

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



Fakulta
tělesné kultury

PATELÁRNÍ TENDINOPATIE U DOSPÍVAJÍCÍCH SPORTOVců

Bakalářská práce

Autor: Radim Machala

Studijní program: Fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Ivana Hanzlíková, Ph.D.

Olomouc 2024

Bibliografická identifikace**Jméno autora:** Radim Machala**Název práce:** Patelární tendinopatie u dospívajících sportovců**Vedoucí práce:** Mgr. Ivana Hanzlíková, Ph.D.**Pracoviště:** Katedra fyzioterapie**Rok obhajoby:** 2024**Abstrakt:**

Patelární tendinopatie je patologický stav, jenž vzniká nejčastěji přetížením a jeho výskyt je častý u sportovců. Nejčastěji jsou postiženi sportovci, kteří v rámci svého sportu provádějí opakované skoky, což značně zatěžuje patelární šlachy. Rizikové jsou zejména sporty jako volejbal, basketbal, či fotbal. Výskyt této diagnózy je častý zejména u mladých dospělých, ale často se tento stav vyskytuje i u adolescentů. U pacientů s diagnózou patelární tendinopatie je pro další pokračování ve sportu podstatná správná diagnostika a následná vedená terapie. Z toho důvodu je znalost této problematiky důležitá pro fyzioterapeuty, lékaře, sportovní trenéry i sportovce samotné. Cílem této práce je shrnout informace, týkající se problematiky patelární tendinopatie, se zaměřením na patofyziologii, rizikové faktory, diagnostiku a terapii. Dalším cílem této práce je zároveň shrnutí poznatků a specifik patelární tendinopatie u dospívajících sportovců. Součástí bakalářské práce je zpracovaná kazuistika pacienta s patelární tendinopatií.

Klíčová slova:

tendinopatie, šlacha, diagnostika, terapie, rehabilitace, adolescence, sport

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author: Radim Machala
Title: Patellar tendinopathy in adolescent athletes

Supervisor: Mgr. Ivana Hanzlíková, Ph.D.
Department: Department of Physiotherapy
Year: 2024

Abstract:

Patellar tendinopathy is a pathological condition, which is most often caused by overloading and its occurrence is common in athletes. Most often, athletes who perform repeated jumps as part of their sport are affected, which places a significant load on the patellar tendon. Sports such as volleyball, basketball and football are particularly at risk. The incidence of this diagnosis is particularly common in young adults, but the condition is also often found in adolescents. In patients diagnosed with patellar tendinopathy, correct diagnosis and subsequent guided therapy are essential for continued participation in sport. Therefore, knowledge of this issue is important for physiotherapists, doctors, sports coaches and the athletes themselves. The aim of this paper is to summarize the information related to patellar tendinopathy, focusing on pathophysiology, risk factors, diagnosis and therapy. Another aim of this thesis is also to summarize the findings and specifics of patellar tendinopathy in adolescent athletes. The bachelor thesis includes a case report of a patient with patellar tendinopathy.

Keywords:

tendinopathy, tendon, diagnostic, therapy, rehabilitation, adolescence, sport

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně pod vedením
Mgr. Ivany Hanzlíkové, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval
zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 20. dubna 2024

.....

Děkuji své vedoucí bakalářské práce Mgr. Ivaně Hanzlíkové, Ph.D., za její ochotu a čas, který mi při psaní této práce věnovala a za její odborné rady, poskytnuté během psaní a korekce práce.

