. Il s'agit du grimpeur le plus âgé. Tous les autres grimpeurs rencontrés ont moins de 50 ans, et nous n'avons pas retrouvé chez eux de signes cliniques francs d'arthrose précoce. En effet, hormis la présence constante de gonflement articulaire, nous n'avons pas retrouvé ces nodules arrondis ni de douleurs chroniques ou de déformation latérale des doigts. Il est possible que les signes cliniques d'arthrose digitale soient encore négligeables, masqués par les raideurs plus remarquables.

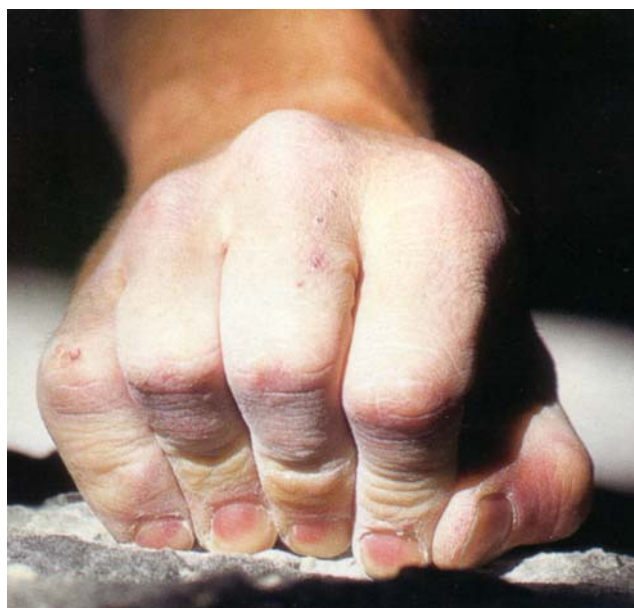
Sur le plan des tendons et des poulies, les douleurs chroniques en regard des phalanges lors de la pratique de l'escalade sont rattachées à une entité spécifique dénommée « climber's finger »^[4] qui se manifeste suite à une tendinite du fléchisseur superficiel du majeur à son insertion sur la phalange moyenne et se compliquant d'une lésion ultérieure progressive de poulies A2 et A3 essentiellement^[1]. Dans notre travail, seul un grimpeur rencontré présente une insuffisance des poulies lors de la pratique de l'escalade. Celui-ci doit alors mettre systématiquement du strappal pour grimper afin de renforcer les poulies et atténuer les douleurs. Ainsi, sans prendre en compte les lésions aiguës des poulies ou tendinite, 9 grimpeurs sur 10 ne signalent pas de symptomatologie chronique d'insuffisance des poulies lors de la pratique de l'escalade.

VII- Conclusion

Après plusieurs années de pratique de l'escalade sportive dans le haut niveau, les doigts des grimpeurs sont marqués. Tous les grimpeurs signalent une hypertrophie articulaire et une hyperkératose. Une majorité de grimpeurs présente des raideurs des doigts, d'importance variable, avec de manière inconstante des flessum des IPP et IPD ainsi qu'une flexion totale limitée. Des signes cliniques d'arthrose digitale ont été retrouvés dans un cas.

Ces raideurs ne semblent pas provoquer de retentissement fonctionnel au quotidien. Lorsque celles-ci sont importantes, un handicap modéré apparaît sans pour autant de plainte fonctionnelle. La flexion totale limitée semble en être la cause la plus importante. En effet, la fermeture incomplète de la main oblige un changement des habitudes pour la préhension des objets.

Nous n'avons pas constaté de douleurs chroniques des doigts sauf pour le cas présentant des signes cliniques d'arthrose digitale où il s'agit de douleurs des IPP et IPD, dans les mouvements de torsion et de contrainte. Ces douleurs ne gênent pas la pratique régulière de l'escalade. Elles peuvent être ressenties dans quelques gestes de la vie quotidienne mais sans gêne fonctionnelle.



Annexe 1 : Les grimpeurs

Pascale S. :

- 50 ans - Grimpe depuis 20 ans, niveau 8a+/8b falaise - 7c bloc.
- signes : hypertrophie articulaire et hyperkératose, flessum IPP doigt 3, pas de douleur chronique, perte de la sensibilité fine avec gêne professionnelle modérée (médecin)

Dominique B. :

- 38 ans - Grimpe depuis 20 ans, niveau 8c+ falaise - 8a bloc
- signes : hypertrophie articulaire et hyperkératose, pas de douleur chronique ni gêne fonctionnelle, flessum fixe de 10° de l'IPP avec douleur dans les mouvements de contraintes. Flexion totale limitée doigts 3 et 4.

Philippe D. :

- 39 ans - Grimpe depuis 25 ans, niveau 8c+ falaise - 8a+ bloc
- Signes : hypertrophie articulaire et hyperkératose, pas de douleur chronique ni gêne fonctionnelle, pas de flessum, hypertrophie articulaire

Claude R. :

- 59 ans - Grimpe depuis 30 ans, niveau 7c falaise
- Signes : hypertrophie articulaire et hyperkératose, flessum P1/P2, douleurs quotidiennes dans les mouvements de contrainte et extension forcée, flexion totale limitée.

Odile P.:

- 46 ans - Grimpe depuis 20 ans, niveau régulier 7b
- Signes : hypertrophie articulaire et hyperkératose, flexion totale limitée modérée

Christophe J. :

- 38 ans - Grimpe depuis 20 ans, niveau 8c falaise
- Signes : hypertrophie articulaire et hyperkératose, flessum IPP 10° doigt 4, pas de douleur ni de gêne.

Francis B :

- 43 ans - Grimpe depuis 18 ans
- Niveau max 8a falaise 7c bloc, courant 7b falaise.
- Signes : hypertrophie articulaire, hyperkératose, Pas de douleur ni gêne, flessum IPP doigt 4 droit de 5°.

François G :

- 42 ans - Grimpe depuis 26 ans
- Niveau max 8+ falaise 7c bloc, courant 7c falaise.
- Signes : hypertrophie articulaire, hyperkératose. Pas de douleur. Flessum IPP doigt 3 droit 5°, flexion totale limitée doigt 3 droit et gauche

Philippe A :

- 44 ans - Grimpe depuis 26 ans
- Niveau 8a+ falaise
- Signes : hypertrophie articulaire et hyperkératose, flexion totale limitée sauf doigt V droit et gauche, flessum 5° doigt III main droite. Pas de douleur ni gêne fonctionnelle mais douleurs régulières des faces palmaires de P1 et P2 lors de la grimpe. Variabilité des raideurs en fonctions de la pratique de l'escalade

François J :

- 39 ans - Grimpe depuis 20 ans
- Niveau 8a+ falaise
- Signes : hypertrophie articulaire, pas de flessum ni gêne ni douleur ni flexion totale limitée

Bibliographie :

- 1- Bollen S.R. (1990) : Injury to the A2 pulley in rock climber. J. Hand. Surg. (Br.) 15:268-270
- 2- Bollen S.R., Wright V (1994) : Radiographic changes in the hands of rock climber. Br. J. Sports. Med. 28:185-186
- 3- Richon J., Moix F. : Escalade quand ça va mal...
- 4- Robinson M (1993) : Snap. Crackle. Pop. Climbing : 138 :141-150
- 5- Ziltener J.L., Leal S., Menetrey J. : Pathologies de surcharge spécifiques à l'escalade sportive. Schweizerische Zeitschrift für « sportmedizin und sporttraumatologie » 53(1),36-39,2005