

UCL
Université Catholique de Louvain



**INSTITUT D'EDUCATION PHYSIQUE
ET DE READAPTATION**

**PATHOLOGIES DES DOIGTS LIEES A LA PRATIQUE DE
L'ESCALADE CHEZ DES GRIMPEURS DE HAUT NIVEAU**

**Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention
du diplôme de licencié en kinésithérapie et réadaptation.**

Par LE JONCOUR Arnaud

PROMOTRICE : DE NAYER Françoise

Année académique 2005/2006

**Je tiens à remercier ma promotrice Françoise
De Nayer pour son aide et sa disponibilité.**

**Mes remerciements se tournent également à
ma famille et tout particulièrement à Marion et
Emeline pour leur aide dans la finition de ce
mémoire.**

INTRODUCTON.....	7
I. CHAPITRE 1 : RAPPELS ANATOMIQUES	8
1. Les articulations	8
1.1. La métacarpo-phalangienne.....	8
1.2. Les interphalangiennes	8
2. Les ligaments.....	9
2.1. Les ligaments de la métacarpo-phalangienne.....	9
2.2. Les ligaments des interphalangiennes	9
3. Les muscles.....	10
3.1. Le système long extrinsèque.....	11
3.2. Le système court intrinsèque.....	12
4. La gaine synoviale	12
4.1. Structure.....	12
4.2. Position	12
4.3. Rôles.....	13
5. Le système ostéo- fibreux.....	13
5.1. Le ligament annulaire antérieur du carpe	13
5.2. L'aponévrose palmaire	14
5.3. Les poulies digitales des doigts.....	14
5.3.1. Les poulies annulaires.....	15
5.3.2. Les poulies cruciformes.....	15
II. CHAPITRE 2 : NAISSANCE ET DEVELOPPEMENT DE L'ESCALADE	17
1. L'alpinisme.....	17
2. L'escalade moderne.....	17
2.1. Les terrains de jeux.....	18
2.1.1. Le bloc	18
2.1.2. La falaise	19
2.1.3. Les structures artificielles d'escalade.....	19
2.2. L'escalade autonome.....	20
2.2.1. Grimper « en tête ».....	20
2.2.2. Grimper « en moulinette ».....	21
2.2.3. Grimper « en solo »	21

2.3. Modes de préhension.....	21
2.3.1. Les prises.....	21
2.3.2. Les agrippements.....	22
2.4. Modes de progression.....	24
2.4.1. Progression statique	24
2.4.2. Progression dynamique.....	25
2.5. La compétition.....	25
2.6. Les cotations.....	25
III. CHAPITRE 3 : ETUDE BIOMECANIQUE	27
1. Position arquée	27
1.1. Description	27
1.1.1. Actions musculaires.....	27
1.1.2. Rôle des ligaments	28
1.1.3. Rôle des poulies digitales	28
1.2. Aspect biomécanique	29
2. Position tendue.....	33
2.1. Description	33
2.1.1. Actions musculaires.....	33
2.1.2. Rôle des ligaments	34
2.1.3. Rôle des poulies digitales	34
2.2. Aspect biomécanique.....	34
IV. CHAPITRE 4 : LES PATHOLOGIES LIEES A LA PRATIQUE	
DE L'ESCALADE.....	36
1. Lésions tendineuses	37
1.1. La ténosynovite mécanique des fléchisseurs.....	37
1.1.1. Incidence.....	37
1.1.2. Etiologie.....	37
1.1.3. Manifestation clinique.....	37
1.1.4. Evolution	38
1.1.5. Diagnostic.....	38
1.1.6. Traitement.....	38
1.2. La désinsertion tendineuse	39

1.3. Le doigt à ressaut.....	40
1.3.1. Etiologie.....	40
1.3.2. Manifestation clinique.....	40
1.3.3. Diagnostic.....	41
1.3.4. Traitement.....	41
1.4. La tendinite de l'extenseur commun.....	42
1.4.1. Incidence.....	42
1.4.2. Etiologie.....	42
1.4.3. Manifestation clinique.....	42
1.4.4. Diagnostic.....	43
1.4.5. Traitement.....	43
2. Lésion des poulies digitales des doigts	44
2.1. Incidence.....	44
2.2. Etiologie.....	45
2.3. Manifestation clinique.....	45
2.4. Diagnostic.....	46
2.4.1. Le scanner.....	48
2.4.2. L'IRM.....	49
2.5. Traitement.....	50
2.5.1. Traitement conservateur	51
2.5.2. Traitement chirurgical.....	54
3. Lésion musculaire : la déchirure des lombricaux.....	57
3.1. Etiologie.....	57
3.2. Manifestation clinique.....	58
3.3. Diagnostic.....	58
3.4. Traitement.....	58
4. Lésion de l'aponévrose : la maladie de Dupuytren	59
4.1. Etiologie.....	60
4.2. Manifestation clinique.....	61
4.3. Diagnostic.....	61
4.4. Traitement	61
4.4.1. L'aponévrotomie	61
4.4.2. L'aponévrectomie.....	62
4.4.3. La rééducation	62

5. Lésions articulaires	63
5.1. Les entorses.....	63
5.1.1. Incidence.....	63
5.1.2. Etiologie.....	63
5.1.3. Manifestation clinique.....	63
5.1.4. Diagnostic.....	64
5.1.5. Traitement.....	64
5.2. Les luxations des phalanges.....	66
5.3. Les fractures des phalanges.....	67
5.4. La main chronique du grimpeur.....	68
V. CHAPITRE 5 : LA PREVENTION	70
1. L'échauffement.....	70
2. L'entraînement.....	71
3. L'hygiène alimentaire et hydrique.....	72
4. Prévention particulière : le «taping ».....	73
CONCLUSION.....	75
BIBLIOGRAPHIE.....	76
LEXIQUE.....	82

INTRODUCTION

La pratique de l'escalade connaît un essor fulgurant depuis une vingtaine d'années. Le nombre de pratiquants, d'âge et de sexe confondus, ne fait qu'augmenter. Enseignée à l'école par des professeurs qualifiés au même titre que la natation ou l'athlétisme, l'escalade a gagné ses galons de sport à part entière.

La création de salles d'escalade sur des supports sécurisés partout dans le monde et notamment en Belgique a permis une progression du niveau de plus en plus importante. Il est possible de s'entraîner par tous les temps, à n'importe quel moment de l'année et de façon spécifique afin de se préparer à la saison en falaise ou aux compétitions.

L'accès de cette pratique au haut niveau, comme n'importe quelle discipline, nécessite la mise en place d'entraînements précis et intensifs donnant naissance à une nouvelle pathologie de type micro-traumatique et de surcharge des membres supérieurs, touchant particulièrement les doigts.

L'atteinte préférentielle des doigts longs est à mettre en rapport avec ce nouveau mode de progression verticale où le membre supérieur va chercher la prise et l'assure pour permettre l'ascension progressive du corps. Le pouce intervient peu dans les prises courantes et l'atteinte des lésions est essentiellement au niveau du majeur et de l'annulaire.

Après avoir effectué un bref rappel anatomique des différentes structures des doigts suivi d'une description de cette discipline, nous étudierons en détail la biomécanique des modes d'agrippement les plus utilisés en escalade.

Nous réaliserons ensuite une revue de la littérature concernant les pathologies les plus fréquentes en escalade avant de discuter des moyens de prévention de ces lésions.

L'objectif de ce mémoire est de tenter une approche de traitement à ce nouveau type de pathologies.

I. CHAPITRE 1 : RAPPELS ANATOMIQUES

Dans ce chapitre nous nous limiterons à un bref rappel anatomique des différentes structures de la main, basé essentiellement sur les travaux de Kapandji [29], Tubiana [75] et Boutan [7]. Nous porterons notre attention sur un élément précis des doigts : **le système ostéo-fibreux**.

1. Les articulations

1.1. La métacarpo-phalangienne (MCP)

Elle est de type **condylienne** et possède **deux degrés de liberté** :

- **flexion-extension**, dans le plan sagittal,
- **inclinaison latérale**, dans le plan frontal.

On note deux surfaces articulaires :

- **la tête du métacarpien**, convexe, plus étendue et plus large en avant qu'en arrière,
- **la base de la première phalange**, concave, prolongée en avant par le **fibrocartilage glénoïdien**. Il s'agit d'une petite languette fibreuse pouvant être considérée comme une surface d'appoint. Elle permet d'augmenter la surface de contact en extension tout en ne limitant pas le mouvement de flexion.

La forme des têtes des métacarpiens n'est pas identique pour les doigts 2 à 5 :

- la tête du **deuxième** est nettement asymétrique par son important épaulement postéro-interne et son aplatissement externe,
- la tête du **troisième** possède une asymétrie semblable au deuxième mais moins marquée,
- la tête du **quatrième** est plus symétrique avec des épaulements dorsaux égaux,
- la tête du **cinquième** possède une asymétrie inverse de celle de l'index et du majeur.

1.2. Les interphalangiennes (IP)

Elles sont au nombre de deux : l'une proximale (IPP) et l'autre distale (IPD).

Elles sont de type **trochléen** et possède **un seul degré de liberté** :

- **flexion / extension**, dans le plan sagittal.

2. Les ligaments

Nous nous limiterons dans cette partie aux ligaments des articulations développées précédemment.

2.1. Les ligaments de la métacarpo-phalangienne

De part et d'autre de l'articulation, la capsule articulaire est renforcée par :

- **un ligament collatéral, interne et externe**, possédant chacun trois faisceaux (métacarpo-phalangien et glénoïdien, phalango-glénoidien),
- **un ligament transverse inter-métacarpien**,
- **la plaque palmaire (fibrocartilage glénoïdien)**.

L'insertion métacarpienne du ligament latéral se situe légèrement en arrière par rapport au centre de courbure de la tête. De ce fait, ils sont **tendus lors de la flexion et détendus en extension**.

Les mouvements de latéralité sont donc impossibles en flexion.

Tout comme les têtes des MCP, les ligaments collatéraux possèdent des variations :

- le deuxième et troisième métacarpien possèdent un ligament latéral interne plus épais et plus long que l'externe dont l'insertion est plus postérieure,
- le quatrième et le cinquième métacarpien possèdent des ligaments latéraux dont l'épaisseur et l'obliquité sont identiques, l'externe étant légèrement plus long.

2.2. Les ligaments des interphalangiennes

Les ligaments des IPP et IPD sont similaires. Nous décrirons en détail ceux des IPP.

La capsule articulaire est renforcée par :

- **un ligament collatéral, interne et externe, divisé en 2 faisceaux (principal et accessoire)**.

Le faisceau principal (interphalangien) s'insère sur les tubercules de chaque condyle de la tête de la première phalange (P1) jusqu'aux faces latérales de la base de la deuxième phalange (P2).

Il est en tension constante tout au long de l'arc de flexion-extension.

Le faisceau accessoire (phalango-glénoïdien) est étendu de la tête de P1 (en arrière du principal) jusqu'aux bords latéraux de la plaque palmaire.

Il est détendu en flexion et tendu en extension.

- la plaque palmaire (fibrocartilage glénoïdien).

Elle s'insère proximale sur la face antérieure de P1 par deux prolongements latéraux très résistants (« check reins ») et s'amarre solidement sur les parties antéro-latérales de P2.

Elle empêche l'hyperextension articulaire, aidée par les « check reins » qui sont un facteur majeur d'enraidissement en flexion [45,66].

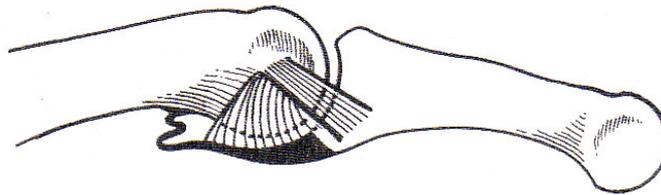


Figure 1 : Vue latérale de l'articulation IPP [75]

La stabilité passive des IP est assurée par la capsule articulaire, les ligaments collatéraux et la plaque palmaire.

La stabilité active est assurée par le système fléchisseur et la nappe dorsale d'extension.

3. Les muscles

Dans ce chapitre, nous porterons notre attention sur les muscles de la main ayant un rôle majeur vis-à-vis de l'escalade.

Le système musculaire est divisé en deux groupes :

- **extrinsèque,**
- **intrinsèque.**

3.1. Le système long extrinsèque

Ces muscles sont situés dans la loge antérieure de l'avant bras. Ils sont polyarticulaires, volumineux et puissants. Ils agissent sur le poignet et les doigts par l'intermédiaire de longs tendons.

On distingue :

- **le fléchisseur commun superficiel (FCS)** qui se dédouble au niveau de la MCP en deux languettes pour se réunir au niveau de l'IPP et venir s'insérer latéralement sur P2.

La contraction du FCS provoque la flexion des IPP des quatre doigts médiaux et participe à celle des MCP et du poignet.

- **le fléchisseur commun profond (FCP)** perfore le superficiel au niveau de l'IPP et s'insère sur la base de la troisième phalange (P3).

Sa contraction entraîne la flexion des IPP des quatre doigts médiaux et participe à celle des MCP et du poignet.

Les muscles fléchisseurs des doigts sont plus puissants que les extenseurs.

Néanmoins ils sont incapables d'assurer à eux seuls la flexion complète des doigts.



Figure 2 : fléchisseurs communs et superficiels des doigts longs [29]

3.2. Le système court intrinsèque

Les muscles intrinsèques sont charnus, de petites tailles et de forme triangulaires ou pyramidales.

On distingue :

- **les lombricaux,**
- **les interosseux palmaires et dorsaux.**

Leurs origines et terminaisons se situent dans la main. Elles complètent l'action des muscles longs et assurent la cohésion de l'ensemble des structures de la main.

Ce sont des muscles **stabilisateurs et de précision.**

4. La gaine synoviale

4.1. Structure

La gaine synoviale des tendons fléchisseurs des doigts possède deux feuillets fermés à leurs deux extrémités par un cul-de-sac :

- le feuillet **viscéral** en contact avec le tendon,
- le feuillet **pariétal** recouvrant le canal digital.

4.2. Position

Au niveau des doigts 2 à 4, la gaine commence proximale à la tête des métacarpiens et se prolonge jusqu'à l'IPD.

Pour le pouce et l'auriculaire, la gaine commence au niveau du ligament antérieur du carpe et s'achève respectivement à l'IP et l'IPD pour former les bourses synoviales radiales (1) et cubitales (2).

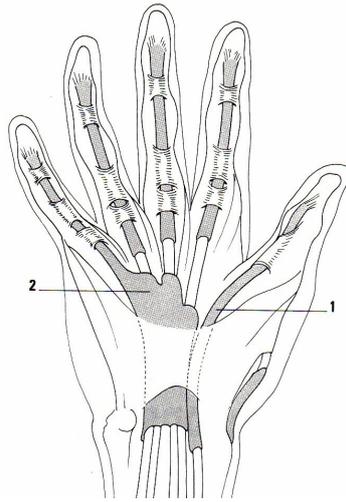


Figure 3 : Anatomie des gaines synoviales des tendons fléchisseurs de la main [48]

4.3. Rôles

Elles ont deux fonctions principales :

- permettre le **glissement tendineux**,
- permettre la **nutrition des tendons** grâce au liquide synoviale qu'elle contient [48].

5. Le système ostéo-fibreux

La suite du chapitre se base essentiellement sur les travaux réalisés par Doyle [13, 14,15].

Les tendons des muscles fléchisseurs et leurs gaines synoviales passent par **des tunnels ostéo-fibreux** successifs :

- le **ligament annulaire antérieur du carpe**,
- l'**aponévrose palmaire**,
- les **poulies digitales des doigts**.

5.1. Le ligament annulaire antérieur du carpe (LAAC)

Ce ligament se fixe de part et d'autre de la gouttière carpienne formée par le tubercule du scaphoïde et la crête du trapèze à l'extérieur, le pisiforme et l'apophyse unciforme à l'intérieur.

Les muscles longs de la main passent sous ce tunnel qui joue le rôle de **première poulie de réflexion**.

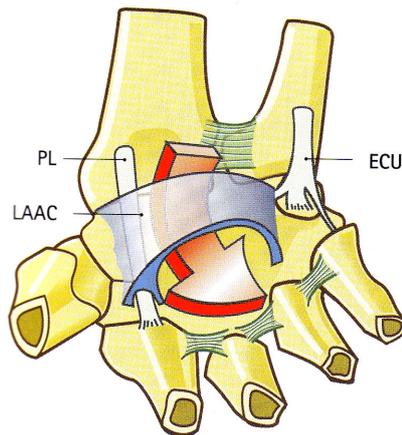


Figure 4: Passage des tendons des muscles fléchisseurs des doigts sous le ligament annulaire antérieur du carpe (LAAC) [29]

5.2. L'aponévrose palmaire (PA)

Manske et Lesker [36] ont complété en 1983 les travaux de Doyle et Blythe [16] sur l'anatomie des poulies. Ils décrivent la présence de fibres transversales à la partie distale de l'aponévrose palmaire moyenne et la baptisent **A0** en raison de sa structure arciforme.

Cette seconde poulie large d'1 cm se situe 1 à 3 mm en amont du bord proximal du canal digital. Elle est ancrée latéralement par des fibres verticales qui s'enfoncent en arrière du ligament transverse inter-métacarpien.

Elle est plus large sur le majeur et l'annulaire.

5.3. Les poulies digitales des doigts

La nomenclature actuelle est basée sur les descriptions faites par Doyle et Blythe en 1975 [16]. Les poulies sont des bandes de tissus fibreux de largeur, d'épaisseur et de configuration variables qui permettent de renforcer les gaines synoviales.

Elles jouent un rôle mécanique essentiel en maintenant les tendons fléchisseurs en contact permanent avec le squelette. Elles empêchent ainsi le **phénomène de la corde d'arc squelettique** (« bowstringing ») lors de la flexion des doigts.

