

## POŠKOZENÍ PRSTŮ RUKOU V HOROLEZECTVÍ



V roce 2003 Lékařská komise UIAA nedoporučila pořádání samostatných mezinárodních závodů mládeže v boulderingu, k vyjádření byla Lékařská komise vyzvána ICC UIAA. Zatímco v lezení na obtížnost a na rychlost jsou největší nároky kladeny na vytrvalostní sílu svalů horních končetin, vyžaduje bouldering sílu maximální. Extrémní silová námaha v dospívání vede prokazatelně k chorobným rentgenologickým projevům na kostech a kloubech a dlouhodobým a trvalým poškozením. Mládež od 16 let se již účastní mezinárodních závodů dospělých. Dle Climbing Competitions Handbook 2004 (Rules for 2004, October 2003, with Section 14 amended March 2004) v lezení na obtížnost a na rychlost ve věkové kategorii „Youth B“ od 14 let.

Při příležitosti druhého závodu Světového poháru v boulderingu pro rok 2004

v Erlangenu u Norimberku ve dnech 16. – 17. dubna uspořádala Pracovní skupina Lékařské komise UIAA pro zdravotní a bezpečnostní problematiku soutěžního lezení Seminář ke sportovně medicínským aspektům lezeckých soutěží.

Diskutovalo se řadě aktuálních témat, jako například výskytu epifyzeálních zlomenin článků prstů. Jde o zlomeniny v růstových oblastech článků prstů, které jsou u organismu v růstu závažným problémem. Mimořádně častý výskyt byl zaznamenán u určitých skupin rakouských lezců a souvisel s nevhodným způsobem tréninku na úzkých tréninkových lištách, „campus board“, prokázána je i časná artróza kloubů prstů (Dr. Hochholzer, Dr. Schöffl).

U dospívajících jsou časté jsou chorobné RTG změny pohybového aparátu horních končetin. Dr. Schöffl informoval o výzkumu v Německu, Dr. Rotman předložil výsledky

sledování poškození z přetížení u českých a slovenských účastníků lezeckých soutěží v letech 1985-1991 členy LK ČHS (práce přednesené na Mezinárodní konferenci horské medicíny UIAA v Praze v roce 1988 a v zahraničí: Mnichov 1986, Davos 1998, Oviedo 1989, Barcelona 1991). V době minimální dostupnosti moderních zobrazovacích metod (ultrazvuku, počítačové tomografie a magnetické rezonance) bylo na RTG obtížné odlišit změny z přizpůsobení od jednoznačného

poškození, nicméně výskyt subjektivních potíží byl významný.

Pro léčení častých poškození šlachových poutek na prstech rukou jsou vypracována doporučení pro diagnostický a ošetrovací postup, avšak lezci přicházejí s těmito potížemi k lékaři pozdě. Jako odpověď na opakované dotazy a žádosti o rady a léčení elektronickou cestou doporučuje Lékařská komise ČHS a Společnost horské medicíny zopakovat si většinou již dříve publikovaná fakta.

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 vazy),
2. chronické (trvalé) degenerativní změny (např. artróza nebo vznik nestabilního kloubu), tj. déletrvající nebo opakující se potíže (vždy následek neadekvátního léčení a nedostatečného zhojení) a přechodným typem mezi oběma stavy je
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. Tento nepoměr může způsobit příliš vysoká zátěž, běžná zátěž za nefyziologických podmínek, nefyziologické provádění pohybu nebo snížená tolerance tkání.



V roce 1985 zjistilo šetření Lékařské komise Českého horolezeckého svazu výskyt poškození z přetížení u členů výběrových družstev nejméně ve 40 %. Podrobnější sledování účastníků soutěží ve sportovním lezení v následujících letech ukázalo výskyt bolestí v 65 % a objektivní známky poškození prstů v 70 % ze 152 lezců. V letošní publikované studii Schöffl a spolupracovníci vyšetřili v letech 1998 – 2001 604 zraněných lezců: prsty byly postiženy ve 41 %. Deset let uplynulo od vydání publikace "Hurá do skal – jak lézt, trénovat a zůstat zdravý" autorů Güllich, Rotman a Růžička (Montana Brno, 1993). V roce 2001 vydali Hochholzer a Schöffl knížku „So weit die Hände greifen...“, kde se podrobně píše o poškození prstů, nohou i páteře při lezení (viz též na [www.horska-medicina.cz](http://www.horska-medicina.cz) a v Bulletinu 2002 Lékařské komise ČHS a Společnosti horské medicíny.