OBSAH

Obsah	7
1 Úvod	9
2 Cíle	10
3 Metodika	11
4 Výsledky	12
4.1 Funkční anatomie patelární šlachy	12
4.1.1 Obecná anatomie šlach	12
4.1.2 Anatomie patelární šlachy a musculus quadriceps femoris	13
4.1.3 Cévní zásobení patelární šlachy	14
4.2 Biomechanika patelární šlachy	16
4.2.1 Biomechanické vlastnosti patelární šlachy	16
4.2.2 Patelární šlacha během dospívání	20
4.3 Patelární tendinopatie	21
4.3.1 Definice	21
4.3.2 Patofyziologie	21
4.4 Prevalence	24
4.5 Rizikové faktory	25
4.5.1 Vnitřní rizikové faktory	26
4.5.2 Vnější rizikové faktory	29
4.6 Diagnostika	29
4.6.1 Klinická vyšetření	30
4.6.2 Zobrazovací metody	32
4.6.3 Dotazníky	34
4.6.4 Diferenciální diagnostika	35
4.7 Terapie	38
4.7.1 Terapie s využitím zátěžových programů	38
4.7.2 Terapie a prevence u adolescentů	47
4.7.3 Další možnosti terapie	49
4.7.4 Chirurgická léčba	53

5	Kazuistika	55
5.1	Anamnéza	55
5.2	Vyšetření	56
5.2.1	Kineziologický rozbor	56
5.2.2	Palpace	58
5.2.3	Zkouška dvou vah	59
5.2.4	Goniometrie	59
5.2.5	Antropometrie	59
5.2.6	Vyšetření zkrácených svalů dle Jandy	60
5.2.7	Svalová síla	60
5.2.8	Vyšetření chůze	60
5.2.9	Vyšetření běhu	62
5.2.10	Vyšetření vertikálního skoku	63
5.3	Specifická vyšetření	63
5.3.1	Klinická vyšetření	63
5.3.2	VISA–P dotazník	65
5.4	Závěr vyšetření	65
5.5	Návrh terapie	66
6	Diskuse	68
7	Závěr	76
8	Souhrn	78
9	Summary	79
10	Referenční seznam	80
11	Přílohy	92
11.1	Informovaný souhlas pacienta	92
11.2	Dotazník VISA–P vyplněný pacientem	93

1 ÚVOD

Patelární tendinopatie, někdy také nazývána jako skokanské koleno, je patologický stav, který může být jednou z konkrétních diagnóz skupiny patologických stavů, nazývajících se Anterior knee pain (bolest v přední části kolene). Patelární tendinopatie neboli skokanské koleno, je patologický stav, vzniklý většinou vlivem přetížení. Pro tento stav je charakteristická, zejména s aktivitou spojená, bolest v proximální části patelární šlachy, u spodního pólu pately (Malliaras et al., 2015). Nejčastěji se tento stav vyskytuje u sportovně aktivních jedinců (Theodorou et al., 2023). Nejvíce rizikovými sporty jsou volejbal a basketbal. U těchto sportů je totiž, vlivem častých skoků, zvýšené riziko přetížení patelární šlachy (Figueroa et al., 2016). V dnešní době se ve sportu navíc rapidně zvedají nároky na pohybový aparát a s tím je spojen i větší výskyt tendinopatií (Steinmann et al., 2020). Postižení mohou však být i lidé s převážně sedavým stylem života, vykonávající mírnou pohybovou aktivitu (Wu et al., 2017). Celková prevalence tohoto stavu u sportovců je 18,3 %, s převahou u mužského pohlaví (Nutarelli et al., 2023).

Z hlediska věku se typicky tato diagnóza vyskytuje u mladých dospělých sportovců. Častý je i výskyt tohoto stavu u adolescentů (Nutarelli et al., 2023). Právě v období dospívání obvykle dochází k prvotním patologickým změnám na patelární šlaše, které v budoucnu mohou vést k rozvinutí tendinopatie (Cook 2007).

Tato diagnóza značně omezuje sportovce při výkonu a v pokročilém stádiu přináší i obtíže při běžných denních aktivitách, jako je chůze po schodech, nebo vstávání ze sedu (Rudavsky & Cook, 2014). Pacienti s tendinopatií obvykle popisují spíše postupné zhoršování bolesti a neudávají konkrétní moment počátku bolesti (Goldin & Malanga, 2013). Většinou je trápí bolest na začátku aktivity, která odezní, nebo se zmírní po rozcvičení a opět se vrátí po skončení aktivity (Sandmeier & Renström, 1997).

