

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**2014**

**Bc. Michaela Čížková**

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Katedra fyzioterapie**

**Poranění šlachových poutek jako jeden z nejčastějších  
úrazů ve sportovním lezení**

Diplomová práce

**Vedoucí diplomové práce:**

Mgr. Kateřina Holubová

**Autor:**

Bc. Michaela Čížková

**Praha 2014**

## **Abstrakt**

**Název práce:** Poranění šlachových poutek jako jeden z nejčastějších úrazů ve sportovním lezení

**Vymezení problému:** Tato práce je zaměřena na nejčastější poranění ruky ve sportovním lezení. Popisuje mechanismus úrazu a možnosti konzervativní i chirurgické léčby dle stanovených terapeutických směrnic (guidelines) v závislosti na tíži poranění.

**Cíl práce:** Cílem práce je rešeršní zpracování dostupných literárních zdrojů o anatomii, kineziologii a biomechanice ruky a šlachových poutek v souvislosti s vlivem sportovního zatížení včetně analýzy, proč právě poranění šlachových poutek je nejčastějším úrazem ruky ve sportovním lezení, a jak lze toto poranění efektivně léčit. A to od samotného vzniku až po návrat k plnému tréninkovému zatížení dle terapeutických směrnic vytvořených na základě rozsáhlých výzkumů lékařů Schöffla a Hochholzera. Tato práce by měla zároveň sloužit jako terapeutický návod pro české sportovní lezce trpící tímto poraněním, jež je obecně velmi často podceňováno a nedostatečně léčeno.

**Metody:** Diplomová práce má deskriptivně – analytický charakter a je zpracována formou literární rešerše.

**Klíčová slova:** šlachové poutko, ruka, sportovní lezení, fyzioterapie, konzervativní terapie

## **Abstract**

**Title:** Flexor tendon pulley lesion as a most frequent injury in sport climbing

**Specification of the problem:** This thesis is focused on the most frequent injury of the hand in sport climbing. It describes the mechanism of the injury and possibilities of conservative and surgical treatment according to the given guidelines in dependence on its relevance.

**Objectives:** The aim of this thesis is the literary review of accessible literary resources from the field of anatomy, kinesiology and biomechanics of the hand and flexor tendon pulley in connection with a sport activity. Furthermore it is aimed on an analysis why is the flexor tendon pulley injury the most frequent injury in sport climbing, and on methods how to treat this injury in the most effective way from the beginning till the return to the full performance based on therapeutic guidelines created by Dr. Schöffl nad Dr. Hochholzer. This thesis should serve as a therapeutic manual for the Czech sport climbers suffering from this type of injury, which is generally very often underestimated and not treated sufficiently.

**Methods:** This diploma thesis has descriptively-analytical character and is structured as a literary review.

**Keywords:** tendon pulley, hand, sport climbing, physiotherapy, conservative treatment

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Kateřiny Holubové a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne.....

.....

podpis diplomanta

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych na tomto místě poděkovala své vedoucí Mgr. Kateřině Holubové za cenné rady a trpělivost při zpracování mé diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala svému partnerovi za pomoc při korektuře textu a psychickou podporu a v neposlední řadě svým kamarádům horolezcům, kteří mě inspirovali k napsání této práce, a kterým bych touto cestou práci ráda věnovala s přáním menší incidence tohoto poranění.

## EVIDENČNÍ LIST KNIHOVNY

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu, a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:      Fakulta/katedra:      Datum vypůjčení:      Podpis:

---

## **Obsah**

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2 SOUČASNÝ STAV BĀDÁNÍ</b> .....	<b>3</b>
<b>3 CÍLE A VĚDECKÉ OTÁZKY</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>6</b>
<b>3.2 VĚDECKÉ OTÁZKY</b> .....	<b>6</b>
<b>4 METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>7</b>
<b>4.1 ÚKOLY A POSTUP PRÁCE</b> .....	<b>7</b>
<b>4.2 METODY</b> .....	<b>7</b>
<b>4.2.1 Metoda výběru studií</b> .....	<b>7</b>
<b>4.2.2 Kritéria pro zařazení studie do přehledu</b> .....	<b>8</b>
<b>4.2.3 Kritéria pro vyloučení studií</b> .....	<b>8</b>
<b>5 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE</b> .....	<b>9</b>
<b>5.1 ANATOMIE RUKY</b> .....	<b>9</b>
<b>5.1.1 Kostí prstů</b> .....	<b>9</b>
<b>5.1.2 Svaly ruky</b> .....	<b>9</b>
<b>5.1.3 Šlacha</b> .....	<b>11</b>
<b>5.1.4 Šlachová pochva</b> .....	<b>12</b>
<b>5.1.5 Retinakula prstů ruky</b> .....	<b>13</b>
<b>5.2 KINEZIOLOGIE RUKY A ÚCHOPU</b> .....	<b>14</b>
<b>5.2.1 Základní pohyby zápěstí a ruky</b> .....	<b>15</b>
<b>5.2.2 Základní pohyby prstů</b> .....	<b>15</b>
<b>5.2.3 Synergie extenzorů zápěstí a flexorů prstů</b> .....	<b>16</b>
<b>5.2.4 Kineziologie úchopu a koordinační systém prstů</b> .....	<b>16</b>
<b>5.3 SPORTOVNÍ LEZENÍ</b> .....	<b>17</b>



<b>5.3.1 Charakteristika sportovního lezení .....</b>	<b>17</b>
<b>5.3.2 Dělení sportovního lezení .....</b>	<b>17</b>
<b>5.3.3 Rizikové faktory .....</b>	<b>20</b>
<b>5.4 ZRANĚNÍ VE SPORTOVNÍM LEZENÍ.....</b>	<b>23</b>
<b>5.4.1 Mechanismus úrazu u lezců.....</b>	<b>24</b>
<b>5.4.2 Četnost poranění a jejich lokalizace.....</b>	<b>25</b>
<b>5.5 BIOMECHANIKA RUKY VE SPORTOVNÍM LEZENÍ .....</b>	<b>26</b>
<b>5.5.1 Biomechanika šlachových poutek.....</b>	<b>27</b>
<b>5.6 TYPY ÚCHOPU VE SPORTOVNÍM LEZENÍ.....</b>	<b>29</b>
<b>5.6.1 Důvody k použití uzavřeného úchopu ve sportovním lezení.....</b>	<b>32</b>
<b>6 PORANĚNÍ ŠLACHOVÝCH POUTEK.....</b>	<b>34</b>
<b>6.1 DIAGNOSTIKA – VYŠETŘOVACÍ METODY .....</b>	<b>35</b>
<b>6.1.1 Klinické vyšetření .....</b>	<b>36</b>
<b>6.1.2 Zobrazovací metody .....</b>	<b>37</b>
<b>6.2 TERAPIE.....</b>	<b>38</b>
<b>6.2.1 Konzervativní terapie .....</b>	<b>41</b>
<b>6.2.2 Chirurgická léčba .....</b>	<b>41</b>
<b>6.3 SPECIFICKÉ REHABILITAČNÍ POSTUPY PŘI PORANĚNÍ PRSTŮ .....</b>	<b>46</b>
<b>6.3.1 Akutní ošetření.....</b>	<b>47</b>
<b>6.3.2 Klid a imobilizace.....</b>	<b>49</b>
<b>6.3.3 Taping .....</b>	<b>49</b>
<b>6.3.4 Fyzioterapie .....</b>	<b>55</b>
<b>6.3.5 Příklad cvičení.....</b>	<b>58</b>
<b>6.3.6 Fyzikální terapie .....</b>	<b>62</b>
<b>6.3.7 Masáže.....</b>	<b>64</b>
<b>7 VÝSLEDKY .....</b>	<b>64</b>

<b>8 DISKUZE .....</b>	<b>71</b>
<b>9 ZÁVĚR .....</b>	<b>78</b>
<b>10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>80</b>
<b>11 PŘÍLOHY .....</b>	<b>87</b>

# 1 ÚVOD

Moderní sportovní lezení je disciplína, která se začala rozvíjet na konci sedmdesátých let minulého století. V posledních dvaceti letech nabývá stále větší a větší popularity. Se vznikem nových lezeckých center a s vývojem nového bezpečnostního materiálu se lezení stává stále dostupnějším sportem, a to i pro lidi z velkých měst. V roce 1988 byla v USA pouze tři lezecká centra, v roce 2006 jich bylo více než 700. Paralelně s popularitou tohoto sportu rostla též výkonnost sportovních lezců. V roce 1983 vylezl Jerry Moffat cestu „The Face“, která byla jako první ohodnocena stupněm 10 UIAA (Union Internationale des Associations d'Alpinisme). O osm let později posouvá limity Wolfgang Güllich přelezem cesty „Action Direct“ s novým stupněm obtížnosti 11 UIAA, v roce 2008, dvacet let od přelezení „The Face“, přelézá Chris Sharma cestu „Jumbo Love“ s obtížností 12 UIAA, v roce 2012 přelézá český lezec Adam Ondra pravděpodobně nejtěžší cestu dnešní doby „Change“, která jako první nese obtížnost 12+ UIAA.

Sportovní lezení se odlišuje od tradičních lezeckých disciplín převážně tím, že odpadá výrazněji faktor strachu a nebezpečí a lezec se může plně soustředit na svůj výkon. Daleko více je v tomto odvětví lezení kladen důraz na trénink, techniku a sílu. Výsledkem toho je snížení počtu úrazů jako takových, ale zvýšení počtu poranění měkkých tkání, a to především na horní končetině.

Poranění šlachových poutek je patologie, která byla popsána Bollenem poprvé v roce 1988 u sportovních lezců, a dnes je jedním z nejčastějších poranění v této disciplíně. V žádném jiném sportu se toto poranění nevyskytuje tak často, jako ve sportovním lezení.

Dosahování stále vyšší obtížnosti lezeckých výstupů v posledních dvaceti letech provází častější výskyt poranění pohybového ústrojí lezců, a to:

1. úrazy, tj. náhlá jednorázová poranění (např. zlomeniny, natržení nebo přetržení šlachy či kloubního vazů)

2. chronické (trvalé) degenerativní změny (např. artróza nebo vznik nestabilního kloubu), tj. déletrvající nebo opakující se potíže (vždy následek neadekvátního léčení a nedostatečného zhojení)

3. mikrotrauma, tj. poškození z nadměrné námahy (přetížení), v důsledku opakovaného nebo stálého mechanického přetěžování na hranici meze pevnosti tkání (analogie s "únavou materiálu"), při dlouhodobém nepoměru mezi velikostí zátěže a možnostmi přizpůsobení tkání (Rotman, 2012).

## 2 SOUČASNÝ STAV BĀDÁNĪ

Poranění šlachových poutek se objevuje jako nové trauma přibližně v polovině osmdesátých let dvacátého století v souvislosti s rozvojem sportovního lezení. Tato patologie je nejčastěji zjišťována u sportovních lezců a byla poprvé popsána Bollenem v roce 1988 (Bollen, 1988). Toto poranění Bollen označil jako tzv. „lezecký prst“ a byl též první, kdo předpokládal, že příčinou ruptury šlachového poutka A2 je tzv. uzavřený úchop (Bollen, 1990). Uzavřený úchop je lezci hojně využíván při držení malého chytu.

Na konci osmdesátých a na počátku devadesátých let bylo toto poranění léčeno zejména chirurgicky, proto vzniklo mnoho studií věnujících se operační léčbě tohoto zranění (Widstrom, 1989, Lin, 1989, Johnson, 1989, Okutsu, 1987, Moutet, 1993).

Postupně též vznikaly studie věnující se anatomii a biomechanice šlachových poutek (Doyle, 1988, Lin, 1989, Lin 1990, Amadio, 1989, Roloff, 2006). A s rozvojem medicínské techniky se začaly objevovat studie věnující se co nejpřesnější diagnostice tohoto poranění. Poranění šlachových poutek může být diagnostikováno kromě aspekčně-palpačního vyšetření též ultrazvukem či magnetickou rezonancí, o účinnosti tohoto vyšetření pojednávají studie Heucka (1992), Martinoliho (2000), McGeorge (1990), Klausera (2004) či Gabla (1996).

Některé studie dokazují, že čím vyšší obtížnost cest lezec leze, tím větší je riziko poranění šlachových poutek (Schöffl, 2003, Wright, 2001), proto v mnoha studiích dominovali závodní lezci schopní lézt vysokou obtížností cest. Poraněním šlachových poutek u amerických elitních lezců se zabýval například Gabl (1998), u německých lezců to byl např. Schöffl (2002) či Hochholzer (1993). Studii věnovanou českým elitním lezcům zpracoval Rotmann (1987), který tuto studii zaměřil na poranění ruky z přetížení. Vzhledem k tomu, že se toto poranění začalo objevovat i u lezců velmi nízkého věku, zpracoval Schöffl v roce 2003 studii věnovanou poranění šlachových poutek u lezců závodících za juniorský národní tým v Německu, kdy tuto skupinu dětí porovnával s dětmi věnujícími se lezení pouze jako volnočasové aktivitě (Schöffl, 2003). Dalším autorem, který se věnoval poranění šlachových poutek u mladých lezců, byl Carmeli (2001), který ve své studii porovnal výskyt poranění u mladých lezců se skupinou lezců nad 18 let. Dále vznikaly studie věnující se vzniku poranění v lezeckých halách (Wright, 2001) a v čistě přírodních terénech (Bannister, 1986).

Co se týče konzervativní terapie tohoto poranění, bylo nejvíce studií věnováno pravděpodobně tapingu poutek. Jedním z prvních, kdo se zabýval výzkumem tapingu šlachových poutek, byl Rettig (1997), který zkoumal vliv tapu na sílu prstů ruky, dále Warne a Brooks (2000), kteří zkoumali efektivitu cirkumferenciálního tapingu těsně nad poutkem ve smyslu redukce tětiového efektu. Dále se tímto tématem zabýval švýcarský horolezec Schweizer (2000), který na toto téma kromě studie zpracoval i svou disertační práci (Schweizer, 1999). Jednu z nejnovějších studií věnovanou tapingu šlachových poutek zpracovala pravděpodobně Isabelle Schöffl (2007), která nejen že ve své studii porovnává různé metody tapingu, ale představuje zde i metodu zcela novou a dle jejích výzkumů též nejefektivnější. Nadále se konzervativní terapii věnuje ve své studii Schöffl (2004) a jednu kapitolu věnoval této problematice i ve své knize z roku 2003 „So weit die Hände greifen“. K rehabilitaci šlachových poutek se též vyjadřuje Hahn (2003). V České republice se terapii šlachových poutek věnuje zejména MUDr. Hebelka (2010) a Milada Kukačková, která tomuto tématu věnovala v roce 2008 svou diplomovou práci na UK FTVS a dále rehabilitaci ruky rozvíjí ve své praxi.

Celkově nejširší výzkum o tématu poranění šlachových poutek z hlediska sportovního lezení provedli němečtí lékaři Schöffl a Hochholzer. Tři roky, od roku 1998 do roku 2001, zkoumali tito autoři 604 sportovních lezců, kteří utrpěli nějaké zranění během sportovního lezení. Z této studie vyplynulo, že právě poranění šlachových poutek je nejčastějším poraněním sportovních lezců vůbec. Schöffl s Hochholzerem rozdělili tento typ poranění v této studii do čtyř skupin dle závažnosti a na základě tohoto rozdělení stanovili terapeutické směrnice „guidelines“, které by měly vést k efektivní léčbě. V této studii též zjistili, že poranění šlachových poutek stupně jedna až tři je možné efektivně léčit pouze konzervativně navzdory dříve běžné chirurgické léčbě (Schöffl, 2003). Dále se tito autoři zabývali diferenciální diagnostikou bolestí prstů (Schöffl, 2003, 2006) tapingem (Schöffl, 2007), managementem zranění (Schöffl, 2002) či již zmíněnou konzervativní terapií (Schöffl, 2004).

Jedna z nejnovějších studií byla provedena na německé univerzitě v Norimberku a jednalo se o disertační práci na téma predispozičních faktorů k ruptuře šlachového poutka (Pfefferkorn, 2012). Co se českých zdrojů týče, ráda bych zmínila MUDr. Ivana Rotmana, který se věnoval poškození prstů ruky v horolezectví (Rotman, 2004), MUDr. Hebelku, který píše přímo o tématu šlachových poutek (Hebelka, 2010) a jako jeden

z mála českých lékařů toto zranění i operuje, a Tomáše Obtuloviče, který české lezce informuje o zdravotních aspektech sportovního lezení (Obtulovič, 2007).

## **3 CÍLE A VĚDECKÉ OTÁZKY**

V této kapitole jsou stanoveny základní cíle práce a vědecké otázky.

### **3.1 CÍL PRÁCE**

Cílem práce je rešeršní zpracování dostupných literárních zdrojů o anatomii, kineziologii a biomechanice ruky a šlachových poutek v souvislosti s vlivem sportovního zatížení včetně analýzy, proč právě poranění šlachových poutek je nejčastějším úrazem ruky ve sportovním lezení, a jak lze toto poranění efektivně léčit. A to od samotného vzniku až po návrat k plnému tréninkovému zatížení dle terapeutických směrnic vytvořených na základě rozsáhlých výzkumů lékařů Schöffla a Hochholzera. Tato práce by měla zároveň sloužit jako terapeutický návod pro české sportovní lezce trpící tímto poraněním, jež je obecně velmi často podceňováno a nedostatečně léčeno.

### **3.2 VĚDECKÉ OTÁZKY**

Na základě cílů práce a provedené literární rešerše byly stanoveny tyto vědecké otázky:

1. Proč je poranění šlachových poutek u sportovních lezců jedním z nejčastějších úrazů?
2. Jaké šlachové poutko bývá ve sportovním lezení nejčastěji zraněno?
3. Jaké jsou možnosti léčby a fyzioterapeutické péče u poranění šlachových poutek?



## **4 METODIKA PRÁCE**

### **4.1 ÚKOLY A POSTUP PRÁCE**

Pořadí činností a stanovených úkolů jsem stanovila následovně:

1. Vyhledání a zpracování dostupných zdrojů souvisejících s touto problematikou
2. Zvolení výzkumné metody, stanovení cílů a vědeckých otázek
3. Zvolení klíčových slov pro vyhledávání studií
4. Stanovení kritérií pro výběr studií
5. Vyhledání studií dle zvolených klíčových slov v databázích
6. Výběr studií dle stanovených kritérií
7. Analýza a porovnání vybraných studií
8. Vyhodnocení výsledků vybraných studií a zodpovězení vědeckých otázek

### **4.2 METODY**

V rámci této diplomové práce byly použity výzkumné metody rešeršního charakteru pro sběr a vyhledávání sekundárních dat. Teoretické poznatky práce popisují anatomii, kineziologii a biomechaniku ruky a úchopu, dále pak problematiku současného sportovního lezení ve vztahu k tomuto poranění.

#### **4.2.1 Metoda výběru studií**

Data byla sbírána z online databází jako je PubMed, EBSCO, Medline, PEDro či Google Scholar, z odborných knih a časopisů. V elektronických databázích byly vyhledávány studie na základě různé kombinace klíčových slov (šlachové poutko, ruka, sportovní lezení, fyzioterapie, konzervativní terapie) a jejich synonym. Poranění šlachových poutek je známo od roku 1988, proto zdroje starší nebudou považovány za relevantní. Jako základ práce jsem zvolila studie Schöffla a Hochholzera vzhledem k tomu, že jejich výzkumy o tomto tématu jsou pravděpodobně nejrozsáhlejší. Pro selekci studií ze všech nalezených dat byla vytvořena kritéria pro vyloučení či zařazení studií do této práce.

#### **4.2.2 Kritéria pro zařazení studie do přehledu**

1. Datum publikování: od roku 1988, kdy bylo toto poranění poprvé popsáno Bollenem
2. Typ studie: randomizované studie, kontrolované studie, studie zabývající se poraněním šlachových poutek z pohledu sportovního lezení
3. Zkoumané osoby: sportovní lezci (schopni lézt alespoň obtížnost 6 UIAA) bez omezení věku s poraněním šlachového poutka stupně 1 – 4, stanoveném na základě klasifikační tabulky Schöffla a Hochholzera
4. Jazyk: český, německý, anglický

#### **4.2.3 Kritéria pro vyloučení studií**

1. Datum publikování studie byl starší než rok 1988
2. Studie nebyly randomizované a kontrolované
3. Zkoumaní pacienti nebyli sportovní lezci
4. Zkoumaní pacienti trpěli jiným poraněním než poraněním šlachových poutek
5. Poranění šlachových poutek nebylo klasifikováno dle klasifikační tabulky Schöffla a Hochholzera
6. Studie byly v jiném jazyce než českém, německém nebo anglickém

## **5 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE**

Tato kapitola je rozdělena na 2 velké celky. Podkapitoly 4.1 a 4.2 shrnují základní poznatky o anatomii, kineziologii a biomechanice ruky. Podkapitoly 4.3 až 4.6 jsou věnovány sportovnímu lezení obecně, typům zranění ve sportovním lezení, biomechanice ruky a typům úchopu ve sportovním lezení.

### **5.1 ANATOMIE RUKY**

Ruka je distálním článkem horní končetiny. Prototypovým pohybovým projevem ruky je úchop a ať je prováděn jakkoliv, vždy jde v podstatě o flexi tříčlánkových prstů doprovázenou opozicí palce. V souladu se zajištěním této hlavní funkce je ruka velmi bohatě a jemně členěna. Skelet ruky je složen z osmi zápěstních, pěti záprstních kůstek a čtrnácti článků prstů.

Z funkčního hlediska je ruka složena ze dvou paprsků: mediálního (čtvrtý a pátý prst) a laterálního (první a druhý prst). Třetí prst má nestabilní polohu. Při zatížení ruky bývá nejčastěji zatížen právě její mediální a laterální okraj (Dylevský, 2009).

#### **5.1.1 Kostí prstů**

Kostí prstů tvoří články (phalanges). Proximální phalanx proximalis, mediální phalanx medius a terminální phalanx distalis.

Články prstů se skládají ze tří částí:

baze (basis phalangis)

tělo (corpus) – střední štíhlejší část

hlavice (caput) – distálně článek zakončuje

Mezi metakarpy a proximálními články je kloub elipsovitý, mezi jednotlivými články jsou klouby kladkovité (Čihák, 2003).

#### **5.1.2 Svaly ruky**

Z důvodu rozsahu práce uvádím jen svaly na palmární straně předloktí a ruky.

### *Flexorový aparát ruky*

Na palmární straně předloktí se nachází šest dlouhých flexorů (extrinsický systém). Musculus flexor carpi ulnaris, musculus palmaris longus a musculus flexor carpi radialis se upínají na zápěstí, dále na prsty pokračují musculus flexor digitorum superficialis, musculus flexor digitorum profundus a flexor pollicis longus (Warwick, 2009). Flexorové šlachy svalů jdoucí na prsty ruky jsou uloženy v karpálním tunelu ve třech vrstvách. Nejbližší k povrchu se nachází šlacha musculus flexor digitorum superficialis pro třetí a čtvrtý prst, pod nimi probíhají šlachy stejného svalu pro druhý a pátý prst, a nejhlubší vrstvu tvoří šlachy flexor pollicis longus a čtyři šlachy flexor digitorum profundus. Mezi krátké flexory (intrinsický systém) patří lumbrikální a interosální svaly, které mají úpon i začátek na ruce (Bánský, 2006).