Doyle distingue :

- **5 poulies ostéo-fibreuses annulaires (A1, A2, A3, A4 et A5)** formées de puissantes fibres arciformes en avant des phalanges
- **3 poulies cruciformes (C1, C2 et C3)** faites de fibres qui s'entrecroisent en avant des articulations.

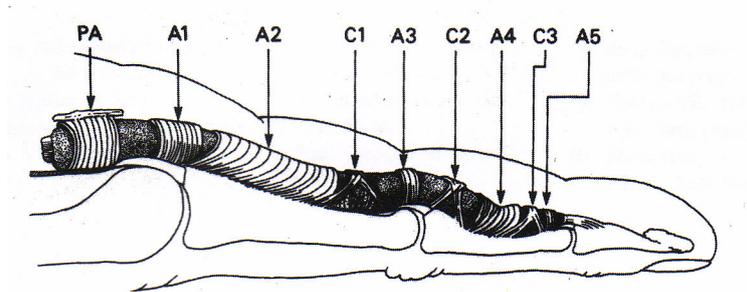


Figure 5: Anatomie des poulies digitales de l'appareil fléchisseur des doigts longs [14]

5.3.1. Les poulies annulaires

- **la poulie A1** commence en moyenne 5 mm proximale par rapport à la MCP.

La majorité des fibres est reliée à la plaque palmaire.

Cette poulie est la plus résistante et mesure en moyenne entre 8 et 10 mm de longueur.

- **la poulie A2** commence en moyenne 2 mm en aval de A1. Elle est formée par des fibres obliques s'insérant latéralement à la base de la première phalange.

Elle est de forme constante et sa longueur est de 17 mm en moyenne.

- **la poulie A3** se situe en avant de l'IPP et est fixée à la plaque palmaire.

Elle est présente dans 90% des cas et est longue de 2,8 mm en moyenne.

- **la poulie A4** s'insère au niveau de la partie moyenne de la deuxième phalange.

Elle est aussi de forme constante et mesure en moyenne 6,7 mm de long.

Elle est avec A2, la plus importante du point de vue biomécanique en empêchant la corde d'arc squelettique, lors de la flexion digitale.

- **la poulie A5** est fine et étroite, elle est fixée à la plaque palmaire de l'IPD. La gaine synoviale s'achève juste au delà de la poulie A5.

Elle mesure 4 mm de long en moyenne.

5.3.2. Les poulies cruciformes

Elles sont variables par leur présence et leur taille :

- **la poulie C1** se situe entre A2 et A3

- **la poulie C2** se situe entre A3 et A4

- **la poulie C3** se situe entre A4 et A5.

Une organisation vasculaire spécifique existe au niveau de l'entrecroisement des fibres de ces poulies cruciformes : **le système des vincula**.

Ce système permet un apport vasculaire discontinu le long des tendons du FCS et FCP.

Chaque fléchisseur possède deux vincula nourris par des vaisseaux issus des artères collatérales.

Ce système vasculaire spécifique permet **une nutrition intrinsèque** des tendons.

Il existe le long des tendons fléchisseurs des zones avasculaires. La nutrition se fait alors par l'intermédiaire du liquide synovial. Il s'agit de **la nutrition extrinsèque** [36,48].

II. CHAPITRE 2 : NAISSANCE ET DEVELOPPEMENT DE L'ESCALADE

Ce chapitre a pour but de présenter un bref aperçu des principaux aspects de l'escalade moderne afin de se familiariser aux diverses modalités de la pratique et des termes techniques employés.

Il se base essentiellement sur Glee [22], Glowacz [23] et Salomon [67].

Les termes marqués d'un astérisque (*) sont repris dans le lexique.

1. L'alpinisme

L'alpinisme prend naissance au XVIII^{ème} siècle avec la première ascension du Mont-Blanc le 8 août 1786. Mais l'âge d'or de cette discipline apparaît à partir du milieu du XIX^{ème} siècle avec la conquête des Alpes par les anglo-saxons (sous couvert de guides) qui mêlaient au sport et à l'aventure de véritables préoccupations scientifiques ou géologiques. Pendant cette période, l'alpinisme s'organise. Des clubs alpins Anglais, Allemands, Suisses et Italiens voient le jour.

Ce n'est qu'au début de XX^{ème} siècle avec l'évolution des mœurs et l'apparition de nouveaux matériaux (pitons*, mousquetons* et chaussures à semelles en caoutchouc) que l'alpinisme devient une pratique sportive à part entière.

Dès 1930, tous les grands sommets des Alpes sont conquis, conduisant les alpinistes à chercher d'autres formes de défis. Durant les années 1950, les sommets de plus de 8000 mètres sont conquis (l'Everest en 1953, le K2 en 1954...)

Progressivement ces exploits se banalisent et le temps des conquérants s'achève pour faire place à celui des techniciens. Néanmoins l'alpinisme reste un moyen pour les hommes de se révéler à eux mêmes et de s'accomplir.

2. L'escalade moderne

Pendant longtemps, l'escalade a souffert de la popularité et de la médiatisation de l'alpinisme. Ce n'est qu'à partir des années 1980 qu'elle revendique son autonomie et se démocratise par l'intermédiaire de plusieurs phénomènes comme la médiatisation des exploits de Patrick

Edlinger, l'amélioration du matériel (cordes, chaussons, moyens de fixations...), et surtout le développement des structures artificielles d'escalade (S.A.E).

L'escalade moderne est devenue une activité sportive à part entière qui se pratique sur différents supports.

2.1. Les terrains de jeux

Pour le plus grand bonheur des grimpeurs, les terrains d'escalade sont nombreux : sur calcaire, grès, gneiss ou granit ; des blocs de quelques mètres aux falaises de plusieurs centaines de mètres, en passant par les structures artificielles et leurs prises résinées.

2.1.1. Le bloc

Un équipement minimal pour une technique maximale, ainsi peut être résumé cette pratique.

Originaire de Fontainebleau, près de Paris, le bloc consiste à gravir des rochers de faibles hauteurs (+ ou - 3 mètres), sans corde ni équipement.

Toutefois la chute au sol est toujours possible. Il faut donc éviter de pratiquer seul et maîtriser la parade*. Les « joueurs de blocs » ont adopté depuis quelques années de petits matelas de réception appelés « crash pad* ».

Ce qui fait la difficulté de cette pratique n'est certainement pas la hauteur mais bien la taille relativement petite des prises qui entraîne des contraintes importantes sur les doigts.

L'entraînement en bloc permet de développer sa technique, elle requiert précision et réflexion.

Les mouvements sont complexes bien que l'on puisse voir toutes les prises avant de se lancer.

L'effort est court, très intense et permet de travailler de préférence la force du grimpeur.

Ce type d'escalade oblige parfois à réaliser des « jetés » qui permettent de passer d'une prise à l'autre (distante parfois de 2 mètres). Le grimpeur est donc obligé de saisir la prise à la « volée* » après un saut, ce qui génère de fortes contraintes au niveau du membre supérieur.

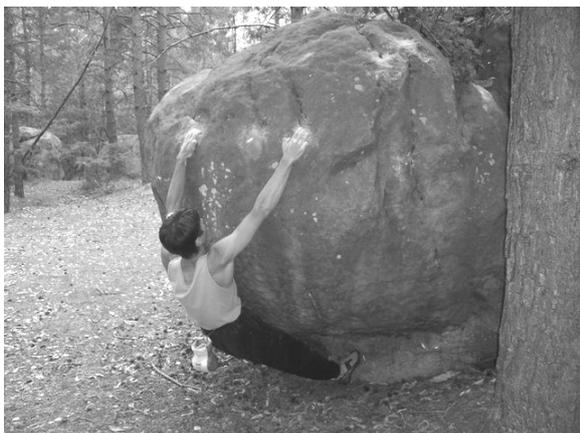


Figure 6 : Bloc à Fontainebleau [86]

2.1.2. La falaise

Les falaises sont des parois de rochers, plus ou moins hautes (de 10 à 300 mètres) qui nécessitent un système d'assurage (baudrier*, cordes...) permettant aux grimpeurs d'améliorer leur niveau en allant jusqu'au bout de leurs capacités en toute sécurité.

On distingue les sites dits « sportifs » et le « terrain d'aventure » :

- dans les sites sportifs, les voies sont équipées à demeure. Les points d'ancrages sont plus ou moins éloignés suivant la difficulté de la voie. La recherche d'itinéraire se résume au cheminement défini par ceux-ci.

- le terrain d'aventure se caractérise par l'absence d'équipement. Il en revient donc au grimpeur de placer lui-même ses points d'ancrages (pitons*, dégaines*, coinces*...) pour assurer sa sécurité. C'est ce que l'on trouve dans de nombreuses voies en montagne. Cette pratique s'apparente plus à l'alpinisme, qui nécessite une connaissance du terrain, une recherche d'itinéraires et la maîtrise de techniques d'assurage plus délicates.

2.1.3. Les structures artificielles d'escalades (S.A.E)

Les S.A.E sont apparues à partir des années 1980 en Belgique et en Angleterre.

Le principal intérêt de ces structures est de pouvoir grimper quand on le désire, tout au long de l'année, indépendamment des conditions climatiques et de l'accessibilité.

Il existe deux types de structures :

- **le pan** est haut de quelques mètres et s'apparente au bloc,

- **le mur**, d'une hauteur moyenne de 15 mètres, se grimpe comme en falaise.

Sur pan ou sur mur, les prises sont amovibles. Les enchaînements proposés peuvent être modifiés à l'infini permettant ainsi un entraînement technique spécifique que ne peut offrir la falaise. C'est pourquoi la plupart des compétitions se déroulent sur S.A.E.

Des entraînements spécifiques peuvent également être réalisés sur **poutres*** (Fig.7) ou **pan Güllich*** (Fig.8) pour travailler en force. Ce type d'entraînement est très traumatisant pour les doigts car il entraîne la répétition de gestes et donc de contraintes identiques.



Figure 7 : Traction sur poutre [94]



Figure 8 : entraînement sur pan Güllich [95]

Les murs d'escalade se sont développés pour satisfaire le nombre croissant de grimpeurs et ont participé à son expansion fulgurante à travers le monde et les générations. Néanmoins il faut garder à l'esprit que l'escalade en salle n'est certainement pas une finalité en soi. Elle est avant toute chose, une activité de plein air qui implique la découverte de nouveaux sites, dépaysements, incertitudes et rapports avec la nature...

2.2. L'escalade autonome

2.2.1. Grimper « en tête »

Grimper en tête est la pratique normale de l'escalade, en autonomie.

Le premier de cordée* progresse sur la paroi, il est assuré par l'intermédiaire d'une corde reliée au second de cordée* au sol, qu'il place dans des dégaines* au fur et à mesure de son ascension.

Les dégaines* sont placées dans des points d'assurance de la voie et distantes d'environ 2 à 3 mètres.

Lors d'une chute, le grimpeur tombe du double de la hauteur qui le sépare du dernier point d'assurance. Cette hauteur de chute peut être majorée par l'élasticité de la corde et le « mou* » éventuel.

L'escalade en tête est très courante en falaise.

On distingue 3 méthodes de progression en escalade autonome :

- en tête « à vue », il s'agit de grimper dans une voie totalement inconnue,
- en tête « flash », c'est grimper pour la première fois une voie, après avoir visualisé son enchaînement,
- en tête « après travail », c'est enchaîner* une voie, après plusieurs essais.

2.2.2. Grimper « en moulinette »

Le grimpeur est assuré par le haut grâce à une corde qui coulisse au niveau d'un relais au sommet de la voie.

La chute est beaucoup moins importante et se résume à l'élasticité de la corde avec un « mou* » éventuel.

C'est la forme d'escalade la plus utilisée en S.A.E. Elle est considérée comme un bon moyen d'apprentissage et d'entraînement.

2.2.3. Grimper « en solo »

Cette forme d'escalade est réservée à une élite, aux grimpeurs confirmés en quête de sensations fortes. L'ascension de la voie se fait sans le moindre système d'assurage. La chute est le plus souvent mortelle.

2.3. Modes de préhension

La suite du chapitre se base essentiellement sur les recherches de Mugnier [56], Pequignot [58] et Guillaume [25].

2.3.1. Les prises

Les prises sont des accidents du relief dont le grimpeur se sert pour progresser. Elles sont très variées suivant leur forme, leur taille et leur orientation.

Cependant on peut distinguer 6 classes de prises.

- **la réglette** est une prise plate allongée et étroite avec un rebord assez net, qui permet uniquement au bout des doigts de venir prendre appui.
- **le baquet** est une grosse prise large qui se prend à pleine main.
- **la fissure** représente une ligne de fracture de la roche verticale, oblique ou horizontale. De longueur et largeur variables, la fissure permet des préhensions fines du bout des doigts

jusqu'au coincement des doigts, des mains et même des pieds pouvant entraîner des traumatismes aux articulations.

- **le trou** est de forme, taille et profondeur variables. La préhension est en général tendue avec un, deux, voire même trois doigts. Le bord peut être coupant et donc traumatisant pour les doigts.

- **l'aplat** est une prise plate, large et horizontale qui se prend avec toute la face palmaire de la main. On favorise au maximum l'adhérence peau-rocher.

- **la colonnette** est une prise cylindrique, saillante, le plus souvent verticale et que l'on serre entre le pouce et les autres doigts.

On peut trouver des prises « coupantes » lorsque les bords sont nets et tranchants, « vrillantes » lorsque les doigts doivent se coincer par torsion, « inversées » lorsque le poignet travaille en extension et supination.

2.3.2. Les agrippements

La variété des agrippements possible en escalade s'éloigne des stéréotypes de préhension privilégiant la pince de force (3 doigts cubitaux) et de précision (pouce-index). Les 4 doigts cubitaux sont les plus employés dans des mouvements de flexion contre résistance. Le pouce intervient peu, il permet de verrouiller certaines prises.

Nous nous limiterons ici à décrire uniquement les différents modes de préhension de la main.

L'arquée se réalise par une hyperextension de l'IPD associée à une flexion supérieure de 90° de l'IPP ; la MCP se retrouve le plus souvent en flexion.

Cette position favorise un verrouillage de l'IPP par la luxation palmaire des bandelettes latérales du système extenseur entraîné par son étirement passif.

La paume peut servir de contre appui sur le rocher offrant ainsi une grande surface de contact avec la prise.

C'est une position très souvent employée en escalade, en particulier chez le novice car elle donne une sensation de force et de stabilité.

Le tendue s'effectue par une flexion de l'IPD associée à une extension (parfois légère flexion) de l'IPP. La MCP se trouve en position neutre.

La paume peut servir de contre appui et le contact avec le rocher s'effectue avec la pulpe ou la face palmaire du doigt.

C'est une position que l'on retrouve chez les grimpeurs expérimentés qui utilisent au maximum les possibilités d'adhérence peau-rocher.

Le crochet ou semi-arquée se rencontre sur des grosses prises faciles. Elle se caractérise par une flexion globale des IP, la MCP est généralement en extension. Les doigts réalisent un véritable crochet par une flexion de 90° ou plus de l'IPP et le bord de la prise appui sur P2.

L'enroulement se définit par une flexion globale de la main et du poignet autour de la prise. La main entière se moule sur la paroi et fait penser au mode de préhension chez les singes.

La pincette est utilisée pour agripper les petites aspérités du rocher par l'intermédiaire du bout des doigts. Ici, le pouce a un rôle majeur car il sert de contre appui aux autres doigts.

Le coincement est réalisé le plus souvent dans une fissure. Elle consiste à venir bloquer la main ou le doigt dans la partie la plus étroite de la prise par un mouvement de torsion.

Lors **d'un appui**, le poignet et les doigts sont en extension afin de s'équilibrer ou de se repousser de la paroi. Toute la face palmaire de la main est en contact avec la prise, l'adhérence peau-rocher est recherchée au maximum.

Le mono-doigt ou bi-doigts est utilisé dans un trou.

Physiologiquement le majeur possède la force de flexion la plus importante [60]. Il est souvent associé à l'annulaire lors d'un bi-doigts.



Figure 9 : Arquée [88]



Figure 10 : Tendue [89]

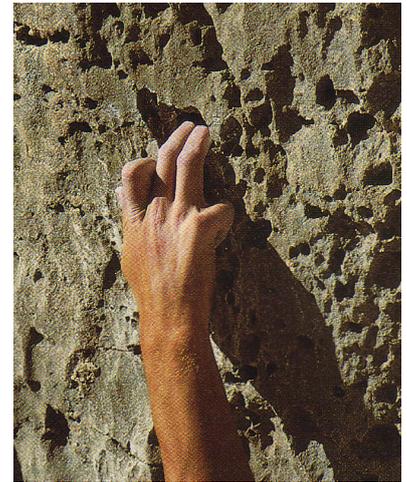


Figure 11: Bi-doigts [23]



Figure 12 : Crochet (semi-arquée)

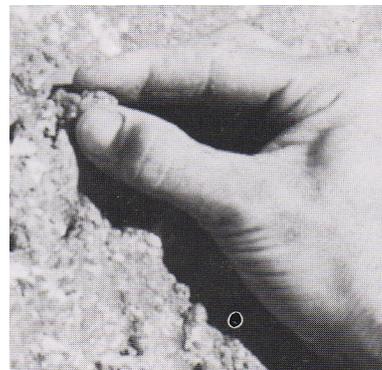


Figure 13 : Pincette [67]

2.4. Modes de progression

Comme le soulignait Moutet [54], « l'escalade est un mode de progression quadrupédique faisant alterner blocages et tractions sur les mains et poussées sur les pieds ».

La progression se fait soit en **statique**, soit en **dynamique**.

2.4.1. Progression statique

Ce mode de progression se fait sans élan.

L'équilibre est parfait tout au long du mouvement.

Le grimpeur bloque une prise d'une main pour aller chercher la prise suivante avec l'autre.

Les pieds jouent un rôle prépondérant en soutenant la majeure partie du poids du corps.

2.4.2. Progression dynamique

Dans certains cas, la progression statique n'est pas possible de part un équilibre précaire ou l'éloignement des prises. Le grimpeur réalise alors un **mouvement dynamique** par une poussée sur les pieds entraînant une impulsion du corps entier.