Stavy přetížení pohybového ústrojí se projevují na kostech únavovými zlomeninami, na svalech křečovým namožením, na šlachách zánětem (tenosynovitis) a onemocněním úponů (entezopatie), částečnou až úplnou rupturou šlachy a na kloubech poškozením chrupavky a rozvojem artrózy. Lezce postihují nejčastěji poranění a poškození prstů a ruky, dále lokte, ramenního kloubu, páteř (a to zejména krčního a

dolního bederního úseku) a nohou. Podle postižených tkání resp. funkčních jednotek je třeba rozlišit poranění kůže, zlomeniny kostí, záněty úponů šlach, záněty, částečné či úplné přetržení šlach a jejich pochev, poškození svalů, kloubů, nervů a páteře.

Na lidských rukou se nevyvinuly nosné klouby. Vlastně zanikly, neboť v průběhu miliónů let se vývojová linie člověka neustále vzdalovala od paralelní linie vývoje opic, které dodnes bydlí na stromech. Lidské tělo se adaptovalo pro chůzi po dvou končetinách a lidská ruka ztratila svou kostní odolnost a svalovou sílu ve prospěch nervosvalové koordinace a přesnosti pohybu. Skalní lezení jako by se pokoušelo tento proces vrátit zpátky. Tento trend způsobuje, že lezci vystavují své ruce při extrémně obtížném lezení či tréninku obrovskému nepoměru mezi nosností pohybového systému a nadměrnou zátěží. Tkáně takovému přetěžování nejsou schopné odolat a dochází k úrazům a poškození z nadměrné námahy (přetížení).

Lidská ruka je vysoce vyvinutým a složitým specializovaným orgánem. Skládá se z celkem 29 jednotlivých kostí, 36 svalů a 3 velkých nervů, navíc pak velkého množství šlachových pochev, vazů a pouzder.

Kostru ruky tvoří zápěstní kosti (8 menších kostí nepravidelného tvaru, obr. 1), 5 delších záprstních kostí (metakarpální kosti, metacarpus, MC, obr. 2) a články prstů (phalangey, latinsky a anglicky phalanx): dva pro palec a tři- po třech pro ostatní prsty. Články jsou pojmenovány podle své polohy: proximální článek (PP, první (horní) článek) je nejdelší, střední (MP, druhý, mediální, angl. middle phalanx) je kratší než první a distální (DP, třetí (dolní) článek) je nejkratší.

Prstové články jsou spojeny interphalangeálními klouby (obr. 3). PIP je označení pro skloubení proximálního a mediálního článku a DIP pro skloubení mediálního a distálního článku. Jejich pouzdra zesilují postranní vazy a tak zajišťují stabilitu, významnou při extrémním zatěžování prstů. Kromě této funkce produkuje pouzdro kloubní maz vyživující chrupavku a snižující tření v kloubu. Metakarpofalangeální (MCP) kloub (obr. 4), spojuje záprstní kost (MC) s proximálním článkem (PP) a stejně jako u proximálního (PIP) a distálního (DIP) kloubu je jeho kloubní pouzdro na dlaňové straně doplněno destičkou vazivové chrupavky.

V zápěstí a MCP kloubech, ve kterých se přenáší síla z předloktí na prsty, se děje především ohýbání (flexe) a natahování (extenze) ruky. V menším rozsahu jsou možné pohyby zápěstí a prstů do stran a rotace kolem dlouhé osy předloktí: pronace (otočení dlaně dolů) při držení se ve spáře a supinace (otočení ruky dlaní nahoru) při úchopu spodních chytů.