	Začátek svalu	Úpon svalu	Funkce	Inervace
<b>Povrchové šlachy</b>				
<b>m. flexor carpi ulnaris</b>	Caput humerale z caput commune ulnare předloketních svalů Caput ulnare z mediálního okraje olekranonu a ze zadní hrany ulny	Os pisiforme	Flexe a ulnární dukce zápěstí.	n. ulnaris (C8 – Th1)
<b>m. palmaris longus</b>	Caput commune ulnare předloketních svalů	Retinakulum muskulorum flexorum a palmární aponeuróza	Napíná palmární aponeurózu, pomocná flexe zápěstí	n. medianus (C8)
<b>m. flexor carpi radialis</b>	Caput commune ulnare předloketních svalů	Dlaňová plocha báze 2. a 3. metakarpu	Flexe a radiální dukce zápěstí	n. medianus (C6 – C7)
<b>Střední šlachy</b>				
<b>m. flexor digitorum superficialis</b>	Caput humeroulnare z caput commune ulnare předloketních svalů pod epikondylem humeru a na lig. collaterale ulnare loketního kloubu a z části i na ulně Caput radiale, margo anterior	Každá šlacha se rozdělí na dvě raménka, která se upínají na střední článek 2. až 5. prstu. Rozštěpem šlachy prochází šlachy FDP – chiasma tendinum	Flexe PIP kloubů	n. medianus (C7 – Th 1)

Hluboké šlachy				
<b>m. flexor digitorum profundus</b>	Facies anterior ulnae, přilehlá část membrána interossea	Skrz rozštěp šlachy FDS na bázi distálního článku 2. až 5. článku prstu.	Flexe DIP kloubu	2., 3. prst – n. medianus 4., 5. prst – n. ulnaris (C7 – Th1)
<b>m. flexor pollicis longus</b>	Facies anterior radiae, přilehlá část membrána interossea	Baze konečného článku palce.	Flexe IP kloubu palce.	n. medianus (C6 – C7)

Tab. č. 1 Extrinsický systém (Čihák, 2003)

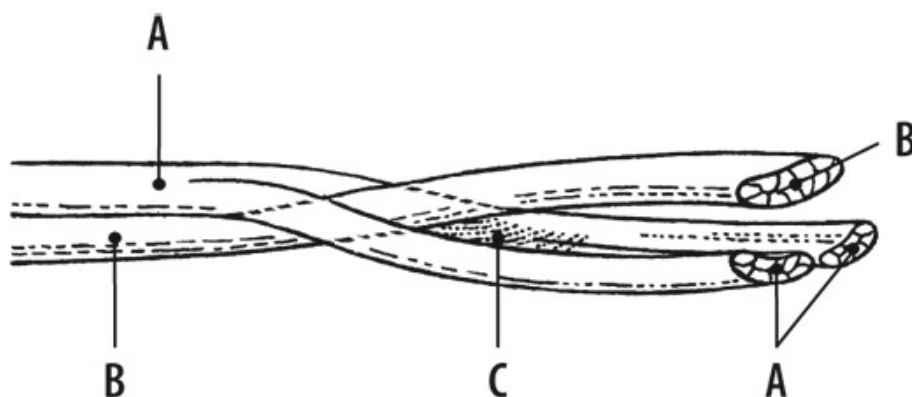
	Začátek svalu	Úpon svalu	Funkce	Inervace
<b>mm. lumbicales</b>	Na šlachách FDP v dlani	Radiální okraj dorsální aponeurózy příslušného prstu a baze jeho proximálního článku	Flexe MP kloubů a extenze PIP kloubů	m. lumbricalis I., II. – n. medianus m. lumbricalis III., IV. – n. ulnaris (C8 – Th1)
<b>mm. interossei palmares I. – III.</b>	Ve 2., 3. a 4. intermetakarpálním prostoru na těle metakarpu na stranách přivrácených k 3. metakarpu	Dorsální aponeuróza, baze proximálního článku 2., 4. a 5. prstu	Addukují 2., 4., a 5. prst k 3. prstu	n. ulnaris (C8 – Th1)
<b>mm. interossei dorsales, I. – IV.</b>	Začínají zpeřeně na tělech sousedících metakarpů	Dorsální aponeuróza a baze proximálního článku 2. až 4. prstu, na 2. a 4. prst se upínají na stranách odvrácených od 3. prstu, na 3. prst se upínají 2 interossei po obou stranách	Abdukují 2. a 4. prst od 3. prstu, 3. prst uklánějí na obě strany	n. ulnaris (C8 - Th1)

Tab. č. 2 Intrinsický systém (Čihák, 2003)

### 5.1.3 Šlacha

Šlacha (tendo) je tuhý vazivový pruh, kterým se sval upíná ke kosti (Aslan, 2008). Šlachu tvoří lesklý svazek rovnoběžně (u krátkých šlach) nebo lehce šroubovitě (u dlouhých šlach) uspořádaných kolagenních vláken s ojediněle vmezeřenými vlákny elastickými. Elastických vláken je poměrně málo – do 5%. Šlachy mohou být provazcovité nebo ploché. Stavba obou typů šlach je téměř stejná a liší se pouze uspořádáním a prostorovou orientací kolagenních vláken. Lidská šlacha se skládá přibližně ze 70% z kolagenu s dlouhými molekulami, které jsou formovány z peptidových řetězců ve formě trojitého helixu. Fibroblasty, jejichž výběžky obklopují

přiléhající kolagenní vlákna, jsou zodpovědné za syntézu extracelulárních komponent šlachy. Ty společně s malým množstvím elastinu odpovídají za schopnost šlachy vázat vodu, a tím i za změny objemu šlachy (Aslan, 2008, Dylevský, 2009, Pilný, 2011).



**Obr. 15.1** Anatomie průběhu šlach flexorů na prstu (A – FDS – *m. flexor digitorum superficialis*, B – FDP – *m. flexor digitorum profundus*, C – *chiasma Camperi*)

Obr. č. 1 Anatomie průběhu šlach flexorů (Pilný, 2011)

#### 5.1.4 Šlachová pochva

Flexorové šlachy prstů ruky probíhají skrz šlachové pochvy, které jsou nutné pro jejich správnou fyziologickou funkci. Šlachová pochva (*vagina synovialis*) je synoviálními buňkami vystlaný fibrooseální tunel, který je těsně uzavřen na obou koncích. Tento tunel drží šlachy co nejbližší kostěnému skeletu a umožňuje tak efektivní přenos síly ze svalů na phalangi (Schoffl, 2006, Justan, 2008). Flexorová šlachová pochva se skládá ze dvou odlišných tkáňových komponent; synoviální komponenty a komponenty retikulární (Doyle, 2001). Synoviální komponenta, uvnitř které probíhají cévy vyživující šlachy, se skládá z viscerální vrstvy neboli epitenonu, která obaluje přímo šlachy, a z vrstvy parietální, která leží zevně od vrstvy viscerální a vystýlá šlachovou pochvu zevnitř. Tyto dvě komponenty se setkávají na začátku a na konci šlachové pochvy a jsou si kvalitativně podobné. U druhého, třetího a čtvrtého prstu

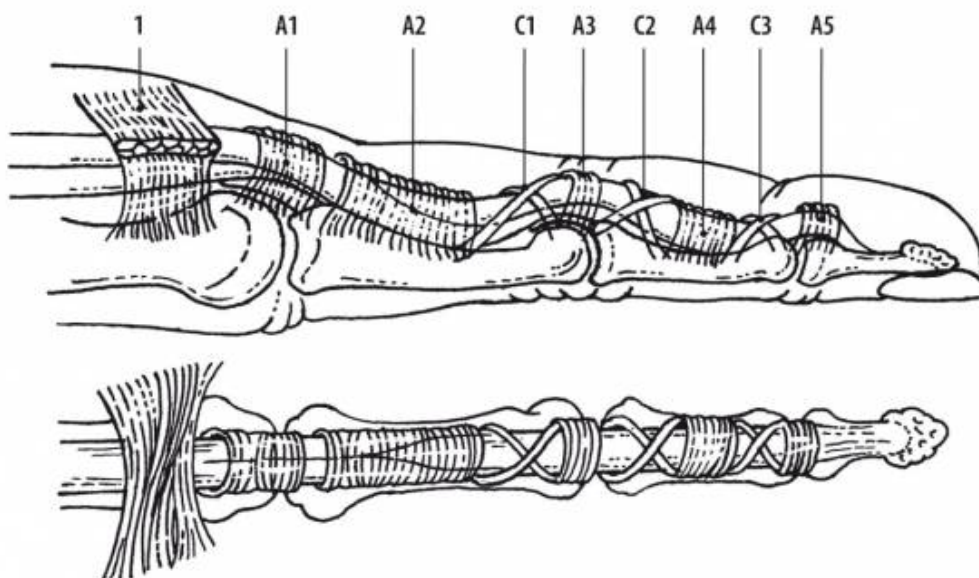
začíná synoviální pochva nad MP kloubem a končí na distálním článku. Na palci a malíku pokračuje pochva proximálně až do karpálního vazy ve formě ulnární a radiální burzy (Justan, 2008). Retikulární komponentu tvoří série prstencových a zkřížených poutek o délce od 2 do 20 mm a tloušťce od 0,1 do 0,75 mm (Smrčka, 1995). Hlavní funkcí šlachové pochvy je snížení tření při natahování a zkracování šlachy.

### 5.1.5 Retinakula prstů ruky

Retinakula obsahují zhuštěnou fibrózní tkáň, která obklopuje flexorovou šlachou. Toto zhuštění označujeme jako šlachové poutko (Crowley, 2012). Šlachové poutko v určitých lokalizacích koresponduje s kožními záhyby a maximalizuje efektivnost flexe prstu při kontrakci svalu. Na prstech tříčlankových se nachází pět cirkulárních poutek, která fixují šlachovou pochvu ke kostěnému skeletu, a tři šikmá, na palci pak dvě cirkulární a jedno šikmé. Cirkulární poutka mohou být rozdělena podle toho, zda se upínají do kosti (pravá fibrooseální poutka) nebo do volární ploténky. Poutka A2 a A4 jsou pravá fibrooseální a zároveň nejsilnější poutka, která snesou největší napětí během silového úchopu. Další cirkulární poutka (A1, A3 a A5) jsou flexibilnější a dovolují kompresi během flexe. Na všech tříčlankových prstech najdeme toto schéma poutek: A1 – vzniká z volární ploténky MP kloubu, má délku 8 – 10 mm, tloušťku 5 mm, od dalšího z poutek je odděleno mezerou 1 – 3 mm, do které se při flexi vyklenuje synoviální pochva, A2 – vzniká volárně na proximální polovině základního článku prstu 5 – 7 mm distálně od MP, je 18 – 20 mm dlouhé a 0,25 – 0,75 mm tlusté, C1 – první zkřížené poutko je prodloužením A2 poutka k poutku A3, A3 – vzniká z volární ploténky PIP kloubu, je 3 – 4 mm široké a 0,33 mm tlusté, C2 – prodloužení A3 poutka k A4, je v úrovni báze středního článku, A4 – vzniká ze středního článku, je tlusté, snadno identifikovatelné, délky 10 – 12 mm, C3 – prodloužení A4 poutka, A5 – vzniká z volární ploténky DIP kloubu. Na palci se nalézají dvě poutka anulární a jedno šikmé. A1 poutko vzniká z volární ploténky MP kloubu, šikmé poutko vzniká na základním článku palce a má vztah k adduktoru palce. A2 poutko vzniká z volární ploténky IP kloubu palce.

Dle klinických studií je nejdůležitější poutko A2 a A4. Tato poutka samostatně zabezpečují flexi prstu. Poutko A3 nabývá na významu pouze v případě poškození poutka A2 a A4. Ruptura poutek vede ke vzniku tětiny při flexi prstu. Tětiva zvyšuje

biomechanickou námahu prodloužením páky a zvyšuje exkurzi šlachy. Toto může vyústit až v kontrakturu flexoru (Justan, 2008, Smrčka, 1995).



**Obr. 15.2** Anatomie anulárních vazů prstu (1 – PA – palmární anulární ligamentum, A1–5 a C1–3 – standardně používané označení poutek)

Obr. č. 2 Anatomie anulárních vazů prstu (Pilný, 2011)

## 5.2 KINEZIOLOGIE RUKY A ÚCHOPU

Ruka jako akrální oblast horní končetiny je nejčastěji v přímém kontaktu se zevním prostředím, jestliže se snažíme něco uchopit, uchopený předmět udržet nebo mu udělit zrychlení a předmět odhodit. Složitá anatomická struktura ruky umožňuje její vysokou obratnost, kterou řadíme do oblasti jemné motoriky. Pohybová koordinace zde hraje větší roli než síla, ačkoli síla stisku může být zvláště u horolezců značná. Funkce ruky však závisí i na schopnosti vnímání prostoru (stereognozii), tj. poznávání předmětů hmatem při úchopu i bez kontroly zrakem. Tyto informace získává ruka aferencí z kožních a proprioceptivních receptorů. Významnou roli zde hraje nervus medianus, který je hlavním zdrojem sensorických informací ruky. K vyšetření funkce ruky



nepostačuje svalový test, ale je nutné posoudit i určitý přesně cílený pohybový manévr. „V terapii ruky nestačí obnovení pohybů v základních ortogonálních směrech, ale je třeba docílit všestrannosti a obratnosti pohybů prstů i zápěstí při řešení různých pracovních úkonů spolu se souhyby v loketním a ramenním kloubu a spolupráci obou rukou“ (Véle, 2006).

Prsty zahrnují pět metakarpů a čtrnáct falangeálních kůstek. Pohyblivé kloubní spojení je předpokladem pro dobrou funkci ruky. Každý kloub má kloubní pouzdro, které je zpevněné relativně silným ligamentózním aparátem.

### **5.2.1 Základní pohyby zápěstí a ruky**

#### *Základní pohyby zápěstí*

Radiální dukce – pohyb za palcem – max. 15 stupňů

Ulnární dukce – pohyb za malíkem – asi 45 stupňů

Volární flexe – asi 80 stupňů

Dorzální flexe – asi 80 stupňů

Funkce svalů zajišťujících pohyby zápěstí je vždy komplexní, jejich izolovaná funkce se téměř nevyskytuje. Izolovanost pohybů jednotlivých prstů se zmenšuje od palce směrem k malíku. Flexory prstů ohýbají zápěstí při uchopení většího předmětu. Extenzory prstů extendují zápěstí i při sevření pěsti. Funkce m. extensor carpi radialis longus je nutná k udržení středního postavení ruky (Véle, 2006).

### **5.2.2 Základní pohyby prstů**

Prsty jsou schopny velmi složitých pohybů. Všechny tyto pohyby jsou realizovány souhrou mezi dlouhými a krátkými flexory a extenzory prstů a mezi svaly mm. lumbricales a mm. interossei.

Rozsah flexe – extenze v metakarpofalangeálních kloubech je přibližně 100 stupňů, pohyb v tomto směru je řízen zevními dlouhými svaly (extrinsic muscles) a vnitřními krátkými svaly (intrinsic muscles)

Rozsah abdukce – addukce v metakarpofalangeálních kloubech je přibližně 45 stupňů

Rozsah flexe – extenze v proximálních interfalangeálních kloubech je asi 100 stupňů a rozsah v distálních kloubech je přibližně 70 stupňů (Véle, 2006)

### **5.2.3 Synergie extenzorů zápěstí a flexorů prstů**

Současně s extenzí zápěstí se prsty mírně flektují. Při flexi zápěstí je účinnost flexorů prstů jenom asi 25% než při jeho současné extenzi. Při flexi zápěstí dochází k extenzi bazálních článků prstů a flexe prstů je v tomto postavení výrazně oslabena (Véle, 2006).

### **5.2.4 Kineziologie úchopu a koordinační systém prstů**

Základním předpokladem úchopu je flexe prstů. Startéry flexe jsou mm. lumbricales, které ohýbají prsty v MP kloubech. Celá flexe prstů je lumbrikálními svaly pouze zahájena, teprve potom je aktivován m. flexor digitorum superficialis, který ohýbá první interfalangeální kloub. Nakonec se zapne m. flexor digitorum profundus, který provede flexi v distálním interfalangeálním kloubu (Dylevský, 2009).

Úchop je hlavní funkcí ruky. Reflexně se objevuje již u novorozenců a má 4 fáze:

1. detense – natažení prstů (i jen části)
2. concluze – sevření (různou silou)
3. retence – držení v sevření
4. relaxace – uvolnění stisku

#### *Hlavní typy úchopu*

Úchopovou funkci lze rozdělit zhruba na šest hlavních variant úchopu, z nichž čtyři potřebují funkci thenaru.

1. Úchop s terminální opozicí palce a ukazováku (štipec) – uchopení mezi konečky obou prstů (např. uchopení jehly)
2. Úchop se subterminální opozicí palce a ukazováku (pinzeta) – uchopení předmětu mezi bříška palce a ukazováku

3. Úchop s laterální opozicí (klepeto) – bříško palce je postaveno proti palcové hraně prstů
4. Úchop palmární s palcovým zámkem (celou rukou)
5. Úchop digitopalmární (úchop mezi dlaní a prsty) – při tomto úchopu se nepoužívá palec (např. uchopení páky brzdy)
6. Úchop interdigitální – úchop drobných předmětů mezi prsty (např. držení cigarety) (Véle, 2006)

## **5.3 SPORTOVNÍ LEZENÍ**

### **5.3.1 Charakteristika sportovního lezení**

Idea sportovního lezení se zrodila ve vápencových oblastech, které poskytují jen minimální možnosti přírodních útvarů vhodných k založení jištění tak, jak je zná lezení tradiční (Long, 2010). Sportovní lezení je druh lezení, při němž převládají fyzické problémy nad psychickými (Vomáčko, 2003), a při kterém je minimalizováno nebezpečí prostřednictvím pevných jisticích bodů na skále nebo umělé stěně. Pády v tomto odvětví lezení jsou úplně běžné a poměrně bezpečné. Sportovní lezení je disciplína, která se dá definovat jako pohyb ve vertikále konaný vlastní silou, a je nejrychleji se rozvíjející horolezeckou disciplínou. Často je označováno jako „gymnastické pojetí horolezectví“. Základním principem je snaha o zvládnutí lezeckého pohybu nutného k přezení určité části výstupu. V přírodním prostředí se pro dosažení maximální dokonalosti pohybu do terénu vpravují trvale osazené jisticí prostředky. Vzdálenosti mezi těmito jisticími body jsou poměrně malé (max. 4m). Tím se výrazně zmenšuje psychická zátěž, odpadá strach z pádu a lze se plně soustředit na prováděný pohyb. Sportovní skály jsou snadno přístupné bez dlouhých nástupů. Potřebný materiál není tak nákladný jako u klasického lezení (Creasy, 1999, Frank, 2010, Hattingh, 2006).

### **5.3.2 Dělení sportovního lezení**

Sportovní lezení má dnes své ustálené sportovní disciplíny: lezení na obtížnost, lezení na rychlost a bouldering. Tyto disciplíny jsou zařazeny do systému závodů, a to od oblastních až po závody světového poháru a mistrovství světa. Od roku 2007

zastřešuje soutěžní lezení na umělých stěnách organizace IFSC (International Federation of Sport Climbing) (Creasy, 1999 a Vomáčko, 2003).

„V České republice je garantem národních soutěží Komise sportovního lezení a mládeže při Českém horolezeckém svazu (ČHS). Komise sportovního lezení je členem IFSC“ (Vomáčko, 2003).

### **Lezení na obtížnost**

Druh lezení, při kterém si lezec zapíná lano do pevných jisticích bodů. Hlavním cílem závodníka je vylézt na neznámé cestě co nejvýše bez pádu či odpočinku v laně. Tuto cestu nemá soutěžící možnost zkoušet a prohlédne si ji až před samotným výkonem (Creasy, 1999 a Vomáčko, 2003).

### **Lezení na rychlost**

Druh lezení, který se praktikuje jen na umělých stěnách. Leze se s vrchním jištěním, při kterém je nebezpečí zcela minimální. Hlavním cílem je co nejrychlejší přelez cesty. Soutěží se na dvou přibližně stejně obtížných cestách systémem K. O. (Creasy, 1999 a Vomáčko, 2003).

### **Bouldering**

Úkolem lezce je vylézt čtyři až šest lezeckých problémů (boulderů). Závody se odehrávají na malých lezeckých stěnách do cca čtyř metrů výšky. Na každý boulder má závodník časový limit, během něhož může boulder zkoušet. Cílem je vylézt na vrchol (top) boulderu na co nejméně pokusů (Vomáčko, 2003).

Nezávodní lezení můžeme rozdělit dle Franka na:

## **Lezení na umělých stěnách**

Motivací pro zbudování umělých stěn byla snaha uniknout počasí a potřeba získat tréninkové prostředí, kde by mohli výkonnostní lezci trénovat i mimo lezeckou sezónu. Využití je tedy především tréninkové, a to pro horolezce všech kategorií. Výkonnostní lezení na umělých stěnách má nejvýraznější podobu v závodech na umělých stěnách.

## **Pískovcové lezení**

Specifický druh lezení provozovaný zejména v Sasku a Čechách. Pískovcové skály jsou většinou tvořeny měkkým a křehkým pískovcem, což výrazně ovlivňuje podobu zde provozovaného lezení. Uplatňují se zde přísné zásady tradičního pojetí horolezectví, nelze zde lézt za mokra a nelze používat tvrdé mobilní jistící prostředky, trvale osazené jistící prostředky jsou v terénu jen poskovnu (nezřídka i po 15 metrech), čímž stoupá psychická náročnost lezení (Frank, 2009).

## **Skalní sportovní lezení**

Dnes jedna z nejdominantnějších forem sportovního lezení, odehrává se na skále v přírodním prostředí, kdy jsou cesty hojně osazeny fixními jistícími prostředky. Skály mohou být vysoké pár desítek, ale i stovek metrů. Skalní lezení se zpravidla dělí na dvě části: pískovcové lezení a lezení po ostatních skalních terénech, tvořených jinými horninami (vápenec, žula atd.) Zažitým termínem pro tyto skály je souhrnné označení „nepískovcové skály“.

## **Bouldering**

„Bouldering je v mnoha ohledech nejjednodušší i nejčistší způsob horolezectví“ (Long, 2010), jedná se o druh lezení do malých výšek (zpravidla v rozmezí 2-5 m), při kterém se nepoužívá ani lano, ani jiné jistící pomůcky. Pády nebývají nebezpečné. Lezec je během svého výkonu zbaven psychické zátěže a může se tak plně snažit o co nejnáročnější lezecký pohyb. Cílem je přezení maximálně těžkých kroků. Bouldering se provozuje jak venku, tak na umělých stěnách, kde se také nejčastěji pořádají závody v boulderingu (Creasy, 1999, Frank, 2010).

## **Ledové lezení**

Terénem pro lezecký výkon je led, na vrchol se stoupá pomocí cepínů a stoupacích želez. Tato disciplína se začala původně rozvíjet ve velehorách, dnes se odehrává převážně na zamrzlých vodopádech v horských údolích během zimy. Z ledového lezení se vyvinuly další disciplíny jako je moderní mixové lezení a drytooling, při kterém se skalní úseky střídají s ledovými pasážemi. Lezec musí tyto pasáže překonat vlastní silou, jen pomocí klínění maček a cepínů do skalních nerovností a ledu (Frank, 2010).

### **5.3.3 Rizikové faktory**

Hlavními rizikovými faktory jsou:

#### *Vyšší tělesná hmotnost*

Čím vyšší hmotnost lezec má, tím více síly musí vynaložit k tomu, aby se „unesl“. Význam co nejnižší tělesné hmotnosti je ve sportovním lezení značný, ale závisí na lezecké disciplíně a specializaci, které se lezec věnuje, na výkonnostní úrovni lezce, na jeho ambicích a cílech a na potenci lezce pro snižování hmotnosti. Na co nejnižší hmotnosti jsou závislí zejména zástupci na sílu a vytrvalost zaměřených náročných lezeckých disciplín, kterým značně převalí a silový charakter jejich lezení neumožňuje odlézt to „po nohách“ – nebo alespoň ne v takové míře, jak je to možné v kolmém, technickém terénu (Tefelner, 2012).

#### *Specializace na bouldering*

Není zcela jasné, zda je bouldering rizikovější disciplínou než lezení s lanem, i když je natažení vazů kotníku nebo jeho vymknutí díky opakovaným seskokům a tvrdým nárazům velmi časté (Peters, 2001). Výhodou boulderingu je, že se dá provozovat i bez spolulezce a za každého počasí. Lezecké kroky bývají velmi obtížné a chyty často velmi malé. Všechny tyto faktory nahrávají možnému přetrénování a úrazům s přetížením. Ze studie Wrighta, Royla a Marshalla (Wright, 2001) je ale zřejmé, že čím obtížnější bouldery lezec leze a čím častěji a déle se boulderingu věnuje, tím více dochází k poraněním z přetížení, a to zejména prstů (Wright, 2001).

### *Nedostatečná regenerace*

Regenerace je soubor opatření, jehož cílem je znovuobnovení fyzické a psychické výkonnosti lezce, snížené tréninkem nebo lezením. Nekvalitní nebo žádná regenerace skončí v lepším případě neefektivitou tréninku a špatnými výkony, v horším případě zraněním, přetrénováním nebo ztrátou motivace. Kvalitní regenerace nejenom obnoví ztracené síly, ale obnoví je i s určitým přebytkem. Právě na tomto efektu – na efektu superkompensace je založen růst výkonnosti.

Kvalitní regeneraci můžeme rozdělit na pasivní a aktivní formu. Pasivně regenerujeme díky vyváženému životnímu režimu, dostatku spánku, kvalitnímu způsobu stravování, správné skladbě tréninku, psychické pohodě a kompenzaci jednostranného sportovního zatížení. Prostředky aktivní regenerace se ve sportovním lezení nijak neliší od prostředků regenerace v jiných sportech. Jsou to např.:

- Vodní, tepelné a světelné procedury
- Různé druhy masáží
- Speciální doplňková výživa
- Lehké kardiosportování – kolo, běh, plavání
- Kompenzační cvičení – uvolňovací, protahovací, posilovací
- Balanční cvičení (Tefelner, 2012)

### *Vyšší počet tréninkových hodin, intenzivnější trénink, přetrénování nebo nevhodný trénink*

Nevhodným tréninkem je zde myšleno například lezení se zátěží nebo trénink na campusboardu. Campusboard je tréninková pomůcka určená pro velmi pokročilé lezce, na níž je trénink sice efektivní, ale značně rizikový. Jedná se o různě velkou, většinou dřevěnou desku, na které jsou pravidelně rozmístěny různě velké lišty. Při tréninku lezci častěji využívají zavřeného úchopu a opakují stále stejný pohyb (např. skoky ob lištu), který většinou velmi zatěžuje klouby a šlachy (Chudoba, 2005, Hochholzer, 2003).

### *Nemoc, nevyлéčené zranění*

Nemocný člověk je oslabený, má sníženou toleranci k zátěži, zpomalené reakce a je tak více vystaven riziku úrazu. Navíc se tak prodlužuje doba léčení nemoci či zranění, nebo se zranění může při opakovaném zatížení stát chronickým.

### *Počasí*

Ve špatných povětrnostních podmínkách jako například silný vítr, déšť, mráz nebo sněžení je riziko úrazů mnohem vyšší, protože odvádí lezce pozornost a snižuje viditelnost. (Dilley, 2010). I jen mírně navlhle chyty mají nižší koeficient tření, což musí být kompenzováno větší úchopovou silou. Zejména na malých lištách to může být příčinou natržení nebo až přetržení šlachového poutka.

### *Věk*

S věkem klesá jak mez pevnosti, tak pružnost šlachy, což zvyšuje incidenci poranění ve starším věku. Oproti tomu u dětí není ještě zcela dovyvinut pohybový aparát, zejména kosti, vazivo a chrupavky. Tyto struktury nemají tak velké zásobené krví jako svaly, tudíž nemohou tak rychle reagovat na stupňující se zátěž a hrozí jejich poranění. Dle Schöffla a Hochholzera může nesprávné zatěžování v období růstu vést ke vzniku bederní hyperlordózy či k jednostranným hypertrofiím. V případě úrazů typu fraktur prstů může dojít k dřívějšímu nástupu artrózy (Schöffl, 2010). Další ze studií doktora Schöffla ukázala, že největší procento lezeckých úrazů u dětí se týkalo horní končetiny, a že větším počtem úrazů trpěly děti, které lezly za juniorský národní tým, než děti, které se věnovaly lezení rekreačně (Schöffl, 2003).