On distingue « **le lancé** » et « **le jeté** » :

- « **le lancé** » se caractérise par une extension dynamique sous maximale de tout le corps, sans élévation des pieds,

- « **le jeté** » se caractérise par une extension dynamique maximale de tout le corps, les pieds quittant leurs appuis. Le grimpeur se trouve alors suspendu par le bout des doigts sur la prise d'arrivée.

Le moteur du mouvement est l'action propulsive des jambes, les bras servant principalement à guider le mouvement.

Ce type de mouvement entraîne des contraintes énormes sur les structures anatomiques du membre supérieur, et tout particulièrement au niveau des doigts.

2.5. La compétition

La majeure partie des compétitions se déroule sur S.A.E.

Il existe deux types de compétition :

- **les épreuves de difficulté**, il s'agit de grimper « en tête à vue » sans contrainte de temps,

- **les épreuves de vitesse**, il s'agit de grimper « à vue » le plus rapidement possible et sans chute. Ces épreuves peuvent se réaliser en parcours parallèle.

Actuellement, la compétition en « bloc » connaît un essor fulgurant.

2.6. Les cotations

L'échelle de cotation a pour but de quantifier les niveaux de difficultés.

Elle est fonction du nombre, de la taille, de l'éloignement des prises, de la présence ou non de dévers*...

Il existe plusieurs échelles de cotations en fonction des pays.

Nous retiendrons l'échelle francophone qui commence à 3 pour finir à 9. A chaque degré de difficulté est ajouté un sous degré par les lettres A, B et C. Il est possible d'affiner l'estimation par un + ou un -.

Ex : un 6A est plus dur qu'un 5C, et plus facile qu'un 6A+.

Il faut noter que les cotations en bloc sont plus sévères, en principe d'un degré de moins qu'en voie pour une même difficulté (un 6C en bloc correspond à un 7B/C en falaise).

A partir de la cotation 6, les qualités naturelles ne sont plus suffisantes. L'entraînement et l'acquisition de techniques spécifiques deviennent nécessaires.

Le 8 est réservé aux grimpeurs de haut niveau.

La cotation la plus dure à l'heure actuelle est le 9A+. Seule quelques personnes dans le monde sont à même de réaliser un tel exploit.

UIAA	France	USA	Angleterre
I	1	5.2	moderate
II	2	5.3	difficult
III	3	5.4	very difficult
IV	4	5.5	4a
V-	5	5.6	4b
V		5.7	4c
V+		5+	5.8
VI-	5.9		5b
VI	6a	5.10a	5c
VI+	6a+	5.10b	
VII-	6b	5.10c	
VII	6b+	5.10d	6a
VII+	6c	5.11a	
VIII-	6c+	5.11b	6b
VIII	7a	5.11c	
VIII+	7a+	5.11d	
IX-	7b	5.12a	6c
IX	7b+	5.12b	
IX+	7c	5.12c	
X-	7c+	5.12d	7a
X	8a	5.13a	
X+	8a+	5.13b	
X	8b	5.13c	7b
X+	8b+	5.13d	
X+	8c	5.14a	

Figure 14 : Echelle de cotation des difficultés avec les équivalences par pays [22]

III. CHAPITRE 3 : ETUDE BIOMECHANIQUE

Les positions arquées et tendues sont les plus employées en escalade. Nous les analyserons d'un point de vue biomécanique.

1. Position arquée

Cette position est spontanément employée par les grimpeurs débutants. Elle permet de s'agripper à de toutes petites prises, comme sur des réglettes larges de quelques millimètres. Elle donne une **sensation** de force et de stabilité.

Les grimpeurs expérimentés utilisent le pouce pour verrouiller la prise en prenant appui avec celui-ci sur la face latérale de l'index.

Cette position entraîne des contraintes énormes sur les doigts et génère des lésions spécifiques à l'escalade.

1.1. Description

La position arquée est caractérisée par :

- une légère flexion de la MCP,
- une **flexion d'au moins 90° de l'IPP**,
- une **hyperextension passive de l'IPD**.

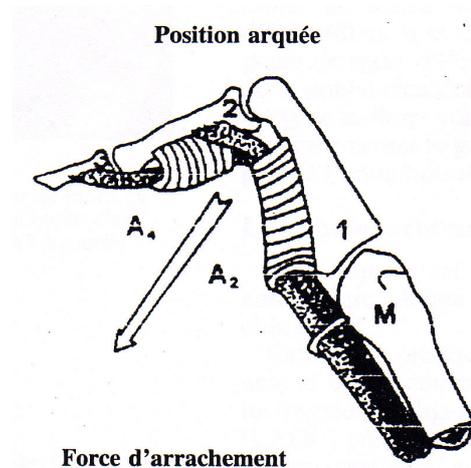


Figure 15 : Position arquée [54]

1.1.1. Actions musculaires

- Action des fléchisseurs

Les deux fléchisseurs, superficiel et profond, sont recrutés dans une action synergique.

Cependant, la participation du profond est inférieure à celle du superficiel.

- La flexion de 90° à 100° de l'IPP permet une efficacité maximale du travail du FCS.
- L'hyperextension de l'IPD limitée par la plaque palmaire entraîne un recrutement moins important du FCP [12,18].

- Action des extenseurs

- **L'extenseur commun** est relâché, il est distendu passivement au niveau de son insertion médiane sur P2 [54].

- **Les radiaux** peuvent être recrutés dans leur action d'extension du poignet et ainsi favoriser l'efficacité des fléchisseurs. En effet, l'extension du poignet permet aux muscles fléchisseurs de se trouver en course moyenne avec une pré-tension musculo-squelettique favorable au développement de la force la plus efficace [25].

- Action des interosseux et lombricaux

Les fléchisseurs peuvent être renforcés par les **interosseux** et les **lombricaux** lorsque la flexion de la MCP est nécessaire.

Les **interosseux** jouent également un rôle important dans la stabilisation de P1, améliorant ainsi l'adhérence avec la prise [25].

1.1.2. Rôle des ligaments

- **Les ligaments latéraux de la MCP** sont tendus en flexion et détendus en extension.

Les mouvements de latéralité sont donc impossibles au niveau des MCP.

Ils facilitent ainsi le serrage et le maintien de la prise.

- **Les ligaments latéraux des IP** sont tendus en flexion et en extension complète.

Ils sont très légèrement détendus en position de flexion intermédiaire.

Les mouvements de latéralité sont donc impossibles au niveau des IP.

Ils stabilisent ainsi les articulations de façon efficace quelle que soit leur position.

- **La plaque palmaire limite l'hyperextension au niveau de l'IPD.**

Les ligaments latéraux assurent donc ici l'intégrité de l'articulation par leur mise en tension et s'opposent ainsi à la tendance de dislocation sous l'effet de la traction [29].

1.1.3. Rôle des poulies digitales

- **Les poulies annulaires diaphysaires (A0, A2 et A4)** maintiennent un rapport constant du fléchisseur superficiel et profond avec l'axe de rotation de l'articulation distale.

Elles préviennent le phénomène de la corde d'arc squelettique lors de la flexion.

Lors de la position arquée, la mise en tension des tendons fléchisseurs produit une contrainte d'arrachement des poulies, perpendiculaire à la corde du tendon. Au niveau de l'IPP, le FCS a une courbure moins importante que le FCP de par son insertion distale sur les faces latérales de la partie moyenne de P2.

Le FCP a donc une composante d'arrachement de A2 et A4 plus importante que le FCS.

- Les poulies annulaires articulaires (A1, A3 et A5) ne préviennent la corde d'arc qu'en avant de leur articulation.

Elles servent à répartir les forces durant la flexion des doigts et de par leur insertion sur la plaque palmaire, à limiter le déplacement en avant de celle-ci durant la flexion.

- Les poulies cruciformes (C1, C2 et C3) participent peu pour empêcher la corde d'arc lors de la flexion [51, 54,56].

1.2. Aspect biomécanique

De nombreuses études montrent l'importance biomécanique des poulies A2 et A4 dans le maintien sagittal des tendons fléchisseurs.

Lin et coll. [40] ont étudié la résistance des différentes poulies.

- Les poulies annulaires (25 à 30 N (Newtons)/mm) sont plus résistantes que les poulies cruciformes (5 à 10 N/mm).

- Les poulies A2 et A4 ont une plus grande force de rupture que les autres poulies (A2= 407 N et A4=210N) car elles sont moins élastiques [51] (elles se raccourcissent de moins de 25% lors de la flexion des doigts) et plus solides.

- Les poulies A1, A3 et A5 ainsi que les cruciformes sont beaucoup plus élastiques [51] (elles se raccourcissent de plus de 50% lors de la flexion des doigts).

Schweizer [71] a étudié « in vivo » les conséquences biomécaniques de la position arquée sur le système des poulies digitales, et plus particulièrement au niveau de A2.

Il a mesuré :

- la distance entre le tendon et l'os au niveau du bord distal de A2 lors de la corde d'arc squelettique,

- les forces engendrées sur la poulie A2,

- la force de pression entre la prise et le bout du doigt (majeur ou annulaire).

- Dans un premier temps, il a mesuré cette distance à l'échauffement tous les 20 mouvements. **La corde d'arc augmente de 0.6 mm soit 30% après 100 mouvements** pour se stabiliser par la suite (elle passe de 1.15 mm à 1.75 mm).

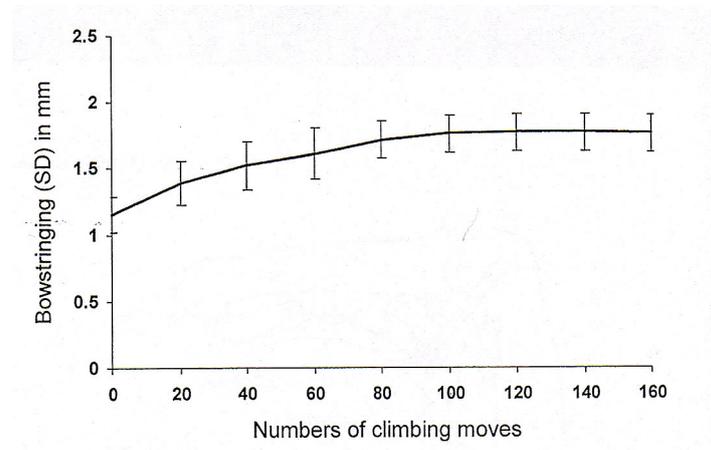


Figure 16 : Distance de la corde d'arc au niveau du bord distal de A2 lors de l'échauffement [71]

- Il a poursuivi le test en augmentant graduellement la force externe jusqu'à 30 N, seuil où la douleur n'était plus supportable. A ce niveau de force externe (30 N), il a observé une distance os-tendon de 4.3 mm en regard de l'IPP et une force de 116 N sur A2. Il a montré une augmentation linéaire constante entre la distance os-tendon et la force sur A2.

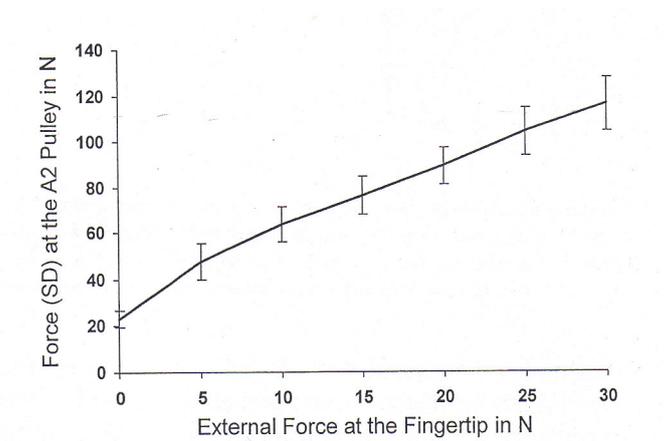


Figure 17 : Force appliquée sur le bord distal de A2 en fonction de la force externe appliquée sur la pulpe de la phalange distale en Newton (N) [71]

- Dans un deuxième temps, il a mesuré cette distance en isolant l'action de FCS. Elle était fortement diminuée avec seulement 1.75 mm.

Le phénomène de la corde d'arc est provoqué en majeure partie par le FCP.

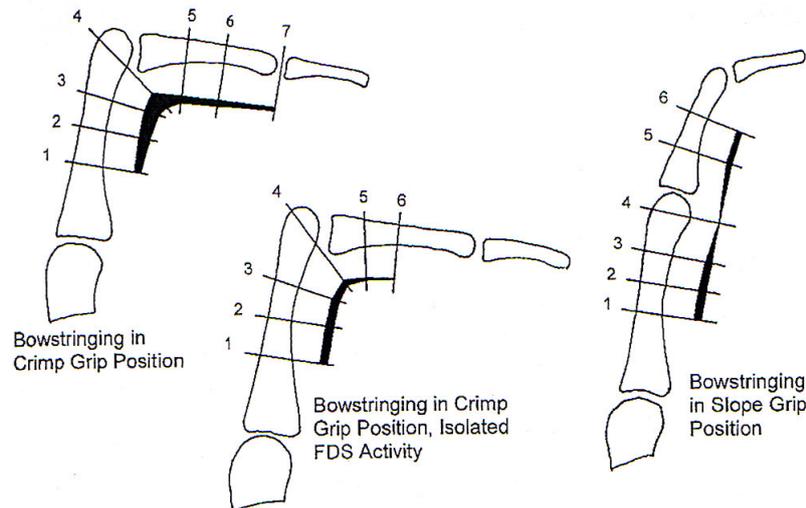


Figure 18 : Distance de la corde d'arc représentée par la zone noire en arquée (« Crimp »), arquée en isolant l'action du FCS et en tendue (« Slope ») [71]

Position	Crimp grip	Slope grip	Crimp grip, isolated FDS
1	1.65 (0.35)	1.65 (0.3)	1.25 (0.45)
2	2.2 (0.45)	1.6 (0.3)	1.5 (0.4)
3	3.35 (0.7)	1.65 (0.45)	1.85 (0.4)
4	4.3 (0.7)	0.2 (0.15)	1.75 (0.75)
5	1.35 (0.35)	1.05 (0.4)	0.25 (0.15)
6	1.05 (0.5)	0.9 (0.3)	0.2 (0.15)
7	0.85 (0.45)	—	—

Figure 19 : Distance de la corde d'arc (en mm) dans différentes positions (respectivement : arquée, tendue et arquée en isolant l'action du FCS). Les positions de mesures (1 à 7) correspondent à la figure 18 [71]

- Enfin, il a constaté une augmentation de force de 17% dans les prises monodigitales (96 N) par rapport aux prises où tous les doigts sont en contact (82 N). Mais ces mesures ont été effectuées uniquement sur un seul doigt (majeur ou annulaire).

Quaine et Vigouroux [59] ont mesuré la force maximale (MVC) de la position arquée et tendue pour les 4 doigts. **Ils ont démontré qu'il n'y avait pas de différence significative entre ces deux positions (en moyenne 420N).**

Des résultats obtenus, il a pu déduire que **la force d'arrachement subie par la poulie A2 était 3 fois supérieure à la force mesurée au bout des doigts.**

Ainsi, la force d'arrachement théorique de A2 engendrée par la corde d'arc serait de 373 N pour une résistance externe de 118 N. Ceci correspond à la force maximum des fléchisseurs d'un grimpeur moyen.

Ces chiffres sont en accord avec ceux d'études précédentes (réalisées sur cadavres). Bollen [4] montre une force d'arrachement de A2 de 450 N, Lin et coll. [40] de 407 N.

Plusieurs études dont celle de Rooks [64] ont observé une incidence accrue des lésions de la poulie A2 en position arquée par rapport à la position tendue.

Schweizer a démontré que le moment de force des tendons extrinsèques en regard de l'IPP était 20 fois plus important en arquée qu'en tendue.

L'incidence accrue des lésions de la poulie A2 en arquée semble donc être dûe au moment de force plus important.

2. Position tendue

Cette position est principalement utilisée par les grimpeurs expérimentés qui utilisent au maximum l'adhérence peau-rocher.

Elle donne une moins grande sensation de force et de sécurité que l'arquée mais semble plus physiologique.

Elle est souvent utilisée dans des trous (mono, bi et tri-doigts).

2.1. Description

C'est une prise du bout des doigts caractérisée par :

- une position neutre de la MCP,
- une légère flexion ou position neutre de l'IPP,
- **une légère flexion de l'IPD.**

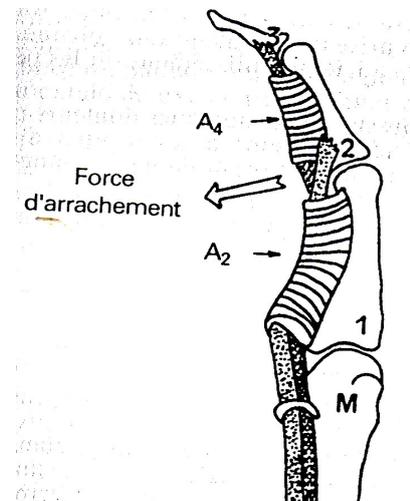


Figure 20 : position tendue [54]

2.1.1. Actions musculaires

- Action des fléchisseurs

Les deux fléchisseurs, superficiel et profond, sont recrutés dans une action synergique.

Cependant, la participation du superficiel est inférieure à celle du profond.

En effet l'angle très ouvert au niveau de l'IPP est très défavorable à l'action du FCS [54,56].

- Action des extenseurs

- **L'extenseur commun** est recruté dans une action de synergie-antagonisme avec les tendons des deux fléchisseurs [54].

L'extenseur commun sera d'autant plus recruté si :

- la flexion de l'IPP est faible,
- la flexion de l'IPD est grande.

- **Les radiaux** exercent la même action qu'en arquée.

2.1.2. Rôle des ligaments

Les ligaments latéraux sont en tension tant que la MCP et l'IPP sont en extension.

La flexion nécessaire de l'IPD en position tendue entraîne un faible relâchement des ligaments à ce niveau.