V rámci terapie patelární tendinopatie je využíváno a popsáno mnoho různých způsobů a metod léčby (Figueroa et al., 2016). Většinou jsou využívány konzervativní metody a léčba je obvykle dlouhodobá. Možná je i léčba chirurgická, kterou podstupuje až 10 % pacientů s patelární tendinopatií (Ogon et al., 2006).

Existuje mnoho různých způsobů vedení konzervativní léčby. V české literatuře navíc chybí dostatek kvalitních a nových zdrojů, zabývajících se patelární tendinopatií. Tato práce nabízí přehled nejnovějších a nejrelevantnějších vědeckých poznatků, týkajících se této problematiky se zaměřením na specifika u dospívajících.

2 CÍLE

Cílem této práce je zpracovat problematiku patelární tendinopatie, se zaměřením na dospívající sportovce. V rámci práce bude mimo jiné zpracována patofyziologie, rizikové faktory, diagnostika a terapie patelární tendinopatie. V rámci praktické části práce bude zpracována kazuistika pacienta s patelární tendinopatií.

3 METODIKA

Dne 20. 10. 2023 byla v databázi PubMed zadána následující vyhledávací strategie zaměřená na problematiku patelární tendinopatie u adolescentů:

("jumpers knee"[Title/Abstract] OR "patellar tendinopathy"[Title/Abstract] OR "patellar tendinitis"[Title/Abstract] OR "patellar tendinosis"[Title/Abstract] OR "quadriceps tendinitis"[Title/Abstract] OR "quadriceps tendinopathy"[Title/Abstract] OR "quadriceps tendinosis"[Title/Abstract]) AND ("Adolescent"[Mesh] OR "adolescent"[Title/Abstract] OR "young athlete*"[Title/Abstract] OR "youth*"[Title/Abstract] OR "teen*"[Title/Abstract])*

Zadání této vyhledávací strategie vygenerovalo celkem 179 studií. Z toho jen 39 studií bylo zaměřeno přímo na patelární tendinopatii u adolescentů, a bylo tak relevantních pro tuto práci. Z důvodu nedostatku literatury, zabývající se patelární tendinopatií přímo u adolescentů, byla použita nová vyhledávací strategie, s cílem vyhledat nejkvalitnější studie (meta-analýzy, systematická review a randomizovaně kontrolované studie), zabývající se problematikou patelární tendinopatie. Tyto studie byly vyhledávány pomocí následující vyhledávací strategie, která byla dne 20. 10. 2023 zadána v databázi PubMed.

("jumpers knee"[Title/Abstract] OR "patellar tendinopathy"[Title/Abstract] OR "patellar tendinitis"[Title/Abstract] OR "patellar tendinosis"[Title/Abstract] OR "quadriceps tendinitis"[Title/Abstract] OR "quadriceps tendinopathy"[Title/Abstract] OR "quadriceps tendinosis"[Title/Abstract]) AND ("Randomized Controlled Trial"[pt] OR "systematic review"[pt] OR "meta – analysis"[pt])

Za využití této vyhledávací strategie bylo vyhledáno celkem 123 relevantních studií. V této práci budou čerpány informace převážně z těchto studií.

4 VÝSLEDKY

4.1 Funkční anatomie patelární šlachy

4.1.1 Obecná anatomie šlach

Šlachy představují anatomické struktury umístěné mezi svaly a kostmi. Slouží k přenosu síly, vytvořené svalovou kontrakcí, na kost. Dokážou ukládat a uvolňovat elastickou energii, což umožňuje pohyb kloubu (Docheva et al., 2015). Každý sval v zásadě disponuje dvěma šlachami – proximální a distální. Bod spojení šlachy se svalovým vláknem se nazývá myotendinózní spojení (MTJ), spojení s kostí je označováno jako osteotendinózní spojení (Kannus, 2000).