Povrch kostí v kloubech je pokryt jemnou a hladkou chrupavkou, minimalizující tření v kloubech při pohybu. Schopnost regenerace chrupavky je prakticky nulová. Bolestivé, zanícené, ztuhlé a oteklé klouby (arthritis) jsou výsledkem poškození chrupavky často jednostranným přetěžováním.

Svaly, které ohýbají a natahují prstové klouby (provádějí jejich flexi a extenzi), se nacházejí na předloktí. Právě tato jejich poloha jim dovoluje vyvinout maximální účinnost (síla působí na větší páce). Pohyby při svalových stazích jsou na klouby přenášeny šlachami, které začínají ve svalu a končí v kosti v blízkosti kloubu.

Povrchový ohýbač (FDS, musculus flexor digitorum superficialis) se nad zápěstím rozděluje do čtyř samostatných šlach pro II. až V. prst. Každá z nich prochází na dlaňové straně každého prstu společnou šlachovou pochvou se šlachou hlubokého ohýbače prstu (FDP, musculus flexor digitorum profundus). Pod proximálním článkem (PP) se každá ze šlach FDS rozvětjuje a po překřížení se svými oběma raménky připojí po stranách prostředního článku (MP). Šlacha FDP prochází zmíněným rozvětvením a upíná se na základnu posledního článku (DP). Zatímco FDS ohýbá MCP a PIP klouby, jediným flexorem DIP kloubu je hluboký ohýbač (FDP). FDP je při závěrném úchopu (viz dále) zatěžován do maxima. Jelikož probíhá blíže u kosti, je jeho síla v MCP a PIP kloubech menší než u FDS (menší páka), na druhé straně je však síla FDP méně závislá na postavení ruky v zápěstí.

Obě šlachy ohýbačů prstu jsou ve své pochvě pevně přichyceny ke článkům prstu pomocí prstencových a zkřížených poutek (obr. 5, 6), která navíc fungují jako kladky. Brání šlachám, aby se při ohnutí prstu napnuly jako tětíva luku. Dlaňové destičky zpevňují prstové klouby na dlaňové části kloubu a chrání je před ohýbáním opačným směrem. Jsou místem obrovské koncentrace sil při silném stisku a při lezení dochází často k jejich poškození.

Další, pro lezení důležité, jsou červovité svaly (musculi lumbricales), které začínají na šlachách FDP, ohýbají MCP kloub a natahují PIP a DIP klouby. Svaly mezikostní (mezi záprstními kostmi) pohybují prsty v MCP kloubech do stran a umožňují na úzkých lištách položit prsty na sebe i přes sebe. Mají spíše stabilizační než silovou funkci a podílejí se na úchopu špetkou konečky prstů.

Nelze zde ani vyjmenovat všechny ostatní svaly zápěstí a ruky. Palec má jeden mezičlánkový (IP, interphalangeální) kloub a své zvláštní svaly, schopné vyvinout, pro některé úchopy velmi významnou a poměrně velkou sílu.

Každý individuální a do jisté míry jedinečný úchop je zprostředkován souhrou výše uvedených i neuvedených svalů. Proto je třeba trénovat nejen ohýbače, jak by se snad někomu mohlo zdát, ale i natahovače prstů a zápěstí, jejichž vzájemná funkce upravuje sílu stisku.

Hluboký ohýbač (FDP) je schopen vyvinout největší sílu při natažených MCP kloubech. FDS je slabým ohýbačem v PIP kloubech, maximální sílu vyvine, stejně jako FDP, při natažení v MCP kloubech.

Uspořádání vazů a tvaru kloubu limitují možnosti pohybu kloubu. Na rozdíl od kulovitých MCP kloubů jsou mezičlánkové (IP) klouby kladkovými, tj. nejsou uzpůsobené pro rotaci nebo páčení do stran. Stěnové lezení je biomechanicky příznivější než lezení spár, ve kterých jsou prsty vystaveny velkým rotačním silám a páčení do stran (obr. 3).