Néanmoins, comme en arquée, les ligaments latéraux jouent un rôle important dans la stabilité des différentes articulations mises en jeu.

2.1.3. Rôle des poulies digitales

Les poulies préviennent le phénomène de la corde d'arc en tendue. Cependant, du fait des angles très ouverts au niveau des IP, **les contraintes sur les poulies sont mieux réparties et moins importantes que dans l'arquée** [54,56].

La composante d'arrachement de A2 et A4 est moins importante en tendue.

2.2. Aspect biomécanique

- Schweizer a également étudié les conséquences biomécaniques de la position tendue.

Le phénomène de corde d'arc est presque absent dans cette position.

La distance os-tendon est seulement de 0.2 mm pour une force externe de 30 N (Fig. 19).

- Il a également mis en évidence une augmentation de force de 48% dans les prises monodigitales (116 N) par rapport aux prises où tous les doigts sont en contact (78 N).

Ceux-ci supportent la théorie décrite par Verdan [78]. Les tendons du FCP sont connectés les uns aux autres, augmentant significativement la force du muscle dans le tendon [8].

- La force maximale lors d'une prise arquée isolée est 20% plus petite que lors d'une prise tendue isolée. Ceci supporte la théorie que la force du FCP est plus effective dans la position tendue.

CONCLUSION

- Le FCP est responsable en majeure partie du phénomène de la corde d'arc squelettique en arquée. Ce même phénomène est quasi absent en tendue bien que la force du FCP semble être plus effective dans cette position.
- Il n'y a pas de différence significative de la force maximale des 4 doigts entre la position arquée et tendue.
- L'incidence accrue des lésions de la poulie A2 en arquée semble être due au moment de force plus important dans cette position.
- L'échauffement revêt toute son importance car il permet d'améliorer la course tendineuse et de prévenir les pics de force sur le système des poulies. De plus il augmente théoriquement le moment de force du FCP de 3% au niveau de l'IPP.

IV. CHAPITRE 4 : LES PATHOLOGIES LIEES A LA PRATIQUE DE L'ESCALADE

Le développement de l'escalade ces dernières années a entraîné une attention plus importante de la littérature quant aux lésions qu'elle engendre.

Cette nouvelle discipline pratiquant une locomotion verticale vient mettre à forte contribution le membre supérieur et tout particulièrement les doigts, qui dans certaines positions, doivent supporter tout le poids du corps.

- Bollen [5] est le premier à décrire les pathologies liées à la pratique de l'escalade en 1988.

Sur les 115 lésions symptomatiques qu'il enregistre, 89% intéressent le membre supérieur. La main et le poignet sont atteints dans 50% des cas. La région de l'IPP est affectée dans 69% des traumatismes de la main.

- Rooks [64] montre dans son étude réalisée en 1997, 60% de lésions de la main et du poignet chez des grimpeurs de haut niveau, la région de l'IPP est concernée dans 30 à 50% de ces blessures.

- En 2001, Wright et coll. [82] ont recensé 32% de lésions de surcharges localisées au niveau des doigts sur des grimpeurs évoluant en salle.

D'une manière générale, 60 à 90% des grimpeurs ont souffert ou souffriront d'une lésion du membre supérieur dont les 2/3 concernent la main [26, 30, 49,84].

On décrit classiquement 3 types de lésions : aiguës, chroniques, surcharges.

L'amélioration de matériel et des conditions de sécurité ont entraîné une diminution des traumatismes aigus liés aux chutes. Cependant l'apparition des entraînements intensifs en salle d'escalade génère une nouvelle pathologie de type micro-traumatique et de surcharge par la répétition de gestes spécifiques.

Nous allons faire un tour d'horizon de la littérature des principales lésions rencontrées au niveau des doigts et proposer des pistes de réflexion sur la prise en charge kinésithérapeutique.

1. Les lésions tendineuses

Les lésions des tendons sont fréquentes dans la pratique de l'escalade. Elles représentent selon Logan et coll. [41] près de 25% des blessures.

1.1. La ténosynovite mécanique des fléchisseurs

1.1.1. Incidence

Selon Moutet et coll. [55], elle représente environ **60 % de la pathologie du grimpeur**.

L'annulaire est atteint dans 80% des cas et le majeur dans 15%.

Laffont et coll. [35] ont mis en évidence dans leur étude, 38% de tendinopathies localisées aux fléchisseurs des doigts.

Pequignot et coll. [58] montrent dans leur étude expérimentale et clinique sur 54 cas, 16 ténosynovites des fléchisseurs sans rupture de poulie.

1.1.2. Etiologie

Il s'agit d'une inflammation de la gaine synoviale des tendons fléchisseurs suite à des micro-traumatismes liés à l'hyper-utilisation des structures tendineuses.

Elle intéresse le FCS ou le FCP.

1.1.3. Manifestation clinique

La lésion peut être :

- **aiguë**, lors d'un blocage* en arquée,
- **chronique**, suite à des micro-traumatismes répétés,
- **insidieuse**.

Dans la forme aiguë, elle se manifeste par :

- **une douleur** à la palpation qui siège dans 70% des cas à la base de la face palmaire de P1 [55],
- **un claquement** sec, audible par le grimpeur (75% des cas selon Mugnier [55]),
- **une impotence fonctionnelle** avec perte de force et parfois défaut d'enroulement [58,28],
- **une impotence sportive majeure**, interdisant la poursuite de l'escalade,

- **une irradiation** proximale ou vers les faces latérales de la phalange, surtout déclenchée par la flexion du doigt contre résistance, parfois allant jusque dans la paume ou l'avant bras,
- **un œdème et une sensation de crépitation** sont parfois décrits [58].

Dans la forme insidieuse, la douleur disparaît au repos et s'intensifie lors de la pratique.

Le point douloureux peut se localiser au niveau de l'IPP et l'irradiation est exceptionnelle [58].

1.1.4. Evolution

Elle est favorable.

La guérison se fait néanmoins dans des délais parfois longs (3 semaines à 6 mois) et avec parfois une perte du niveau sportif [58].

Les séquelles possibles se manifestent sous forme de :

- douleur lors de traction importante,
- flessum de l'IPP,
- doigt à ressaut [55].

1.1.5. Diagnostic

Il est essentiellement basé sur **l'examen clinique** et l'interrogatoire du patient.

L'IRM peut éventuellement étayer le diagnostic clinique.

Le bilan radiographique est négatif et l'échographie n'a pas fait la preuve de sa fiabilité [55].

Le diagnostic différentiel n'est pas facile.

Il faut distinguer :

- le conflit A2/Fléchisseur commun,
- le doigt à ressaut (conflit avec la poulie A1),
- la ténopériosite (inflammation du tendon FCS à son insertion périostée).

Cette dernière peut être mise en évidence par la présence d'ostéophytes ou de calcifications à la base de P2 par les clichés radiographiques [55].

1.1.6. Traitement

Le traitement est essentiellement médical.

Les anti-inflammatoires, la cryothérapie et la physiothérapie antalgique peuvent aider à la guérison dans un premier temps.

Le repos sportif est proposé lorsqu'il n'y a pas d'amélioration [28,33].

1.2. La désinsertion tendineuse

On distingue les désinsertions du FCS et FCP.

- **La désinsertion du FCP** est peu fréquente en escalade. On la retrouve plus facilement au rugby par un accrochage du maillot de l'adversaire (Jersey finger).

Elle se produit en position tendue dans un trou et s'accompagne le plus souvent d'un petit arrachement osseux de P3. L'extrémité tendineuse a tendance à remonter proximale dans le canal digital [28,63].

Elle peut être associée avec une rupture partielle de la berge distale de A4.

L'examen clinique met en évidence :

- une douleur aiguë à la face antérieure du doigt qui peut irradier jusque dans l'avant bras,
- une perte de flexion active de la dernière phalange [28,63].

Le traitement est chirurgical.

La rééducation se divise en deux phases :

- phase d'immobilisation en attelle dorsale maintenant en flexion le poignet (40°) et les MCP (70°) associée à un « pull out » correspondant à la fixation du FCP pendant 3 à 6 semaines.

La mobilisation est passive de distale vers proximale (type Duran).

- phase de rééducation active associée à un travail de la cicatrice et d'assouplissement des tissus cutanés [65].

La complication majeure est un flessum de l'IPP ou de l'IPD. Dans ce cas, il est possible de mettre en place une attelle dynamique d'extension (type Capener) [52].

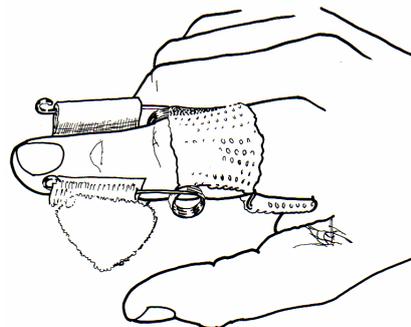


Figure 21 : Attelle de Capener maintenant l'IPP en extension [52]

- **La désinsertion du FCS** se produit en position arquée et s'accompagne d'une déchirure du bord distal de la poulie A2, proportionnelle à sa désinsertion [28,39].

La déchirure de la poulie n'est jamais primitive. Elle est la conséquence de la désinsertion des bandelettes latérales du FCS.

L'examen clinique met en évidence :

- douleur à la palpation des bords latéraux de P2,
- une diminution ou perte de flexion active de P2 sur P1 [28].

Le traitement reprend les mêmes principes que précédemment.

La prise en charge chirurgicale doit se faire le plus précocement possible pour ne pas compromettre la vascularisation du FCP.

1.3. Le doigt à ressaut

Il s'agit d'une **synovite** (inflammation de la gaine du tendon) **sténosante des gaines des tendons fléchisseurs** en avant de l'articulation MCP. Cette inflammation se manifeste par un épaissement local du tendon formant un véritable nodule tendineux qui vient se bloquer contre la poulie, le plus souvent A1.

Le passage en force du nodule dans le canal ostéo-fibreux va provoquer **le phénomène du ressaut** [51,57].

1.3.1. Etiologie

Elle reste ni clairement ni logiquement définie.

Il semble que la répétition de tendinites ou ténosynovites soit à l'une des origines de cette pathologie.

La formation du nodule est provoquée par des micro-déchirures au sein même du tendon qui entraînent la formation d'un dépôt fibreux [57].

1.3.2. Manifestation clinique

Elle se manifeste par un blocage lors de la flexion de la deuxième phalange du doigt. L'extension active peut être totalement interrompue [28]. Le passage du nodule à travers la poulie peut provoquer une douleur importante.

A un stade plus avancé, il peut en résulter un enraidissement complet du doigt en flexion [51,57].

1.3.3. Diagnostic

Il repose essentiellement sur l'**examen clinique**.

La radiographie ne montre rien.

1.3.4. Traitement

- Traitement chirurgical

Dans la grande majorité des cas, le traitement du doigt à ressaut se fait par infiltration de corticoïdes et, en cas d'échec, par excision chirurgicale de la gaine épaissie ou du nodule [28]. La prise en charge kinésithérapeutique sera justifiée pour les doigts à ressaut opérés tardivement qui présentent des raideurs articulaires des IPP par la rétraction des éléments capsulo ligamentaires.

Afin de récupérer les amplitudes en flexion/extension, les mobilisations actives et le port d'attelle dynamique peuvent être bénéfiques.

De même, la cicatrice palmaire peut être douloureuse et nécessiter une désensitisation [57].

- Traitement conservateur

Néanmoins, il est possible de proposer une alternative au traitement chirurgical.

Roslyn et coll. ont publié en 1988 un protocole de rééducation conservateur dont la durée du traitement varie entre 3 semaines à 6 mois avec des résultats satisfaisants dans plus de 70% des cas.

Il est basé sur le port d'une attelle palmaire qui maintient les MCP en extension et laisse libre les IPP. Cette attelle est portée la nuit et de manière discontinue la journée. Elle a pour effet de diminuer les frottements en limitant le glissement de la gaine par rapport à la poulie.

Un programme de mobilisation active en flexion/extension des IPP sous protection de l'attelle favoriserait, selon les auteurs, le glissement différentiel du FCS par rapport au FCP et encouragerait le flux nutritionnel synovial. Des exercices de « placé-tenir » (sans l'attelle) viennent compléter ces mobilisations pour entretenir et récupérer l'enroulement complet des doigts [57].

1.4. La tendinite de l'extenseur commun (EC)

1.4.1. Incidence

La tendinite d'insertion de la bandelette médiane de l'extenseur commun n'est pas très fréquente en escalade.

Dans son étude expérimentale et clinique sur 54 cas, Pequignot et coll. [58] ont mis en évidence 4 tendinites d'insertion de l'EC sur P2.

1.4.2. Etiologie

On rencontre cette lésion essentiellement en position arquée.

L'hyperflexion de l'IPP provoque une distension passive de la bandelette médiane sur la tête de P1. Les bandelettes latérales sont complètement relâchées et luxées en palmaire [56,58].

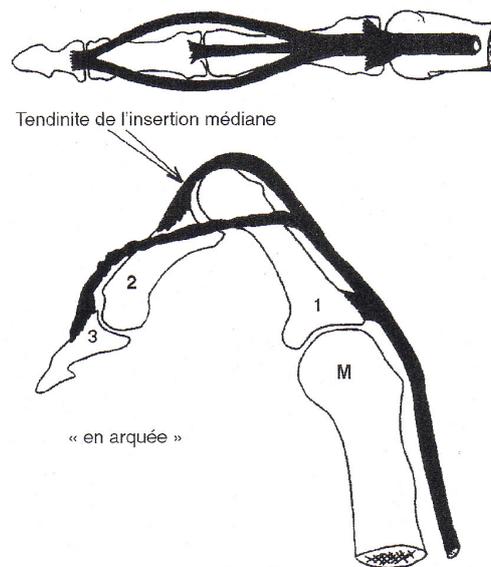


Figure 22 : Sollicitation de la bandelette médiane de l'EC dans la position arquée [56]

1.4.3. Manifestation clinique

Il existe une douleur spontanée et à la palpation au niveau de la base de la face dorsale de P2.

On rencontre parfois une perte d'extension active de P2 sur P1. Ceci peut témoigner d'une désinsertion partielle de la bandelette médiane [55,58].

1.4.4. Diagnostic

Il est basé sur l'examen clinique.

La radiographie peut objectiver un petit arrachement osseux d'importance variable sur P2 [55,56].

1.4.5. Traitement

Il est basé sur un **repos sportif** relatif à l'importance de la lésion ou à défaut à **une modification des habitudes d'entraînement** en évitant la position arquée par exemple.

La confection d'une petite attelle (tuile palmaire) pour maintenir l'IPP au repos peut être proposée.

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens par voie générale, locale ou en ionisation peuvent aider la guérison [28].

La physiothérapie (ultrasons en pulsé, TENS, cryothérapie...) **et les massages transverses profonds** sont des adjuvants efficaces à ce type de traitement.

Lorsque la douleur a disparu, il convient de solliciter progressivement le tendon par des exercices isométriques doux en évitant les répétitions excessives.

Les renforcements musculaires associés aux étirements du tendon viennent achever le traitement.

Il faut noter que le meilleur moyen d'éviter ces tendinites reste encore la prévention. Il faut sensibiliser le grimpeur sur l'importance d'un échauffement consciencieux, d'une bonne hygiène de vie, notamment concernant l'hydratation en dehors et pendant les entraînements.

2. Lésion des poulies digitales des doigts

2.1. Incidence

La rupture des poulies digitales semble être une pathologie assez fréquente puisqu'elle représente **entre 20 et 30% des lésions du grimpeur** [1, 6, 39, 49, 58,69].

Lors d'une compétition en 1989, Bollen et coll. [6] ont recensé 26% de lésions de poulies se localisant au niveau de l'IPP sur l'annulaire.

Michael et coll. [49] ont mis en évidence sur une population de grimpeurs non professionnels la présence de cette pathologie chez 19% des sportifs étudiés.

Schoffl et coll. [69] ont retrouvé plus de 20% de lésions de poulie dans leur étude portant sur l'évaluation de 604 cas de blessures liées à la pratique de l'escalade sur une période de 3 ans (janvier 1998 à décembre 2001).

Cependant elle ne semble pas être une atteinte spécifique à l'escalade. En effet Le Viet et coll. [39] rapportent deux cas isolés, celui d'un véliplanchiste professionnel et d'un haltérophile. Bowers [51] en recense 9 cas en 10 ans. **Dans tous les cas, le mécanisme lésionnel est identique : il s'agit d'une mise en tension brusque et violente en extension lorsque les doigts sont en position fléchie.**

Ce sont essentiellement **l'annulaire et le majeur** qui sont atteints (**90% des cas** [12, 39,58]). Ceux-ci peuvent s'expliquer par leur plus grande fragilité vasculaire et leur utilisation préférentielle dans les prises mono ou bi-doigts qui sollicitent énormément l'appareil fléchisseur. Les travaux de Manske et Lester [43] ont mis en évidence une résistance plus faible des poulies de l'annulaire vis-à-vis du majeur pouvant expliquer en partie son atteinte plus importante.

La main non dominante est touchée dans plus de 70% des cas [39,79] ; probablement à cause d'une précision moindre du geste technique de préhension et d'une force musculaire moins importante.

2.2. Etiologie

Comme nous l'avons montré dans le chapitre sur la biomécanique, **la position arquée** engendre des contraintes d'arrachement très importantes au niveau du système des poulies digitales. La répétition excessive de cette position est à l'origine de cette pathologie [4, 5, 58,79].

Les entraînements spécifiques sur poutre ou réglette mettent également à très forte contribution les poulies et sont générateurs de lésion.

Le manque d'échauffement approprié ainsi qu'une hydratation insuffisante contribuent fortement de manière indirecte aux lésions.

Il faut noter que la déchirure de la poulie n'est que très rarement isolée. **Elle est souvent la conséquence d'une désinsertion partielle ou totale du FCS** qui n'applique plus aussi bien le FCP contre l'os, entraînant la lésion de la poulie par le phénomène de la corde d'arc squelettique [39].