Zdravé šlachy mají čistě bílou barvu, fibro-elastickou strukturu a prokazují vysokou odolnost vůči mechanickému zatížení (Kannus, 2000). Jsou převážně složeny z kolagenních vláken, které jsou zabudovány do paralelních řad v dobře organizované extracelulární matrix, obsahující vysoké množství proteoglykanů. Kolagenová vlákna poskytují tkáni biomechanickou pevnost a odolnost vůči napětí, zatímco proteoglykany poskytují šlachám viskoelastické vlastnosti (Docheva et al., 2015). Mezi kolagenními vlákny jsou vmezeřena elastická vlákna a dále také tenocyty, což jsou modifikované vazivové buňky (Dylevský, 2009). V sušinách šlach je značná převaha vláken kolagenu, tvořená zejména kolagenem 1. typu, která mají zastoupení 65–80 %, zatímco vlákna elastinu přibližně jen 1–2 % (Kannus, 2000). 90–95 % buněčného složení šlachy zaujímají tenocyty, což jsou terminálně diferencované buňky bez schopnosti regenerace. Kmenové buňky (TSPC) a tenoblasty tvoří zbývajících 5–10 % (Wu et al., 2017). Tyto buňky jsou schopny proliferace, mohou se diferencovat a jsou značnou měrou zapojeny do regenerace tkáně (Bi et al., 2007). Dále se, v místech osteotendinózního spojení, mohou nacházet i chrupavčité buňky tzv. chondrocyty (Wu et al., 2017).

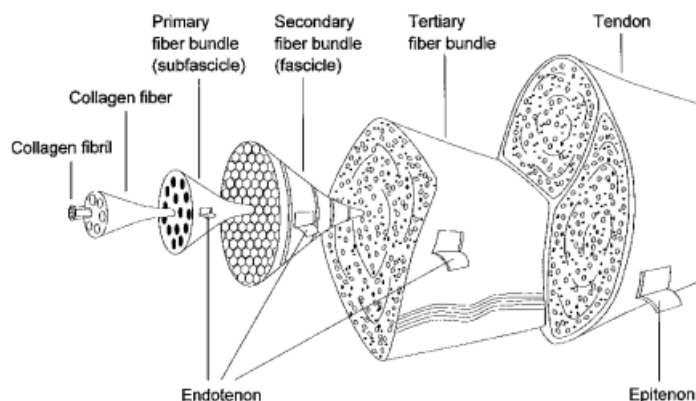
Jak již bylo výše zmíněno, šlacha je tvořena převážně kolagenními vlákny typu 1, zvaný též „nosný strukturální kolagen“. Jde o nejvíce zastoupený typ kolagenu v těle (zhruba 80 % veškerého kolagenu v těle) a oproti dalším typům se vyznačuje velkou mechanickou pevností vláken (Dylevský, 1997). Strukturální jednotkou kolagenu je tropokolagen, dlouhý tenký protein, který se skládá převážně právě z kolagenu typu 1. Tropokolagen vzniká v buňce fibroblastu jako prekolagen, který je poté vylučován a extracelulárně štěpen, aby se stal kolagenem (O'Brien, 2005).

Během různých fází pohybu jsou šlachy vystaveny silám nejen v podélném směru, ale i ve směru příčném a rotačním. Kromě toho musí být schopny odolat přímým nárazům a tlakům. Trojrozměrná interní struktura vláken vytváří tlumící prostředí proti silám různých

směrů, čímž se předchází poškození a rozpojení vláken. Stavba šlachy je zobrazena na Obrázku 1. Molekuly tropokolagenu vytvářejí křížové vazby pro vytvoření nerozpustných molekul kolagenu, které se postupně sdružují do mikrofibril a následně do mikroskopicky viditelných jednotek, kolagenních fibril. Skupina kolagenních fibril tvoří kolagenní vlákno, které je základní jednotkou šlachy. Každé kolagenní vlákno obaluje jemný obal pojivové tkáně nazývaný endotenon (Kannus, 2000). Endotenon drží svazky pohromadě, umožňuje vzájemný pohyb a nese krevní cévy, lymfatické cévy a nervy (O'Brien, 2005). Skupina kolagenních vláken tvoří primární svazek vláken, a skupina primárních svazků tvoří sekundární svazek vláken. Skupina sekundárních svazků pak tvoří terciální svazek a tyto terciální svazky sestavují šlachu. Celá šlacha je obklopena jemným pojivovým obalem nazývaným epitenon. Trojrozměrná struktura vláken šlach je složitá. V rámci jednoho kolagenního vlákna jsou fibrily orientovány nejen podélně, ale také příčně a horizontálně. Podélná vlákna nejsou orientována pouze paralelně, ale také se kříží a vytvářejí spirály (Kannus, 2000).