### *Pohlaví*

Studie Carmeliho a Wertheima (Carmeli, 2001) jasně prokázala, že sportovnímu lezení se věnuje více mužů než žen, a jsou to i muži, kdo většinou u lezení vydrží déle, trénují vícekrát v týdnu a jsou schopni lézt vyšší obtížnost, což už samo o sobě nahrává větší incidenci úrazů u mužů. Tuto skutečnost tato studie potvrdila jak u četnosti poranění ruky, tak prstů (Carmeli, 2001).



### *Nedostatečné nebo žádné rozcvičení, závěrečný strečink*

Pokud pohybový aparát není připraven na zátěž zahřátím a dynamickým strečinkem, je mnohem větší riziko natažení nebo natržení svalu. Po skončení tréninku je také nutný strečink, tentokrát statický, kterým svaly uvolníme a zabráníme jejich zkracování.

Původním smyslem sportovního lezení byl trénink pro delší alpské cesty a jiné expedice. Nyní je sportovní lezení samostatnou disciplínou včetně závodů světového poháru a existují snahy začlenit tuto disciplínu do programu olympijských her. Paralelně s nárůstem popularity tohoto sportu rostla též výkonnost lezců. Současně s tímto faktem se ale též začala objevovat nová, doposud neznámá zranění, např. poranění šlachových poutek nebo natažení lumbrikálního svalu. Velké procento poranění vzniká z přetížení, počet akutních traumat spíše klesá z důvodu lepšího zajištění cest a kvalitnějších dynamických lan, dobře tlumících pád. Zatímco v minulosti patřily mezi nejčastější zranění fraktury dolních končetin, trupu a hlavy v důsledku dlouhého pádu, dnes bývá nejčastěji poraněna horní končetina, a to zejména v oblasti ruky a prstů. Tento mechanismus úrazu se objevil s přelézáním dobře zajištěných, těžkých, převislých cest po malých chytech, kdy se lezec může plně soustředit na fyzický výkon a nehrozí riziko dlouhého nebezpečného pádu (Schweizer, 2012).

## **5.4 ZRANĚNÍ VE SPORTOVNÍM LEZENÍ**

Zdravotní problémy v souvislosti s lezením dělíme obecně na dva typy.

**Poranění** – vznikají náhle a neočekávaně působením zevní nepřiměřené síly, jejíž energie vede k poškození tělesných struktur v rozsahu odpovídajícím velikosti vnějšího podnětu (Obtulovič, 2007). Nejčastější mechanismus poranění vypadá tak, že jeden ze čtyř nosných bodů, dvě ruce a dvě nohy, ztratí náhle (podklouznutím nebo ztrátou síly) kontakt se skálou, což zapříčiní vyvinutí větší síly zbylých pevných bodů a možnosti jejich přetížení. Tento průběh je také podpořen instinktivně a reflexně, kdy při náhlém podklouznutí se lezec snaží udržet vši silou na skále a zabránit tak možnému pádu. Podklouzne-li např. noha ve velmi pro lezce obtížné pozici, dojde náhle k velkému zatížení prstů, což může vést k poranění celé horní končetiny, zejména pak

ruky a prstů. Pokročilí lezci často využívají dynamického lezení k dosažení vzdálenějšího chytu, což též velmi často způsobuje poranění horní končetiny. V případě, že cílový chyt není v mrtvém bodě skoku dobře uchopen, může padající tělo opět způsobit nárůst síly v oblasti prstů a ruky (Schweizer, 1999).

**Syndromy z přetížení** – vznikají pozvolna působením dlouhodobé nebo opakované zátěže na tělesné struktury, kdy dojde k překročení jisté kritické hranice, za kterou již tělesné tkáně působení sil netolerují. Jejich kompenzační mechanismy jsou již na tento druh stresu zcela vyčerpané. V tomto momentě nastupují přirozené obranné reakce (zánětlivá reakce) lidského těla ve snaze zamezit poškození tělesných tkání. Pokud dochází k dalšímu zatěžování již poškozených tkání, může dojít k nezvratným změnám až ztrátě funkce. Mechanismem jsou opakované stejné lezecké pohyby v rámci intenzivního tréninku bez regenerace (Obtulovič, 2007). Více jak 90% lezeckých zranění souvisí právě s nadměrným zatěžováním. Nejčastější chronické úrazy u sportovních lezců jsou záněty šlachových pochev, otoky prstů, ruptury šlachových poutek, nervové komprese a natažení šlach (Backe, Ericson, Janson & Timpka, 2009).

#### **5.4.1 Mechanismus úrazu u lezců**

Z mnoha studií je zřejmé, že většina lezeckých úrazů je spojená s následkem pádu. Prospektivní studie lezeckých zranění Jonathana Wyata a Patricka Granta (1996) uvádí, že osmnáct z devatenácti lezců se zranilo během pádu. Patnáct lezců spadlo až na zem a dva lezci spadli během slaňování. Nejčastěji zraněný byl kotník. Studie, kterou prováděl W. Bowie v Yosemiteském národním parku, potvrzuje, že 65% zranění se přihodilo při pádu prvolezce. Druhým nejčastějším byl pád při boulderingu. V 50% byla poraněna kůže nebo podkožní tkáň. Ze zbylých závažnějších poranění byly nejčastěji postiženy dolní končetiny, především kotník a tibiae nebo fibula. Ze všech typů zranění převažovala zranění externího typu jako tržné rány, pohmoždění či vyvrknutí. Z uzavřených poranění byly nejčastější fraktury. Na horních končetinách byla nejčastěji postižena ruka (Bowie, 1988). Poranění ruky dle Robinsona (1993) přímo koreluje se způsobem úchopu, frekvencí lezení a zkušeností lezce. Nejčastěji bývají poraněny prsty (Shea, 1992). Dle Hochholzera dominuje na prvních třech místech ruptura a natažení šlachového poutka s tendovaginitis. Často používaný uzavřený úchop extrémně zatěžuje šlachová poutka A2-A4, která kvůli tomu bývají nejčastěji zraněna (Schöffl, 2003).

Pouze v šesti procentech byla zraněna hlava, avšak 9 ze 14 úrazů hlavy bylo smrtelných (Bowie, 1988, Wyatt, 1996).

#### 5.4.2 Četnost poranění a jejich lokalizace

Pokud vezmeme v potaz zranění a syndromy z přetížení ve sportovním lezení, stojí prsty horní končetiny a oblast ruky na jednom z prvních míst. Dle Rookse (1997) trpí zraněním horní končetiny tři čtvrtiny elitních i rekreačních lezců, z toho připadá 60% na ruku a zápěstí. Ve sportovním lezení dominuje lezení převislých cest, což zatěžuje prsty daleko více než terén kolmý. Tento typ zatížení vede sice k určitému přizpůsobení se, ale také k větší incidenci poranění v této oblasti (Bollen, 1988). Z tabulky číslo tři je zřejmé, že z 604 zranění se více než 70% týkalo horní končetiny (Schöffl, 2003). Studie Bollenova uvádí dokonce 89% (Bollen, 1988). Largiadér a Oelz (1993), kteří uvádějí dokonce 90,3%, tvrdí, že ve sportovním lezení na vysoké úrovni hraje maximální síla a silová vytrvalost horních končetin zásadní roli, což je i důvodem, proč největší procento poranění z přetížení je právě v této oblasti. Dále se ukazuje, že s vyšší úrovní lezení stoupá též četnost poranění (Hochholzer u. Eisenhut, 1993, Largiadér a Oelz, 1993, Schöffl et al., 2003). Dle Wrighta počet lezeckých úrazů stoupá lineárně s obtížností cest (Wright, 2001).

V tabulce číslo tři je ukázáno, že tři ze čtyř nejčastějších diagnóz postihují prsty ruky (41%). Bollen uvádí dokonce 50%, Largiadér a Oelz 58,5%, Krause až 70%. Autoři (Bollen, 1990, Krause, 1995, Hochholzer, 2001) se shodují v tom, že nejčastěji poraněným prstem bývá prsteníček. Ukazováček je poraněn jen zřídka, protože je dodatečně chráněn palcem, který při úchopu leží těsně vedle ukazováku nebo přímo na něm, a dodává tak potřebnou stabilitu (Hochholzer, 2001).

Largiadér a Oelz (1993) uvádějí, že lezci, jejichž další metou bylo lézt stupeň obtížnosti 9 UIAA, tvořili 92% všech zraněných. Tito lezci se odlišovali od ostatních ve dvou věcech, a to větší frekvencí a vyšší obtížností lezení. Carmeli a Wertstein (2001) ve své studii ukázali, že ve vyšším věku stoupá četnost poranění, ale jako hlavní důvod pro tuto skutečnost uvedli chybnou metodiku tréninku. Ti lezci, kteří intenzivně trénují 4 – 5 krát týdně, byli více zraněni než lezci trénující méněkrát. Schöffl et al. (2003) provedli rozsáhlou studii o lokalizaci nejčastějších poranění. Studie se zúčastnilo 604

zraněných sportovních lezců, jejichž průměrný věk byl 28,3 let a v průměru byli schopni lézt na stupni 9 UIAA.

Körperpartie	Anz.	%
Finger	247	41,0
Unterarm/Ellbogen	81	13,4
Fuss	55	9,1
Hand	47	7,8
Wirbelsäule/Rumpf	43	7,1
Haut	42	6,9
Schulter	30	5,0
Knie	22	3,6
Sonstige	37	6,1
Polytrauma	5	0,8

Tab. č. 3 Zranění dle částí těla (Schöffl, 2003)

Körperpartie	Anz.	%
Ringbandruptur	74	12,3
Ringbandzerrung	48	7,9
Tendovaginitis	42	7,0
Kapselverletzung	37	6,1
Arthritis (akut)	12	2,0
Ganglion	11	1,8
Sehnenzerrung	7	1,2
Fraktur	7	1,2
Arthritis (chronisch)	5	0,8
M. Dupuytren	5	0,8
Quetschung	5	0,8
Sehnenteilruptur	4	0,7
Kollateralbandverletzung	3	0,5
Knöcherner Ausriss der Palmaraponeurose	2	0,3
Arthrose	2	0,3
Epiphysenfraktur	2	0,3
Lumbrikal Shift Syndrom	2	0,3
Phlegmone	1	0,1
Fingeramputation	1	0,1

Tab. č. 4 Poranění prstů (Schöffl, 2003)

## 5.5 BIOMECHANIKA RUKY VE SPORTOVNÍM LEZENÍ

Ve sportovním lezení stoupá paralelně s vyšší obtížností cest též zatížení prstů. V jednoduchém kolmém terénu leží těžiště těla nad opornou plochou, tedy výš než nohy. Ruce tak lezec využívá jen k udržení rovnováhy. V převislém terénu již ale toto není možné, váha celého těla lezce se daleko více přenáší z nohou na ruce. K tomu je nutno přičíst skutečnost, že s vyšší obtížností cest se chyty zmenšují a vzdálenosti mezi chytami zvětšují, také stupy se snižují jak kvalitou, tak velikostí, což lezce nutí zabránit sklouznutí nohy větším tlakem do stupu a větším napětím těla. Tento tlak je zřejmý, pokud se lezec postaví tzv. statikou mostu. Pokud lezec ve středním napětí těla tlačí kyčlemi ve směru skály, stoupá tlak pod ploskami nohou a chyt tak může být držen o to menší silou. Pokud chybí napětí těla, kyčle podklesnou a nohy ztratí kontakt se skálou.

V tomto případě pak prsty ruky slouží jenom jako punctum fixum a síla flexorů prstů je rozhodující jen v případě, pokud je schopná zabránit pádu lezce. Jak jsem zde popsala, nebo v případě skoku na velmi vzdálený chyt, vzniká obrovské zatížení horních končetin, zejména pak prstů. U pokusného skoku na vzdálený chyt bylo spočítáno zatížení 444 N na úchopovou končetinu. Jako biomechanicky relevantní se zdá též fakt, že během prvních 120 lezeckých přitahů se zvyšuje exkurze flexorové šlachy stejně jako vznik tětiny v PIP kloubu při uzavření úchopu o 2 – 4%. Z toho fyziologicky vyplývá nárůst ramene momentu. Chyty držené uzavřeným úchopem mohou být tak po zahřátí a rozcvičení drženy menší silou než při nerozcvičení. Další aspekt projevující se při uzavřeném úchopu je ten, že zápěstí se nachází při tomto úchopu v dorzální flexi a mírné ulnární dukci. Při aktivním přitahu v uzavřené pozici prstů je předloktí taženo silným m. biceps brachii do mírně supinačního postavení. Tento supinační pohyb musí vyrovnávat m. pronator teres. Pokud je jeho síla příliš malá, projeví se supinační pohyb předloktí a chyt již není možné dále udržet. Tento proces vede opět k velkému zatížení prstů, což vysvětluje nárůst poranění prsteníčku a prostředníčku. Ukazovák je zraněn jen zřídka, protože je většinou chráněn palcem. Palec je často položen těsně vedle ukazováku nebo dokonce přes něj a dodává tak větší stabilitu (Mühlemann, 2003).

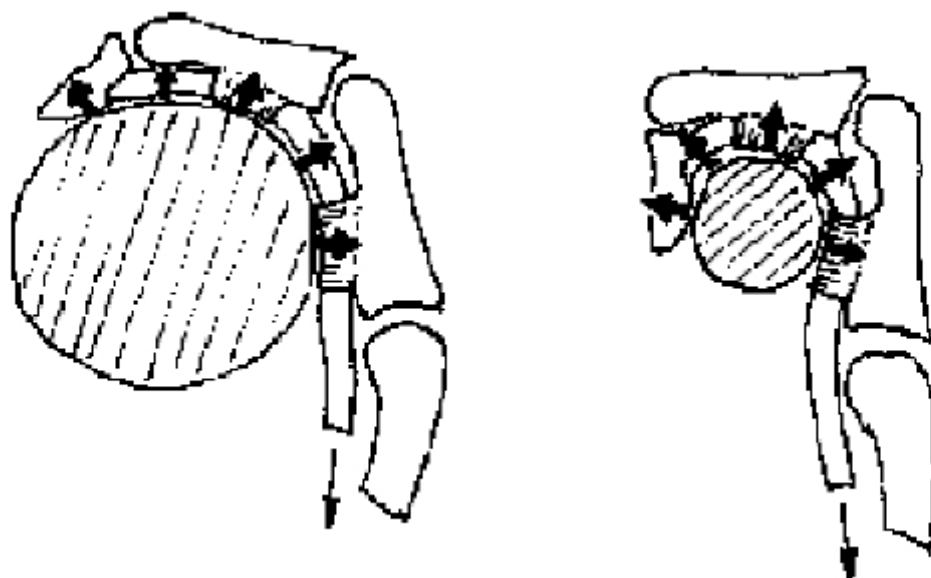
### **5.5.1 Biomechanika šlachových poutek**

Flexorová a extenzorová muskulatura prstů, která má svůj začátek na proximální části předloktí nebo na distálním konci humeru, probíhá přes větší počet kloubů.

Pozorujeme-li průběh extenzorů prstů, zjistíme, že jejich šlachy přiléhají na povrch phalangeálních kostí. Při flexi prstu tvoří MCP kloub, PIP kloub a DIP kloub jakýsi hypomochlion, přes který se extenzorové šlachy protahují a přes který je též provedena extenze zpět do výchozího postavení. Obě flexorové šlachy svalů m. digitorum superficialis a m. digitorum profundus probíhají na palmární straně phalangeálních kostí. Obě šlachy leží ve šlachové pochvě a jsou ke kosti fixovány systémem šlachových poutek. Tato poutka tvoří pro šlachy zároveň hypomochlion a umožňují tak i maximální flexi v jednotlivých kloubech, ačkoli flexory prstů spojují kloubů více. Nejdůležitější poutka pro silový úchop A2 a A4 neleží přesně v místě kloubu, ale někde uprostřed mezi klouby interfalangeálními. Protože poutka neleží přesně v místě kloubu, nýbrž někde mezi nimi, je to důvod k tomu, proč je flexorová

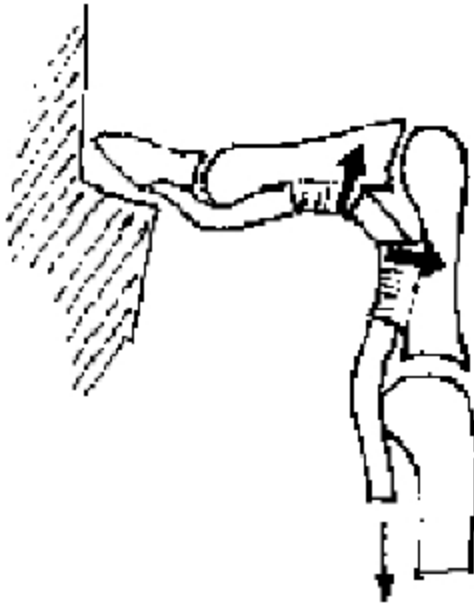
šlacha při větší flexi prstu více a více oddalována od kosti (bowstringing) a rameno působí tlakem z vnější strany proti palmární straně prstů, což výrazně snižuje napětí poutek (Mühlemann, 2003, Schweizer, 1999).

Ve vztahu k uzavřenému nebo otevřenému úchopu v lezení a k zatížení poutek při těchto úchopech má pozice ruky a prstů tento význam: Při tzv. otevřeném úchopu jsou poutka v přímém kontaktu s uchopovaným předmětem, viz obr. č. 3, tento předmět působí tlakem z vnější strany proti palmární straně prstů, což výrazně snižuje napětí poutek (Schweizer, 1999).



Obr. č. 3 Přímý kontakt (Schweizer, 1999)

Při uzavřeném úchopu leží poutka A2 a A4 volně „ve vzduchu“ a nemají žádnou další mechanickou podporu (obr. č. 4). Při tomto typu úchopu je též PIP kloub v relativně vysoké 90stupňové flexi, což zapříčiňuje maximální zatížení poutek A2 a A4 (Schweizer, 1999).



Obr. č. 4 Nepřímý kontakt (Schweizer, 1999)

## 5.6 TYPY ÚCHOPU VE SPORTOVNÍM LEZENÍ

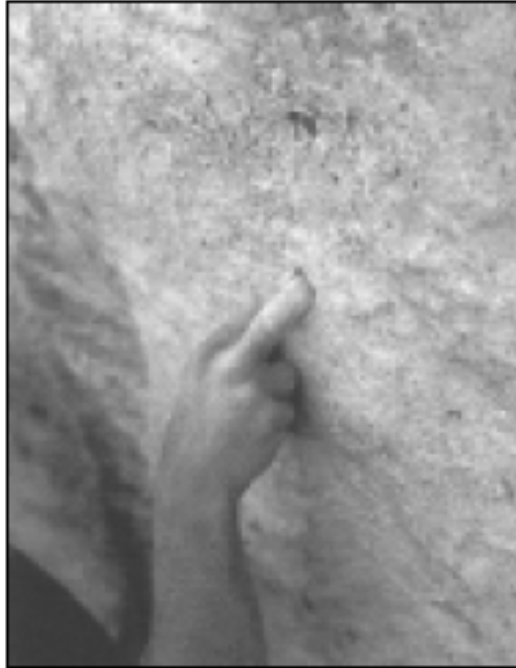
Cílem lezení je udržení chytů s vynaložením co nejmenšího úsilí. Dvě důležité proměnné, kontaktní plocha a správné nastavení úhlu kloubů prstů, hrají velmi důležitou roli. V prvním případě je důležité mít co největší kontaktní plochu mezi kůží na prstech a skálou, aby se tření mezi těmito plochami zvýšilo na co největší úroveň, v druhém případě jde o nastavení správného úhlu v kloubech prstů z důvodu optimálního svalového předpětí, které je nutné k vyvinutí maximální síly. Mezi oběma parametry, třecí plochou a nastavením úhlu, musí lezec hledat kompromis. Nalezení tohoto kompromisu závisí především na struktuře skály (Mühlemann, 2003).

Držení chytu může být popsáno těmito proměnnými:

1. počtem prstů, které se podílejí na držení chytu (jednoprstové držení chytu (obr. č. 5), dvouprstové držení chytu, chyt celou rukou)

Jednoprstový úchop má zejména v závodním lezení své pevné místo. V těžkých sportovních cestách jsou často chyty tak malé, že mohou být drženy pouze

distálním článkem jednoho prstu. Při tréninku trénují lezci každý prst zvlášť, což extrémně zatěžuje šlachy hlubokého flexoru. Wolfgang Güllich napsal trefně o tomto úchopu: „Jedinou výhodou držení jednoprstového chytu je to, že se šetří zbylé čtyři prsty“ (Hochholzer, 2001).



Obr. č. 5 Jednoprstový chyt (Hochholzer, 2001)

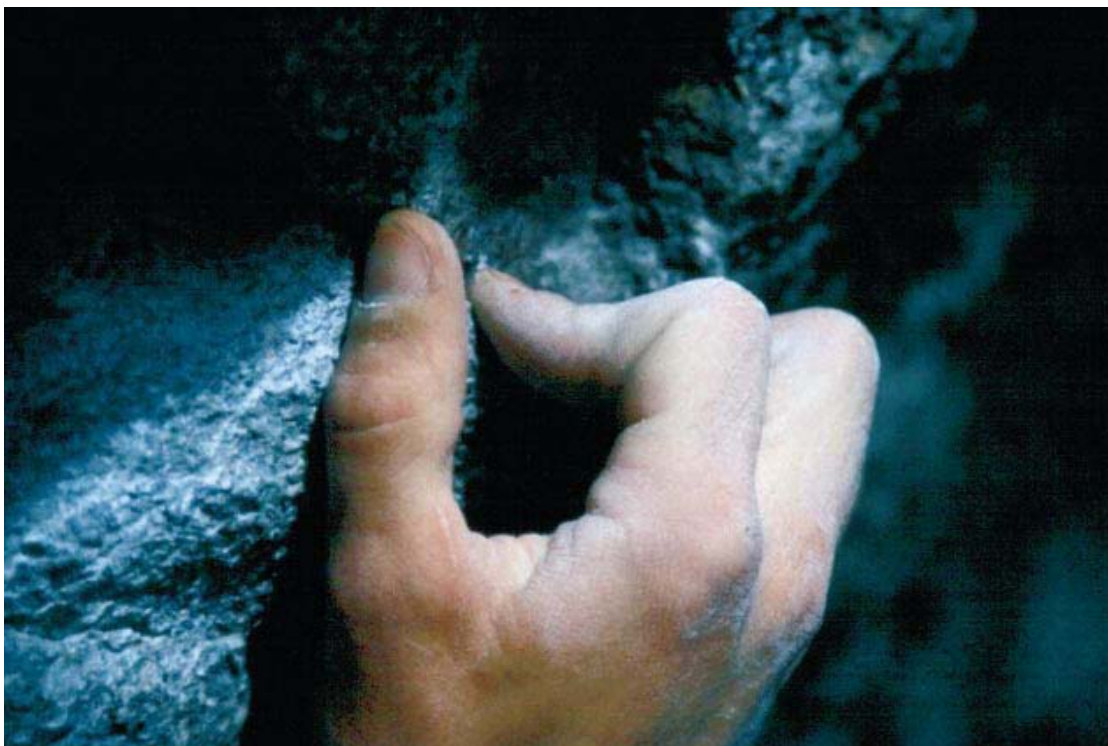
2. počtem článků prstů, které se podílejí na držení chytu (jednočlánekové držení chytu, dvoučlánekové držení chytu, chyt celou rukou)
3. nastavením úhlu interfalangeálních kloubů, zde se rozlišují dva velmi důležité typy úchopu
- 3a. otevřený úchop (obr. č. 6), u kterého jsou oba interfalangeální klouby přibližně ve stejné míře lehce flektovány, prsty mohou být v kontaktu se skálou pouze distálním článkem nebo celou rukou





Obr. č. 6 Otevřený úchop (Schöffl, 2006)

3b. uzavřený úchop (obr.č.7), u kterého jsou distální interfalangové klouby v hyperextenzi, proximální interfalangeální klouby jsou ve flexi mezi 60 a 120 stupni. Kontakt se skálou má většinou pouze distální článek prstu.



Obr. č. 7 Uzavřený úchop (Schöffl, 2006)

Zmíněné proměnné mohou být mezi sebou libovolně kombinovány, dokud ruka nenajde optimální úchopovou pozici. Typ úchopu však do značné míry určuje skalní struktura, v menší míře individuální preference lezce. Obecně vzato, větší, konvexní, hladké chyty s negativním sklonem jsou drženy otevřeným úchopem, menší, konkávní chyty s drsnějším povrchem a pozitivním sklonem pak úchopem uzavřeným. Chyty s negativním sklonem je ale také možno držet uzavřeným úchopem, zejména pokud to umožňuje vyšší koeficient tření skály (Schweizer, 1999).