Nejvíce prstům škodí tzv. závěrný úchop (angl. cling grip) s prohnutými distálními mezičlánkovými klouby (DIP v hyperextenzi) Při tomto úchopu působí na DIP kloub a na dlaňovou destičku velké pasívní (a neovlivnitelné) síly. Šlacha FDP bývá maximálně namáhána. Také síly, které vznikají v prstových kloubech, dosahují maxima, jsou nesrovnatelně vyšší než zátěž v běžném životě a převyšují toleranci tkání.

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** (obr. 7).

U lezců, kteří dávají přednost tomuto úchopu, lze velmi často zjistit poškození dlaňové destičky PIP kloubu a poškození DIP kloubu. Také nedostatečná trénovanost resp. slabost hlubokého ohýbače prstů nutí k hyperextenzi DIP kloubu.

Opice, které jsou k lezení přizpůsobeny, zpravidla nemohou pasivně prohnout DIP kloub a držet se tímto způsobem. Lidská ruka se přizpůsobila k manipulaci s předměty, při ní je tento pohyb výhodný a hyperextenze dává lezci pocit stability kloubu. Z pracovního lékařství je však znám vyšší výskyt zánětů kloubů u profesí s analogickou zátěží.

Otevřený úchop (angl. open hand grip) je výhodnější. Šlacha FDP může být natažena do maxima, tj. maximální silou. Tlak na dlaňovou destičku je menší. Velké síly nutné pro ohnutí nebo natažení PIP kloubu jsou buď silně redukovány nebo úplně vyloučeny (obr. 8). Oproti závěrnému úchopu se tah za šlachu sníží na 12,2 daN (viz výše). Ruka se může lépe přizpůsobit tvaru skály, klouby ke skále přilehnou a jsou méně namáhány. Četné zkušenosti ukazují, že tento úchop lze využívat častěji, než



se předpokládá. Toto držení prstů je typické pro opice pohybující se po stromech. Návik úchopu je obtížný.

Svislý úchop (franc. "en pointe"; obr. 9) je pro konečky prstů velmi bolestivý úchop (tzv. nehtové chyty). Z biomechanického hlediska by byl tento úchop pro nejmenší chyty ideální. V případech slabého hlubokého ohýbače je značně přetěžováno pouzdro DIP kloubu.

Spárový úchop (angl. jam) křiví klouby a vystavuje je nepřírodným tlakům, které jsou příčinou zánětů. Držení se v kapse, dírcce (angl. pocket grip) představuje obrovskou koncentraci sil. Jakákoli odchylka tahové síly do strany je spojena s velkým rizikem poškození kloubů. Tento chyt je používán zpravidla prostředníkem, který je z prstů nejsilnější a nejdelší a je také nejčastěji přetěžován a zraňován. Některé rozdíly v uspořádání svalových bříšek v oblasti ruky u různých lidí vysvětlují, proč se některým lezcům zdá tento chyt méně bolestivý než jiným, i proč při smykovém působení sil dochází k neobvyklým lokalizacím poranění. Na namáhání kloubů bolestivost však vliv nemá!

Uvedených pět druhů úchopů nebo "držení se" má obrovské množství kombinací, jejichž využití záleží na fantazii lezce a jeho přirozenosti.

Pomineme-li na tomto místě poranění kůže prstů (dezinfikujeme, sterilně ošetříme...) a zlomeniny (ošetří odborný lékař) je třeba se věnovat nejčastějším poškozením – poranění a záněty šlach a natržení a přetržení šlachových poutek na prstech rukou. (Pozornost by si zasloužila i poranění svalů, jejichž ruptury se hojí nejméně 2-3 týdny, při nutnosti sešití následuje znehybnění na zpravidla 4 týdny).

Zánět šlachy a šlachové pochvy se projevuje bolestí podél jejího průběhu, často až do dlaně, třecím šelestem a případnou tvorbou uzlíků na šlaše a vznikem tzv. "lupavého prstu". Léčí se klidem, 10-15 minutovými masáže kostkami ledu třikrát denně po dobu jednoho týdne, výhodná je ordinace protizánětlivých léků.