Obrázek 1.

Stavba šlachy (Kannus, 2000)



4.1.2 Anatomie patelární šlachy a musculus quadriceps femoris

Na začátek je podstatné vyjasnit si terminologii. Patelární šlacha může být též nazývána jako patelární vaz (ligamentum patellae). Šlachy představují anatomické struktury umístěné mezi svaly a kostmi, sloužící k přenosu síly vytvořené svalovou kontrakcí na kosti (Docheva et al., 2015). Tuto definici struktura splňuje, jelikož její vlákna přenáší síly, vyvolané m. quadriceps femoris, na tibia a umožňují tak pohyb v kolenním kloubu. Vazy jsou buďto součástí kloubních pouzder, nebo jako izolované vazivové pruhy spojují dvě kosti (Dylevský, 1997). Protože ligamentum patellae spojuje apex pately a tuberositas tibiae, splňuje i definici vazy. V této bakalářské práci bude dále pro strukturu využíván název patelární šlacha.

Patelární šlacha je úponem čtyřhlavého svalu stehenního (musculus quadriceps femoris). Musculus quadriceps femoris se topograficky nachází na přední straně stehna, společně s musculus sartorius. Hlavní funkcí svalu je extenze v kolenním kloubu. Funkcí musculus rectus femoris je navíc i flexe v kyčelním kloubu, a to díky začátku svalu, který tento kloub překračují. Celý sval je inervován z nervus femoralis (L2-L4) (Čihák, 2011).

Jak je z názvu svalu patrné, sval je tvořen čtyřmi jednotlivými svaly:

1. Musculus rectus femoris, který se ještě dál dělí na dvě části: caput rectum a caput reflectum, jejichž začátky jsou na spina iliaca anterior inferior a na malém výběžku nad acetabulem. Obě hlavy se následně spojují do jednoho svalového břicha a pokračují téměř vertikálně k patele.
2. Musculus vastus medialis začíná na distální části linea intertrochanterica a na labium mediale lineae asperae. Nejspodnější část svalu má svá vlákna téměř horizontálně. Tato část je též nazývána jako vastus medialis obliquus, jehož funkcí je zabránit lateralizaci pately a tím ji stabilizovat.
3. Musculus vastus lateralis začíná na proximální části linea intertrochanterica a na labium laterale lineae asperae.
4. Musculus vastus intermedius začíná na anteriorní a laterální části těla femuru, v proximálních 2/3. Tato část je kompletně překrytá dalšími hlavami musculus quadriceps femoris (Čihák, 2011; Drake, 2010)

Všechna čtyři břicha sestupují tak, že uprostřed je sval rectus femoris a po jeho stranách jsou svaly vastus medialis a lateralis. Sval vastus intermedius je umístěn pod nimi. Asi 15 cm nad patelou se břicha svalu spojují do společné trojúhelníkové šlachy, která je připojena k bázi a bočním stranám česky. Část vláken ze šlachy quadricepsu přechází přes povrch česky, část jde po mediální a laterální straně této sezamské kosti. Poté vlákna pokračují, společně s vlákny začínajícími na apexu pately, jako patelární šlacha, která se upíná na tuberositas tibiae na holenní kosti. Patelární šlacha má tvar ploché elipsy, obvykle s délkou 4–7 cm, šířkou okolo 3 cm a tloušťkou od 3–8 mm (Bartoníček & Heřt, 2004; Drake, 2010).