### **5.6.1 Důvody k použití uzavřeného úchopu ve sportovním lezení**

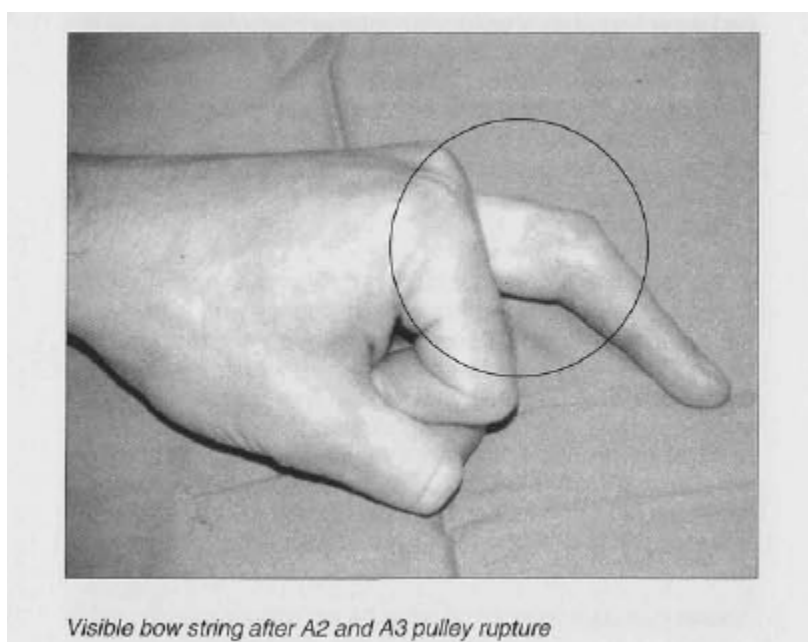
Na tomto místě se nabízí otázka, proč lezci uzavřený úchop tak často používají a proč je občas tolik nutný k udržení se na skále. Bollen v roce 1990 píše, že 90% lezců používá uzavřený úchop. Toto číslo neurčují jen individuální preference lezce, ale zejména pak také struktura skály a chytu. Některý typ chytů, jako například extrémně ostrá, pozitivní lišta, může být jen výjimečně držen jiným než uzavřeným úchopem. Zde uvedu pět faktorů, které favorizují uzavřený úchop:

1. typ chytu: ostrá, pozitivní, konkávní lišta s možností úchopu pouze posledním článkem prstu je ideálním příkladem chytu pro uzavřený úchop. Tento typ úchopu tvoří optimální kontakt mezi kůží posledního článku prstu a skálou a snižuje zaříznutí ostré hrany chytu do kůže prstu, což bývá většinou velmi bolestivé.
2. spoluúčast palce: v případě, kdy jsou prsty v silně závěrné pozici, je současně ruka tak vysoko zvednuta, že je možná spoluúčast palce na držení chytu.
3. zisk výšky: při uzavřeném úchopu je zápěstí ve vztahu k chytu o osm centimetrů výše než u úchopu otevřeného. To znamená významný zisk výšky, protože druhou úchopovou rukou dosáhneme na vzdálenější chyty. Takto může být díky výhodnějším pákovým mechanismům ušetřena síla v rameni a ve svalech paže. Další výhodou je, že chyty pod úrovní těžiště těla mohou být v závěrné pozici ruky lépe fixovány. Fixování znamená držení chytu pod úrovní ramenního kloubu tak, že může být zatížen pouze extenzí v loketním kloubu. Při uzavřeném úchopu jsou navíc pákové mechanismy v rameni výhodnější než u úchopu otevřeného. V protikladu k tomu, chyt, nacházející se nad úrovní ramene, je výhodnější držet úchopem otevřeným, kdy těžiště těla se posunuje dolů, váha se přenáší více na nohy a úchopová horní končetina může být odlehčena.
4. optimální tření: aby lezec získal co nejvýhodnější kontakt na tření mezi kůží prstů a skálou, je občas nutné, aby prostřední prst s prsteníčkem ležely ve stejné linii jako malíček a ukazovák. Toto je zejména nutné na hladkých, malých lištách.
5. pákové poměry v PIP kloubu: při zvýšené flexi prstu narůstá v PIP kloubu rameno působíště momentu šlachy m. digitorum profundus. Je zřejmé, že při uzavřeném úchopu je rameno momentu a odchýlení šlachy od kosti daleko větší než při úchopu otevřeném, což znamená, že čím uzavřenější úchop je, tím větší je ohybová síla v PIP kloubu, paralelně k tomu roste zatížení poutek A2 a A4 (Schweizer, 1999).

## 6 PORANĚNÍ ŠLACHOVÝCH POUTEK

Tři ze čtyř nejčastějších lezeckých zranění připadají dle studií Schöffla a Hochholzera (2003) na prsty ruky (poranění šlachových poutek 20%, tendovaginitis 7%, poškození kloubního pouzdra 6,1%). Poranění šlachových poutek se objevuje v osmdesátých letech jako nové, dosud neznámé trauma u horolezců, a v dnešní době je jedním z nejčastějších lezeckých zranění (Schöffl, 2003). Bollen (1988) označil v roce 1988 toto poranění jako „lezecký prst“ a jako první vyslovil hypotézu, že uzavřený úchop přímo koreluje s tímto poraněním. Nejčastěji zraněným prstem bývá prsteníček pravé ruky (viz. tab. č. 5). Nejčastěji poraněným poutkem bývá poutko A2 a převažuje přetržení nad natažením (Kubiak, 2006, Schöffl, 2003). Bollenova studie (1988) zaznamenává poranění poutka A2 u více jak 40% závodních lezců. Robinson (Robinson, 1993) píše, že četnost poranění přímo závisí na frekvenci lezení a zkušenosti lezce. Toto potvrzuje německá studie doktora Schöffla (2003), která zaznamenala větší výskyt poranění poutek u závodních lezců než u lezců, trénujících méně často a schopných lézt pouze nižší obtížnost.

Mechanismem zranění šlachového poutka je dle Kubiaka (2006) pád lezce při držení velmi malého chytu uzavřeným úchopem. Dle Petera a Jebsona (1997) je uzavřený úchop nejčastěji používaným úchopem ve sportovním lezení, avšak je také nejvíce zatěžující pro flexorový šlachový aparát a šlachová poutka vůbec. Při uzavřeném úchopu jsou distální interfalangeální klouby v hyperextenzi a šlacha hlubokého flexoru bývá maximálně namáhána. Jestliže se lezec o tělesné hmotnosti 72 kg drží chytů třemi prsty každou rukou, je každý z nich, bez ohledu na tření, zatížen silou 12 daN (120 N). Při závěrném úchopu je pak DIP kloub zatížen 44,4 daN, tah za šlachu činí 59,9 až 73,6 daN a PIP kloub je přetěžován na stříh (Peter, 1997, Rotman, 2012). Dalším velmi častým mechanismem je náhlé uklouznutí nohy při současném držení chytu uzavřeným úchopem, skok z lišty na lištu nebo stále se opakující stejný pohyb např. při tréninku na campusboardu. Ruptura poutka je doprovázena slyšitelným lupnutím, pacienti si stěžují na akutní bolest na palmární straně ruky. Oblast poutka je palpačně bolestivá, zduřelá, do 24 hodin se objevuje krevní výron. Flexe prstu je omezená a vzniká dojem, jako kdyby šlacha vyskakovala z kosti (tzv. tětiva), viz obr. č. 8 (Bollen, 1990, Rotman, 2012, Tropet, 1990).



Obr. č. 8 Viditelný vznik tětiny (Hochholzer, 2003)

Tabelle 4: Ringbandverletzungen (n=122)

	n	rechts	links	D2	D3	D4	D5	M	W	A2	A3	A4	A2/A3	A2/A3/A4
Ringband- zerrung	48	28	20	0	21	27	0	43	5	31	3	14	0	0
Ringband- ruptur	74	41	33	0	26	46	2	67	7	50	3	14	4	3

(D = Digitus, M = männlich, W = weiblich)

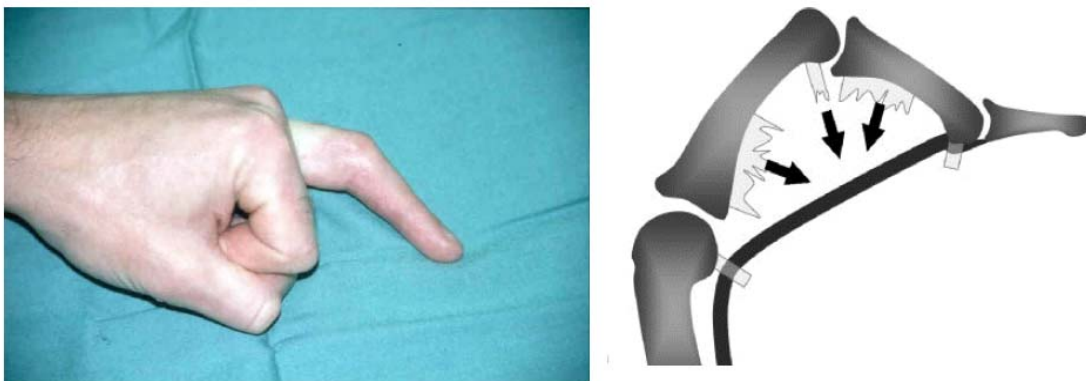
Tab. č. 5 Poranění šlachových poutek (n=122) (Schöffl, 2001)

## 6.1 DIAGNOSTIKA – VYŠETŘOVACÍ METODY

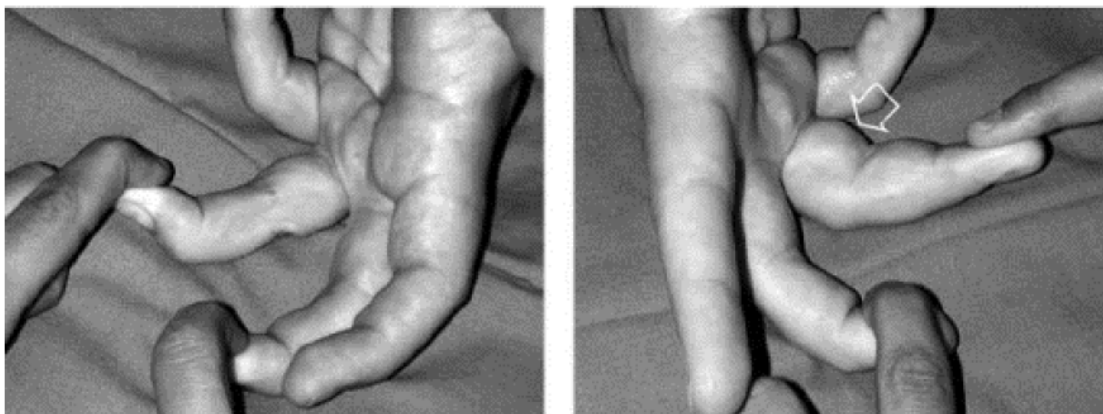
K určení správné diagnózy je využíváno klinické vyšetření a zobrazovací metody jako je RTG, MRI nebo ultrasonografie.

### 6.1.1 Klinické vyšetření

Vyšetření ruky zahajujeme aspekci. Sledujeme, zda je přítomen otok, zarudnutí, viditelná tětíva (obr. číslo 9), poranění kožního krytu, hematom či defigurace. Palpačně vyšetřujeme lokální bolestivost, teplotu, krepitace či přeskokování šlachy. Po palpačním vyšetření přichází na řadu vyšetření funkční, ve kterém se zaměřujeme na aktivní a pasivní rozsah pohybu, testujeme stabilitu postranních vazů a funkci šlachového aparátu, dále vyšetřujeme svalovou sílu, provádíme odporové testy ke zjištění vzniku tětívového efektu (obr. číslo 10) a nakonec provádíme neurologické vyšetření – zejména vyšetření citlivosti, a vyšetření cévní – kapilární návrat, pulzace a. radialis a a. ulnaris (Hebelka, 2010).



Obr. č. 9 Otok a vznik tětivy po kombinované ruptuře A2/A3/A4 (Pfefferkorn, 2012)



Obr. č. 10 Klinické vyšetření tětivy (Pfefferkorn, 2012)

### 6.1.2 Zobrazovací metody

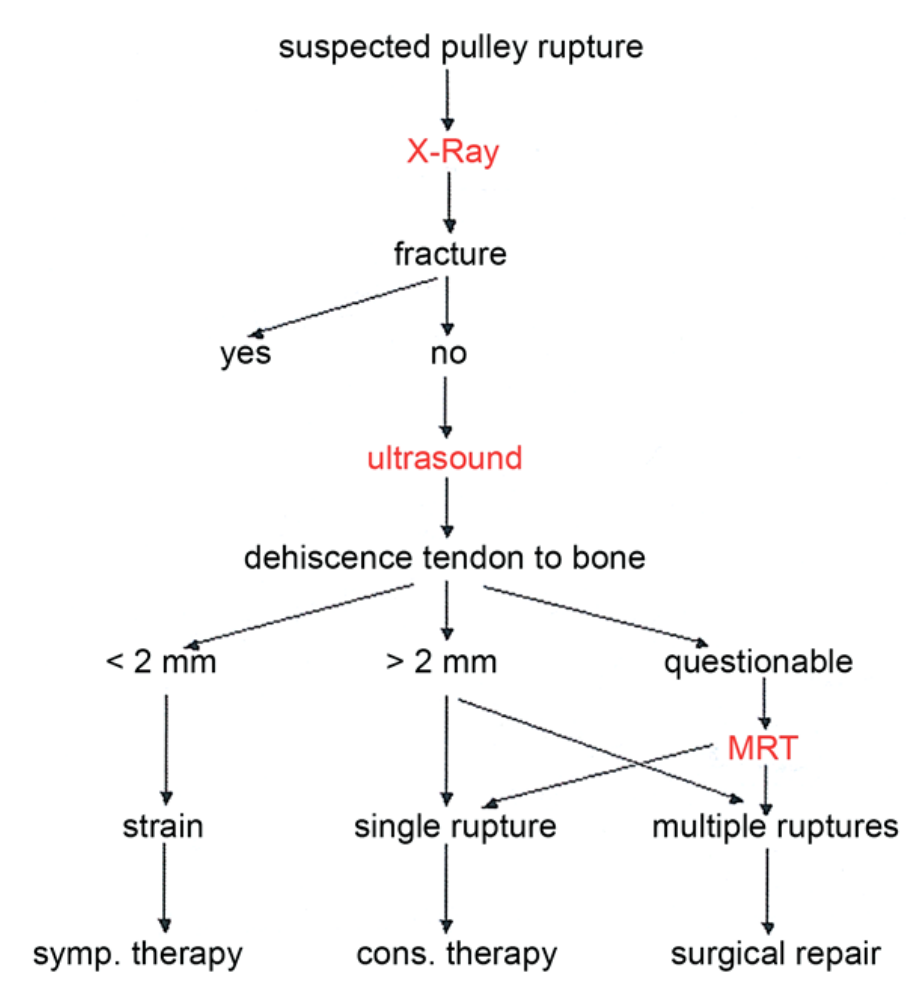
Podle algoritmu a reportu Gabla et al. (1998) by měl být u adolescentních lezců vždy udělán anteroposteriorní a laterální RTG snímek k vyloučení fraktury, chronické fraktury z přetížení nebo avulze volární ploténky. Jestliže je u adolescentního lezce podezření na atraumatickou frakturu epifyzy, která na RTG snímku není viditelná, je nutné též vyšetření MRI, protože čerstvá poranění epifyzy jsou v mnoha případech viditelná pouze na MRI snímku.

Mnoho studií potvrdilo, že magnetická rezonance dokáže velmi přesně odhalit poranění šlachového poutka (Bodner, 1999, Schöffl, 2004, Gabl, 1996, Martinoli, 2000). MRI nedokáže přesně detekovat poranění poutka, ale T1 sekvence ukazuje vzdálenost šlachy od kosti a T2 sekvence pomáhá rozeznat a odlišit tendonitis, peritendonitis, lézi vnitřní substance šlachy a parciální rupturu. Nevýhodou MRI je vysoká cena vyšetření, která brání běžnému použití při úrazech prstů. V poslední době ultrazvukové vyšetření vedlo ke stejné, ne-li lepší přesnosti měření s možností dynamického vyšetření (Bodner, 1999, Gabl, 1996, Serafiny, 1996, Klauser, 2000, Clavero, 2002). Ultrazvuk můžeme nyní považovat za zlatý standard vyšetření poranění šlachových poutek a pouze v případě pochybností přikročíme k vyšetření MRI (Schöffl, 2006).



Obr. č. 11 MRI – ruptura šlachového poutka (Schöffl, 2001)

V následující tabulce číslo 6 je uveden ideální vyšetřovací algoritmus dle Schöffla (2003). V případě podezření na poranění šlachového poutka je standardně prováděn ultrazvuk a teprve v případě nejasností je navíc provedena magnetická rezonance. V případě adolescentů a jiných podezření na frakturu je nejprve proveden rentgen prstu.



Tab. č. 6 Diagnostika poranění šlachového poutka (Schöffl, 2006)

## 6.2 TERAPIE

V roce 1990 publikovali Bollen (1990) a Tropet et al (1990) zprávu o lezcích s uzavřeným poraněním šlachového poutka. Bollen léčil lezce konzervativně a dosáhl stejně dobrých výsledků jako Tropet, který využil léčby chirurgické. V posledním desetiletí se objevily další studie o chirurgické i konzervativní léčbě, ale žádná z nich neobsahovala přesné léčebné postupy. V prvních letech byla hojně indikována léčba chirurgická, ale dnes je pro jednoduché ruptury standardem léčba konzervativní, která vykazuje dobré až excelentní výsledky (Schöffl, 2003, 2004). Tento přístup je založen na biomechanické analýze šlachových poutek flexorového systému a na velmi dobrých funkčních výsledcích lezců, kteří prošli konzervativní terapií po poranění šlachového poutka. Počáteční silový deficit odezní za tři až šest měsíců. Bollen (1990) uveřejnil



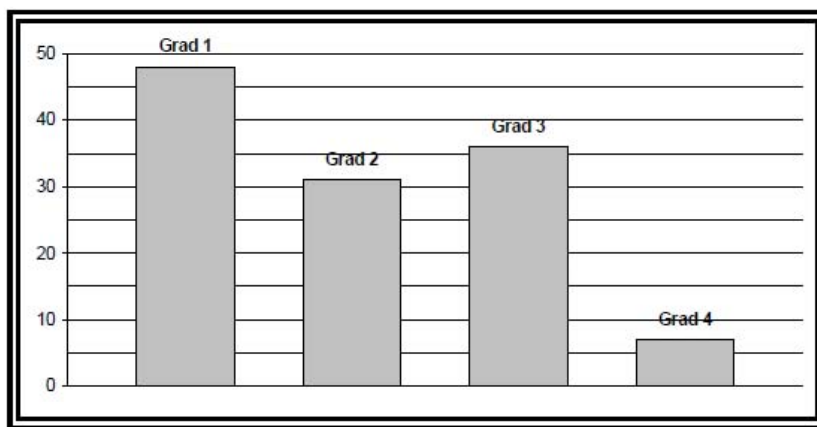
průzkum provedený na Britském národním šampionátu v roce 1989, kde zjistil, že 18 lezců vykazuje fenomén tětivy v prstech. Ani jeden z těchto atletů nepodstoupil žádný druh léčby, ale v době závodu neměli závodníci výrazné obtíže. Gabl et al (1998) použil MRI a viditelný fenomén tětivy pro indikaci konzervativní nebo chirurgické léčby. Chirurgická léčba byla aplikována v případě, že se tětiva na MRI táhla proximálně k bazi proximálního phalangu postiženého prstu. Magnetická rezonance však byla pro tento přístup nutná. Ačkoli konzervativní terapie jednoduchých ruptur šlachových poutek se stala standardem, neexistoval rozdíl mezi jednotlivými poutky samotnými. Ruptura poutka A2 má prolongovanou regeneraci oproti ruptuře poutka A4. Pro další vědecké vyhodnocování, stejně tak jako pro rozhodování o způsobu terapie, vytvořil Schöffl et al (2003) speciální klasifikační tabulku (tab. č. 7 a 8) (Schöffl, 2006).

	<b>Grad 1</b>	<b>Grad 2</b>	<b>Grad 3</b>	<b>Grad 4</b>
<b>Therapie</b>	konservativ	konservativ	konservativ	operativ
<b>Immobilisation</b>	nein	10 Tage	10-14 Tage	postoperativ 14 Tage
<b>Funktionelle Therapie</b>	2- 4 Wochen	2- 4 Wochen	4 Wochen	4 Wochen
<b>Ringbandschutz</b>	Tape	Tape	Thermoplastischer Ring	Thermoplastischer Ring
<b>Leichte sportartspezifische Aktivität</b>	nach 4 Wochen	nach 4 Wochen	nach 6- 8 Wochen	nach 4 Monaten
<b>Volle sportart-spezifische Aktivität</b>	nach 6 Wochen	nach 6- 8 Wochen	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten
<b>Taping während sportartspezifischer Aktivität</b>	3 Monate	3 Monate	6 Monate	>12 Monate

Tab. č. 7 Therapeutické směrnice u poranění šlachových poutek (Schöffl, 2003)

	Verletzung
<b>Grad 1</b>	Ringbandzerrung
<b>Grad 2</b>	Komplette Ruptur A4 oder Teilruptur A2 oder A3 Ringband
<b>Grad 3</b>	Komplette Ruptur A2 oder A3 Ringband
<b>Grad 4</b>	Multiple Rupturen, z. B. A2/A3, A2/A3/A4 oder singuläre Ruptur (A2 oder A3) in Kombination mit Verletzung der Mm. Lumbricales oder Kollateralbandruptur

Tab. č. 8 Stupně poranění šlachových poutek (Schöffl, 2003)



Tab. č. 9 Tíže zranění ze 122 poranění šlachových poutek (Schöffl, 2003)

Doktor Schöffl spolu s dalšími autory sestavil stupnici klasifikující těžkost poranění, viz tabulka číslo 8. Tato stupnice měla sloužit k dalšímu vědeckému vyhodnocování a k určení terapie. Natažení šlachového poutka je klasifikováno jako stupeň jedna. Vzdálenost mezi kostí a šlachou zjištěná pomocí MRI nebo ultrazvuku je menší než dva milimetry. Kompletní ruptura poutka A4 má velmi dobrou prognózu, často vedoucí k plnému zahojení v průběhu čtyř až šesti týdnů. Závažnost ruptury poutka A4 je stejná jako závažnost parciální ruptury poutka A2 nebo A3, která jsou pro správnou funkci flexorové šlachy podstatnější. Tento typ poranění je ohodnocen stupněm dva. Kompletní ruptura poutka A2 nebo A3 vede k prodloužené rekonvalescenci a je hodnocena stupněm tři. Stupeň čtyři zahrnuje kompletní vícečetné léze poutek A2 až A4 nebo jednoduchou rupturu poutka kombinovanou s poškozením lumbrikálního svalu nebo kolaterálního ligamenta. Toto poškození vede k funkčnímu

deficitu, pokud není chirurgicky operováno. Stupeň jedna až tři je léčen konzervativně, stupeň čtyři se neobejde bez chirurgického zásahu (Schöffl et al., 2003, Schöffl, 2006).

### **6.2.1 Konzervativní terapie**

Na základě biomechanické analýzy Bollen (1990) je konzervativní léčba standardem pro jednoduché ruptury. Bollen popsal tržnou sílu 500 N pro 1,5 cm široký tape šlachového poutka A2, což umožňuje jeho dobrou ochranu. Ačkoli novější studie Warmeho a Brookse (Vigouroux, 2005) nezjistily rozdíl v tržné síle s a bez tapu a Schweizer (2000) nepotvrdil biomechanický benefit tapingu, má tento typ konzervativní léčby velmi dobré funkční výsledky (Schöffl, 2004, Hochholzer, 2003). Schöffl et al. (2006) doporučuje časnou imobilizaci na deset až čtrnáct dní následující ihned po vzniku traumatu. K imobilizaci doporučuje použití palmárního splintu v kombinaci s antiedematózní léčbou. Ihned poté by měla následovat funkční terapie (gymnastika prstů, cvičení s therabandem nebo kompresním balónkem) za současného použití tapu nebo termoplastického prstýnku. Jednoduchá sportovní aktivita je povolena pro stupeň tři za šest až osm týdnů za současné podpory šlachového poutka tapem. Plná sportovní zátěž je povolena po třech měsících, ale ochranný taping postiženého poutka je doporučen ještě šest měsíců po zranění. Při použití nově vynalezené metody tapingu tzv. H-tapem je dle Schöffla et al. (2006) možné snížit u poranění šlachového poutka stupně dva dobu léčby. Průvodní silový deficit je kompenzován za tři až šest měsíců, ale vzdálenost mezi kostí a šlachou při ultrazvukovém vyšetření přetrvává. Nedávná studie Schöffla et al. (2006) potvrzuje, že po výše popsané konzervativní terapii nezůstává u pacientů žádný silový deficit a terapie má excelentní funkční výsledky podle Buck – Gramcko score (Buck – Gramcko, 1976).

### **6.2.2 Chirurgická léčba**

Poranění šlachového poutka stupně čtyři je indikováno k chirurgické léčbě z důvodu nebezpečí vzniku funkčního deficitu (Gabl, 2000, Voulliaume, 2004). Klinicky je flexe distálního interfalangeálního kloubu snížena a někdy dochází i ke snížení rozsahu pohybu do extenze v proximálním interfalangeálním kloubu (Bollen, 1990, Bollen, 1988). Základem chirurgické léčby jsou studie Lina et al. (1989) ve srovnání s chirurgickými zákroky provedenými Widstromem et al. (1989). Jednoduché sešití zbylých částí poutka se ukázalo jako nedostatečné, takže rekonstruktivní typ

operace je nezbytný. Do dnešní doby bylo popsáno mnoho operačních metod: operační technika dle Kleinerta a Benetta (1978) založená na myšlence Weilbyho, „belt – loop“ technika dle Kareva et al. (1987), „single – loop“ technika dle Bunella (1944), Listerova technika (1985) s použitím retinaculum flexorum, palmaris longus transplantace přes palmární ploténku podle Doylea (1975), „loop-and-a-half technique“ dle Widstroma et al. (1985), „triple-loop technique“ Okutsu et al. (1987) a technika s použitím štěpu extenzorového retinacula podle Gabla a Mouteta (2000).