Úplné přetržení šlachy není častým zraněním, nicméně si je lze přivodit např. při pokusu zabránit pádu nebo při zvedání se na nejmenších chyttech. Může se ozvat prasknutí a prudká bolest v průběhu šlachy na prstu, obvykle v místě, kde se šlacha FDP upíná na poslední článek IV. prstu. Šlachu je nutno přišít nejpozději do 24 hodin, avšak čím dříve, tím lépe. Nejméně 6 týdnů trvá zdánlivé obnovení pevnosti šlachy (tím se myslí strukturální, nikoli však funkční obnovení pevnosti). Ve skutečnosti je nutná přestávka v lezení nejméně 3 měsíce, chceme-li se vyhnout velkému riziku obnovení zranění.

Přetržení šlachového poutka ohýbače prstu se zpravidla slyšitelným prasknutím (lupnutím) a náhlou bolestí. Bolest, zduření článku prstu a krevní výron se objeví obvykle do 24-48 h. Při flexi (ohýbání) prstu, která je omezená, vzniká dojem, že šlacha vyskakuje z pochvy, případně je vystupující šlacha viditelná. Bolest a zduření mizí během 14 dnů, ale bolestivost přetrvává 3 měsíce. Po tuto dobu je nutný klid resp. značné šetření.

Bohužel jsou projevy ruptur poutek lezci často podceňovány, neboť relativně mírná bolest se projevuje pouze při zatížení. Je nutné si uvědomit, že každé zranění provázené otokem a krevním výronem musí být přesně diagnostikováno a důsledně léčeno, jinak je následné léčení ještě zdlouhavější. Zda se jedná o úplnou nebo neúplnou rupturu anebo jen natažení (přetažení, distenzi) musí být prokázáno sofistikovanými vyšetřovacími metodami sonografie (přednostně – umožňuje vyšetření při pohybu), ideálně počítačové tomografie nebo magnetické rezonanční spektroskopie. Ovšem teprve přesná diagnostika 15 různých chorobných stavů postihujících prsty lezců je předpokladem uplatnění účinného léčebného postupu navrhaného Schöfflem a spolupracovníky

a zveřejněném on-line v roce 2003 v časopisu Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin ([www.zeitschrift-sportmedizin.de](http://www.zeitschrift-sportmedizin.de)).

Léčení jednoduchých ruptur (tj. klasifikace I.-III.stupeň, viz definice IV. stupně poškození dále) je zásadně konzervativní: zahajuje se desetidenním znehybněním a podávají se protizánětlivé léky. Navazuje časná funkční terapie s ochranou poutek tejpováním nebo termoplastickou dlahou, procvičování prstů (theraband, hand exerciser). Lehkou specifickou sportovní činností (lehké lezení) lze zkusit po 6–8 (16) týdnech při současném tejpování a plnou zátěž lze doporučit až po třech měsících, přičemž tejpování je nutné nejméně 6 měsíců.

Ke komplikovaným a vícečetným rupturám autoři řadí IV. stupeň poškození, (tj. úplná ruptura poutka A2+A3 nebo A2+A3+A4) nebo jednoduchou rupturu A2 nebo A3 ve spojení s poraněním lumbrikálních (červovitých) svalů nebo s rupturou postranních kloubních vazů. V těchto případech doporučují operační řešení, s následným znehybněním na dva týdny a časnou funkční terapií (hand exerciser, vodní gymnastika) při zevní ochraně poutka (termoplastický kruh) po dobu dalších 4 týdnů. Po dalších 6 týdnech se odstraňuje ochrana poutka, další 3 měsíce se povoluje jen mírná zátěž. S lezením se začíná až za 4 měsíce, přičemž tejpování trvá déle než jeden rok.