2.3. Manifestation clinique

La lésion peut être :

- **aiguë**, suite à une traction violente en position arquée ou lors d'un mouvement dynamique comme un « jeté »,
- **chronique**, suite à des micro-traumatismes répétés [51].

Elle se manifeste par :

- une douleur à la palpation (base ou face latérale de la phalange) au niveau de la poulie incriminée [11, 51,81],
- une douleur à la flexion contre résistance de P2 sur P1 [11],
- la présence d'une corde d'arc suivant le type de lésion, majorée lors d'une contraction contre résistance [11,81],
- un défaut d'enroulement associé souvent à un petit flessus antalgique de l'IPP,
- un œdème local,
- une impotence fonctionnelle très variable [81].

Dans le cas d'une **lésion aiguë**, un **syndrome de menace** (douleur sur un doigt et inefficacité de la prise dans les 8 à 10 jours qui ont précédé l'accident) ainsi qu'un **claquement audible** sont décrits dans la littérature mais ne se retrouvent pas systématiquement [3, 79,81].

2.4. Diagnostic

L'**anamnèse** et l'**examen clinique** sont en règle générale suffisants pour reconnaître une lésion de l'appareil ostéo-fibreux des doigts. En cas de doute, des examens paracliniques reposant sur l'imagerie (scanner, IRM,...) permettent de confirmer le diagnostic [51].

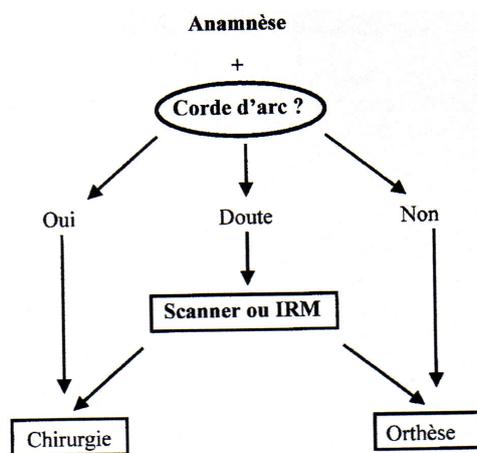


Figure 23 : Arbre décisionnel devant une rupture de poulie [51]

La déchirure peut être :

- **complète**,
- **partielle**, au niveau des berges latérales de la poulie.

Dans le cas d'une **déchirure complète**, le signe pathognomonique est la présence **d'une corde d'arc** (luxation antérieure du tendon) de l'appareil fléchisseur au niveau de la poulie incriminée lors de la flexion active du doigt contre résistance. Pour être significatif, ce signe ne doit pas être retrouvé sur le doigt sain homologue controlatéral.

Toutefois, la non présence de ce signe sur le doigt concerné ne permet pas d'éliminer une rupture partielle et même totale [81].

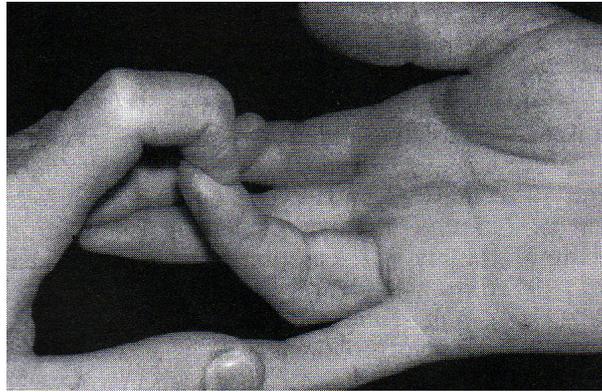


Figure 24 : Phénomène de la corde d'arc au niveau de l'annulaire à l'examen clinique [77]

Marco et coll. [44] ont étudié le mécanisme de rupture des poulies digitales sur 21 doigts de cadavres (les 3 doigts médians de 7 avant-bras).

Dans 90% des cas, une rupture isolée de A2 (20%) ou A4 (80%) se produit comme premier événement.

La poulie A3 ne se déchire jamais en premier car sa déformation transfère les forces du tendon vers les poulies A2 et A4 moins compliantes.

La rupture des 3 poulies (A2, A3 et A4) est suivie d'une désinsertion du FCS à son insertion sur P2 dûe au transfert de force du FCP au niveau de la bifurcation du FCS par le phénomène de corde d'arc.

Il en ressort de cette étude qu'une déchirure isolée de A2 ou A4, ou même des deux poulies n'est pas détectable cliniquement.

La déchirure de la poulie A3 associée à A2 **ou** A4 se traduit par une légère corde d'arc difficilement détectable par le praticien.

Seule la rupture conjuguée des 3 poulies A2, A3 et A4 entraîne une corde d'arc évidente lors de l'examen clinique.

En résumé :

La présence d'une corde d'arc visible cliniquement témoigne d'une atteinte très grave du système des poulies digitales et non d'une atteinte isolée de A2 ou A4.

Le FCS joue un rôle de maintien du FCP au niveau de sa bifurcation et contribue ainsi à réduire le phénomène de corde d'arc.

La poulie A3 revêt toute son importance biomécanique en prévenant la corde d'arc lors d'une rupture de A2 et A4 [83].

2.4.1. Le scanner

L'examen tomodensitométrique est réalisé avec des coupes de profil de 1 à 2 mm d'épaisseur centrées sur le doigt concerné en position arquée (statique puis dynamique).

L'examen est toujours bilatéral et comparatif [39,81].

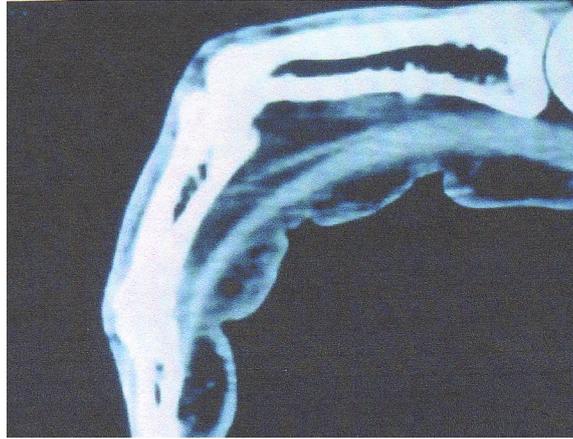


Figure 25 : Mise en évidence d'une corde d'arc suite à la rupture de A2 par le scanner [79]

Le Viet et coll. [39] ont étudié l'intérêt du scanner sur 7 patients dont 4 grimpeurs masculins de niveau moyen.

Tous les patients présentaient une rupture de poulie (A2 et/ou A4) parfaitement visible sur les coupes de scanner.

La corde d'arc était présente uniquement chez 4 patients lors de l'examen clinique réalisé 1 à 3 mois après le traumatisme.

Deux patients présentant une rupture de A2 et A4 au scanner ont bénéficié d'un traitement chirurgical qui a confirmé leur rupture.

Voulliaume et coll. en 2004 [79] ont également mis en évidence l'efficacité du scanner comme examen complémentaire. Sur les 12 grimpeurs de haut niveau étudiés présentant une rupture de poulie, le scanner a retrouvé une corde d'arc dans tous les cas. Néanmoins celle-ci était présente à l'examen clinique.

2.4.2. L'IRM

L'imagerie par résonance magnétique permet d'obtenir des images comparables à celle du scanner (en « négatif ») par l'intermédiaire de coupes frontales et sagittales de 3 à 5 mm d'épaisseur [51].

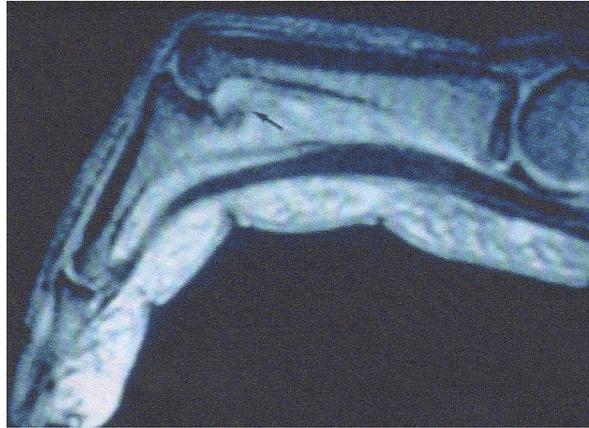


Figure 26 : Mise en évidence d'une corde d'arc suite à la rupture de A2 par l'IRM [79]

Son avantage, selon Galb et coll. [20], est de pouvoir **distinguer le caractère partiel ou complet de la rupture en fonction de l'étendue du décollement os-tendon.**

Une corde d'arc présente entre :

- la base de P1 et l'IPP signe une rupture complète de A2,
- la base de P1 et le bord distal de l'IPP témoigne d'une rupture complète de A2 et A3,
- la base et le milieu de P2 indiquent une rupture complète de A4 [31].

Toutefois l'IRM reste plus onéreuse que le scanner et ne permet pas d'obtenir d'images dynamiques et comparatives.

D'autres examens paracliniques existent pour affiner le diagnostic dans les cas litigieux comme **l'échographie.**

Klauser et coll. [31] ont défini qu'une **augmentation de la distance os-tendon** au niveau de la poulie incriminée lors d'une flexion contrariée :

- supérieure ou égale à 3 mm signifie une rupture complète de A2,
- supérieure ou égale à 5 mm signifie une rupture complète de A2 et A3,
- supérieure ou égale à 2.5 mm signifie une rupture complète de A4.

Cependant Le Viet et coll. soulignent qu'elle est très opérateur dépendant et difficile à interpréter par le praticien [39].

L'examen de choix en cas de doute à l'examen clinique reste donc le scanner. Son caractère dynamique et comparatif lui confère une grande précision et fiabilité [11,39].

2.5. Traitement

Depuis que Bollen [4] et Tropet [74] ont décrit ce type de lésion en 1990, de nombreuses études ont été publiées donnant différents diagnostics et recommandations thérapeutiques [68].

Désormais, un consensus s'est installé concernant la prise en charge conservatrice pour les ruptures isolées ou incomplètes sans corde d'arc [20, 21,31].

Cette approche conservatrice dans la rupture isolée de poulie s'appuie sur des analyses biomécaniques du système des poulies digitales [50] ainsi que sur les bons résultats cliniques observés [68].

Lors de déchirure complète de plusieurs poulies entraînant une corde d'arc visible cliniquement, le traitement chirurgical est recommandé [21,31].

Dans son étude réalisée en 2003 Schöffl et coll. [69] proposent un protocole de rééducation en fonction du degré de lésion des poulies digitales (Fig.27).

	1 ^{er} degré	2 ^{eme} degré	3 ^{eme} degré	4 ^{eme} degré
Type de lésion	Elongation de la poulie	Rupture complète de A4 ou rupture partielle de A2 ou A4	Rupture complète de A2 ou A3	Rupture complète de A2/A3 avec ou sans A4 ou rupture isolée de A2 ou A3 associée à un traumatisme des ligaments collatéraux ou des lombreaux
Traitement	Conservateur	Conservateur	Conservateur	Chirurgical
Immobilisation	Aucune	10 jours	10-14 jours	14 jours post-opératoire
Protection spécifique	Tape	Tape	Bague rigide en matériau thermoformable	Bague rigide en matériau thermoformable
kinésithérapie	2-4 semaines	2-4 semaines	4 semaines	4 semaines
Reprise douce de l'escalade	Après 4 semaines	Après 4 semaines	Après 4-6 semaines	Après 4 mois
Reprise complète de l'escalade	A 6 semaines	A 6-8 semaines	A 3 mois	A 6 mois
Protection spécifique lors de la pratique	Pendant 3 mois	Pendant 3 mois	Pendant 6 mois	Supérieur à 12 mois

Figure 27 : Guide thérapeutique après lésion des poulies digitales [69]

2.5.1. Traitement conservateur

Le traitement est conservateur dans les cas **de rupture isolée ou incomplète sans corde d'arc (3 premiers degrés selon Schöffl)**.

Il est basé sur un repos sportif impératif sans aucune sollicitation digitale associé à une période d'immobilisation de 10 à 14 jours dans une attelle palmaire [69].

Plusieurs auteurs [11, 51, 53, 54,81] préconisent le port continu d'une bague externe, rigide (thermoplastique) ou d'une simple contention adhésive non élastique de la poulie lésée pendant 45 jours, correspondant au temps nécessaire à la cicatrisation de la poulie [3].

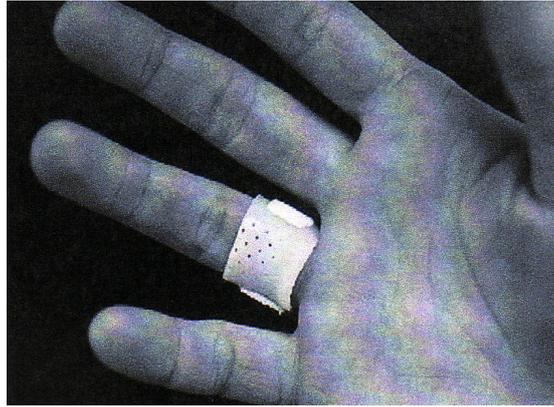


Figure 28 : Bague rigide protégeant la poulie A2 [51]

Il n'existe pas à notre connaissance de protocole précis de kinésithérapie concernant la prise en charge orthopédique de ces lésions. Néanmoins, nous allons essayer de proposer quelques pistes de rééducation sur une base d'articles rencontrés dans la littérature.

- La période d'immobilisation est associée à un traitement médical basé sur la thérapeutique inflammatoire et la physiothérapie antalgique dans le but d'atténuer la douleur et l'œdème [11, 55,79].

- Les mobilisations passives régulières doivent être mises en œuvre précocement afin de réduire les adhérences cicatricielles [47].

La mobilisation passive sélective et protégée (poignet en flexion ou extension) des IP permet un glissement des tendons fléchisseurs (FDS et FDP) par rapport au système des poulies digitales pour prévenir la formation d'adhérences [24,85].

- A partir du 45^{ème} jour, la cicatrisation de la poulie est théoriquement acquise et les mobilisations actives (analytiques et globales) peuvent être entreprises [20].

Des exercices de flexion-extension du poignet entraînent un mouvement passif des doigts qui amplifie la course tendineuse grâce à l'effet ténodèse du poignet [85].

Progressivement un travail de « placé-tenu » peut être mis en place. Les doigts sont fléchis passivement (poignet en extension à 20°) et le patient tient activement la position [24].

Schöffl [69] prévoit la reprise de l'escalade entre la 4^{ème} et la 6^{ème} semaine ce qui semble prématurée en tenant compte de la cicatrisation. Cette période correspondrait plutôt selon Galb et coll. [20] au début du travail actif.

- Le début de travail actif contre résistance n'est pas clairement défini dans la littérature.

Il varie entre la 6^{ème} (reprise de l'escalade [53,68]) et 12^{ème} semaine selon Galb et coll. [20].

A titre d'exemple, nous pouvons proposer un ensemble d'exercices de renforcements musculaires se rapprochant des types de préhension employés par le sportif.

En analytique ou par l'intermédiaire de matériel adapté, le travail est progressif et dosé en fonction du patient.

Le « plateau canadien » (Fig.29) est un moyen efficace de réaliser un travail analytique précis des IP.

Le « digi-flex » (Fig.30) peut être utilisé suivant différentes modalités : exercice de pince complète, en position tendue, crochet puis arquée.

Le « power web » (Fig.31) permet d'effectuer les mêmes mouvements et offre la possibilité d'insister sur l'abduction et l'adduction des doigts.

La rééducation peut s'achever par un travail de ces mêmes prises sur matériaux durs ou en mousses (bloc de Bunnell, Fig.32) afin de préparer le sportif à la reprise de l'escalade [47].



Figure 29 : Plateau canadien [90]



Figure 30 : Digi-flex [91]



Figure 31 : Power web [92]



Figure 32 : Bloc de Bunnell [93]

Cette reprise doit être très progressive sous le couvert d'une protection spécifique de la poulie [69] bien que son action préventive soit très controversée [70,80] (Cf. Chapitre V.4).

Dans la majorité des cas, le retour au niveau antérieur est atteint en moins de un an [68].

2.5.2. Traitement chirurgical

On privilégiera le traitement chirurgical lors **de déchirure complète et multiple ou lorsque l'incapacité fonctionnelle persiste malgré un traitement orthopédique.**

Il existe différentes techniques chirurgicales mais celles-ci ne s'intègrent pas dans le cadre de ce mémoire (Bunnel, Weilbey, Lister...).

La rééducation post-opératoire dépendra néanmoins de la technique utilisée par le chirurgien.

Schöffl et coll. [69] préconisent une immobilisation stricte de 2 semaines dans une attelle palmaire suivie de la mise en place d'une protection spécifique (bague rigide) pendant 4 semaines associée à la rééducation.

D'autres auteurs considèrent que la cicatrisation de la néo-poulie nécessite la mise en place d'une attelle longue en flexion du poignet (40°) et de la MCP (80°) pendant les 45 premiers jours.

Le but est de protéger les sutures en détendant l'appareil fléchisseur et de permettre une mobilisation activo-passive afin de limiter le risque d'adhérences.

Ensuite, l'attelle peut être remplacée par une bague rigide pendant encore 45 jours [51,53].

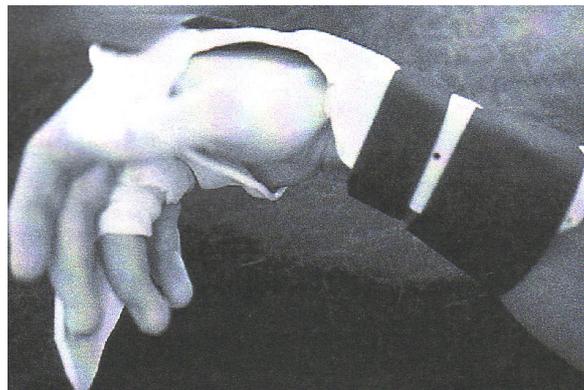


Figure 33 : Attelle longue de protection lors d'une réparation chirurgicale de la poulie A2 (45 premiers jours) [51]

La rééducation intervient dès les premiers jours post-opératoires [47].