Na základě biomechanické analýzy Widstroma et al. (1985) a zpráv Hahna a Lanze (1996) upřednostňuje Schöffl „loop-and-a-half technique“ dle Widstroma (1985) s volným transplantátem šlachy m. palmaris longus. Ačkoli Weilbyho rekonstrukce vykazuje dle zpráv Kleinerta a Benetta (1978) nejlepší funkční výsledky, není pevnost poutka po této rekonstrukci dle Schöffla pro sportovní lezce dostatečná. Maximální pevnosti je dosaženo právě rekonstrukční technikou „loop-and-half“. Přesto je však konečné rozhodnutí o zvolení techniky ponecháno až na dobu samotného zákroku podle anatomické situace. Pro rekonstrukci poutka A3 není „loop-and-a-half technique“ dle Widstroma zcela ideální, protože „loop“ může způsobit iritaci extenzorové šlachy na proximálním interfalangeálním kloubu. V této situaci by měl být použit štěp extenzorového retinacula. Gabl et al (2000), Moutet et al (2003), a Voulliaume (2004) prokázali dobré výsledky při použití štěpu, převážně však na jednoduchých rupturách. V prodloužené rekonvalescenci po poranění třetího stupně, speciálně se současnou tendinitidou nebo v kombinaci s parciální rupturou poutka A2 a s rupturou poutka A3 je tenosynovectomie s rekonstrukcí poutka pomocí štěpu z extenzorového retinacula doporučena. Po chirurgickém zákroku doporučuje Schöffl (2006) dvoutýdenní imobilizaci následovanou funkčními pohyby s ochranou poutka termoplastickým nebo „soft-cast“ prstýnkem po čtyři týdny. Během sportovních aktivit by měl pacient používat ochranný taping po dalších šest měsíců. Celkově jsou finální výsledky léčby dobré, s úplným nebo téměř úplným rozsahem pohybu a svalovou silou, umožňující návrat ke sportovním aktivitám (Schöffl, 2006).

V následujícím odstavci je uvedeno několik studií, které se zabývaly léčbou poranění šlachových poutek ve státech Evropy (Německo, Rakousko, Francie) a Asie (Japonsko). Mezi studiemi je zahrnuta i česká pilotní studie, kterou prováděla Milada

Hebelková – Činčerová v rámci své diplomové práce na UK FTVS. Shrnutí výsledků je uvedeno v tabulce číslo 17.

*Studie první: Pulley Injuries in Rock Climbers (Schöffl, 2003)*

Do této studie bylo zahrnuto 604 zraněných lezců. Tito lezci byli vyšetřováni od ledna 1998 do prosince roku 2001 dotazníkem a standardním vyšetřovacím protokolem. Poranění šlachových poutek se objevilo ve 122 případech. Všechna poranění prstů byla vyšetřena diagnostickým ultrazvukem a v případě nejasností i magnetickou rezonancí. Ve studii se objevily všechny čtyři stupně tíže poranění dle klasifikační tabulky Schöffla a Hochholzera. Nejčastějším zraněním však byla ruptura poutka A2. Stupeň 1-3 byl léčen konzervativně, stupeň 4 se léčil operativně technikou „loop and a half“ dle Widströma, nebo alternativně technikou dle Weilbyho. Z 80 případů léčených konzervativně si pouze 7(8%) lezců stěžovalo na přetrvávající bolest po 3 měsících léčby. Tato bolest byla ve všech případech způsobená tendovaginitis a byla nadále léčena lokálními kortikosteroidy a prodlouženou dobou bez zátěže. Všichni tito lezci se nakonec vrátili na svoji původní úroveň lezení. Zbylých 73 lezců se vrátilo k původní zátěži do 3 měsíců od úrazu. Ze sedmi lezců, kteří měli stupeň zranění čtyři a podstoupili operační léčbu, udal jeden lezec velmi dobrý funkční výsledek operace, pět lezců dobrý výsledek a jeden lezec uspokojivý výsledek. U všech těchto lezců byl nadále nutný taping během lezení.

*Studie druhá: Úrazy ruky a rekonvalescence u sportovního lezení (Činčerová-Hebelková, 2008)*

V této české pilotní studii bylo vyšetřeno 21 lezců, kteří přišli s potížemi prstů ruky od července 2006 do prosince 2007. Deset lezců bylo zahrnuto do této práce pro prokázanou rupturu některého ze šlachových poutek. Všichni tito lezci byli vyšetřeni klinicky, RTG a sonografickým vyšetřením. U některých lezců byla provedena i magnetická rezonance. Dle tíže poranění se v této studii objevil stupeň 2, 3 a 4. Nejčastější byla opět ruptura poutka A2. Pro vyhodnocení efektu byl použit dotazník. Operován byl pouze jeden vysoce výkonnostní lezec s kombinovanou rupturou poutka A2 a A3. Jako operační technika byla zvolena opět technika „loop and a half“ dle Widströma. K lehkému tréninku se lezci vrátili za cca 2 měsíce. Plná zátěž byla

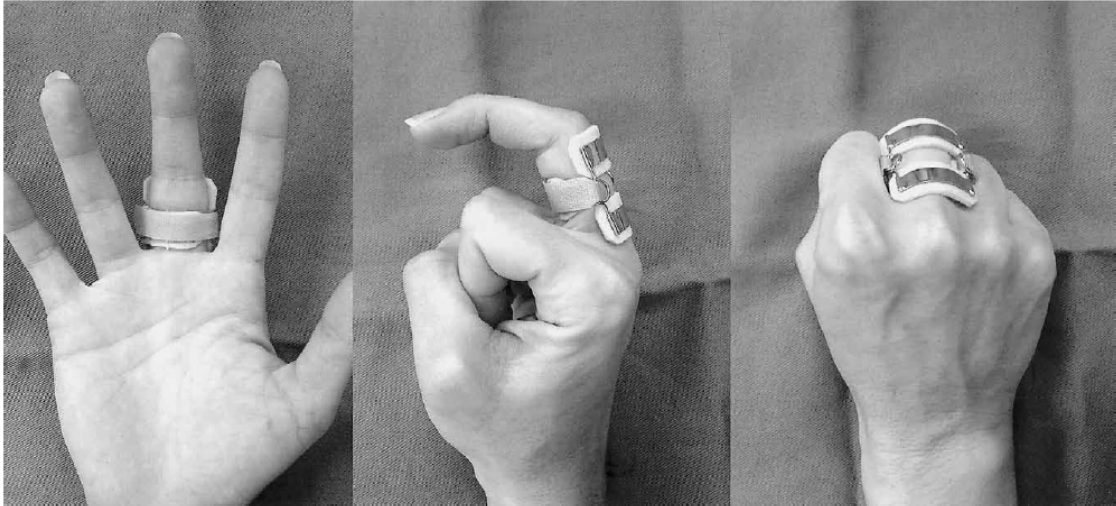
pacientovi povolena již po 4 měsících od operace se současným ochranným tapingem. Tento pacient byl subjektivně velmi spokojen a již po 5 měsících od operace se vrátil na původní úroveň lezení. Ostatní pacienti byli léčeni konzervativně, plná zátěž byla povolena u akutně vzniklých jednoduchých ruptur již po třech měsících s ochranným tapingem prstu. Po konzervativní terapii bylo subjektivní hodnocení pacientů v 60% výborné, v 20% dobré, v 10% špatné u jedné vícečetné ruptury a v 10% nedostatečné před operací vícečetné ruptury.

*Studie třetí: Ruptures des poulies digitales operees chez les grimpeurs haut niveau (Parzy, 2003)*

Tato studie zahrnovala 11 lezců operovaných v průběhu let 1992 až 2001 na oddělení chirurgie ruky v Grenoblu ve Francii. U všech lezců byla klinicky diagnostikována tětíva flexorových šlach a byla jim provedena plastika poutka A2 pomocí extenzorového retinakula. Po třech měsících od operace byla bolest snížena u 81,8% pacientů a nález tětivy zůstal u 27,3% operovaných. K lehkému tréninku se lezci vrátili cca po 4,5 měsících, k plnému tréninkovému zatížení až po více jak 10 měsících. 82% lezců se vrátilo ke své původní výkonnosti během jednoho roku, 18% své původní výkonnosti nedosáhlo. Po operační léčbě bylo subjektivní hodnocení pacientů v 73% výborné, v 18% dobré a v 9% špatné.

*Studie čtvrtá: Climber's finger (Yamaguchi, 2007)*

Tato studie byla provedená na Tokyo Hand Surgery v Japonsku a participovalo v ní 8 lezců s věkovým rozmezím od 23 do 52 let. Dva případy byly operovány pro neúspěšnou tříměsíční a šestměsíční konzervativní terapii. Všech šest lezců léčených konzervativně se po třech měsících vrátilo k plné zátěži. Konzervativní léčba zahrnovala měsíční fixaci speciální aparaturou, viz obr. číslo 12. Bolest zmizela u všech pacientů a rozsah pohybu byl stoprocentně obnoven. V obou dvou operačně řešených případech byla potvrzena léze poutka A2 a C1. Operační technika nebyla v této studii upřesněna. Oba lezci se však k lehkému tréninku vrátili po 3 měsících od operace. Autoři předpokládají, že operační léčba by měla být indikována, pokud po třech měsících selže léčba konzervativní.



Obr. č. 12 Fixace prstu (Yamaguchi, 2007)

*Studie pátá: Sekundäre Rekonstruktion des digitalen A2-Rinbands (Aurora, 2013)*

V této nové rakouské studii bylo zahrnuto 15 pacientů s rupturou poutka A2. Plastika A2 byla provedena pomocí extenzorového retinakula stejně jako v případě studie O. Parzy (2003). Po operaci nosili pacienti fixační palmární dlahu po dobu jednoho měsíce. Tato dlahu držela metakarpofalangeální i proximální interfalangeální kloub v nulové pozici. Po odstranění dlahy byla zahájena ergoterapie. Lehká sportovní zátěž byla povolena po třech měsících. Po 48 měsících dosáhla flexe PIP kloubu průměrně 97% své původní hodnoty, síla prstů se vrátila na původní hodnotu, extenze postiženého prstu nebyla omezena. Hodnocení pacientů bylo ve 12 případech velmi dobré, ve dvou případech dobré a v jednom uspokojivé.

Ze studií je zřejmé, že jak léčba operační, tak konzervativní dává v případech jednoduché ruptury poutka uspokojivé výsledky. Návrat k plnému tréninkovému zatížení je však v případě konzervativní léčby až dvakrát rychlejší a dříve dochází k úpravě funkce a snížení bolesti. Ve všech třech studiích zabývajících se konzervativní léčbou se pacienti vrátili k plné zátěži již po třech měsících a k lehkému lezení již po 6 až 8 týdnech. V případě operovaných pacientů byl návrat k lehkému tréninku o měsíc až dva delší. Vícečetné ruptury je nutno operovat pro rychlý rozvoj funkčního deficitu a riziko nevratných změn na postiženém prstu. Dle Schöffla (2003) je nejlepší operační technikou technika „loop and a half“ dle Widströma, při které se bere štěp ze šlachy m.

palmaris longus. Tato technika vyniká největší pevností rekonstruovaného poutka. Dle studie Aurory (2013) a Parzy (2003) však operační technika pomocí štěpu z extenzorového retinakula má též dobré funkční výsledky. Subjektivní hodnocení pacientů bylo ve všech studiích ve většině případů dobré až velmi dobré. Průměrný věk lezců trpící tímto poraněním se pohyboval okolo 28 let.

Jelikož studie Schöffla a Hochholzera (2003) je jednoznačně nejrozsáhlejší a dává nejspokojivější výsledky, bude popsána konzervativní terapie od vzniku poranění po návrat k plnému tréninkovému zatížení právě podle těchto autorů. Na následujících stranách je tedy uveden postup léčby pro stupeň poranění poutka 1-3 dle klasifikační tabulky Schöffla a Hochholzera krok po kroku.

### **6.3 SPECIFICKÉ REHABILITAČNÍ POSTUPY PŘI PORANĚNÍ PRSTŮ**

Polovina sportovních lezců prodělá poranění prstů, ruky nebo paže, které zapříčiní delší pauzu v lezení. Jen malá část lezců podstoupí fyzioterapeutickou léčbu a ještě méně z nich věnuje čas pravidelnému preventivnímu cvičení.

Všeobecně řečeno se lezci vrací k tréninku příliš brzy po prodělaném zranění. Návrat ke sportovní aktivitě před úplným doléčením ale může způsobit rozsáhlé a nevratné zajizvení tkáně, což může vést k dlouhodobým problémům. Příkladem může být neúplné otevření dlaně po natržení šlachového poutka. V takovémto případě při položení dlaně na stůl zůstává postižený prst v mírné flexi a nelze kompletně natáhnout. Je zde velké riziko, že lezec bude též trpět bolestivou artritidou.

Zranění a syndromy z přetížení brání lezcům v jejich rozvoji. Těžší poranění mohou lezce zabrzdit natolik, že ke své původní výkonnosti se vrátí až po 1 – 2 letech. Pokud dojde k návratu k lezení příliš brzy a tkáň ještě není zcela zhojena, prohloubí se doba rekonvalescence o to více. Příliš brzký návrat k lezení je typický pro lezce s poraněním šlachové pochvy nebo poutek. Běžné zatížení všedního dne je snesitelné již po pár dnech od vzniku zranění, ale zatížení lezením by neměli lezci zkoušet dříve než po několika týdnech.



Syndromy z přetížení mohou též ovlivňovat místa v blízkosti vzniku poranění. Toto je typické pro šlachy, které jsou zraněny jen v místě prstu. Pokud je prst dále používán, může dojít k rozšíření tendinitidy nebo zapříčinění takových podmínek, že poranění poutka vznikne daleko snadněji než za fyziologického stavu.

Pokud je lezec zraněn nebo rozpozná, že utrpěl poranění z přetížení, neměl by tento stav ignorovat, ale měl by následovat níže popsany akronym R.I.C.E. (rest, ice, compression, elevation), který může výrazně snížit dobu jeho rekonvalescence (Hochholzer, 2003).

### **6.3.1 Akutní ošetření**

#### **1. Rest – klid**

Bolest je alarmem, který nás varuje, že některá část těla je poškozena. Bolest bychom měli v každém případě respektovat. V případě vzniku bolesti bychom měli danou část těla ihned přestat zatěžovat. Je důležité si uvědomit, že stupeň bolesti nemusí přímo korelovat se stupněm poškození. Například natažení vazů v kotníku je často více bolestivé než kompletní ruptura ligamenta. Je to proto, že natažení podráždí receptory pro bolest, ale přetržení ligamenta receptory poškodí a zamezí tak vedení bolesti. Bolest se u kompletních ruptur objeví až v momentě, kdy oblast začne otékat.

#### **2. Ice – ledování**

Led by měl být aplikován na postiženou oblast co nejdříve po vzniku zranění. Led nebo tzv. ledové sáčky by měly být aplikovány na dobu cca dvaceti minut. Po jejich odejmutí se zvýší v dané oblasti průtok krve, kterému můžeme zamezit kompresí. Pokud aplikujeme led přímo na kůži, hrozí riziko vzniku omrzlin. Vhodné je proto položit mezi led a kůži tenký ručník, který bude fungovat jako dostatečný izolátor, ale zároveň nechá nízkou teplotu penetrovat k místu poranění. Jako nejvhodnější pro bezpečné chlazení postižené oblasti se ukázala voda o teplotě 4 stupně Celsia.

Při chronických problémech byl prokázán nejlepší účinek ledování po dobu pěti až deseti minut. Poté nastává zvýšený průtok krve danou oblastí (reaktivní hyperémie), což je neúčinnější část terapie, při které dochází k odplavení škodlivých metabolitů.

### 3. Compression – komprese

Použití komprese je nutné jen v případě akutního poranění. Po ledování se malé žilky rozšíří a nastává masivní prokrvení poraněné oblasti. Toto prokrvení potlačíme kompresí. Pokud to neuděláme, začne daná oblast znovu otékat, což opět zastaví cirkulaci krve. Je nutné si ale uvědomit, že příliš silnou kompresí může dojít k nežádoucímu útlaku a zastavení průtoku krve.

### 4. Elevation – elevace

Elevací rozumíme polohu postižené končetiny nad úroveň srdce. Elevace postižené oblasti pomáhá redukovat otok a zvýší odtok krve z této oblasti.

Po akutním ošetření R.I.C.E následuje buď operace, nebo klid, imobilizace a ochranný taping z důvodu prevence dalšího zajištění tkáně. Po této fázi následuje fáze fyzioterapie, fyzikální terapie a fáze postupného návratu k lehkému tréninku lezení (Hochholzer, 2003).

<b>Three Steps to Recovery:</b>	
1. Immediate Care	- RICE
2. Therapy Stage I	- Operation - Cast/splint/tape - Immobilization - A pause in climbing and training
3. Therapy Stage II	- Physical therapy (ultrasound, electrotherapy, ice therapy) - Physiotherapy (massages, active exercises) - Return to light training and easy climbing

Tab. č. 10 Tři kroky k regeneraci ( Hochholzer, 2003)

### 6.3.2 Klid a imobilizace

Ihned po traumatu, pokud není indikována operace, bývá aplikován tape nebo termoplastový či kovový prsten na deset až čtrnáct dní, viz obr. 13. Tato fixace urychlí hojení postiženého poutka, protože umožní šlachové pochvě dostatečně vyživovat poraněnou oblast, a elementy nutné pro regeneraci postižené oblasti můžou volně proudit k místu zranění. Imobilizace též brání opětovnému poranění. Kroužek je možno při manuální terapii sundat, vždy je však nutná fixace postiženého místa prstem druhé ruky nebo prstem terapeuta. Kovový kroužek je nabízen v šířkách 4 – 10 mm a měl by umožnit plnou flexi prstu, aniž by došlo ke vzniku tětiny (Hochholzer, 2003).



Obr. č. 13 Termoplastový prsten (Hahn, 2003)

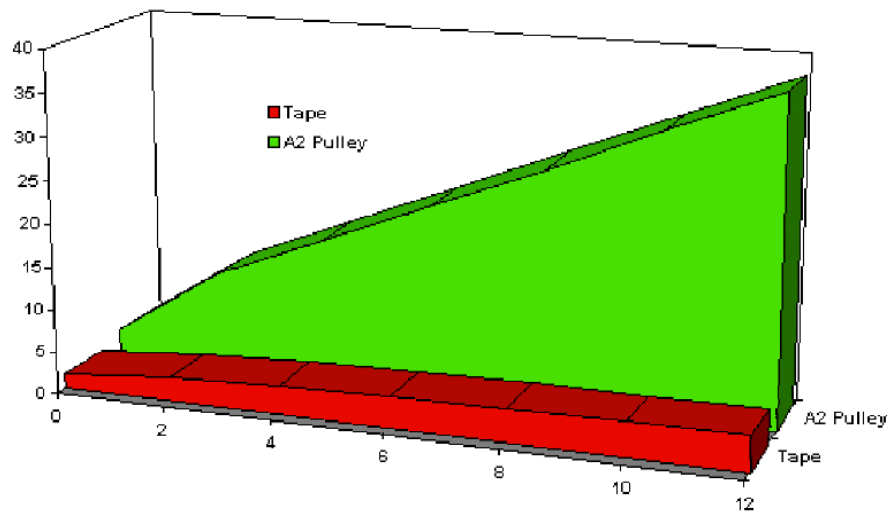
### 6.3.3 Taping

Ruptura, natažení nebo bolest poutka A2 je nejčastěji řešena cirkulárním tapem při bazi proximálního phalangu prstu (obr. 14). Tuto hojně využívanou metodu vynalezli sami lezci s cílem odlehčení šlachového poutka, a to vícečetným omotáním kůže tapovací páskou nad místem zranění. Lezci, kteří využívají tuto metodu, věří, že díky tapu získají lepší stabilitu, jistotu a lepší pocit při lezení. Ačkoli účinnost tapingu není dosud vědecky ověřena, dosahuje tato metoda velké popularity (Schweizer, 2000).



Obr. č. 14 Tape (Schweizer, 2000)

Dle výsledků studie Schweizera (2000), který měřil zatížení poutka při uzavřeném úchopu s tapem a bez tapu na kadaverech, se ukázalo, že je tato metoda tapingu těsně u baze phalangu málo efektivní. Z grafu je zřejmé, že síly působící na poutko A2 rostou proporcionálně se zatížením pulpy prstu. Tape, který je aplikován těsně nad poutko A2, je při zatížení, které je větší než tři kilogramy, téměř neúčinný a může převzít jen minimální část síly působící na šlachové poutko. Můžeme tedy říci, že taping nad poutkem A2 je vyjma velmi malého zatížení na prst, kdy tape může převzít část síly na poutko působící, z biomechanického pohledu téměř neefektivní.



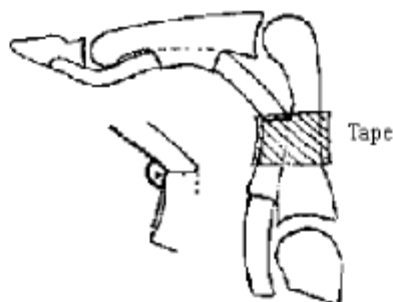
Graph: Belastung des A2 Pulley und des Pulleytapes in kg (y Achse) bei aufgestelltem Finger, Belastung an der Pulpa der distalen Phalanx gegen die Flexion in kg (x Achse).

Obr. č. 15 Zatížení poutka při uzavřeném úchopu (Schweizer, 2000)

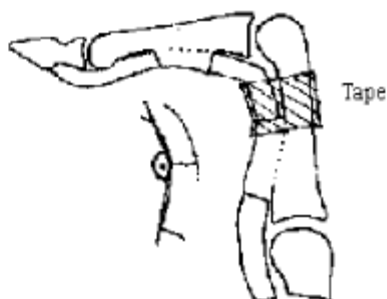
Je-li tape nalepen těsně nad poutkem A2 s cílem odlehčení této struktury, mohou být prováděny jen málo silové úchopy, při kterých je tape ještě efektivní. Čím více se lezec pohybuje v oblasti maximální síly, tím menší část zatížení může být převzata tímto druhem tapu, až nakonec činí jen nějakých 5 – 10%. Bohužel je tento taping také o to méně efektivní, čím silnější je lezec. Toto se dá vysvětlit tím, že biomechanika prstu a tapingu je u silného lezce stejná jako u nelezce, ačkoli silové rozdíly flexorové muskulatury jsou značné. Tam, kde při použití maximální síly nelezce může taping převzít ještě 20 – 30% zatížení, klesne tato hodnota u výkonnostního lezce jen na nějakých 5%. Z toho vyplývá, že právě špičkoví lezci by měli být o nízké efektivitě tohoto tapingu dobře informováni.

Další metodou tapingu dle Schweizera (2000) je metoda, kdy tape není nalepen u baze proximálního phalangu, ale více distálně, těsně u PIP kloubu. Hlavní myšlenkou této metody není přímé odlehčení poutka, ale zvětšení palmárního úhlu, který tvoří šlacha v místě poutka A2 při uzavřeném úchopu, a tím snížení kolmé síly působící na

šlachové poutko (obr. 16). Tape tak tvoří umělé poutko v distální části phalangu a slouží zároveň jako hypomochlion pro hlubokou flexorovou šlahu.



Tape přes poutko A2 bez efektu na úhel mezi šlachou hlubokého flexoru a poutkem A2



Tape přes distální konec proximálního falangu, úhel mezi šlachou hlubokého flexoru a poutkem A2 je menší

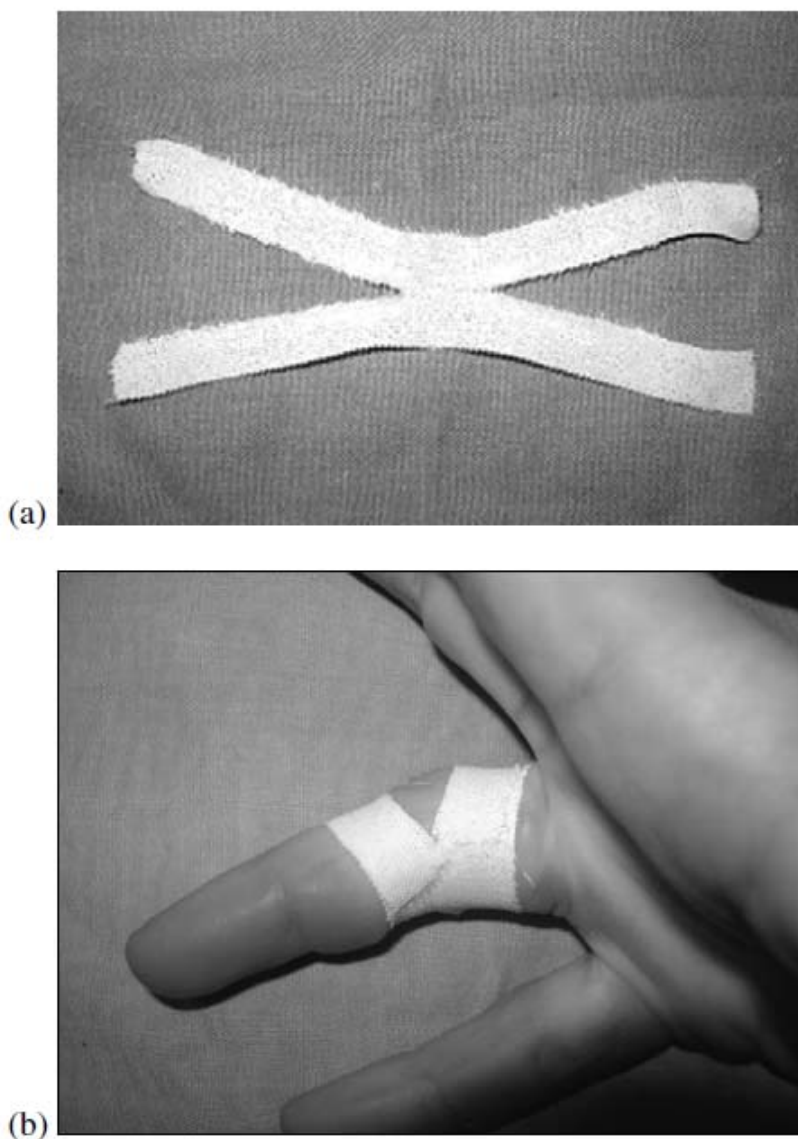
Obr. č. 16 Tape dle Schweizera (Schweizer, 2000)

Tato metoda je dle Schweizera efektivnější, protože redukuje vznik tětiny a oddálení šlachy od kosti o 0,75 mm, tedy o 22%. Oproti tomu je oddálení šlachy při použití první metody redukováno jen o 0,07 mm, tedy o 4% (Schweizer, 2000).