K dalším chorobným stavům postihujícím prsty patří poranění postranních vazů pouzdra prstových kloubů, poranění dlaňové vazivové kloubní destičky, zánět kloubu (arthritis) a trvalé ohnutí prstů - kontraktury prstových kloubů, jakož i výsledný stav – artróza.

Poranění postranních vazů pouzdra prstových kloubů bývá velmi časté, neboť PIP a DIP klouby jsou velmi choulostivé k rotačním silám resp. zatížení laterálním směrem (obr. 3). Vzniká často při pádu a zaklínění prstu, nebo úchopu jedním prstem. Nejčastěji je postižen PIP kloub III. a IV. prstu. Podle stupně postižení lze rozlišit: Distenzi (natažení, přetažení) vazů, se zachováním stabilizační funkce kloubu. Léčení vyžaduje 2-3 týdenní přibandážování k sousednímu prstu (umožňuje hybnost a chrání vaz). Při částečné ruptuře s prodloužením vazů (laxita) je nutná fixace nejméně 6 týdnů., úplné přetržení vyžaduje sešití do 24-36 h, pokud má být dosažen uspokojivý výsledek. Neléčené poranění bolí nejméně 4-6 měsíců, mnohdy i déle, a nedovolí lezení.

Při poranění dlaňové vazivové destičky prstových kloubů jde o zvláštní druh poranění kloubních vazů, typický pro lezce. U DIP kloubu vzniká obvykle mechanismem hyperextenze, u PIP kloubu zpravidla odtržením od šlachové pochvy. Při pasívní flexi prstu lze prokázat místní bolestivost. Úplná ruptura je spojena s abnormální pohyblivostí v kloubu a vyžaduje zklidnění na dlaze, případně operační léčení.

Zánět kloubu (arthritis) a trvalé ohnutí prstů - kontraktury prstových kloubů se může objevit po úrazu nebo při těžkém lezení či tréninku. Dochází k většímu či menšímu zanícení prstových kloubů a prsty automaticky po zátěži zaujmou "klidovou" polohu v lehkém zakřivení. Brzy po výkonu, ale někdy i za několik dní se může objevit bolest, kloub zduří, zvýší se jeho náplň, případně je patrné vrzání (měkké drásoty).

Trvalé deformace lze zjistit až u 25% lezců, nejčastěji PIP kloubu III. a IV. prstů, které jsou ve flexi 10-15 stupňů. Tento stav vyžaduje lékařské ošetření, neboť zánět poškozuje chrupavku a urychluje vznik degenerativních artrotických změn.

Pro prevenci nutné protahovací cviky po lezení: 5-10 min každou hodinu po 4-5 h během zotavení.