4.1.3 Cévní zásobení patelární šlachy

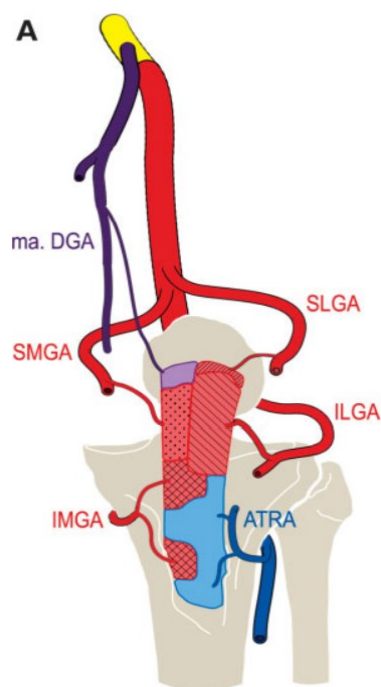
Šlachy bývají obecně vaskularizovány z okolních cévních kmenů, svalových bříšek, či periostu (v místě úponu) (Dylevský, 2009). Zásobení šlachy krví bývá velmi variabilní a obvykle je rozděleno do tří oblastí šlachy. První oblastí je oblast musculetendinózního spojení, druhá je střední porce šlachy a třetí pak je oblast osteotendinózního spojení (O'Brien, 2005).

Cévní zásobení patelární šlachy je zajištěno zejména z anastomostického kruhu (Obrázek 2). Obsahuje z laterální strany inferior lateral genicular artery (ILGA) a sestupující větve superior lateral genicular artery (SLGA). Z mediální strany se na vaskularizaci šlachy podílí superior medial genicular artery (SMGA), inferior medial genicular artery (IMGA) a větve z descending genicular artery (DGA). Přítomny jsou mnohé anastomózy, podstatné je cévní spojení anteriorní a posteriorní části šlachy horizontální anastomózou. Spodní část patelární šlachy je ještě dále zásobena z anterior tibial recurrent artery (ATRA). Hoffovo tukové těleso je bohatě cévně vyživováno. Asi polovina arterií z tělesa pokračují i v zásobení patelární šlachy (Pang et al., 2009).

Většina arterií vstupuje do šlachy zejména v proximální části okolo oblasti, která je nejčastěji postižena tendinopatií. Celkově je proximální část šlachy, díky výše popsaným arteriím a arteriím z tukového tělesa, poměrně dobře cévně zásobena. Nicméně většina poznatků byla zjišťována v klidovém stavu a průtok krve v klidu nemusí korelovat s průtokem během aktivity (Khan et al., 1998).

Obrázek 2

Cévní zásobení patelární šlachy (Pang et al., 2009)



Poznámka. DGA = descending genicular artery, SMGA = superior medial genicular artery, IMGA = inferior medial genicular artery, SLGA = superior lateral genicular artery, ILGA = inferior lateral genicular artery, ATRA = anterior tibial recurrent artery.

4.2 Biomechanika patelární šlachy

4.2.1 Biomechanické vlastnosti patelární šlachy

Z hlediska biomechaniky představují šlachy systém sekundárních mechanických efektorů, což znamená, že fungují jako pasivní pohyblivý a nosný systém. Pevnost šlachy v tahu je především odvozena z pevnosti kolagenních vláken. Není však možné jednoduše přisoudit rovnost mezi údajem o pevnosti kolagenních vláken ($50 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$) a pevností šlachy samotné. Struktura šlachy je poměrně složitá, a její pevnost je přibližně polovinou pevnosti kosti. Mez pevnosti různých šlach závisí na věku, specifické anatomii šlachy, typu cévního zásobení a místních anatomických podmínkách, které mohou pevnost buď zvýšit nebo snížit (Dylevský, 1997).

Patelární šlacha je klíčovou součástí extenzorového mechanismu kolena (DeFrate et al., 2007). Z hlediska síly extenze je podstatná i úloha čéšky, která nemá jen funkci zpevnění přední části kolene. Představuje i velmi důležitý prvek extenzorového aparátu. Patela umožňuje změnu směru tahu svalu quadriceps femoris a funguje jako kladka. Pokud by sval probíhal přímo ze stehna na bérce (bez čéšky), byla by v místě úponu vyvinuta podstatně menší síla. Sval „podepřený a zahnutý“ kladkou pately vyvine sílu mnohem větší (Dylevský, Druga & Mrázková, 2000).