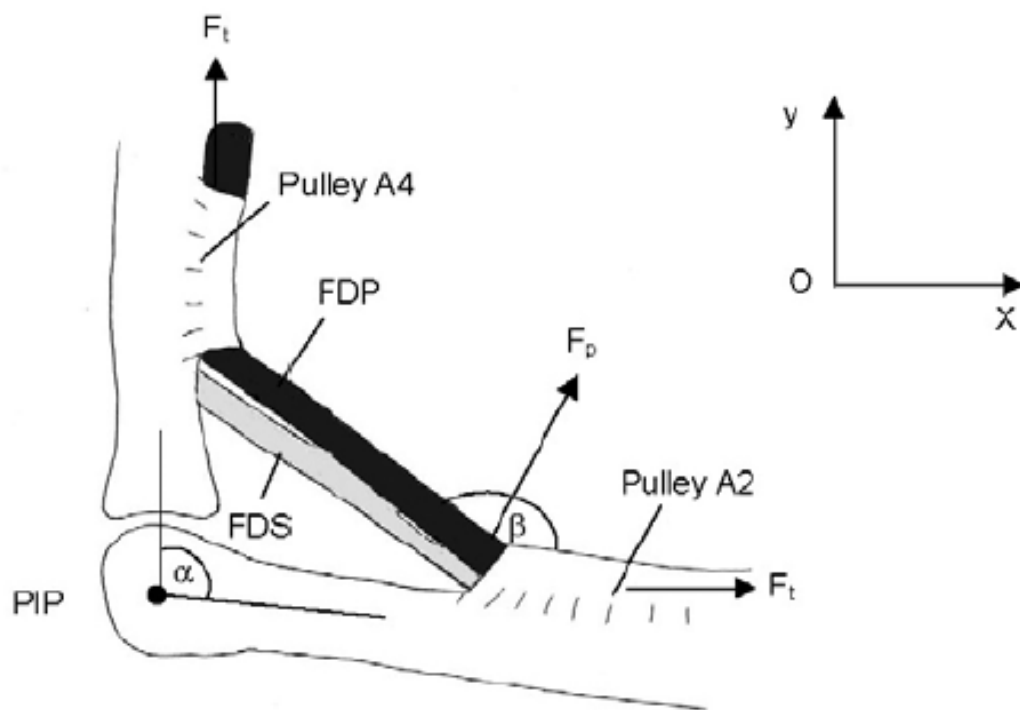
### *H-tape*

Vzhledem k tomu, že metoda Schweizera nebyla dostatečně účinná, vyvinula Isabelle Schöffl et al. metodu novou a dle jejích výzkumů efektivnější. Cílem bylo snížit

úhel beta, který tvoří šlacha hlubokého flexoru procházející poutkem, a docílit tak snížení tětivy. Metoda Schweizera má v tomto ohledu jen malý efekt, protože masa měkkých tkání, ležící pod tapem, je příliš velká a nedojde k dostatečnému přenesení síly. Tape aplikovaný pouze na proximálním phalangu jen sníží úhel beta nad poutkem A2. Ačkoli pro snížení tření ve šlachové pochvě je též nutné snížit úhel na hranách zbývajících poutek A3 a A4. Proto je třeba, aby byl tape aplikován přesně v místě, kde dochází k největší vzdálenosti šlachy od kosti. Toto místo se nachází nad centrem rotace PIP kloubu, tedy v místě poutka A3. Tato nová metoda H-tape (obr. č. 17) splňuje tyto předpoklady a je tedy dosud nejefektivnější metodou tapingu při poranění šlachových poutek (Schöffl, 2007).



Obr. č. 17 H-tape (Schöffl, 2007)



Obr. č. 18 Biomechanické působení sil na poutko A2 a A4 (Schöffl, 2007)



Obr. č. 19 Tape podle Schöffla (3. prst) a podle Schweizera (4. prst) (Schöffl, 2007)



### 6.3.4 Fyzioterapie

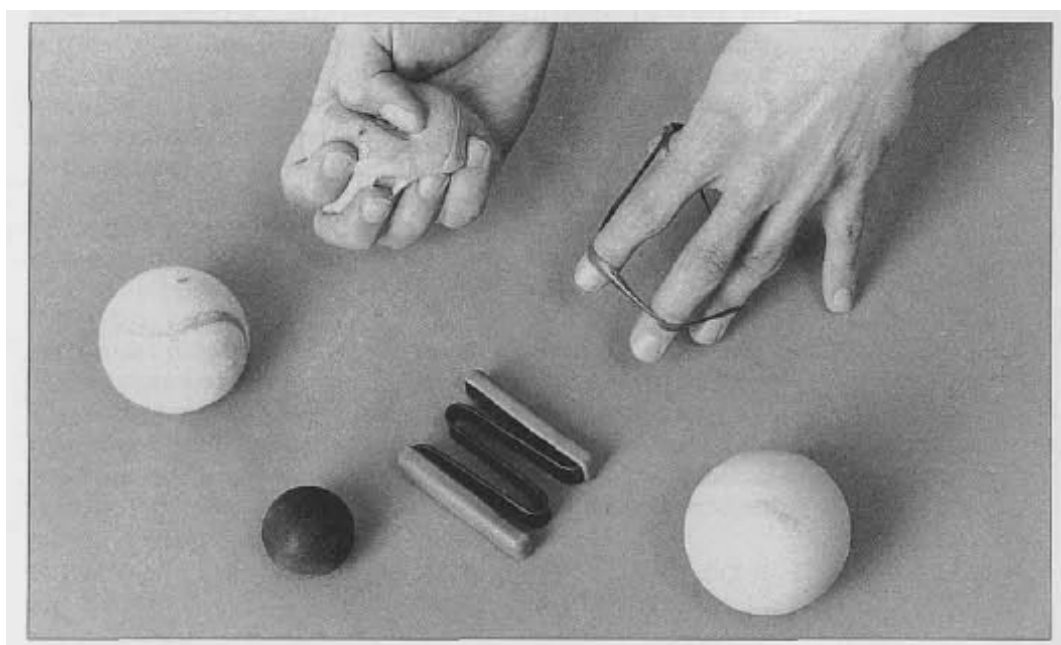
Poté, co byla poraněná oblast dostatečně dlouho imobilizována, přichází na řadu opětovné nabírání plného rozsahu pohybu. Obvykle toto nepůsobí žádné větší potíže. Při pokusu o první pohyb prstů je dobré, pokud je tento pohyb prováděn v teplé koupeli z důvodu dostatečného prohřátí poraněné oblasti a okolních kloubů. Speciální cvičení s fyzioterapeutem (jako je provádění pasivních i aktivních pohybů do všech směrů, stabilizační cvičení a jiné speciální koncepty) dopomůže k získání plného rozsahu pohybu. Fyzioterapeut ze začátku ukáže, jaké cviky provádět, a v případě nutnosti vede daný pohyb, popřípadě manuálně fixuje zraněné poutko. Posléze již pacient cvičí sám bez cizí dopomoci a zraněné šlachové poutko si fixuje sám prsty druhé ruky. Flexorová a extenzorová muskulatura by měla být protahována třikrát až čtyřikrát denně.

Fázi aktivní léčby můžeme rozdělit na čtyři bloky:

1. Fáze stabilizačních cvičení – cvičení pro udržení nebo zvětšení rozsahu pohybu, cvičení bez nebo proti lehkému odporu, postupné zvyšování zátěže až do provádění běžných denních aktivit
2. Fáze zapojení poraněné oblasti do všech běžných denních aktivit bez pocitu bolesti
3. Fáze zvyšování zátěže postižené oblasti – zátěž je navýšena téměř do původní tréninkové intenzity, ale stále je modifikována a upravována podle stavu pacienta
4. Fáze návratu k plnému tréninkovému zatížení. V této fázi musí být splněna tři kritéria: 1. plný rozsah pohybu dané oblasti, 2. dostatečná svalová síla (stejná jako byla před zraněním), 3. plná koordinace (Hochholzer, 2003)

Lezec by neměl za žádných okolností začít se silovým tréninkem dříve, než nabude plný rozsah pohybu. Nabírání síly pomocí rukou, kdy prsty jsou ještě ztuhlé a nedostatečně pohyblivé, může vést k fixování této pozice a potenciálnímu celoživotnímu problému málo pohyblivých prstů.

Poté co lezec nabude plného rozsahu pohybu a je téměř bez symptomatických obtíží, může začít s lehkým tréninkem. Při tomto tréninku mohou být použity pomůcky jako: theraband, trainer, měkký mačkácí míček nebo speciální plastická modelína (theraputty). Všechny tyto pomůcky mohou sloužit k lehkému tréninku svalů, ale stále by nemělo docházet k přílišnému zatěžování (Hochholzer, 2003).



Obr. č. 20 Cvičební pomůcky (Hochholzer, 2003)

Využívání těchto typů cvičení pomůže prstům hned v několika ohledech. Jedním z nich je zvýšený průtok krve při cvičení. Chronický otok tkáně z důvodu traumatu je redukován, chrupavka je více vyživována, protože při cvičení se vyživující tekutina z okolí kloubu dostává dovnitř. Ke svalům je přiváděno větší množství krve, což napomáhá jejich regeneraci. Tyto mechanismy pomáhají snížit množství synoviální tekutiny uvnitř kloubu a uvnitř zjizvené tkáně, která by mohla do budoucna bránit plnému rozsahu pohybu a nabytí plné síly (Hochholzer, 2003).

V dalším kroku může lezec použít pomůcky, díky kterým lze zvýšit jak sílu, tak koordinaci ruky a prstů. Na trhu je těchto pomůcek velké množství: například Mastergrip, Maxigrip nebo jen jednoduchý tenisový míček, kterým lze trénovat sílu prstů bez vysokého tlaku na měkké tkáně jako při lezení. Míček Qi-Gong může být též použit k rozvoji koordinace a flexibility (Hochholzer, 2003).



Obr. č. 21 Qi-gong (Yang, 1996)

Manuální i fyzikální terapie může být vhodně podpořena a doplněna orálními léky typu NSAD (non steroidal antiphlogistic drugs), jako je např. Ibuprofen, Diclofenac, Celecoxib atd. Je nutné mít ale na paměti, že použití těchto léků by nemělo jen snižovat bolest při rehabilitaci. Bolest by pro nás měla být vždy určitým indikátorem, že s danou oblastí není něco v pořádku a neměla by být nadměrně

zatěžována. Tyto léky by proto měly být použity především k redukci otoku a zánětu a neměly by být užívány déle než do začátku opětovného tréninku.

Při návratu k lezení by se měl lezec soustředit na delší lehčí cesty s velkými chyty a měl by zcela vynechat krátké boulderové lezení. Prvotním cílem by mělo být opětovné nabytí koordinace pohybu a vytrvalosti, tolik potřebné pro tento typ sportu. Trénink na campusboardu nebo lezení po velmi malých chytech může snadno obnovit předešlé zranění. Pro poranění šlachových poutek tedy doporučuje Schöffl s Hochholzerem minimální pauzu 12 týdnů, než se lezec může vrátit k tomuto typu tréninku (Hochholzer, 2003).

Post Therapy	
<b>To increase blood flow:</b>	Ice Hot/cold alternating baths Massage using a brush Electro-therapy Soft balls and other hand exercisers
<b>To decrease inflammation:</b>	Ointment dressings Sprays with non-steroidal Anti-inflammatory drugs Heat packs of sand Sulfur baths
<b>Muscle Development:</b>	Therapy work Hand exercisers
<b>Coordination Training:</b>	Qi-Gong Balls

Tab. č. 11 Následná terapie (Hochholzer, 2003)

### 6.3.5 Příklad cvičení

#### *Rozcvičování DIP kloubu prstu*

Palcem a ukazovákem druhé ruky uchopíme rozcvičovaný prst za střední článek a snažíme se o aktivní flexi v distálním interphalangeálním kloubu. Tah držíme asi deset sekund. Pokud aktivně nedosáhneme plného rozsahu pohybu, uchopíme rozcvičovaný prst palcem a prostředníkem druhé ruky a ukazovákem dopomůžeme distálnímu článku

do flexe. Tlačíme vždy do bolesti, v konečné fázi pohybu cítíme tah, ale ne bolest. Cvičíme ve dvou sériích dvakrát až třikrát denně.

#### *Rozcvičování PIP kloubu prstu*

Palcem a ukazovákem druhé ruky uchopíme daný prst za základní článek a snažíme se o aktivní pohyb v proximálním interphalangeálním kloubu. Ve flexi se snažíme vydržet po dobu deseti sekund. Pokud nedosáhneme plného rozsahu pohybu, opět dopomůžeme pasivně ukazovákem druhé ruky. Cvičíme do pocitu tahu ve dvou sériích dvakrát až třikrát denně.

#### *Rozcvičování MP kloubu prstu*

Palcem a ukazovákem druhé ruky fixujeme prst pod základním kloubem (za metakarp) a snažíme se o aktivní flexi v metakarpophalangeálním kloubu. Aktivní flexi držíme deset sekund. V případě malého rozsahu pohybu dopomůžeme prsty druhé ruky. Cvičíme opět do pocitu tahu ve dvou sériích dvakrát až třikrát denně (Pilný, 2007).

#### *Abdukce prstů*

Obě ruce položíme na stehna a snažíme se abdukovat prsty na obou rukách do maxima. Tuto pozici držíme po dobu deseti sekund. Měli bychom cítit tah, nikoliv bolest. Cvičíme ve dvou sériích dvakrát až třikrát denně.

#### *Cvičení špetky*

Obě ruce položíme ulnární hranou na stehna, palce směřují nahoru a snažíme se přiblížit prsty na obou rukou tak, aby se palec dotkl bříšek ostatních prstů. Cvičíme do pocitu tahu ve dvou sériích dvakrát až třikrát denně.

#### *Cvičení svalové síly*

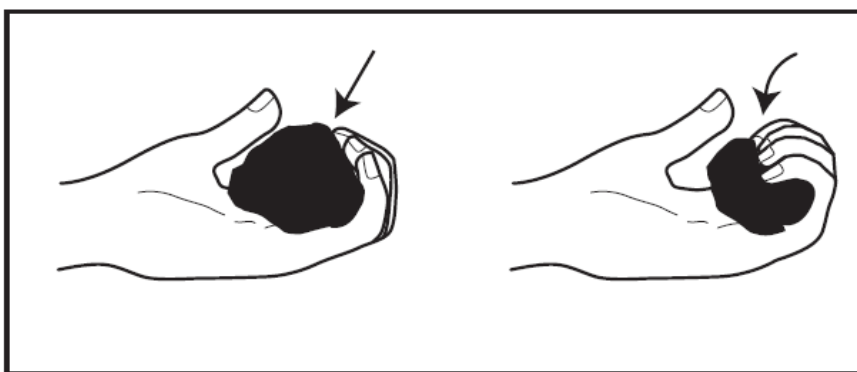
S cvičením svalové síly začínáme až po nabytí plného rozsahu pohybu.

Ke cvičení použijeme molitanový míček nebo molitanovou houbičku na nádobí. Míček vložíme do dlaně a pomalými tahy svíráme. Cvik provádíme ve dvou sériích dvakrát až třikrát denně. Vždy cvičíme do bolesti (Pilný, 2007).

### **Cvičení s pomůckou**

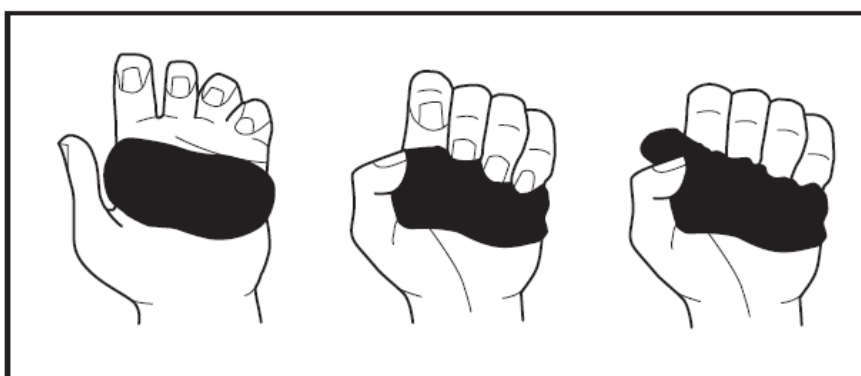
*Cvičení s theraputty (speciální modelovací plastelína)*

1. Zmáčkněte plastelínu prsty proti dlani a provádějte valivý pohyb tam a zpět. Vytvořte co největší možnou sílu proti odporu plastelíny.



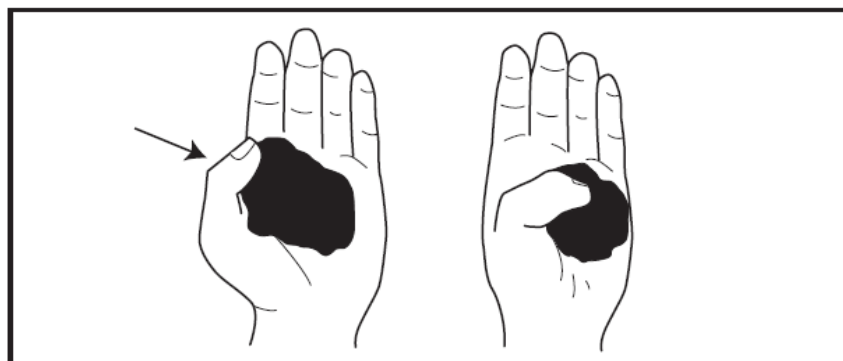
Obr. č. 22 Cvik 1

2. Umístěte plastelínu do dlaně a zmáčkněte ji pouze konečky prstů. Dlaň zůstává otevřená. Poté, co prsty zatlačíte do plastelíny, povolte a opakujte znovu.



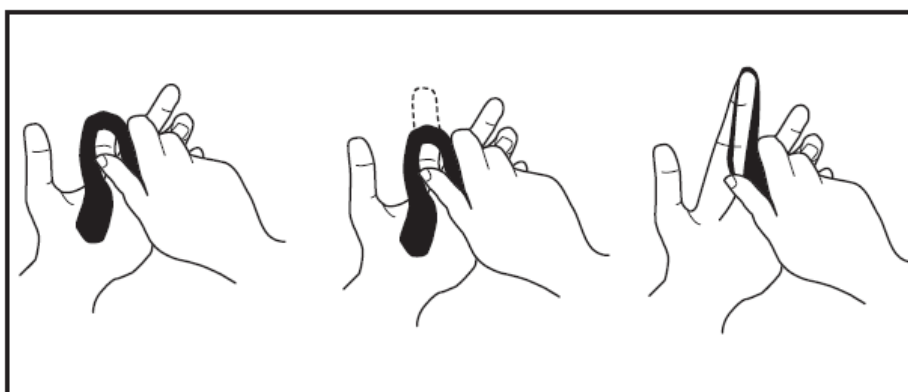
Obr. č. 23 Cvik 2

1. Vytvořte z plastelíny váleček a umístěte ho do dlaně. Zatlačte do válečku palcem maximální možnou silou a povolte. Pohyb opakujte.



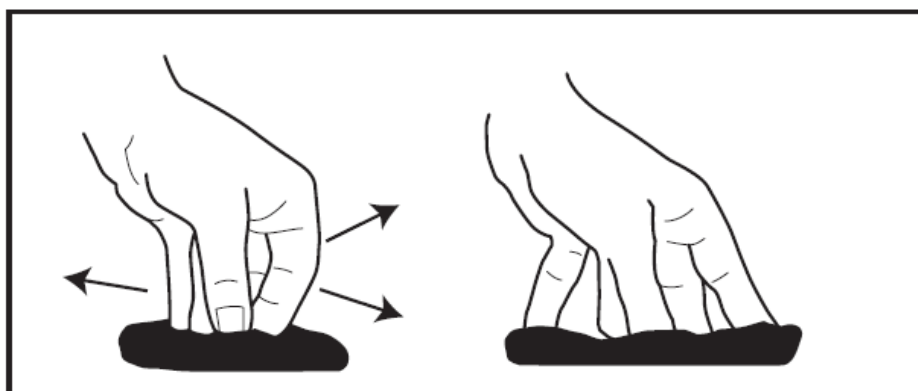
Obr. č. 24 Cvik 3

4. Ohněte jeden prst do dlaně, omotejte plastelínu okolo prstu a zatímco držíte konce plastelíny druhou rukou, natahujte prst proti odporu. Opakujte na každý prst



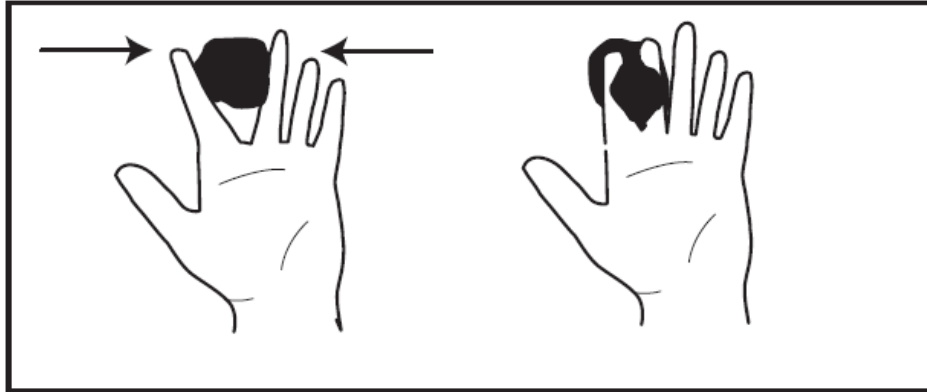
Obr. č. 25 Cvik 4

5. Vytvořte z plastelíny tenkou placku a položte ji na stůl. Prsty dejte do špetky a zabořte je do plastelíny, poté je roztáhněte vši silou od sebe.



Obr. č. 26 Cvik 5

6. Utvořte z plastelíny tvar koule a umístěte ji mezi dva prsty. Prsty tlačte proti sobě jako při stříhání nůžkami. Opakujte pohyb mezi každým párem prstů (Killingworth, 2006).



Obr. č. 27 Cvik 6

### 6.3.6 Fyzikální terapie

Fyzikální terapie využívá různé druhy fyzikálních energií k léčebným účelům a je jedním z doplňků fyzioterapie. Nejčastěji se využívá pro svůj analgetický účinek a zlepšení trofiky tkání. Jde o léčbu pasivní a ve většině případů příjemnou. Většina fyzikálních procedur má obdobné účinky a všechny fyzikální podněty nějakým způsobem ovlivňují aferentní nervový systém. Dle Schöffla a Hochholzera (Hochholzer, 2003) je z fyzikální terapie pro lezecké úrazy nejvíce využívána elektroterapie, ultrazvuk a chladová terapie. Pro poranění šlachových poutek je nejcennější účinek analgetický, trofotropní a antiedematózní.

#### *Účinek analgetický*

Analgetický účinek je v rámci fyzikální terapie využíván nejčastěji. Bolest je u člověka zvláštním druhem citlivosti, který se liší od ostatních smyslových modalit a je důležitým příznakem mnoha poruch a onemocnění. Bolest může být vyvolána z mnoha tkání lidského těla, určité tkáně těla jsou citlivější a reagují na širší škálu podnětů.

Aby analgetická fyzikální terapie byla pro pacienta přínosem, je třeba dodržet následující podmínky:



- nepotlačovat signální a ochrannou funkci bolesti bez zjištění její příčiny
- se současným zavedením analgetické fyzikální terapie výrazně omezit podávání analgetik
- zvolit adekvátní typ fyzikální terapie s přihlédnutím k předpokládanému účinku
- u chronických a recidivujících obtíží neaplikovat tvrdošijně různé druhy fyzikální terapie, ale spíše vyšetřit pohybový systém, kde spočívá velmi často příčina těchto obtíží

### *Účinek trofotropní*

Tento účinek je dán hyperémií, která vzniká téměř u všech druhů fyzikální terapie. Mechanismus hyperemie se ale u různých druhů fyzikální terapie liší a proto při volbě konkrétní terapie se musí k těmto mechanismům přihlídnout. Obecně lze využít:

- podélnou galvanizaci
- nízkofrekvenční proudy
- ultrazvuk
- laser
- polarizované světlo
- vakuově přetlakovou terapii

### *Účinek antiedematózní*

Účinek antiedematózní je prakticky vázán na hyperemii, eutonizaci cév a zvýšení permeability kapilár, a proto procedury uvedené jako trofotropní lze současně považovat i za antiedematózní.

U subakutních a subchronických otoků, kde původně tekutý extravazát gelifikuje následkem přeměny fibrinogenu na fibrin, lze využít disperzní účinek ultrazvuku. Současně s tím se zvyšuje permeabilita kapilár a tím i resorpce otoku (Capko, 1998).

Regenerace tkání po prodělaném zranění je facilitována zvýšeným krevním průtokem. Čím větší je krevní průtok, tím více vyživujících látek může být přivedeno k postižené oblasti. Krevní průtok lze nejnadhěji zvýšit aplikací ledu. Nejprve dojde ke konstrikcii cév, následovanou reflexní odpovědí, kterou je dilatace a s tím spojený značně zvýšený krevní objem proudící cévami. Pro nejlepší výsledek je vhodné

aplikovat led na dvacet minut. Led samotný nesmí být nikdy aplikován přímo na kůži. Mezi vrstvou ledu a kůží musí být vždy alespoň jedna vrstva látky, jinak hrozí vysoké riziko omrzlin. Tento typ terapie může být aplikován třikrát až čtyřikrát denně.

Dalším způsobem, jak zvýšit krevní průtok, může být kartáčování dané oblasti. Lehké tření zubním kartáčkem nebo podobným měkkým kartáčem může též efektivně zvýšit objem krve proudící k místu poranění (Hochholzer, 2003).