### Artróza

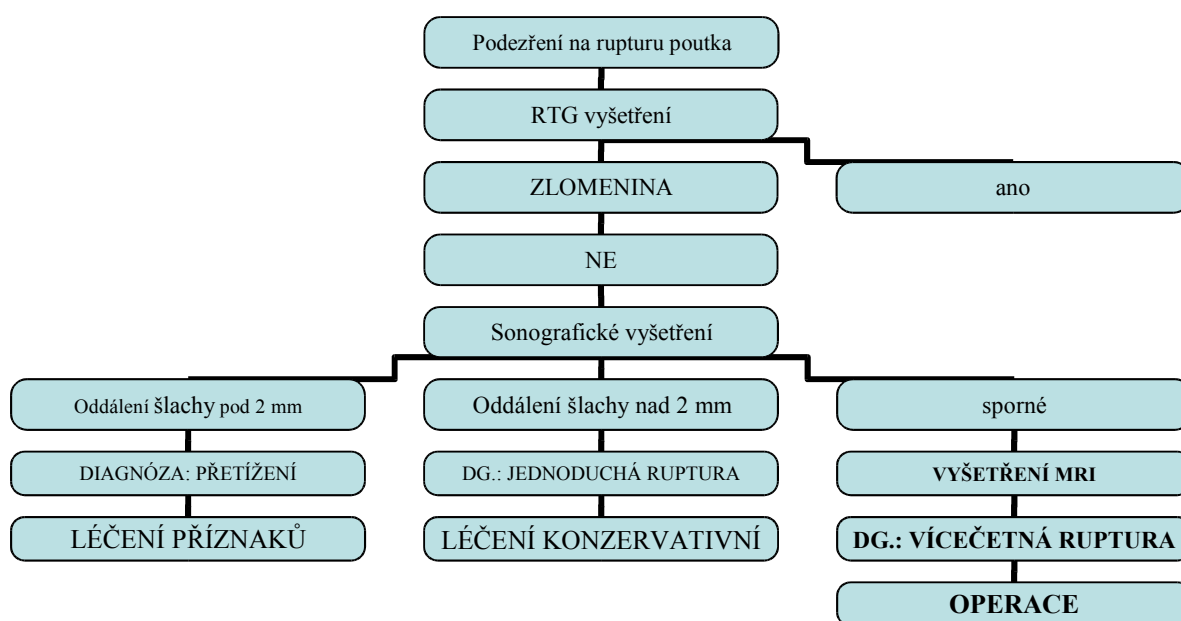
Pojem artróza označuje projevy opotřebované kloubní chrupavky. Poranění kloubního povrchu se hojí méně hodnotnou chrupavkou. Na okrajích kloubní plochy se tvoří kostěné výrůstky jako snaha rozložit zátěž v kloubu na větší plochu. Méně odolný kloub lze snadno přetížit, pak dochází k zánětu a dalšímu poškození chrupavky.

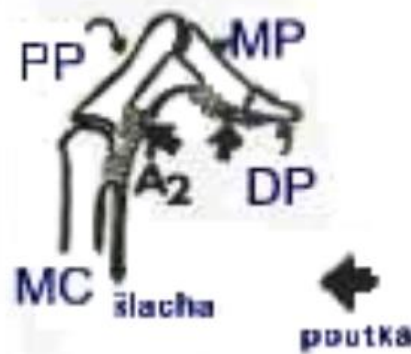
Častá poranění kloubních vazů vedou k jejich prodloužení, k nestabilitě kloubu, tudíž k nefyziologickému zatěžování kloubu a dalším zánětům a degenerativním změnám chrupavky.

Nadměrně zvýšená, nefyziologická, pohyblivost (flexibilita, ohebnost), dosahovaná nekriticky prováděným strečinkem, může poškozovat kloubní vazy a chrupavku stejným mechanismem. Artróza není jen výrazem resp. následkem opotřebení, na vzniku se podílejí i jiné faktory. Jsou jisté hranice přizpůsobení, pokud se zátěž zvyšuje pomalu.

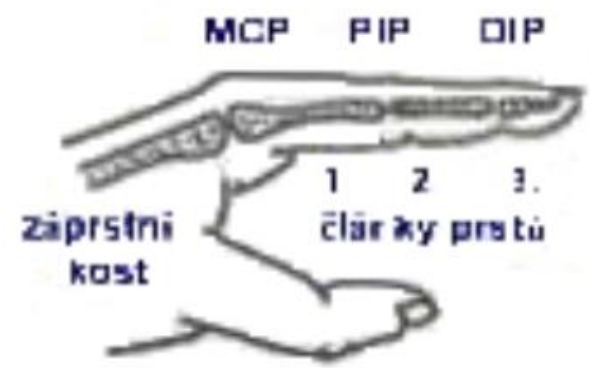
Rentgenologické nálezy na kostech prstů lezců jsou takřka pravidlem: ztlustělá kortikalis, protažení při úponech šlach flexorů na středních a posledních článcích i úponech postranních vazů, subchondrální skleróza prostředního článku v oblasti PIP kloubu. Zúžení kloubní štěrbině není časté. Ve 25% lze pozorovat rozšíření baze středního článku (konzoly). Cystické projasnění radiální baze posledního článku s částečným přerušením kortikalis je jasnými patologickými nálezy.