Une ébauche d'un protocole de rééducation post-opératoire est proposée par Thomas et coll. [73]. Nous avons essayé de le compléter par des données présentes dans la littérature.

Il est décomposé en 3 phases et dicté par le temps nécessaire à la réparation tissulaire.

J0-J45 : phase de cicatrisation

Le traitement kinésithérapeutique se rapproche du protocole de mobilisation active protégé des tendons fléchisseurs.

- Protection spécifique des poulies lésées (attelle et bague externe).
- Lutte contre l'inflammation et l'œdème.
- Maintien des plans de glissement tendineux par une mobilisation passive analytique des IP [24,38].
- Début de travail actif protégé des fléchisseurs (J21), progressif et en course interne (poignet et MCP fléchis). Il s'effectue de manière analytique et globale.

Dans un premier temps, mobilisation analytique au niveau de l'IPP et IPD pour rétablir le glissement des 2 fléchisseurs par rapport aux poulies reconstruites.

Dans un second temps, mobilisation globale de la MCP puis de l'IPP et enfin de l'IPD pour rétablir une séquence d'enroulement satisfaisante.

Des exercices de « placé-tenu » peuvent venir compléter le travail actif.

- Mobilisation (passive et active) en extension pour éviter le flossum de l'IPP [38].

Objectifs :

- **Réduire les adhérences et récupérer une course tendineuse normale,**
- **Atteindre une mobilité articulaire complète.**

J45-J90 : phase de réentraînement

- Protection spécifique des poulies lésées (bague externe).
- Maintien des amplitudes articulaires (passif et actif).
- Assouplissement et rétablissement des plans de glissement cutanés (massages, physiothérapie).
- Mobilisation active contre résistance progressive en se rapprochant des types de préhension utilisée en escalade [38] (Cf. IV.2.5.1).

Objectifs :

- **Retour à une fonction usuelle normale,**
- **Préparation à la reprise de l'escalade.**

J90-J180 : phase de remise à niveau

- Reprise de l'escalade progressive en évitant les préhensions douloureuses et à risques (arquée).
- Prise de conscience des facteurs préventifs basés sur l'échauffement, la diversification de la pratique et l'hydratation [51, 55,81].

Objectif :

- **Retour au niveau antérieur.**

Thomas et coll. [73] ont évalué l'efficacité de ce protocole par l'intermédiaire d'un questionnaire sur 11 grimpeurs qui avaient présenté une rupture complète de A2.

A un an post-opératoire, 36% d'entre eux ont progressé, 45% ont retrouvé leur niveau antérieur et 18% ont régressé.

Comme le souligne l'auteur, la population étudiée est insuffisante pour établir des données statistiques fiables. Les résultats obtenus encouragent cependant à poursuivre et à améliorer ce protocole.

En résumé :

Malgré le doute de certains auteurs [3,79,81] sur l'efficacité du traitement conservateur lors d'une lésion complète de la poulie A2 ou A4, une étude récente réalisée en 2006 par Schoffl et coll. [68] justifie la prise en charge conservatrice pour les lésions des 3 premiers degrés.

Seules les lésions du 4^{ème} degré doivent être traitées par la chirurgie.

Il convient donc dans la majorité des cas de passer par le traitement orthopédique et si nécessaire avoir recours à la chirurgie.

3. Lésion musculaire : la déchirure des lombricaux

La déchirure des lombricaux est relativement rare en escalade.

Schöffl et coll. [69] en ont trouvé seulement 2 parmi les 247 grimpeurs qu'il ont examiné, mais elle semble être une pathologie bien spécifique à l'escalade [72].

Schweizer [72] a décrit les mécanismes de cette lésion.

3.1. Etiologie

On rencontre cette lésion essentiellement lors d'un mono-doigt (majeur ou annulaire).

Le doigt est en position tendue avec une flexion d'environ 10 à 20° de l'IPP et 40° de l'IPD.

Afin d'augmenter sa force maximale, les autres doigts sont fléchis au maximum.

Les lombricaux s'insèrent sur les bords des tendons du FCP. Le tendon du doigt en tendue tire dans un sens alors que le tendon du doigt adjacent tire dans l'autre sens.

Il se crée ainsi une distension entre les deux insertions du lombricaux pouvant provoquer la déchirure du muscle.

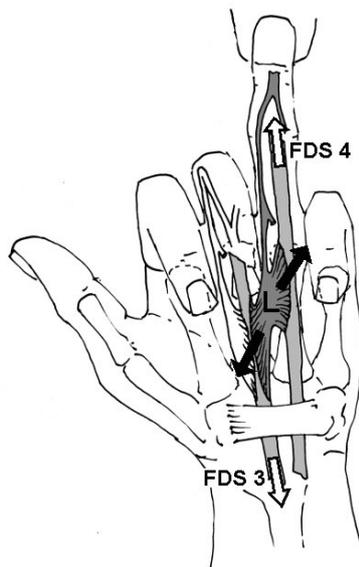


Figure 34 : Contrainte d'arrachement du 3^{ème} lombricaux lors d'un mono-doigt [72]

3.2. Manifestation clinique

La douleur est vive et d'apparition brutale avec la possibilité d'un claquement audible.

Elle se situe dans la paume en regard des tendons du FCP du 3^{ème} et 4^{ème} doigts lors d'une préhension (même en tendue simple) ou à la palpation.

La présence d'un œdème ou d'un hématome est possible.

3.3. Diagnostic

L'examen clinique doit être complété par **une échographie** pour déterminer l'importance de la lésion (5 à 10 jours après la lésion).

3.4. Traitement

.

La traitement est basé sur **un repos strict** de 10 jours à 1 mois suivant l'importance de la lésion complété par de la physiothérapie.

Une syndactylie (majeur et annulaire) est ensuite associée à un programme d'étirements pour éviter la formation de tissu cicatriciel [33,72].

Lors de la reprise de la pratique il faut éviter les mono-doigts.

4. Lésion de l'aponévrose : la maladie de Dupuytren

Très peu d'études évoquent la maladie de Dupuytren en relation avec la pratique de l'escalade.

Schoffl et coll. [69] ont mis en évidence la présence de 5 maladies de Dupuytren sur 247 grimpeurs de haut niveau examinés.

Logan et coll. [42] ont comparé la présence de cette maladie dans une population de grimpeurs vis à vis d'une population de référence.

Le prochain chapitre s'appuie essentiellement sur les découvertes apportées par Logan et coll. [42].

La maladie de Dupuytren est une **sclérose rétractile de l'aponévrose palmaire moyenne** de la main, entraînant une déformation en flexion d'un ou de plusieurs doigts [2].

Elle peut être unie ou pluri-digitale, et touche préférentiellement l'annulaire et l'auriculaire.

Elle peut avoir une forme mixte, digito-palmaire mais également digitale ou palmaire pure [10].

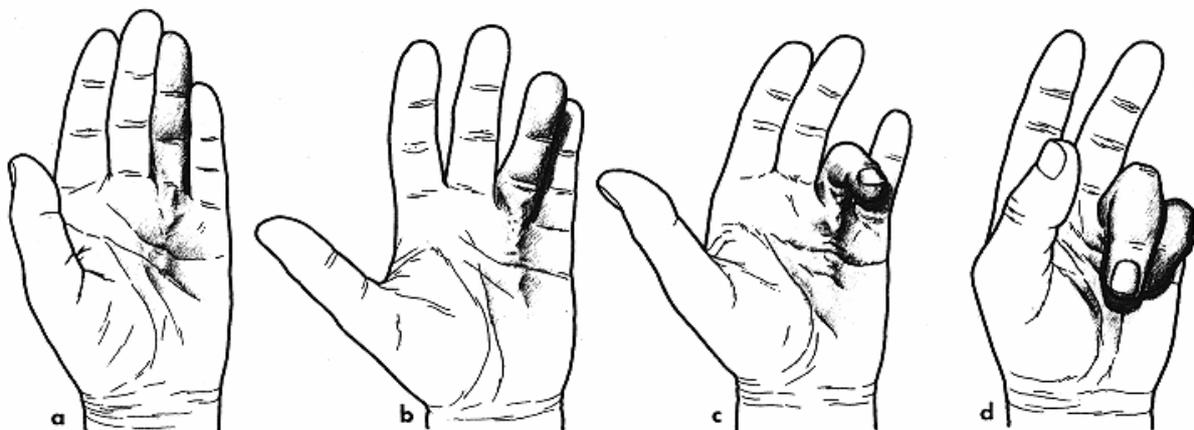


Figure 35 : Evolution de la maladie de Dupuytren [87]

a. phase nodulaire sans rétraction visible

b. rétraction de la MCP

c. rétraction de la MCP et de l'IPP

d. rétraction de la MCP, de l'IPP et de l'IPD

4.1. Etiologie

Les causes de cette maladie sont encore mal définies.

Cependant une étude récente réalisée par Logan et coll. en 2005 [42], sur des sujets masculins vivants au Royaume-Uni, montre une prévalence de cette maladie plus importante chez les grimpeurs.

En effet, cette étude tend à démontrer que les personnes pratiquant l'escalade régulièrement peuvent développer cette maladie plus tôt que la population générale et de façon plus sévère.

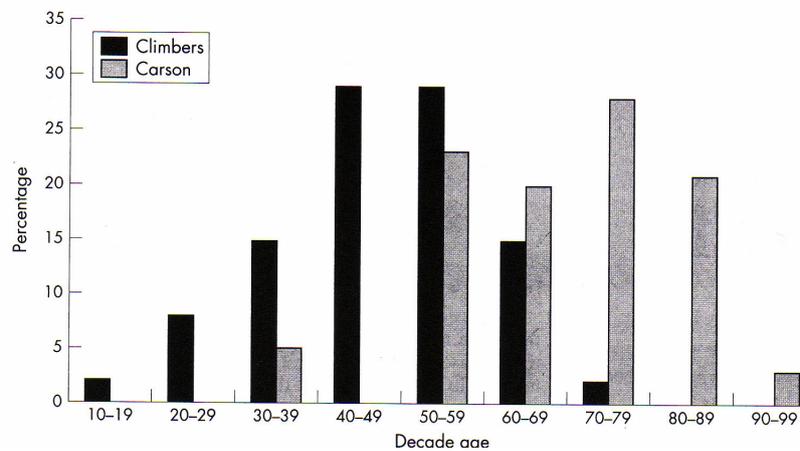


Figure 36 : Age d'apparition de la maladie de Dupuytren chez le grimpeur comparé au résultat de l'étude de Carson (1993) sur une population de retraités à l'hôpital royal de Chelsea [42]

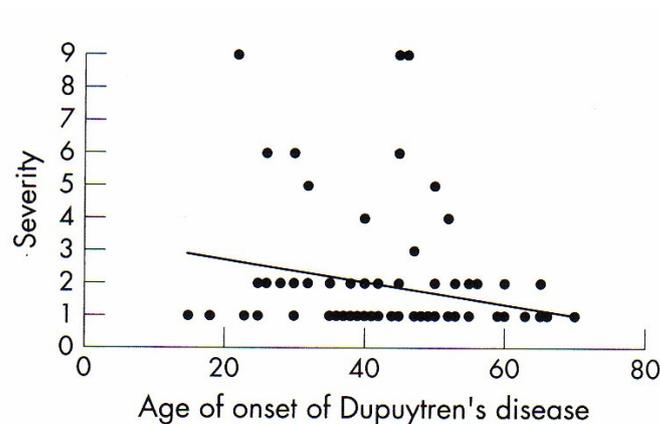


Figure 37 : Sévérité du Dupuytren en relation avec l'âge du début [42]

Ainsi, des contraintes répétées sur l'aponévrose palmaire moyenne après plusieurs années d'escalade sont susceptibles d'être un facteur significatif au développement de la maladie de Dupuytren.

4.2. Manifestation clinique

Le début est insidieux.

Il y a apparition progressive de nodule sous la paume de la main sans rétraction immédiat des doigts. Ces nodules sont en générale indolores.

Ils peuvent évoluer sous forme de cordes aponévrotiques entraînant une flexion irréductible du ou des doigts. **L'annulaire et l'auriculaire sont les plus souvent atteints.**

4.3. Diagnostic

Le diagnostic se fait par l'examen clinique.

On mesure **le déficit d'extension du doigt** que l'on peut classer en 4 stades selon Tubiana.

4.4. Traitement

Le traitement conservateur n'a pas fait la preuve de son efficacité [46].

Il est essentiellement chirurgical.

Il faut distinguer deux techniques chirurgicales :

- l'aponévrotomie,
- l'aponévrectomie.

4.4.1. L'aponévrotomie

Cette intervention est choisie lorsqu'il n'y a pas encore de rétraction majeure ou que la peau n'est pas trop infiltrée (stade 1 et 2) [34]. Elle consiste à supprimer la tension longitudinale en sectionnant les brides de tissu rétractiles.

Elle concerne essentiellement la correction des brides digito-palmares saillantes et bien individualisées pour lever la rétraction de la MCP [76].

4.4.2. L'aponévrectomie

Cette opération vise à enlever une portion plus ou moins étendue de l'aponévrose palmaire et de ses extensions digitales [76]. Il est possible d'avoir recours à des greffes de peau pour couvrir les pertes de substances cutanées. Il y a plusieurs façons de la réaliser en fonction du type de lésions, de sa gravité et de son étendue [34].

4.4.3. La rééducation

Le but de la rééducation est de récupérer le plus rapidement possible la flexion complète des doigts et de conserver la correction acquise chirurgicalement.

La mobilisation active ne doit pas attendre la cicatrisation complète.

La rééducation peut débuter dès les 48 heures après l'opération [76].

- **La lutte contre l'œdème et les phénomènes inflammatoires** sont primordiaux car ils favorisent la fibrose entraînant des raideurs articulaires secondaires (anti-inflammatoire, massage drainage, cryothérapie gazeuse, bandage compressif auto-adhésif, déclive...).

- **Massage de la cicatrice** en tenant compte de la technique utilisée par le chirurgien et des délais de cicatrisation (15 jours minimum) [34].

- **Mobilisation active en ouverture**, mais surtout en **fermeture** par un enroulement global des doigts en respectant l'ordre de flexion des phalanges (MCP suivit de l'IPP puis de l'IPD). Mobilisation analytique des IP en maintenant la MCP fléchie.

- **Mobilisation passive puis posture** douce et prudente **en extension** des MCP. En revanche l'extension complète des IP est recherchée aussi vite que possible [76].

- **Renforcement musculaire** en analytique puis global et progressivement contre résistance. Lors d'atteintes commissurales, le travail est axé sur les interosseux et lombricaux.

- **Appareillage de posture en extension porté la nuit** [34].

5. Lésions articulaires

Les lésions articulaires sont moins spectaculaires et donc plus souvent négligées par le sportif. Elles peuvent aller de l'entorse bénigne jusqu'à la fracture en passant par la luxation. Nous étudierons en détail les entorses digitales dans le prochain chapitre pour ensuite se concentrer sur le traitement des luxations et des fractures des phalanges.

5.1. Les entorses digitales

Elles intéressent surtout les ligaments collatéraux l'IPP du majeur et de l'annulaire, parfois la MCP ou l'IPD.

On retrouve également des entorses de la plaque palmaire de l'IPD lors de sollicitation excessive en position arquée [55].

5.1.1. Incidence

Bollen et coll. [6] rapportent 2 cas de lésions chroniques des ligaments collatéraux au niveau de l'IPP du majeur sur les 67 sportifs examinés.

Dans une étude réalisée en 2000, sur 42 grimpeurs participant à une compétition nationale aux Etats-Unis, Rohrbough et coll. [62] recense **40 % de lésions des ligaments collatéraux au niveau de l'IPP.**

5.1.2. Etiologie

Elles surviennent lors :

- d'une **sollicitation en torsion** sur une prise mono ou bi-doigts en tendue,
- d'une **hyper sollicitation axiale** sur une prise arquée,
- d'une **mauvaise réception** pendant un mouvement dynamique (« jeté ») [55].

5.1.3. Manifestation clinique

L'apparition est :

- **brutale**, suite à une torsion latérale ou le retournement d'un doigt coincé dans une prise lors d'une chute ou d'un mouvement dynamique (« jeté »),
- **progressive**, par des micro-traumatismes répétés pendant des blocages prolongés en torsion ou en tendue [55].

La lésion est souvent bilatérale dans les atteintes suite à des micro-traumatismes.

Le tableau clinique se caractérise par :

- un gonflement de l'articulation associé à un flexum antalgique,
- une douleur à la palpation (antérieure ou latérale) [45].

5.1.4. Diagnostic

Il repose essentiellement sur l'**examen clinique** qui doit être complété par un **bilan radiologique** de face et de profil pour écarter une fracture associée, un arrachement osseux aux insertions ligamentaires ou une incongruence articulaire.

L'examen clinique a pour objectif de connaître l'importance de la lésion capsulo-ligamentaire.

Celle-ci peut aller d'un simple étirement avec rupture fibrillaire légère sans instabilité à la rupture de plusieurs faisceaux avec instabilité importante de l'articulation.

Il faut donc tester chaque élément par la mise en tension sélective pour connaître le stade de l'atteinte [66].

- La plaque palmaire est testée par une extension de l'articulation.
- Le ligament accessoire (phalango-glénodien) est sollicité par un mouvement de latéralité en plaçant l'articulation en extension afin d'obtenir sa mise en tension préalable.
- Le ligament principal est testé par des mouvements latéraux avec l'articulation en légère flexion pour le différencier du précédent.

Il faut noter que l'examen est souvent difficile à cause de la douleur [66].

5.1.5. Traitement

Le principe de base du traitement est une « mobilisation précoce et protégée pour une cicatrisation dirigée » [66].

Le traitement est orthopédique sauf dans les cas suivants :

- fracture avec arrachement osseux qui emporte plus du 1/3 de l'articulation,
- luxation reproductible lors du mouvement de flexion-extension.