### **6.3.7 Masáže**

#### *Automasáž*

Masáž prstu může lezec provádět sám tak, že čtyřmi prsty druhé ruky (palec, ukazovák, prostředník a prsteník) utvoří špetku a přiměřeným tlakem masíruje poraněný prst od špičky směrem proximálním k základnímu kloubu. Touto technikou „vytlačujeme“ otok směrem k srdci. Cvičení se provádí ve dvou sériích dvakrát denně.

#### *Tlaková masáž*

Palcem druhé ruky tlačíme na základní článek daného prstu takovou silou, aby se pod růžovým nehtem tlačícího prstu objevil bílý „měsíček“. Síla by neměla vyvolávat větší bolest. Palcem kolíbeme z jedné strany na druhou až máme pocit, že dochází k uvolnění otoku. Postupně masírujeme celý prst, začínáme proximálně a pokračujeme distálním směrem (Pilný, 2007).

## **7 VÝSLEDKY**

Na základě stanoveného cíle této práce a v souladu s vytyčenými vědeckými otázkami jsem pro větší přehlednost shrnula výsledky této rešerše do níže uvedených tabulek. V první tabulce je zaznamenáno, jak již z názvu práce vyplývá, jaké poranění je ve sportovním lezení nejvíce zastoupeno.

Mnoho autorů tvrdí, že právě poranění šlachových poutek je nejčastějším úrazem ve sportovním lezení, jsou však i tací, kteří ve svých studiích došli k jinému

závěru. V následující tabulce č. 12 uvádím pro srovnání v prvním sloupci procento výskytu poranění šlachových poutek dle studií jednotlivých autorů, kteří se zabývali výskytem tohoto poranění, a ve druhém, co je dle jejich studie nejčastějším zraněním.

<b>Autor</b>	<b>Výskyt poranění šlachových poutek u lezců v %</b>	<b>Nejčastější úraz ve sport. lezení</b>
Rooks (1995)	19%	tendinitidy
Hochholzer (1998)	15%	tendovaginitida
Kubiak (2006)	20%	poranění šlachových poutek
Schöffl (2003)	20%	poranění šlachových poutek
Bollen (1990)	40%	poranění šlachových poutek
Rohrbough (2000)	26%	poranění kolater. ligamenta PIP kloubu

Tab. č. 12 Procentuální výskyt poranění šlachových poutek

Výsledky studií Rookse (1995), Kubiaka (2006) i Schöffla (2003) se téměř shodují. Tito autoři uvádějí, že poranění šlachových poutek se vyskytuje zhruba u 20% sportovních lezců. Hodnoty Bollena (1990) i Rohrbougha (2000) jsou vyšší pravděpodobně z toho důvodu, že se výzkumu zúčastnili pouze elitní lezci lezoucí vysokou obtížnost cest. A jak již bylo řečeno, mnoho autorů dokazuje, že čím vyšší obtížnost cest lezec leze, tím častěji se u něj vyskytuje tento typ zranění. Obecně ale z těchto studií vyplývá, že poranění šlachových poutek je velmi častou patologií, vyskytující se ve sportovním lezení, a že úrazy prstů ruky s přehledem dominují tomuto sportu.

Většina autorů se shoduje v tom, že nejčastěji poraněné šlachové poutko je poutko A2 a A4 (Bollen, 1990, Kubiak 2006, Vigouroux, 2008, Schöffl, 2003). Důvodem je to, že právě tato poutka nejvíce brání vzniku tětivy, čili oddálení šlachy od kosti během uzavřeného úchopu (Bollen, 1990, Bowers, 1994, Moutet, 2003, Tropet, 1990). Bollen (1990) píše, že tento typ úchopu je lezci využíván až v 90% času. Existují však autoři, kteří zkoumali šlachová poutka z biomechanického hlediska jednotlivě a stanovili tak ve své studii jedno poutko, které je dle jejich výzkumů k ruptuře nejnáchylnější. V tabulce č. 13 uvádím, které poutko dle jakého autora má z biomechanického hlediska největší tendenci k ruptuře. V druhém sloupci je pak zaznamenán nejvýznamnější důvod ruptury.

<b>Autor</b>	<b>Poutko</b>	<b>Důvod</b>
Marco (1998)	A4	uzavřený úchop
Warne a Brooks (2000)	A2	uzavřený úchop
Oppelt (2013)	A4	uzavřený úchop
Schweizer (2001)	A4	uzavřený úchop
I. Schöffl (2009)	A4	uzavřený úchop

Tab. č. 13 Nejčastěji zraněné poutko z biomechanického hlediska

Kromě biomechanických studií vznikaly i studie empirické, pro porovnání uvádím výsledky těchto studií v tabulce číslo 14.

<b>Autor</b>	<b>Poutko</b>	<b>Důvod</b>
Kubiak (2006)	A2	uzavřený úchop
Schöffl (2003)	A2	uzavřený úchop
Hochholzer (1993)	A2	uzavřený úchop
Bollen (1990)	A2	uzavřený úchop
Rohrbough (2000)	A2	uzavřený úchop

Tab. č. 14 Nejčastěji zraněné poutko dle empirických studií

Je zajímavé, že podle biomechanických studií má větší tendenci k ruptuře spíše poutko A4, ale empirické studie jasně upřednostňují poutko A2. Důvodem dle Isabelle Schöffel (2009) je to, že poutko A4 je sice silnější, ale při uzavřeném úchopu na něj působí dvakrát menší síly než na poutko A2.

Názory jednotlivých autorů na to, který prst je nejčastěji postižen poraněním šlachového poutka, se téměř shodují. Jak napsal Vigouroux, (2008), prostředníček a prsteníček mají větší tendenci k tomuto zranění než malík či ukazováček. V následující tabulce č. 15 je uvedeno, který prst dle jakého autora je nejčastěji zraněn.

<b>Autor</b>	<b>Nejčastěji zraněný prst</b>
Kubiak (2006)	prsteníček
Hochholzer (2003)	prostředníček
Vigouroux (2008)	prsteníček + prostředníček
Schweizer (2001)	prsteníček + prostředníček
Schöffl (2003)	prsteníček
Bollen (1990)	prsteníček
Jebson (1997)	prsteníček + prostředníček

Tab. č. 15 Nejčastěji zraněný prst

Poranění šlachových poutek můžeme diagnostikovat klinickým vyšetřením, ultrazvukem nebo magnetickou rezonancí. Výpovědní hodnota jednotlivých metod se liší. Pro přehlednost uvádím v tabulce č. 16 výsledky studií, které zkoumaly úspěšnost dynamického ultrazvuku a magnetické rezonance (či v případě Bodnera (1999) porovnávaly tyto dvě metody) v porovnání s klinickým vyšetřením a chirurgickým ověřením při diagnostice ruptury šlachového poutka.

	<b>MRI</b>	<b>dynamický ultrazvuk</b>	<b>klinické vyšetření</b>
<b>Klauser (2002)</b>	výsledky UZ korelovaly s MRI	vynikající	
<b>Martinoli (2000)</b>	výsledky UZ korelovaly s MRI	vynikající	
<b>Clavero (2002)</b>	vynikající		9/16 pacientů
<b>Bodner (1999)</b>	vynikající	vynikající	14/32 pacientů

Tab. č. 16 Vyšetřovací metody

Z tabulky je zřejmé, že jak dynamický ultrazvuk, tak magnetická rezonance jsou vynikající diagnostickou metodou pro ruptury šlachových poutek. Klauser (2002) ve své studii dokonce potvrdil stoprocentní úspěšnost diagnostického ultrazvuku v detekci jednoduché ruptury poutka A2 a A4. Oproti tomu klinické vyšetření se velmi často

neshodovalo s přístrojovými metodami a chirurgickým ověřením léze. Dle studie Bodnera (1999) vykazovalo 32 lezců klinické známky léze poutka (vyšetřován fenomén tětivy), ovšem pouze u 14 z nich byla ruptura potvrzena chirurgicky.

Léčbu poranění šlachových poutek můžeme rozdělit na léčbu konzervativní a léčbu operační. Ze studií je zřejmé, že jak léčba operační, tak konzervativní dává v případech jednoduché ruptury poutka uspokojivé výsledky. Návrat k plnému tréninkovému zatížení je však v případě konzervativní léčby až dvakrát rychlejší a dříve dochází k úpravě funkce a snížení bolesti. Ve všech třech studiích zabývajících se konzervativní léčbou se pacienti vrátili k plné zátěži již po třech měsících a k lehkému lezení již po 6 až 8 týdnech. V případě operovaných pacientů byl návrat k lehkému tréninku o měsíc až dva delší. Vícečetné ruptury je nutno operovat pro rychlý rozvoj funkčního deficitu a riziko nevratných změn na postiženém prstu. V těchto dvou studiích byl použit štěp z extenzorového retinakula, ačkoli dle Schöffla (2003) je nejlepší operační technikou „loop and a half“ dle Widströma. Při této technice se bere štěp z m. palmaris longus a její výhodou je největší pevnost rekonstruovaného poutka. Výsledky léčebných metod jednotlivých autorů jsou shrnuty v tabulce č. 17.

<b>Autor</b>	<b>Metoda léčby jednoduch. ruptur</b>	<b>Návrat k lehkému tréninku</b>	<b>Návrat k plnému trénink. zatížení</b>
Schöffl, 2003 Německo	konzervativní	4-8týdnů	3 měsíce
Činčerová, 2008 ČR	konzervativní	8 týdnů	5 měsíců
Parzy, 2003 Francie	operační (štěp z extenz. retinakula)	4,5 měsíce	10,75 měsíců
Yamaguchi, 2007 Japonsko	konzervativní	nespecifikováno	3 měsíce
Aurora, 2013 Rakousko	operační (štěp z extenz. retinakula)	3 měsíce	nespecifikováno

Tab. č. 17 Terapie dle jednotlivých autorů

Velmi diskutovaným tématem v oblasti léčby je otázka tapingu. Názory autorů na to, jak a zdali vůbec tapovat, se rozcházejí. Přehled o výsledcích studií zabývajících se tapingem šlachového poutka A2 uvádím v následující tabulce č. 18. Poutko A2 bylo

v rámci těchto uvedených studií tapováno třemi způsoby, a to: cirkulárním tapem omotaným okolo baze proximálního falangu, tedy přímo v místě poutka, dále cirkulárním tapem v distální části proximálního phalangu, a tzv. H-tapem, který běží jak přes distální část proximálního falangu, tak přes proximální část mediálního phalangu. Autoři studií měřili výslednou vzdálenost šlachy od kosti, tzn. zda je tape schopný redukovat vznik tětivy při flexi prstu. Tato vzdálenost byla vždy měřena s a bez tapu, popřípadě bylo porovnáváno více tapovacích metod.

<b>Autor</b>	<b>Metoda tapování poutka A2</b>	<b>Efekt</b>
Warne a Brooks (2000)	cirkulární tape při bazi prox. phalangu	bez efektu
Schweizer (2000)	cirkulární tape při bazi prox. phalangu	redukce tětivy o 2,8%
Schweizer (2000)	cirkulární tape v dist. části prox. phalangu	redukce tětivy o 22%
Schöffl (2007)	cirkulární tape v dist. části prox. phalangu	bezvýznamná redukce tětivy
Schöffl (2007)	H-tape	redukce tětivy o 16%

Tab. č. 18 Různé metody tapingu

Z těchto studií vyplývá, že taping poutka A2 při bazi proximálního phalangu je velmi málo efektivní. Na tomto závěru se shodli všichni tři uvedení autoři. Schweizer (2000) ve své studii uvedl, že tape aplikovaný na distální článek proximálního phalangu sníží vzdálenost šlachy od kosti o 22% a tvrdí tedy, že tato metoda je efektivní. Dle studie Isabelle Schöffl (2007) však tato metoda nedosáhla významnějšího efektu v redukcii tětivy a nebyla tedy doporučena k aplikaci. Dle její studie je nejefektivnější nově vytvořená metoda H-tape, při které dochází k redukcii tětivy o 16%.

Závěry jednotlivých studií a výsledky uvedené v předchozích tabulkách jsou pro větší přehlednost shrnuty v následující souborné tabulce č. 19.

Poranění šlachových poutek je nejčastějším úrazem ve sportovním lezení.
Poranění šlachových poutek tvoří přibližně 20% všech lezeckých úrazů.
Nejčastěji zraněným poutkem je poutko A2.
Nejčastěji je postižen tímto zraněním prsteníček levé ruky.
Příčinou poranění šlachových poutek je uzavřený úchop.
Uzavřený úchop je nejčastěji používaným úchopem na malých chytech, zejm. na lištách.
Nejpřesnější diagnostickou metodou tohoto poranění je MRI a UZ.
Stupeň poranění 1-3 lze nejvýhodněji léčit konzervativně
Nejvýhodnější metodou tapingu je tzv. H-tape dle Isabelle Schöffl, popř. tape v distální části proximálního phalangu dle Schweizera.
U poranění stupně 4 je operační léčba nutná.
Nejvýhodnější operační technikou je technika "loop and a half" dle Widströma.

Tab. č. 19 Souhrnné výsledky



## 8 DISKUZE

Mnoho autorů uvádí, že poranění šlachových poutek je nejčastějším úrazem ve sportovním lezení (Kubiak, 2006, Schöffl, 2003, Bollen, 1990). V žádném jiném sportu se toto poranění nevyskytuje tak často. Autoři se shodují v tom, že poranění poutek tvoří okolo 20% všech lezeckých úrazů. U elitních lezců je toto číslo ještě vyšší, protože jak píše Robinson (1993), toto poranění přímo koreluje s frekvencí lezení a zkušeností lezce, neboli čím vyšší obtížnost cest lezec leze, tím vyšší výskyt poranění tohoto typu lze u něj předpokládat. Je ovšem otázkou, kolik poranění šlachových poutek zůstává mezi lezci nedignostikováno a neadekvátně léčeno. Jak píše Hochholzer (2003), právě toto poranění mají lezci největší tendenci přehlížet a neadekvátně léčit.

Poranění šlachových poutek vzniká nejčastěji při držení velmi malého chytu uzavřeným úchopem, popřípadě dynamickým krokem z lišty na lištu. Bollen (1990) tvrdí, že tento typ úchopu je lezci prováděn až v 90% času. Je zřejmé, že s vyšší obtížností cest se chyty zmenšují, vzdálenosti mezi nimi se prodlužují a cesty se stávají mnohdy převíslejšími. To je pravděpodobně důvodem, proč právě elitní lezci trpí tímto poraněním častěji než lezci rekreační, kteří obvykle lezou cesty s většími oblejšími chyty v kolmém terénu. Stupnice obtížnosti je otevřená a lezci stále překonávají těžší a těžší terény, tudíž je otázkou, zda tohoto typu poranění nebude v budoucnosti ještě přibývat. V roce 1983 přešel Jerry Moffat cestu „The Face“, která jako první nesla obtížnost 10 UIAA, a dnes se již dvěma lezcům podařilo přelést obtížnost 12+. Je ale pravdou, že kromě autorů, uvádějících poranění šlachových poutek na prvním místě, co se incidence zranění týče, existují i autoři, kteří tvrdí, že nejvíce zranění se přihodí během pádu prvolezce (Wyat, 1996). Tuto tezi potvrdil např. i Bowie (1988), který prováděl prospektivní studii v Yosemitešském národním parku a který jako nejčastější zranění uvedl fraktury kotníku, způsobené delším pádem lezce. Pravděpodobně bude záviset na lezecké oblasti, které poranění bude pro konkrétní oblast typické. Oblast Yosemitešského národního parku je oblastí klasickou s mnoha možnostmi vícedélkového lezení, ovšem zejména po vlastním jištění. Lezení těchto cest je oproti sportovním cestám více nebezpečné a hrozí delší pády. Studie Schöffla (2003) zahrnovaly zejména lezce trénující v největší sportovní německé lezecké oblasti Frankenjura, která disponuje obrovským množstvím kratších, dobře jištěných cest různých stupňů obtížnosti. Vzhledem k relativní bezpečnosti lezení v této oblasti se lezci daleko více

mohou soustředit na svůj výkon a přelézat cesty na úrovni svého maxima. Pády v této oblasti jsou časté a většinou poměrně bezpečné. Jak již ale bylo řečeno, lezci často lezou cesty na hranici svých možností, po velmi malých chytech, často v převislém terénu, kde toto zranění, jako je poranění šlachových poutek, může vzniknout velmi snadno.

Dle studie Schöffla (2003) a Činčerové (2008) se více úrazů šlachových poutek přihodí ve skalním terénu než na umělých stěnách. Důvodem bude pravděpodobně to, že zúčastnění lezci dávají přednost skalnímu terénu před lezením v hale. Rizikovým faktorem venkovního lezení je kromě menší bezpečnosti též počasí. Vlhké chyty mají nižší koeficient tření, což musí být kompenzováno větší úchopovou silou, a zejména na malých chytech (lištách) může tento faktor být důvodem poranění poutka. Na druhou stranu lezení na umělých stěnách dává lezcům možnost trénovat za jakéhokoliv počasí po celý rok, což jim umožňuje udržování výkonnosti na vysoké úrovni. Stinnou stránkou ale může být nedostatečná regenerace mezi tréninkovými jednotkami a tím zvýšené riziko poranění z přetížení.

Mnoho zejména výkonnostních lezců využívá speciálně vytvořené pomůcky k rozvoji síly prstů, jako je např. campusboard. Na této desce s různě velkými lištami mohou lezci trénovat přitahy nebo skoky z lišty na lištu. Opakování stále stejného takto náročného pohybu, při kterém lezci často využívají uzavřený úchop, však může vést zejména po nedokonalém rozcvičení k ruptuře poutka.

Nedokonalé rozcvičení před lezením je dalším rizikovým faktorem pro zranění prstů. Jak píše Mühlemann (2003), během prvních 120 lezeckých přitahů se zvyšuje exkurze flexorové šlachy stejně jako vznik tětivy v PIP kloubu při uzavřeném úchopu o 2-4%. Chyty držené uzavřeným úchopem mohou tak být po zahřátí drženy menší silou, což lezci velmi často podceňují.

Dalším velmi závažným rizikovým faktorem je tělesná hmotnost. Sportovní lezení využívá velmi často vysoce převislý terén, což neumožňuje lezcům odlézt cestu tzv. „po nohách“. V těchto cestách je nutná velká síla paží a prstů, aby se lezec „unesl“. S vyšší hmotností lezce tyto nároky samozřejmě ještě stoupají a pravděpodobně právě z tohoto důvodu se začaly zejména u elitních lezců objevovat poruchy příjmu potravy jako je bulimie a anorexie. U mnoha závodních lezců bylo též prokázáno užívání laxativ a diuretik. Hochholzer (2003) zjistil, že lezci lezoucí obtížnost 9 UIAA a více, mají obvykle méně než 5% tělesného tuku. Někteří muži z této studie měli dokonce méně

tuku než 2%. Zároveň však také zjistil, že tělesný tuk pod 6% u mužů a pod 10% u žen již nezlepší fyzickou výkonnost. Lezci pohybující se pod těmito hodnotami mají větší tendenci k rychlejší dehydrataci a během lezeckého tréninku dochází ke spalování svalů, což ve výsledku výkonnost lezce snižuje. Rakouská lezecká asociace se rozhodla reagovat na tento alarmující trend tak, že umožnila lezcům přístup do rakouské národní soutěže pouze v případě, pokud měli zkontrolované BMI a množství tělesného tuku. Pokud byly hodnoty příliš nízké, lezec nemohl v této soutěži startovat.

Nejčastěji poraněné poutko je poutko A2 a A4, protože právě tato poutka nejvíce brání vzniku tětivy, tedy oddálení šlachy hlubokého flexoru od kosti při uzavřeném úchopu. Názory jednotlivých studií na to, zda je silnější poutko A2 či A4, se mírně rozcházejí. Dle Manskeho (1977) je nejsilnější poutko A4, dle Lina (1990) je nejsilnějším poutkem A2, dle Vigouroux (2005) ale při uzavřeném úchopu působí na poutko A2 devětkrát větší síly než na poutko A4, a proto je pravděpodobně dle většiny empirických studií právě poutko A2 nejčastěji zraněným poutkem vůbec. Zajímavý je fakt, že biomechanické studie, které zjišťovaly ruptury poutek na kadaverech, došly k názoru, že k ruptuře poutka A4 dojde dříve a častěji než k ruptuře poutka A2. V nové studii Konrada Oppelta (2013) převyšovala ruptura poutka A4 nad rupturou poutka A2 o 17%. Důvodem, proč tomu tak je, může být chyba měření, nepřesné nasimulování uzavřeného úchopu, či fakt, že měření bylo prováděno na kadaverech a ne na žijící osobě. Obecně lze ale říci, že převažují zranění lehčího stupně, tedy jednoduché či parciální ruptury nad rupturami kombinovanými. Poranění stupně 4 se dle Schöffla objevilo pouze v 6% případech.

Diagnostiku tohoto zranění můžeme provádět klinicky – aspekčně a palpačně, pomocí diagnostického ultrazvuku a magnetické rezonance. Aspekčně-palpační vyšetření je sice nejlevnější, ale nedává dostatečně uspokojivé výsledky. Palpačně můžeme zjistit vznik tětivy při flexi poraněného prstu proti odporu. Ztráta každého z pěti anulárních poutek znamená dle Rotmana (2004) vytvoření tětivy flexorové šlachy a omezení flexe prstu. Jsou však autoři, kteří tvrdí, že tětiva vzniká až při vícečetné ruptuře poutek, a též závisí na palpační dovednosti vyšetřujícího, zda dokáže tento fenomén přesně vypalповat. Nejlepší vyšetřovací metodou se tedy stal diagnostický ultrazvuk, který dává téměř 100% výsledky, a finanční náročnost není též tak vysoká. Magnetická rezonance sice diagnostikuje též přesně, ale vzhledem k ceně vyšetření je

používána zřídka, a dle Schöffla (2003) by měla být pouze doplňkovým vyšetřením při diagnostických nejasnostech.

V počátku devadesátých let, kdy se toto poranění začalo hojněji objevovat, se toto zranění léčilo hlavně operativně a to i u jednoduchých ruptur. Trendem posledních let je naopak léčba konzervativní. Operativně se řeší pouze vícečetné ruptury, kde hrozí trvalé následky v důsledku flekční kontraktury a chronického zánětu z důvodu stálé iritace měkkých tkání prstu a zhoršené výživě flexorových šlach. Činčerová (2008) ve své studii potvrdila, že u dvou pacientů s vícečetnou rupturou, kteří nebyli po úrazu adekvátně diagnostikováni a léčeni, došlo na stejném prstu po nějaké době k další ruptuře ostatních poutek a následně vytvoření tětiny, flekční kontraktury a funkčnímu omezení prstu. Studie Schöffla (2003) či Činčerové (2008) potvrdily, že konzervativní léčba jednoduchých ruptur je dostačující a doba rekonvalescence je zkrácena až na polovinu doby. Lezci se k lehkému lezení vrací již za šest až osm týdnů a k plné sportovní zátěži již po 3 měsících. Většina lezců se brzy vrátí na svoji původní úroveň lezení. Je otázkou, zda je u jednoduchých ruptur nutná čtrnáctidenní imobilizace, kterou doporučuje Schöffl (2003), jelikož pacienti Činčerové s jednoduchou rupturou imobilizováni nebyli a byl u nich použit pouze celodenní ochranný taping. Doba terapie se tak snížila o dva týdny a lezcům byl povolen lehký trénink již po 4-6 týdnech. Plná zátěž byla lezcům povolena po 3 měsících stejně jako v případě lezců doktora Schöffla. Nutno však říci, že skupina Činčerové čítala pouze 5 lezců s jednoduchou rupturou a studie Schöffla čítala více jak 60 lezců s tímto typem poranění. Všichni tito lezci se vrátili na svoji původní úroveň lezení. Zda to tak bylo i v případě Činčerové, není ze studie zřejmé, a bylo by nutno tuto informaci doplnit.

V případě vícečetných ruptur je nutná operace, nejlepší operační technikou je dle Schöffla a Hochholzera metoda „half and a loop“ dle Widströma. Výhodou této metody je nejsilnější poutko. Nevýhodou je však to, že štěp musí být odebrán ze šlachy svalu palmaris longus a ten není v 13% případů přítomen (Schmidt, 1992). Ve studii Parzy (2003) či Aurory (2013) byla náhrada poutka prováděna pomocí extenzorového retinakula. Výsledky studií byly sice uspokojivé, ale takto rekonstruované poutko nevykazuje dle Schöffla (2003) dostatečnou pevnost.

Vzhledem k velké specifičnosti tohoto poranění bylo bohužel provedeno jen omezené množství studií, a to zejména v oblasti terapie. Studie, které byly provedeny, mají kromě studie Schöffla (2003) jen malý počet probandů, což do určité míry snižuje

validitu práce. Do budoucna by bylo vhodné provést další rozsáhlé studie v oblasti terapie, které by jednoznačně potvrzovaly hypotézu, že konzervativní terapie je účinnější u poranění stupně 1-3 než léčba operační. Zároveň by bylo dobré ozřejmit, jak moc a zdali vůbec dojde po poranění šlachového poutka ke snížení svalové síly daného prstu, a jak rychle bude tato síla znovu obnovena. V neposlední řadě však pro konzervativní terapii hraje fakt, že z ekonomického hlediska je konzervativní terapie méně nákladná než léčba operační, nejen že sama operace je finančně dosti náročná, ale i prodloužená pooperační rekonvalescence bude hrát z ekonomického hlediska významnou roli.