*Diagnosticko–terapeutický algoritmus při poranění šlachových poutek ohýbačů prstů (Schöffl, Barcelona 2002)*





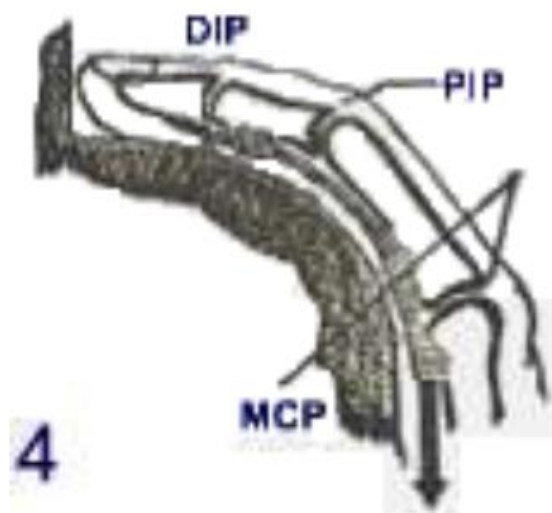
1



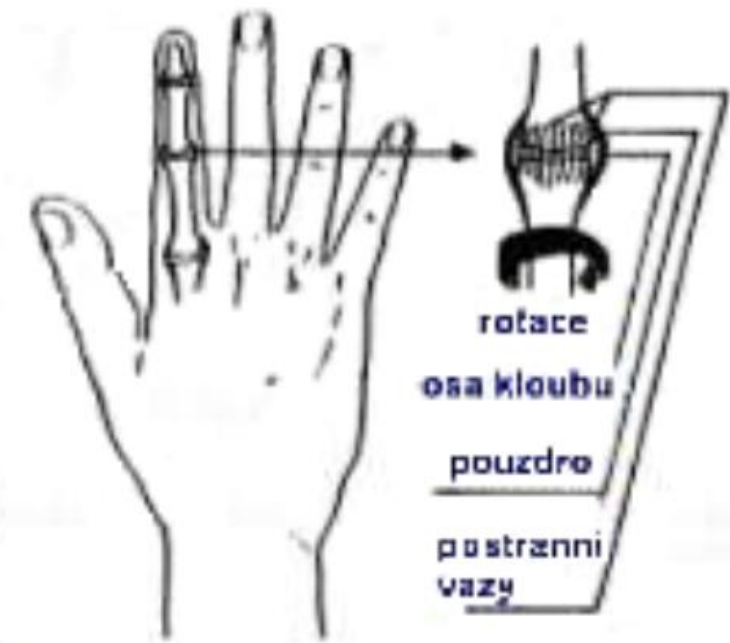
2



3



4



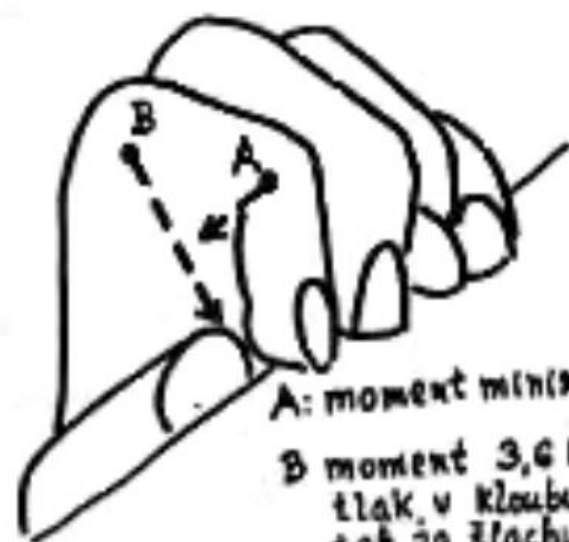
5





6

A moment 4,8 Nm  
tlak v kloubu 444 N  
B moment 2,7 Nm  
tah za žláčku 599-736 N



8

A: moment minimální  
B moment 3,6 Nm  
tlak v kloubu 544 N  
tah za žláčku 735 N



7

A moment: minimální  
B moment 2,16 N  
tah za žláčku 122 N