Dans ces cas, le traitement chirurgical s'impose.

Le traitement orthopédique doit répondre à un double impératif **de stabilité et de mobilité**.

- **Stabilité** : l'articulation doit être immobilisée dans une position de détente des éléments capsulo-ligamentaires atteints afin de permettre une cicatrisation protégée.
- **Mobilité** : les problèmes de raideur sont évités par une immobilisation courte.

Partant de ce double impératif, le traitement peut se dérouler de la façon suivante :

1°) Immobilisation de 8 à 15 jours dans une attelle palmaire segmentaire maintenant l'articulation lésée en extension ou légère flexion [19].



Figure 38 : Attelle palmaire segmentaire maintenant l'IPP en légère flexion [66]

La rééducation est entreprise dès les premiers jours [28,66].

- Lutte contre l'inflammation et l'œdème :

- massage drainant de la main et de l'avant bras,
- physiothérapie (cryothérapie, ionisation, courant antalgique),
- bandage compressif (type coheban).

Ceci est capital car ils perturbent l'atteinte des plans de glissement et favorisent la raideur articulaire secondaire.

-Entretien des amplitudes articulaires sus et/ou sous jacentes (en cas d'entorse de l'IPP, la mobilisation en flexion de l'IPD semble très importante car elle favorise la dorsalisation des bandelettes latérales de l'extenseur. En effet la possible rétraction du ligament principal (interphalangien) peut entraîner leur luxation palmaires et aboutir à une attitude en boutonnière) [37].

2°) Syndactylie entre le 8^{ème} et 15^{ème} jour pendant 15 jours.

- Mobilisation de l'articulation lésée.

Les mobilisations sont douces de manière passive et active sans résistances. Les bains de paraffine, micro mobilisations, massages transverses profonds en péri-articulaires peuvent être utiles pour préparer les mobilisations.

- Récupérer les amplitudes articulaires totales à partir de la 3^{ème} semaine.

Les mobilisations sont intensifiées :

- posture d'extension pour lutter contre le flossum,
- mobilisations actives et contre résistances (Exercices sur plateau canadien, power web...).

Dans l'ensemble, ces entorses ne sont pas trop invalidantes sur le plan sportif ce qui conduit à la négligence du traitement et peuvent rapidement être source de raideurs et de déformations secondaires. Il convient donc de sensibiliser le grimpeur de l'utilité du traitement et de sa rigueur ainsi que de sa participation active entre les séances.

5.2. Les luxations des phalanges

Logan et coll. [41] ont étudié l'incidence des lésions de la main et du poignet sur 545 grimpeurs faisant partie du club d'escalade de Grande Bretagne. Il recense 13% de luxation des phalanges.

Schöffl et coll. [69] ont retrouvé un pourcentage similaire (15%).

Les auteurs n'explicitent pas le type de luxation. Néanmoins, tout comme les entorses digitales, nous pouvons penser qu'elles entraînent essentiellement des lésions des ligaments collatéraux et de la plaque palmaire lors de **luxation latérale (IPP) et dorsale (IPD)** dans les prises couramment employées chez le grimpeur (arquée, tendue, mono-doigt).

- La luxation latérale de l'IPP :

Elle fait suite à un traumatisme latéral sur un doigt en extension (mouvement de torsion en tendue).

Elle associe une rupture d'un ligament collatéral et d'une partie plus ou moins importante de la plaque palmaire à son insertion sur P2 [66].

- La luxation dorsale de l'IPD :

Le mécanisme associe une compression axiale sur un doigt en hyperextension (arquée).

Elle se manifeste par une rupture de la plaque palmaire, un ligament collatéral est souvent atteint [45].

Ces luxations sont le plus souvent autoréduites. Dans le cas contraire, le diagnostic est évident et la réduction doit se faire en urgence, contrôlé secondairement par un examen radiologique. Le traitement est généralement orthopédique sauf contre indications citées précédemment. (IV.5.1.5).

1°) Immobilisation sélective de 8 à 15 jours, IP proche de l'extension pour éviter toute rétraction de la plaque palmaire [66].

- Lutte contre l'inflammation et l'œdème.
- Entretien des amplitudes articulaires sus et/ou sous jacentes.
- Mobilisation active protégée de l'articulation lésée en flexion/extension le plus tôt possible [45].

2°) Syndactylie diurne et orthèse nocturne en extension (pour contrôler un éventuel flessum) jusqu'à J45 [66].

- Récupérer les amplitudes articulaires totales.
- Micro mobilisation dans le plan latéral après J45 (cicatrisation ligamentaire acquise).
- Renforcement musculaire en flexion-extension (isométrique) après l'obtention d'un enroulement actif complet des doigts.
- Exercices fonctionnels.

Tout comme les entorses, les luxations des phalanges demandent un travail de rééducation précis. Il est important d'informer le grimpeur que la douleur et l'œdème peuvent subsister pendant 3 à 6 mois [45].

5.3. Les Fractures des phalanges

Les fractures des phalanges sont moins fréquentes, elles varient entre 3% selon Schöffl et coll. [69] à 7% pour Logan et coll. [41].

Nous avons peu de renseignements dans la littérature sur le type de fractures en escalade. Nous ne détaillerons pas dans le prochain paragraphe la variété des fractures possibles.

Le diagnostic se fait par l'examen clinique et la radiographie de face et de profil.

En règle générale, les fractures non déplacées bénéficient d'un traitement orthopédique. En revanche, toute fracture déplacée doit être réduite et ostéosynthésée.

Le choix de la technique et sa réalisation sont souvent difficiles et relèvent des centres spécialisés.

Dans tous les cas, la récupération de la fonction dépend d'une rééducation basée sur la lutte contre l'œdème post-traumatique ainsi qu'une mobilisation précoce de toutes les articulations digitales en fonction de la technique utilisée par le chirurgien [9,17].

5.4. La main chronique du grimpeur

Elle regroupe des déformations fixées et installées des IP lors d'accident aigu non traité ou de façon chronique suite à une hyper utilisation.

Holtzhausen et coll. [27] ont mis en évidence dans une étude réalisée sur des grimpeurs professionnels, **30% de lésion des IP**.

On retrouve un ensemble de signes cliniques et radiologiques qui traduisent la surcharge des articulations des doigts.

- La contracture irréductible de l'IPP

Il s'agit d'une déformation fixée de 10 à 15° au minimum de l'IPP associée à un défaut d'enroulement produit par le gonflement et l'enraidissement de l'articulation [47].

Celle-ci est souvent bilatérale et atteint de préférence l'annulaire suivi du majeur [6].

Lors de la première compétition internationale en 1989, Bollen [6] a répertorié ce flossum chez 24% des grimpeurs examinés.

- Le déficit d'extension actif de l'IPP

Il est créé soit par une distension passive de la bandelette médiane du système extenseur lors des prises arquées répétées, soit par un tonus excessif des fléchisseurs au profit des extenseurs [55].

- Des géodes sous-chondrales au niveau de l'IPP traduisant une hyperpression par micro-traumatismes, **des hypertrophies des crêtes d'insertions latéro-palmaires** de P1 qui témoignent du surmenage des insertions de la poulie A2. On met également en évidence **des pincements et des condensations des interlignes articulaires** (IPP et IPD) qui peuvent générer à long terme des phénomènes d'arthrose digitale [55,58].

La banalisation des entorses et des luxations autoréduites en milieu sportif est assez fréquente. Ceci aboutit après plusieurs années à des lésions capsulo-ligamentaires chroniques et des remaniements osseux qui viennent enrichir la sémiologie de la main du grimpeur.

Ces lésions sont peu invalidantes et rarement douloureuses chez le sportif mais elles témoignent de la conquête difficile d'un nouveau milieu.

La prévention de ces lésions prend dès lors une importance particulière car elle peut ralentir voire réduire la survenue de ces phénomènes d'adaptation.

V. CHAPITRE 5 : LA PREVENTION

Comme dans toute activité sportive, les conseils préventifs classiques sont essentiels. Nous évoquerons plus en détail une prévention spécifique du grimpeur, le « taping ».

1. L'échauffement

L'échauffement constitue le premier moyen de prévention des lésions et malgré tout il est souvent négligé par le sportif.

Il se décompose en trois phases : un échauffement général, la mobilisation des articulations, et enfin le travail musculaire spécifique [22].

- L'échauffement général a pour but d'augmenter le rythme cardio-pulmonaire et la température du corps favorisant ainsi une meilleure vascularisation tissulaire et une diminution de la viscoélasticité musculaire. Ceux-ci améliorent l'élasticité du muscle et donc par conséquent la souplesse.

On conseille classiquement 10 à 15 minutes de course lente, de vélo ou de corde à sauter.

- Toutes les articulations sont sollicitées en escalade. Afin de les préparer au travail à venir, des petits mouvements de rotation lents dans les deux sens sont possibles, d'abord dans de faibles amplitudes puis jusqu'à leur amplitude maximale sans forcer.

Il faut insister particulièrement sur le poignet et les doigts en mobilisant chaque articulation l'une après l'autre.

- Le travail musculaire spécifique des doigts longs est essentiel car il permet de les préparer aux contraintes énormes qu'ils vont subir lors de la pratique.

Des exercices d'ouverture et de fermeture de la main à vide, avec une balle de tennis ou de la plasticine permet d'échauffer spécifiquement les fléchisseurs des doigts. Schweitzer [71] a bien montré son importance. Il permet, selon lui, d'améliorer la course tendineuse des fléchisseurs réduisant l'apparition des pics de force sur le système des poulies digitales.

Ensuite des exercices globaux de suspension sont effectués sur barre fixe ou grosses prises non traumatisantes.

Les premières ascensions doivent être progressives effectuant au minimum trois voies de difficultés en dessous du niveau maximal.

L'échauffement améliore donc la précision et la coordination des mouvements tout en prévenant les lésions musculo-tendineuses [33].

2. L'entraînement

L'entraînement doit être nécessairement précédé d'un échauffement.

Il existe différents types d'entraînements en escalade : sur S.A.E, bloc, poutre, pan Güllich...

Il devra être progressif, tant dans la séance elle-même qu'au cours de l'année, mais également en fonction de l'âge du grimpeur.

Le travail musculaire est à la fois dynamique (membre en mouvement) et statique (sur une prise). Il est possible de travailler aussi bien la force que l'endurance.

Certains auteurs s'accordent à dire que la force maximale ne devrait être travaillée qu'à partir de la 4^{ème} ou 5^{ème} année de travail en endurance-force et jamais avant 18 ans [61].

La diversification de la pratique est essentielle, il faut éviter des entraînements trop spécifiques ainsi que la répétition acharnée de « passage clef » pendant des heures qui est très fréquente en « école d'escalade » [53, 55,56].

Radlinger [61] préconise un entraînement sur des prises larges (5 cm ou plus) plutôt que sur des réglettes de moins d'un centimètre. L'intensité de l'effort peut ainsi être augmentée tout en sollicitant le système digital et les articulations des doigts de façon moins importante.

La récupération est en fonction du niveau du sportif. En règle générale, les débutants ont besoin de plus de temps pour récupérer que les professionnels [23]. Toutefois il est nécessaire d'espacer d'au moins 48 heures les différentes séances d'entraînement [22,61].

Comme nous l'avons souligné précédemment, **la prise arquée** sollicite très fortement l'appareil fléchisseur des doigts et ne procure qu'une **sensation subjective** de force supplémentaire. Il faut donc sensibiliser au maximum le grimpeur à utiliser la prise tendue quand cela est possible [22].

Les contractions isométriques, très présentes en escalade, diminuent la vascularisation musculaire et tendineuse. Il est donc conseillé de réduire la durée et l'intensité des blocages en utilisant au maximum les jambes.

3. L'hygiène alimentaire et hydrique

Les mesures hygiéno-diététiques sont importantes au même titre que celles citées précédemment.

Elles sont basées sur :

- une régularité du rythme des repas, une alimentation équilibrée, une consommation modérée d'alcool (surtout les alcools forts), un sommeil suffisant [22,56],
- une hydratation suffisante, avant, pendant et après l'effort.

Un adulte de 70 kg consomme chaque jour sans effort physique près de 2,5 litre d'eau. Un déficit hydrique de 2 à 4% du poids corporel peut entraîner une baisse de performance de 20% [32].

Une bonne hydratation prévient des accidents musculaires et tendineux, favorise la circulation sanguine, régule la température interne et le rythme cardiaque et procure une sensation de bien-être [22].

Le mécanisme de la soif est déclenché lorsqu'il y a une perte de 1 à 2% du poids corporel en sueur. Mais à ce moment la déshydratation s'est déjà installée.

Pour prévenir cette situation, il est conseillé de boire à intervalles réguliers avant, pendant et après l'exercice.

Il est conseillé de boire 250 à 500 ml d'eau deux heures avant l'exercice et 125 à 250 ml juste avant l'effort (10 à 20 min).

Lors de l'activité physique 100 à 150 ml sont nécessaire pour pallier à la perte d'eau toute les 15 à 20 min.

Dès la fin de l'effort, il faut boire à satiété une eau éventuellement minéralisée [32].

Ces conseils d'hydratation ne sont pas absolus mais donnent quelques notions de l'importance d'un apport hydrique suffisant dans toute activité sportive. Il faut également tenir compte des conditions climatiques (soleil, vent, taux d'humidité...), de la température ambiante, de l'intensité et de la durée qui sont autant de facteurs qui influenceront la déshydratation.

4. Prévention particulière : le « taping*»

La rupture de la poulie A2 est un problème fréquemment rencontré chez les sportifs de haut niveau [4, 6, 30, 39, 49,74]. Les grimpeurs utilisent souvent le « taping » de la première phalange après un épisode lésionnel ou pour prévenir sa rupture.

Bollen [6] et Moutet [54] ont été les premiers à préconiser ce type de contention dans les années 1990, sans pour autant avoir la preuve scientifique de son utilité.

Depuis lors, Warme et coll. [80] et Schweizer [70] sont les seuls à avoir étudié en 2000 la véracité de son efficacité biomécanique.

- Warme et coll [80] ont testé l'effet du « taping » sur 72 doigts (pouce exclu) de cadavres jeunes (entre 20 à 47 ans) avec l'aide d'un appareil maintenant les doigts en position arquée. La poulie A2 est renforcée par 3 tours de « taping » adhésif de 15 mm de large sur 36 doigts. Une rupture isolée s'est produite dans 27% des doigts pour A2, 16% pour A4 et 2% pour A3. La poulie A2 s'est rompue au même moment que A3 et A4 dans 55% des cas.

La moyenne des forces de rupture entre les doigts avec et sans « taping » n'est statistiquement pas significative.

Dans tous les cas, la rupture de A2 n'a pu être évitée par la mise en place du « taping ».

- Schweizer [70] a effectué la même expérience « in vivo » sur 16 doigts (majeurs et annulaires) avec 4 tours d'un « taping » de 13 mm de largeur appliqué dans un premier temps au niveau du bord distal de A2 (a) et dans un second temps au niveau du bord distal de P1 (b).

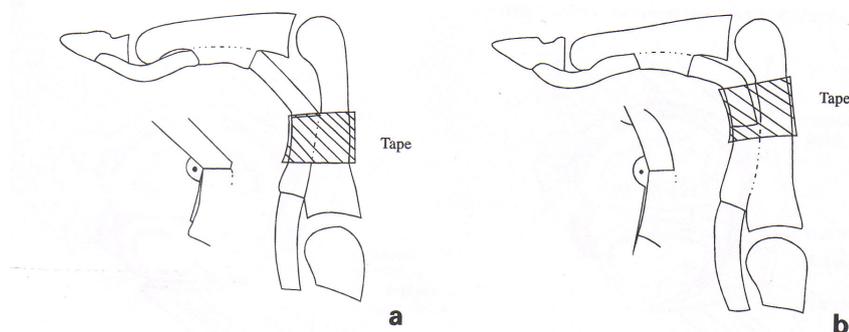


Figure 39 : Place du « taping » [70]

(a) Taping au niveau bord distal de A2

(b) Taping au niveau du bord distal de P1.

Le premier test (a) a mis en évidence une diminution de la corde d'arc de moins de 5% et une absorption de 11% de la force physiologique de la corde d'arc.

Le second test (b) a montré une diminution de la corde d'arc de 22% et une absorption de cette même force de 12%.

D'un point de vue biomécanique, la protection de la poulie A2 par le « taping » est minime et son caractère préventif n'est pas à la hauteur du sentiment partagé par la plupart des grimpeurs.

CONCLUSION

L'escalade est passée d'un sport de loisirs à un sport de compétition. Le niveau des jeunes grimpeurs ne cesse d'augmenter. Les entraînements intensifs en salle et en particulier sur « pan », barre à traction ou poutre se généralisent et engendrent la répétition de gestes spécifiques créant des micro-traumatismes d'hypersollicitation des doigts.

Trois grandes catégories s'en dégagent : les tendinites ou ténosynovites, les lésions des poulies digitales et les traumatismes articulaires. Notons également que des cas plus rares, mais décrits dans la littérature, évoquent des lésions musculaires propre à l'escalade comme la déchirure des lombricaux lors d'une prise mono-doigt. Il semblerait également que des micro-traumatismes répétés seraient un facteur aggravant au développement de la maladie de Dupuytren.

Le diagnostic différentiel de ces lésions n'est pas toujours évident. La prise en charge est souvent négligée tant par le sportif que par le milieu médical à cause d'une méconnaissance de ses atteintes spécifiques, aboutissant à des raideurs et déformations ostéo-articulaires secondaires.

La prévention, comme toutes pathologies d'hypersollicitation, est essentielle.

La plus spécifique semble être le « taping » mais son caractère prophylactique et/ou curatif n'est pas à la hauteur des sensations subjectives des grimpeurs.

Elle passe alors par un échauffement structuré, une diversification de la pratique et des types de préhensions ainsi qu'une bonne hygiène de vie, sans oublier une hydratation suffisante.