Jednotlivé terapeutické postupy zejména konzervativní léčby nejsou lezci často dodržovány. Lezci v mnoha případech nedbají ani na akutní ošetření R.I.C.E, které může významně zkrátit dobu rekonvalescence. Klid a imobilizace ihned po úrazu jsou významnou součástí léčby, aby poraněná tkáň mohla dobře regenerovat a nedocházelo ke zbytečnému zajizvení. Pokud lezci nedbají na tato opatření a nedopřejí zraněné oblasti dostatečně dlouhé klidové období, velmi často z důvodu strachu o pád výkonnosti, může dojít jednak k opětovné traumatizaci tkáně a prohloubení zranění, jednak k prodloužení doby rekonvalescence, v nejtěžších případech dochází ke vzniku trvalých funkčních změn na prstech a neschopnosti vrátit se na původní úroveň lezení. Je zajímavé, že právě poranění šlachových poutek mají lezci největší tendenci podceňovat (Hochholzer, 2003). Důvodem bude pravděpodobně malá bolestivost při provádění běžných denních činností, což ale nesnižuje riziko trvalých změn a neschopnosti vrátit se k plnému tréninkovému zatížení. Schöffl (2003) doporučuje u poranění stupně 3 a 4 čtrnáctidenní imobilizaci termoplastovým prstýnkem. Existují však i elegantnější varianty této fixace v podobě stříbrných prstenů, které nejsou rozeznatelné od běžného stříbrného prstýnku. U poranění lehčího stupně stačí použít ochranný taping. Lezci často omotávají prst tapem přesně v místě poraněného poutka, tedy u baze článku prstu. Tato metoda se však ukázala jako neúčinná, a tak v průběhu dalších let vznikaly nové studie testující nové tapovací metody. Další metodou tapingu je dle Schweizera (2000) metoda, kdy tape není nalepen těsně u baze prox. phalangu, ale více distálně, těsně u PIP kloubu. Hlavní myšlenkou není přímé odlehčení poutka, ale zvětšení palmárního úhlu, který tvoří šlacha hlubokého flexoru při uzavřeném úchopu, a tím snížení kolmé síly působící na šlachové poutko. Tato metoda redukuje vznik tětivy dle Schweizera o 22%. Isabelle Schöffl (2007) vyvinula však dle svých

výzkumů metodu ještě efektivnější. Jedná se o tzv. H-tape, který běží jak přes distální část proximálního phalangu, tak přes proximální část mediálního phalangu. Tento tape dle Isabelle Schöffl snižuje redukci šlachy o 16%. Dle jejích výzkumů tape dle Schweizera redukci šlachy nezpůsobí. Stejně jako Schweizer však potvrdila, že tape při bazi proximálního phalangu nemá na redukci šlachy žádný vliv. Nevýhodou metody dle Isabelle Schöffl je větší náročnost správného zatapování. Vzhledem k tomu, že si prsty lezci tapují často sami druhou rukou, je výhodnější, pokud je metoda co nejméně náročná na správné provedení.

Poté, co byla oblast dostatečně dlouho imobilizována, přichází na řadu opětovné nabírání plného rozsahu pohybu. K tomuto účelu slouží pasivní a aktivní pohyby do všech směrů. Ze začátku je nutno poutko fixovat prsty druhé ruky, aby nedocházelo k další traumatizaci. Přeskočením této fáze může dojít k trvalým flekčním kontrakturám a nemožnosti dosáhnout plné extenze ve všech kloubech prstu. Protahování je ze začátku nutné provádět vícekrát denně, aby bylo dostatečně účinné. Dalším předpokladem je dostatečné zahřátí před samotným cvičením. Pokud protahovaná oblast není dostatečně zahřátá, hrozí další vznik mikrotraumat (Hochholzer, 2003).

Plný rozsah pohybu je základním předpokladem k tréninku síly. K silovému tréninku je dobré využít některé pomůcky, např. měkký molitanový míček, theraband nebo speciální plastelinu theraputty. Ze začátku je nutné vyvarovat se přetrénování a neposilovat prsty s vlastní vahou těla. Lezení je tedy stále kontraindikováno. Aby nedošlo k svalovým dysbalancím, je nutné trénovat jak flexorovou, tak extenzorovou muskulaturu a zároveň nezapomínat na trénink koordinace aby byla zachována jemná motorika ruky a prstů. Léčbu lze ještě urychlit vhodně zvolenou fyzikální terapií, která by však neměla pouze potlačovat bolest, která má ochrannou funkci, ale měla by být využita zejména pro její trofotropní a antiedematózní účinek, což splňuje například ultrazvuk, chladová terapie či masáže (Hochholzer, 2003, Killingworth, 2006).

Obecně lze říci, že v počátečních stádiích zranění je předepisována zejména chladová terapie, a čím chroničtější zranění je, tím více se doporučuje aplikace tepla. Teplo je v pokročilejších stádiích léčby pravděpodobně více efektivní než chlad. Na trhu je opět velké množství různých tepelných prostředků. Velice efektivní mohou být např. sírny koupele. Silně zvyšují krevní průtok požadovanou oblastí, ale mohou nepříjemně dráždit pokožku, a proto se jejich aplikace nedoporučuje více než třikrát týdně. Horká role nebo termofor mohou být též dobrým zdrojem, protože udrží teplo po

delší dobu. Stejně jako u aplikace ledu musíme být velmi obezřetní, aby aplikací tepla nedošlo k poškození kůže.

Aplikace tepla je obecně efektivnější u osteoartróz a u svalových poranění z přetížení. Neexistuje však konkrétní zranění prstů, které by lépe reagovalo na chlad či teplo. Terapii prstů tedy nevolíme podle toho, co nebo jak je zraněno, ale podle toho, komu je tato terapie určena. Někteří lidé reagují lépe na teplo, jiní na chlad. Jediný způsob, jak zjistit, která z terapií je nejvhodnější, zda chladová či tepelná, je ten, že musíme vyzkoušet obě varianty. Vždy bychom se však měli držet terapeutických směrnic (Hochholzer, 2003).

Po splnění všech těchto předpokladů může lezec začít s lehkým tréninkem. Nejčastější chybou je snaha o co nejrychlejší návrat na původní úroveň, zejména pokud se jedná o lezce, který před úrazem lezl vysokou obtížností cest. Ze začátku je nutné lézt lehké cesty po velkých oblých chytech v kolmém terénu a vyvarovat se tak uzavřeného úchopu, který nejvíce zatěžuje šlachová poutka. Šest měsíců od úrazu je vhodné používat ochranný taping dle Schweizera či Isabelle Schöffl. Při nesplnění těchto podmínek hrozí obnovení úrazu, prodloužení doby rekonvalescence a riziko trvalých změn včetně zdlouhavého či naprosto nemožného návratu k plnému tréninkovému zatížení (Hochholzer, 2003).

## 9 ZÁVĚR

Poranění šlachových poutek je nejčastějším poraněním ve sportovním lezení a v žádném jiném sportu se nevyskytuje tak často. Důvodem je lezci hojně využívaný uzavřený úchop jak ve skalním terénu, tak na umělých stěnách. Tento typ úchopu je využíván zejména při držení velmi malého ostrého chytu, kdy jiný typ úchopu není téměř možný. Uzavřený úchop sice extrémně zatěžuje poutka A2 a A4, protože právě tato poutka nejvíce brání oddálení šlachy hlubokého flexoru od kosti, ale na druhou stranu umožňuje lezcům lézt velmi těžké cesty po malých chytech vzdálených daleko od sebe. Výhodou tohoto úchopu je možná spoluúčast palce, pokud je pozice prstů dostatečně uzavřena, což není při otevřeném úchopu možné, a chyt tak nemůže být držen dostatečnou silou. Další výhodou je zisk výšky, protože při uzavřeném úchopu je zápěstí ve vztahu k chytu o osm centimetrů výše než při úchopu otevřeném, což znamená, že lezec dosáhne druhou rukou na vzdálenější chyty. Elitní lezci trpí tímto poraněním častěji než lezci rekreační, protože právě oni překonávají cesty, ve kterých jsou chyty malé a daleko od sebe. Rekreační lezci lezoucí méně často a cesty nižší obtížnosti po velkých oblých chytech jsou tohoto poranění většinou ušetřeni.

Léčba tohoto poranění zaznamenala od počátku devadesátých let několik změn. Zpočátku byly i jednoduché ruptury šlachových poutek ihned operovány, dnes je však zlatým standardem léčba konzervativní. Pouze vícečetné ruptury jsou ihned indikovány k operaci pro riziko vzniku flekční kontraktury prstu, chronického otoku a trvalého funkčního omezení. Moderní studie ukázaly, že konzervativní léčba je pro jednoduché ruptury léčbou dostatečnou a zkracuje dobu rekonvalescence lezce přibližně o polovinu oproti léčbě chirurgické. Nedílnou součástí léčby je ochranný taping, který by v případě jednoduché ruptury měl být aplikován během lezení ještě šest měsíců po vzniku zranění. O tom, jak správně aplikovat tape, se dodnes diskutuje, avšak dle nejnovějších studií je nejlepší metodou tzv. H-tape, který nejúčinněji brání oddálení šlachy od kosti.

Vzhledem k tomu, že studií věnujících se terapii poranění šlachových poutek není mnoho, zvolila jsem studii doktorů Schöffla a Hochholzera pro vytvoření terapeutického návodu pro české lezce trpící tímto poraněním. Tato studie byla ze všech dostupných studií nejrozsáhlejší a autoři studie jako jediní vytvořili terapeutické směrnice (guidelines) pro toto poranění. Dle těchto směrnic tedy byla popsána



konzervativní terapie od samého vzniku poranění až po návrat k plnému tréninkovému zatížení včetně příkladů jednotlivých cviků.

## 10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ASLAN, H. Molecular targets for tendon neof ormation. *Journal of Clinical Investigation*, 2008, r. 118, č. 2, s. 439-444.
2. AURORA, R. Secondary reconstruction of the digital A2- flexor pulley. *Oper Orthop Traumatol*, 2013, roč. 25, č. 5, s. 499-504.
3. BACKE, S., ERICSON, L. Rock climbing injury rates and associated risk factors in a general climbing population. *Scand J Med Sci Sports*, 2009, roč. 19, č. 6, s. 850-856.
4. BÁNSKÝ, R. *Chirurgia flexorového aparátu*. Bratislava: Oto Németh, 2006. ISBN 80-88949-98-X.
5. BODNER, G., RUDISCH, A., GABL, M. Diagnosis of digital flexor tendon annular pulley disruption: comparison of high frequency ultrasound and MRI. *Ultraschall Med*, 1999, roč. 20, č. 4, s.131–136.
6. BOLLEN, S. Hand injuries in competition climbers. *Br. J. of Sports Med*, 1990, roč. 24, č. 1, s.16-18.
7. BOLLEN, S. Injury to the A2 pulley in rock climbers. *J Hand Surg (Br)*, 1990, roč. 15, č.2, s. 268-270.
8. BOLLEN, S. Soft tissue injuries in extreme rock climbers. *Br J Sports Med*, 1988, roč. 22, č.4, s.145-147.
9. BOLLEN, S. Upper limb injuries in elite rock climbers. *J R Coll Surg Edinb*, 1990, roč. 35, č. 6, s. 18 –20.
10. BOWIE, W., HUNT, T. Rock-climbing injuries in Yosemite National Park. *West J Med*, 1988, roč. 2 ,č. 149, s.172-177.
11. BUCK-GRAMCKO, D., DIETRICH, F. Evaluation criteria in follow-up studies of flexor tendon therapy. *Handchirurgie*, 1976, roč. 8, č. 2, s. 65–69.
12. CARMELI, E., WERTSTEIN, M. Handverletzungen bei jugendlichen und erwachsenen Sportkletterern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 2001, roč. 52, č.10, s. 285- 288.
13. CLAVERO, J. *MR Imagining of Ligament and Tendon Injurie sof the Fingers*. Radiologygadget. [online]. 2012, [cit. 18. 9. 2013]. Dostupné z: <http://www.radiologygadget.com/MR%20Imaging%20of%20Ligament%20and%20Tendon%20Injuries%20of%20the%20Fingers1.pdf>

14. CREASY M., et al. *The Rock Climber*. Limited Hermes House, 1999. ISBN: 80-7234-148-0.
15. ČIHÁK, R. *Anatomie I*. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-7169-970-5
16. ČINČEROVÁ-HEBELKOVÁ, M. *Úrazy ruky a rekonvalescence u sportovního lezení*. Praha, 2008. 111 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí práce Ivan Dylevský
17. ČIŽMÁŘ, I. aj. *Chirurgie zápěstí*. 1 vyd. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-376-1.
18. DILLEY, R. E., SCRATON, S. J. Women, climbing and serious leisure. *Leisure studies*, 2010, roč. 29, č.2, s. 125-141.
19. DOYLE, J. Palmar and digital flexor tendon pulleys. *Clin Orthop Relat Res*, 2001, roč. 383, č. 2, s. 84–96.
20. DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-8-247-3240-4.
21. DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
22. FRANK, Tomáš, et al. *Horolezecká abeceda*. Praha : Epoque s.r.o., 2010. ISBN 978-80-87027-35-6.
23. GABL, M. Disruption of the finger flexor pulley system in elite rock climbers. *Am J Sports Med.*, 1998. roč. 26, č. 5, s. 651– 655.
24. GABL, M. Rupture or stress injury of the flexor tendon pulleys? Early diagnosis with MRI. *Handchir Mikrochir Plast Chir.*, 1996, roč. 28, č. 6, s. 317–321.
25. GABL, M., REINHART, C. The use of a graft from the second extensor compartment to reconstruct the A2 flexor pulley in the long finger. *J Hand Surg*, 2000, roč. 25, č. 1, s. 98 –101.
26. HAHN, P, LANZ, U. Die Ringbänder der Fingerbeugesehnen. Anatomie, Biomechanik, Wiederherstellung. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 1996, roč. 28, č. 1, s. 265–270.
27. HATTINGH, G. *Horolezectví*. 1. vyd. United Kingdom by New Holand, 1998. ISBN 80-7237-053-7.

28. HEBELKA, F. Poranění šlachových poutek u sportovních lezců. *Zdravotnické noviny* [online]. 2010, [cit. 10. 4. 2013]. Dostupné z: <http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/poraneni-slachovych-poutek-u-sportovnich-lezcu-449352>
29. HEUCK, A., HOCHHOLZER, T. Die MRT von Hand und Handgelenk bei Sportkletterern: Darstellung von Verletzungen und Überlastungsfolgen. *Radiologe*, 1992, roč. 32, č. 2, s. 248–254.
30. HOCHHOLZER, T., EISENHUT, A. *Verletzungen- Prophylaxe- Training*. Lochner Verlag, 1993.
31. HOCHHOLZER, T., SCHÖFFL, V. *One move too many*. Ebenhausen Germany: Lochner Verlag, 2003. ISBN 3-928026-20-8.
32. CHUDOBA, D. *Silový trénink 4: Campus board* [online]. 2005, [cit. 16. 4. 2013]. Dostupné z: [http://hory.lezec.cz/clanek.php?key=3602&nazev=silovy\\_trenink\\_4&lim=0&=7472e96e696e6bh=7472e96e696e6bh&caut=#koment](http://hory.lezec.cz/clanek.php?key=3602&nazev=silovy_trenink_4&lim=0&=7472e96e696e6bh=7472e96e696e6bh&caut=#koment) (accessed March 16, 2013)
33. JUSTAN, I. *Možnosti aktivní časné rehabilitace u šlachových sutur*. Brno, 2008. 118 s. Disertační práce na lékařské fakultě MUNI. Vedoucí disertační práce Prof. MUDr. Jiří Veselý, CSc.
34. KILLINGWORTH, A. *Theraputty Exercises* [online]. 2006, [citováno 16. 2. 2014] Dostupné z: <http://library.osfhealthcare.org/PatientEd/Rehabpdf/OTDocuments/NEWOT/Theraputty.pdf>.
35. KLAUSER, A. Finger pulley injuries in extreme rock climbers: depiction with dynamic US. *Radiology*, 2002, roč. 222, č. 3, s. 755-61.
36. KLAUSER, A., FRAUSCHER, F. Diagnosis of climbing related overuse injuries. *Radiologe*, 2002, roč. 42, č. 10, s. 788–798.
37. KLAUSER, A., FRAUSCHER, F. Value of high-resolution ultrasound in the evaluation of finger injuries in extreme sport climbers. *Ultraschall Med.*, 2000, roč. 21, č. 2, s. 73–78.
38. KLAUSER, A., STADLBAUER, K. et al. Value of transducer positions in the measurement of finger flexor tendon thickness by sonography. *J Ultrasound Med.*, 2004, roč. 23, č. 3, s. 331–337.

39. KLEINERT, H., BENNETT, J. Digital pulley reconstruction employing the always present rim of the previous pulley. *J Hand Surg*, 1978, roč. 3, č. 3, s. 297–298.
40. KUBIAK, E. Hand Injuries in Rock Climbers. *Bulletin of NYU Hospital for Joint Diseases*, 2006, roč. 64, č. 3, s. 172-177.
41. LARGIADÉR, U., OELZ, O. Analyse von Überbelastungsschäden beim Klettern. *Schweizer Zeitschr. Sportmed*, 1993, roč. 41, č. 3, s. 107- 114.
42. LIN, G., AMADIO, P. Biomechanical analysis of finger flexor pulley reconstruction. *J Hand Surg*, 1989, roč. 14, č. 3, s. 278 –282.
43. LISTER, G. Indications and techniques for the repair of the finger flexor tendon sheath. *Hand Clin*, 1985, roč. 1, č. 1, s. 85–95.
44. LONG, S. *Průvodce lezením*. Brno: Computer Press, a.s., 2010. ISBN 978–80–251–2962–3.
45. MARTINOLI, C., BIANCHI, S. Sonographic evaluation of digital annular pulley tears. *Skeletal Radiol.*, 2000, roč. 29, č. 7, s. 387–391.
46. MARTINOLI, C., BIANCHI, S., COTTEN, A. Imaging of rock climbing injuries. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2005, roč. 9, č. 4, s. 334 –345.
47. McGEORGE, D. Diagnostic medical ultrasound in the management of hand injuries. *J Hand Surg*, 1990, roč. 15, č. 2, s. 256–261.
48. MOUTET, F. Flexor tendon pulley system: anatomy, pathology, treatment. *Chir Main*, 2003, roč. 22, č. 1, s. 1–12.
49. MÜHLEMANN, R. *Physiotherapeutisches Management von Fingerverletzungen in Sportklettern*. Bern, 2003. 60 str. Diplomová práce na Feusi Physiotherapieschule. Vedoucí práce Dr. Lorenz Radlinger
50. OBTULOVÍČ, T. Zdravotní aspekty sportovního lezení 2. *Montana* [online]. 2007, č. 3, [citováno 18. 4. 2012]. Dostupné z: <http://www.horomedicina.cz>.
51. OKUTSU, I. Three-loop technique for A2 pulley reconstruction. *J Hand Surg*, 1987, roč. 12, č. 5, s. 790–794.
52. OPPELT, K. *Einfluss der Fingerposition auf das Rupturverhalten des Rinbandsystems der Beugesehnen der Finger und die dabei auftretende Kräfte im Kadavermodell*. Erlangen-Nürnberg. 2013. 65 str. Disertační práce na Friedrich-Alexander Universität, Vedoucí disertační práce Dr. V. Schöffl.

53. OZ, B. et al. Early rehabilitation outcome and demographic and clinical features of patients with traumatic tendon injury. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation*, 2009, roč. 55, č. 1, s. 19-24.
54. PARZY, O. *Rupture des poulies digitales operées Chez les grimpeurs de haut niveau. Maîtrise Ingénierie de la Santé*, 2003.
55. PETER, J., JEBSON, L. Hand Injuries in Rock Climbing: Reaching the Right Treatment. *The physican and sportsmedicine*, 1997, roč. 25, č. 5, s. 54-63.
56. PETERS, P. Orthopedic problems in sport climbing. *Wilderness and Environmental Medicine*, 2001, roč. 12, č. 2, s. 100-110.
57. PFEFFERKORN, R. *In vivo Untersuchungen prädisponierender Faktoren der Ringbandruptur*. Erlangen-Nürnberg. 2012. 152 str. Disertační práce na Friedrich-Alexander Universität, Vedoucí disertační práce Dr. V. Schöffl.
58. PILNÝ J. L. ET AL. *Prevence úrazů pro sportovce*. Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1675-6.
59. PILNÝ, J., SLODIČKA, R. *Chirurgie ruky*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3295-4.
60. ROBINSON, M. "Snap, crackle, pop," finger and forearm injuries. *Climbing*, 1993, č. 138, s.138-141.
61. ROHRBOUGH, J.T. Overuse injuries in theelite rock climber. *Med Sci Sports Exerc*, 2000, roč. 32, č. 8, s. 1369-72.
62. ROOKS, M. Rock climbing injuries. *Sports Med*, 1997, roč. 23, č. 4, s. 261–70.
63. ROTRMAN, I. *Poškození prstů roukou v horolezectví* [online]. 2004, [citováno 18. 12. 2012]. Dostupné z: <http://www.horosvaz.cz/res/data/004/003939.pdf>.
64. SERAFINY, G. et al. High resolution sonography of the flexor tendons in trigger fingers. *J Ultrasound Med*, 1996, roč. 15, č. 3, s. 213–9.
65. SHEA, K, MEALS, R. Manual demands and consequences of rock climbing. *J Hand Surg (Am)*, 1992, roč. 17, č. 2, s. 200-205.
66. SCHMIDT, H. *Chirurgische Anatomie der Hand*. Hippokrates Verlag, 1992. ISBN 3-7773- 0865-X.
67. SCHÖFFL, V. Strength measurements and clinical outcome after pulley ruptures in climbers. *Med Sci Sports Exerc*, 2006, roč. 38, č. 4, s.637–643.

68. SCHÖFFL, V., HOCHHOLZER, T. Differentialdiagnose von Fingerschmerzen bei Sportkletterern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 2003, roč. 54, č. 2, s. 38-43.
69. SCHÖFFL, V., HOCHHOLZER, T. Fingerschäden jugendlicher Leistungskletterer – Vergleichende Analyse der deutschen Jugendnationalmannschaft sowie einer gleichaltrigen Vergleichsgruppe von Freizeitkletterern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 2003, roč. 54, č. 11, s. 317-322.
70. SCHÖFFL, V., HOCHHOLZER, T. Pulley Injuries in Rock Climbers. *Wilderness and Environmental Medicine*, 2003, roč. 14, č. 2, s. 94-100.
71. SCHÖFFL, V., HOCHHOLZER, T., SCHÖFFL, I. Extensor hood syndrome-osteophytic irritation of digital extensor tendons in rock climbers. *Wilderness & Environmental medicine*, 2010, roč. 21, č. 3, s. 253-256.
72. SCHÖFFL, V., HOCHHOLZER, T., WINKELMANN, H. Pulley injuries in sport climbers. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2004, roč. 36, č. 4, s.224 –230.
73. SCHÖFFL, V., HOCHHOLZER, T., WINKELMANN, H. Therapy of injuries of the pulley system in sport climbers. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2004, roč. 36, č. 4, s. 231–236.
74. SCHÖFFL, V., JÜNGART, J. Closed flexor pulley injuries in nonclimbing activities. *J Hand Surg*, 2006, roč. 31, č. 5, s. 806-10.
75. SCHÖFFL, V., SCHÖFFL, I. Finger pain in rock climbers—reaching the right differential diagnosis. *J Sports Med Phys Fitness*, 2006, roč. 47, č. 1, s. 70-8.
76. SCHWEIZER, A. Biomechanical effectiveness of taping the A2 pulley in rock climbers. *J Hand Surg*, 2000, roč. 25, č. 1, s. 102–107.
77. SCHWEIZER, A. *Biomechanik und Effektivität des Taping des A2 Pulley in Bezug auf das Sportklettern*. Bern, 1999. 73 s. Disertační práce na Anatomickém Institutu Univerzity v Bernu.
78. SCHWEIZER, A. Sport climbing from a medical point of view. *Swiss Med Wkly.*, 2012, roč. 142, č. 13688.
79. SMRČKA, V. *Poranění flexorových šlach ruky*. Praha: Victoria publishing, 1995. ISBN 80-85865-74-2.
80. SMRČKA, V., DYLEVSKÝ, I. *Flexory ruky*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 1999. ISBN 80-7013-280-9.

81. TEFELNER, R. *Trénink sportovního lezce II*. Rock art publishing, 2012.
82. TROPET, Y, MENEZ, D, BALMAT, P. Closed traumatic rupture of the ring finger flexor tendon pulley. *J Hand Surg*, 1990, roč. 15, č. 5, s. 745–747.
83. TROPET, Y., MENEZ, D., BALMAT, P. et al. Closed traumatic rupture of the ring finger flexor tendon pulley. *J Hand Surg (Am)*, 1990, roč. 15, č. 5, s. 745-747.
84. VIGOUROUX, L., QUAINÉ, F. Estimation of finger muscle tendon tensions and pulley forces during specific sport-climbing grip techniques. *J Biomech*, 2005, roč. 39, č. 14, s. 2583-92.
85. VOMÁČKO, S., BOŠTÍKOVÁ, S. *Lezení na umělých stěnách*. Praha: Grada, 2003. ISBN 80–247–0406–4.
86. VOULLIAUME, D., FORLI, A., PARZY, O. Surgical repair in flexor tendon pulley rupture in high level rock climbing. *Chir Main*, 2004, roč. 23, č.5, s. 243–248.
87. WARWICK, D. *Hand Surgery*. New York: Oxford University Press, 2009. ISBN 978-0-19-922723-5.
88. WIDSTROM, C., JOHNSON, G. A mechanical study of six digital pulley reconstruction techniques: part I. Mechanical effectiveness. *J Hand Surg*, 1989, roč. 14, č. 5, s. 821–825.
89. WRIGHT, D., ROYLE, T. *Indoor rock climbing: who gets injured? Br J Sports Med.*, 2001, roč. 35, č. 3, s. 181 – 185.
90. WYATT, J., GRANT, P. A prospective study of rock climbing injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 1996, roč. 30, č. 2, s. 148-150.
91. YAMAGUCHI, T. Climbers Finger. *Hand Surgery*, 2007, roč. 12, č. 2, s. 59-65.