Důležitou vlastností šlach je viskoelastičita. Tato vlastnost je způsobena interakcemi mezi vodou, kolagenovými proteiny a proteoglykany (Purslow et al., 1998). Viskoelastičita šlach znamená, že jejich mechanické chování závisí na rychlosti mechanického napětí. Způsobuje to, že šlachy jsou více deformovatelné při nízkých rychlostech napětí, ale méně deformovatelné při vysokých rychlostech napětí. Proto jsou šlachy při nízkých rychlostech napětí schopny absorbovat více mechanické energie, ale jsou méně účinné při přenášení mechanických zatížení. Naopak při vysokých rychlostech napětí se šlachy stávají tužšími a účinnějšími při přenosu velkých svalových zatížení na kosti (Wang, 2006).

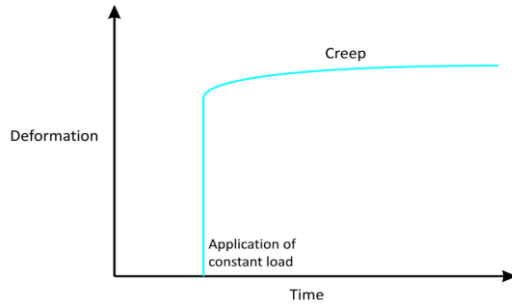
Viskoelastičita šlach je popisována třemi základními charakteristikami:

1. Creep: zvyšující se deformace, při konstantní zátěži. To je rozdíl oproti běžnému elastickému materiálu, který se při konstantní zátěži neroztáhne, bez ohledu na čas působení zátěže (Obrázek 3).
2. Napětová relaxace: pokles napětí, působícího na šlachu při konstantní deformaci (Obrázek 4).

3. Hystereze: křivka zatížení a křivka následného odlehčení se od sebe navzájem liší. Rozdíl mezi oběma křivkami představuje množství energie, které se během zatěžování ztrácí (Obrázek 5) (Robi et al., 2013).

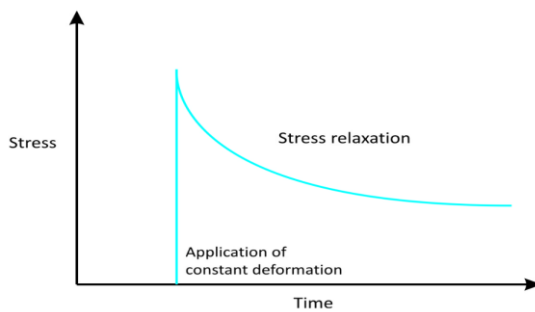
Obrázek 3

Creep fenomén (Robi et al., 2013)



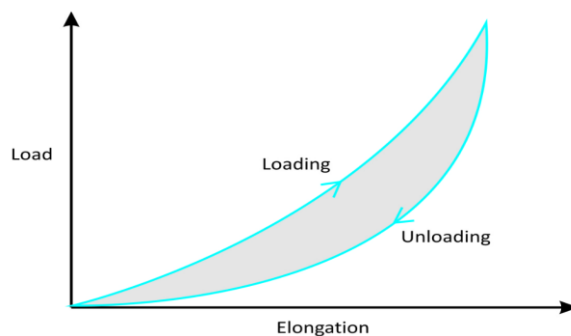
Obrázek 4

Napěťová relaxace (Robi et al., 2013)



Obrázek 5

Hystereze (Robi et al., 2013)