L'utilisation de la prise arquée ne produit pas de force supplémentaire par rapport à la position tendue, qui est plus physiologique et moins traumatisante. Il convient donc de sensibiliser les grimpeurs à utiliser le plus possible cette préhension quand la prise le permet ; et ceci dès le plus jeune âge dans les écoles d'escalade.

Il est nécessaire également d'informer le sportif vis-à-vis des risques qu'il encourt à long terme de s'entraîner de manière répétée et intense. En effet comme le soulignait déjà Moutet en 1992, les grimpeurs sont probablement exposés à un vieillissement précoce de toute la chaîne ostéo-articulaires des doigts à cause de l'hyperpression subie par les cartilages.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BARDIN T., La main rhumatologique. Journées d'enseignement organisées par l'URAM de l'hôpital Lariboisière 2000-2001-2002 ; 118-23
- [2] BLETON R., La maladie de Dupuytren. XVIIe journées de rééducation ; Octobre 2001
- [3] BOITARD D., LAFFONT I., Position arquée des doigts et rupture des poulies digitales. Un sport, un geste, une pathologie ; Edition Masson 1999, Rodineau&Sailant ; 115-21
- [4] BOLLEN S.R., Injury to the A2 pulley in rock climbers. Journal of Hand surgery 1990 ; 15B ; 268-70
- [5] BOLLEN S.R., Soft tissue injury in extreme rock climbers. British Journal of Sports Medecine 1988 ; 22 (4) ; 145-7
- [6] BOLLEN S.R., GUNSON CK., Hand injuries in competition climbers. British Journal of Sports Medecine 1990 ; 24 (1) ; 16-8
- [7] BOUTAN M., CASOLI V., Mains&Préhensions, entre fonctions et anatomie. Edition Sauramps médical 2005.
- [8] BRAND W., HOLLISTER A., Clinical mechanics of the hand. In: Ryan J.D., Thorp D., Mosby Year Book ; 2nd ed 1993 ; C.V. Mosby, St. Louis, MO ; 311-5
- [9] CHELL J., STEVENS K.,PRESTON B, TIMOTHY R., Bilateral fractures of the middle phalanx of the middle finger in an adolescent climber. The American Journal of Sports Medicine 1999 ; 27 (6) ; 817-9
- [10] DACQUIN P., BUREAU H., BOUDARD F., FRITSCH B., THOMAS C., TOLEDANO E et coll. Rééducation de la maladie de Dupuytren. EMC Kinésithérapie, Médecine physique-Réadaptation 2000 ; 26-220-B-50
- [11] DANOWSKI RG., CHANUSSOT JC., La rupture des poulies digitales. Le spécialiste de médecine du sport au service des praticiens 1998 ; 16.
- [12] DARLOT P., Pathologie de la main liée à la pratique de l'escalade. Thèse Médecine ; Paris VI ; 1985 ; 129 p
- [13] DOYLE JR., Anatomy and function of the palmar aponeurosis pulley. Journal of Hand surgery 1990 ; 15A ; 78-82
- [14] DOYLE JR., Anatomy of the flexor tendon sheath and pulley system. Journal of Hand Surgery 1988 ; 13A ; 473-84
- [15] DOYLE JR., Palmar and digital flexor tendon pulleys. Clinical Orthopaedics and Related Research 2001 ; 383 ; 84-96

- [16] DOYLE JR., BLYTHE W., The finger flexor tendon sheath and pulleys: Anatomy and reconstruction. AAOS Symposium on Tendon Surgery in the Hand. Saint Louis ; C.V. Mosby Co ; 1975 ; 81-7
- [17] DUBERT T., Fractures récentes des articulations IPP. Chirurgie de la main 2005 ; 24 (1) ; 1-16
- [18] DUVAL M.A., La main du grimpeur : approche physiologique clinique et expérimentale. Thèse Médecine ; Nice ; 1986 ; 133 p
- [19] EGAL V., Entorses et luxations des doigts longs. Kinésithérapie scientifique 1997 ; 365 ; 2p
- [20] GALB M., RANGGER C., LUTZ M., FINK C., RUDISCH A., PECHLANER S., Disruption of the finger flexor pulley system in elite rock climbers. The American Journal of Sports Medicine 1998 ; 26 (5) ; 651-5
- [21] GABL M., REINHART C., LUTZ M., BODNER G., ANGERMANN P., PECHLANER S., The use of a graft from the second extensor compartment to reconstruct the A2 flexor pulley in the long finger. Journal of Hand Surgery 2000 ; 25B (1) ; 98-101
- [22] GLEE N., ROUSSELET J-P., Escalade. Initiation, progression, technique, sécurité, entraînement. Edition Les Guides Libris 2003
- [23] GLOWACZ S., POHL W., Escalade. Edition Hachette 1996
- [24] GROTH G., Pyramid of progressive force exercises to the injured flexor tendon. J Hand Ther 2004 ; 17 ; 31-42
- [25] GUILLAUME P., Les poulies digitales : leur importance dans la pratique de l'escalade sportive. Mémoire Kiné UCL ; 1992 ; 98 p
- [26] HAAS JC., MEYERS MC., Rock climbing injuries. Sports Medicine 1995 ; 20 (3) ; 199-205
- [27] HOLTZHAUSEN L., NOAKES T., Elbow, forearm, wrist and hand injuries among sport rock climbers. Clin. J. Sports Med. 1996 ; 6 (3) ; 196-203
- [28] JEBSON P., STEYERS C., Hand injuries in rock climbing: reaching the right treatment. The physician and sportsmedicine 1997 ; 25 (5) ; 6p
- [29] KAPANDJI A., Physiologie articulaire. 6ème édition ; Maloine 2005
- [30] KEVIN G., SHEA., MD., OWEN F., BA and ROY A., MEALS., Manual demands and consequences of rock climbing. Journal of Hand surgery 1992 ; 17A ; 200-5
- [31] KLAUSER A., BODNER G., FRAUSCHER F., GABL M., HALPERN E., SPRINGER P et coll. Finger pulley injuries in extreme rock climbers: depiction with dynamic US. Radiology 2002 ; 222 (3) ; 755-61

- [32] KLEINER S., GREENWOOD-ROBINSON M., Alimentation musclée. Edition Vigot 2001
- [33] KREJCI V., KOCH P., Lésions musculaires et tendineuses du sportif. ABC de médecine du sport ; Edition Masson 1985
- [34] LAFFARGUE C., Evaluation clinique de la maladie de Dupuytren opérée et incidences thérapeutiques. Les feuillets du gemmsor 2004.
- [35] LAFFONT I., CANTALLOUBE S., PEYRE M., LECLERQ C., DE CLUSE J., Pathologie traumatique de la main du grimpeur. Main et médecine orthopédique, collection de pathologie locomotrice et de médecine orthopédique. Edition Masson ; Paris ; 1997 ; 247-56
- [36] LEDDY JP., Flexor tendons-Acute injuries. Operative Hand Surgery, vol 2, 3ème édition.
- [37] LE NEN D., LAULAN J., Sémiologie de la main et du poignet. Edition Sauramps médical 2001.
- [38] LERICOLAIS A., OVIEVRE JM., ALNOT JY., BEDOISEAU M., Lésions des tendons fléchisseurs des doigts. Kinésithérapie scientifique 1992 ; 316 ; 6p
- [39] LE VIET D., ROUSSELIN B., ROULOT E., LANTIERI L., GODEFROY D., Diagnosis of digital pulley rupture by computed tomography. Journal of Hand Surgery 1996 ; 21A ; 245-8
- [40] LIN GT., AMADIO PC., AN KN., COONEY WP., Functional anatomy of the human digital flexor pulley system. Journal of Hand Surgery 1989 ; 14A ; 949-56
- [41] LOGAN A.J., MAKWANA N., MASON G., DIAS J., Acute hand and wrist injuries in experienced rock climbers. British Journal Sports Medecine 2004 ; 38 ; 545-8
- [42] LOGAN A.J, MASON G., DIAS J., MAKWANA N., Can rock climbing lead to Dupuytren's disease ? British Journal of Sports Medecine 2005 ; 39 ; 639-44
- [43] MANSKE PR., LESTER PA. Strength of human pulley. Hand 1997 ; 9 ; 147-52
- [44] MARCO R., SHARKEY N., SMITH T., ZISSIMOS A., Pathomechanics of closed rupture of the flexor tendon pulleys in rock climbers. The Journal of Bone and Joint Surgery 1998 ; 80A (7) ; 1012-9
- [45] MASMEJEAN E., CHANTELOT C., ALNOT JY., Entorses et luxations de l'articulation interphalangienne proximale des doigts longs. Kinésithérapie scientifique 1997 ; 365 ; 3p
- [46] McFARLANE RM., The current status of Dupuytren's disease. J. Hand Ther. 1995 ; 8(181)
- [47] MEEUSEN R., Lésion du poignet et de la main. Série : Revalidation sportive 1999 ; 82-8 et 156-67

- [48] MERLE M., DAP F., Lésions traumatiques des tendons fléchisseurs de la main. Encyclopédie Médical de Chirurgie-Appareil Locomoteur ; Editions Techniques 1992 ; 12p
- [49] MICHAEL D., ROOKS M., RICHARD B., JOHNSTON R., ENSOR C, JAMES S., Injury patterns in recreational rock climbers. American journal of Sports Medecine 1995 ; 23 (6) ; 683-86
- [50] MITSIONIS G., BASTIDAS J., GREWAL R., PFAEFFLE H., FISCHER K., TOMAINO M., Feasibility of partial A2 and A4 pulley excision: effect on finger flexor tendon biomechanics. Journal of Hand Surgery 1999 ; 24A ; 310-4
- [51] MOUTET F., Les poulies de l'appareil fléchisseur : anatomie, pathologies, traitement. Chirurgie de la main 2003 ; 22 ; 1-12
- [52] MOUTET F., DEDIEU J.F., JAMBON D., MITERNIQUE B., THOMAS D., VIAL B et coll. Rééducation et appareillage de la main traumatique. Monographies de bois-larris ; Edition Masson 1988
- [53] MOUTET F., GUINARD D., CORCELLA D., DE MOURGUES P., La réparation des ruptures des poulies des fléchisseurs chez le grimpeur. Journal de Traumatologie du Sport 1998 ; 15 ; 221-4
- [54] MOUTET F., GUINARD D., GERARD PH., MUGNIER C., Les ruptures sous-cutanées des poulies des fléchisseurs des doigts longs chez les grimpeurs de haut niveau. Annales de Chirurgie de la Main 1993 ; 12 (3) ; 182-8
- [55] MUGNIER C., MOUTET F., La main du grimpeur. Annales Kinésithérapie 1992 ; 19 (1) ; 19-23
- [56] MUGNIER C., MOUTET F., GUINARD D., GERARD PH. La main du grimpeur. Lésion de la main chez le sportif ; Ed Frison-Roche 1996 ; 139-45
- [57] ORSET G., Traitement kinésithérapique des doigts à ressaut. Les feuillets du gemmsor 2002.
- [58] PEQUIGNOT P., DUVAL M.A., GIORDANO P., La main du grimpeur : approche expérimentale et clinique. 174-183
- [59] QUAINÉ 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 ; 25 ; 634-7
- [60] QUAINÉ F., VIGOUROUX L., MARTIN L., Effect of simulated rock climbing finger postures on force sharing among the fingers. Clinical Biomechanics 2003 ; 18 ; 385-8
- [61] RADLINGER L., L'escalade libre. Méthodes d'entraînement et conseils pour diminuer les dangers de blessures dues à l'escalade libre. Edition Macolin ; 10 ; 9-11

- [62] ROHRBOUGH JT., KENNETH M., SCHILLING RC., Overuse injuries in elite rock climber. *Medecine&Science in sport&Exercice* 2000 ; 32 (8) ; 1369-72
- [63] ROMAIN M., PELLEGRIN R., Les ruptures tendineuses en pratique sportive. *Médical Cup* 2001
- [64] ROOKSMD., Rock climbing injuries. *Sports medecine* 1997 ; 23 (4) ; 261-70
- [65] ROUSSEL C., TERRADE P., Ruptures des tendons fléchisseurs. *Kinésithérapie scientifique* 1992 ; 316 ; 3p
- [66] ROUZAUD S., LE MENEZ P., BELLOT ML., GUIMBERTEAU JC., PANCONI B., BOILEAU R et coll., Prise en charge orthopédique des entorses et luxations des interphalangiennes proximales. *Les feuillets du gemmsor* 2004.
- [67] SALOMON J-C., VIGIER C., *Pratique de l'escalade*. Edition Vigot 1989
- [68] SCHOFFL V., EINWAG F., STRECKER W., SCHOFFL I., Strength measurement and clinical outcome after pulley ruptures in climbers. *Med. Sci. Sports Exerc* 2006 ; 38 (4) ; 637-43
- [69] SCHOFFL V., HOCHHOLZER T., WINKELMANN H.P., STRECKER W., Pulley injuries in rock climbers. *Wilderness and Environmental Medicine* 2003 ; 14 (2) ; 94-100
- [70] SCHWEIZER A., Biomechanical effectiveness of taping the A2 pulley in rock climbers. *Journal of Hand Surgery* 2000 ; 25B ; 102-7
- [71] SCHWEIZER A., Biomechanical properties of the crimp grip position in rock climbers. *Journal of Biomechanics* 2001 ; 34 ; 217-23
- [72] SCHWEIZER A., Lumbrical tears in rock climbers. *Journal of Hand Surgery* 2003 ; 28B (2) ; 187-9
- [73] THOMAS D., PARZY O., MOUTET F., Protocole de rééducation post-opératoire et devenir des ruptures des poulies des fléchisseurs. *Chirurgie de la main* 2003 ; 22 ; 223-81
- [74] TROPET Y., MENEZ D., BALMAT P., PEM R., VICHARD PH., Closed traumatic rupture of the ring finger flexor tendon pulley. *Journal of Hand Surgery* 1990 ; 15A ; 745-7
- [75] TUBIANA R., *Traiter de chirurgie de la main*. Editions Masson 1980 ; Tome I-II ; 234-7
- [76] TUBIANA R., *Traiter de chirurgie de la main*. Editions Masson 1980 ; Tome VI ; 79-100
- [77] VANDEPUTTE G., DUBERT T., Closed traumatic rupture of the flexor pulleys of a long finger associated with avulsion of the flexor digitorum superficialis. *Journal of Hand Surgery* 2001 ; 26B (3) ; 266-8
- [78] VERDAN C., Syndrome of the quadriga. *Surgical Clinic of North America* 1960 ; 40 ; 425-6

- [79] VOULLIAUME D., FORLI A., PARZY O., MOUTET F., Réparation des ruptures de poulie chez le grimpeur. *Chirurgie de la main* 2004 ; 23 ; 243-48
- [80] WARME W., BROOKS D., The effect of circumferential taping on flexor tendon pulley failure in rock climbers. *The American Journal of Sports Medicine* 2000 ; 28 (5) ; 674-8
- [81] WRADEL PH., CORCELLA D., FORLI A., MOUTET F., Une pathologie spécifique du grimpeur: les lésions de poulies digitales des fléchisseurs. *Sportmedizin und sporttraumatologie* 2002 ; 50 (1) ; 11-5
- [82] WRIGHT DM., ROYLE TJ., MARSHALL T., Indoor rock climbing: who gets injured? *British Journal Sports Medicine* 2001 ; 35 ; 181-85
- [83] ZHAO CF., AMADIO PC., BERGLUND L., AN KN., The A3 pulley. *Journal of Hand Surgery* 2000 ; 25A ; 270-6
- [84] ZILTENER JL., LEAL S., MENETREY J., Pathologies de surcharge spécifiques à l'escalade sportive. *Sportmedizin und sporttraumatologie* 2005 ; 53 (1) ; 36-9

Sites Internet :

- [85] MERLE M., DAUTEL G., DUMONTIER C., Comment améliorer la chirurgie des tendons de la main. <http://www.maitrise-orthop.com> ; 18p
- [86] www.planetgrimpe.com
- [87] www.orthopedie.com

Photos personnelles :

- [88] Arquée
- [89] Tendue
- [90] Plateau canadien
- [91] Digi-flex
- [92] Power Web
- [93] Bloc de Bunnel
- [94] Poutre
- [95] Pan Güllich

LEXIQUE

Blocage : Il s'agit d'un mouvement statique sur un ou deux bras où les muscles sont en contraction isométrique.

Baudrier : Harnais de sécurité permettant aux grimpeurs de s'encorder.

Coinceur : Matériel d'assurage que le leader coince dans les fissures comme point d'ancrage et qui est récupéré par le second.

Cordée : Composé de deux grimpeurs, chacun assurant l'autre (« compagnon de cordée »).

Crash pad : Petit matelas transportable qui permet d'amortir la chute en bloc.

Dégaine : Constituée de deux mousquetons reliés par une sangle. L'un est placé dans le point d'ancrage de la paroi et l'autre reçoit la corde.

Dévers : Voie où l'inclinaison dépasse la verticale.

Enchaîner (une voie) : Réaliser tous les mouvements d'une voie, à la suite, sans tomber et sans s'aider du matériel en place.

Mou : Distance de corde supplémentaire donnée par l'assureur pour ne pas aider le grimpeur dans sa progression.

Mousqueton : Anneau métallique s'ouvrant sur un côté pour être accroché sur un point d'ancrage ou pour recevoir la corde.

Pan Güllich : Petit mur d'entraînement formé de lattes en bois horizontales et larges de quelques centimètres. L'exercice se réalise uniquement avec la force du membre supérieur.

Parade : Méthode d'assurage en bloc où le pareur amorti le choc du grimpeur en cas de chute.

Piton : Lame de métal pourvue d'un anneau où l'on peut placer une dégainé. Elle est fixée à l'aide d'un marteau dans les fissures du rocher.

Poutre : Outil d'entraînement formé d'une série de préhension symétrique où l'on réalise des tractions.

Taping : Bandage adhésif non élastique de largeur variable utilisé par les grimpeurs pour prévenir les lésions des poulies digitales.

Volé : Attraper une prise avec les doigts lors d'un mouvement dynamique.