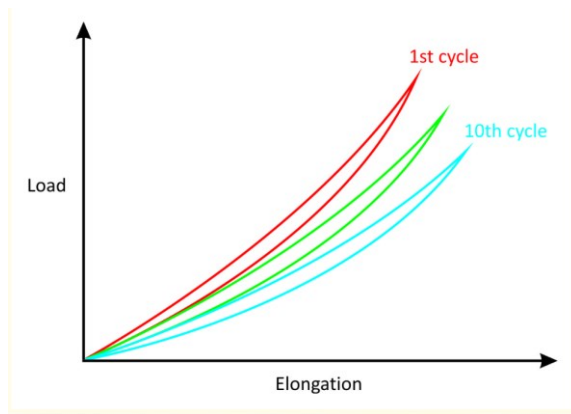


Pokud je zatěžování a odlehčování několikrát opakováno, získají se různé křivky. Nicméně po asi 10 cyklech se křivky již nemění, ale stále jsou odlišné. Jinými slovy, množství hystereze při cyklickém zatěžování se snižuje a křivka napětí-deformace se stává reprodukovatelnou. Toto

chování se nazývá pseudo-elastická a reprezentuje nelinearitu vztahu napětí-deformace šlachy (Obrázek 6) (Robi et al., 2013).

Obrázek 6

Pseudo-elastická (Robi et al., 2013)



Mezi základní a nejčastěji popisované biomechanické vlastnosti šlach patří zejména strain (deformace), popisující deformaci/změnu délky vůči původní délce. Stiffness (tuhost), která popisuje, jak šlacha odolává, na ni působícím silám. Dalšími, často sledovanými, ukazateli jsou Youngův modul (poměr mezi napětím a deformací jím vyvolanou) a plocha na příčném řezu (cross-sectional area).

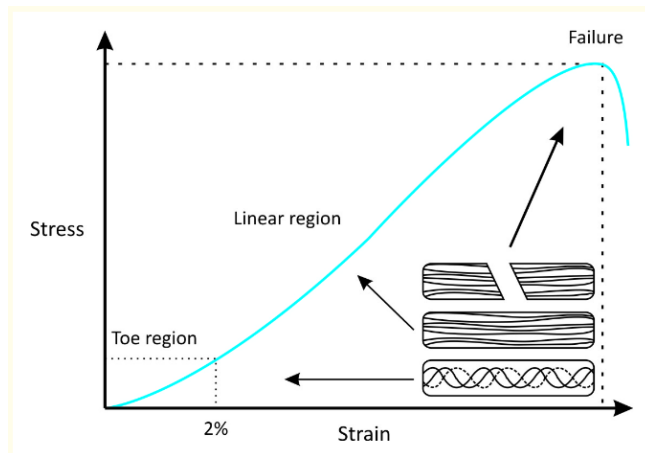
Důležitým ukazatelem mechanických vlastností šlach je tzv. stress/strain křivka (Obrázek 7), která popisuje vztah na šlachu vyvíjeného napětí vůči deformaci (změně struktury a délky) šlachy.

Na této křivce jsou popsány 3 úseky (regiony):

1. Toe úsek: tato nelineární část křivky odpovídá maximálně 2 % deformace (strain) šlachy. Zde dochází k rozepínání zvlněných vláken šlachy.
2. Lineární úsek: v tomto úseku se vlákna orientují ve směru mechanického zatížení a v závislosti na velikosti zatížení se lineárně protahují. Pokud je deformace do 4 %, vrátí se šlacha po odeznění zátěže zpět na původní délku.
3. Úsek selhání/poškození: v tomto úseku, kdy je šlacha deformována na 8 % a více, dochází k makroskopickému poškození vláken šlachy (Robi et al., 2013).

Obrázek 7

Stress/strain křivka (Robi et al., 2013)



Díky své jedinečné hierarchické struktuře vykazují šlachy specifické biomechanické vlastnosti, včetně vysoké mechanické odolnosti a viskoelastivity, což jim umožňuje účinně přenášet mechanická zatížení (svalové síly). Šlachy rovněž reagují na mechanické stimuly tím, že adaptivně upravují svou strukturu a funkci v odpovědi na změny v mechanickém zatížení. V obecné rovině platí, že mírné mechanické zatížení při fyziologických úrovních je pro šlachy prospěšné, avšak přebytné zatížení nebo nedostatek pohybu může být nepříznivý, což ukazuje Tabulka 1 (Wang et al., 2012).

Tabulka 1*Rozdílný efekt zatížení na šlachu*

<i>Level</i>	<i>Efekt na šlachu</i>
<i>mechanické zátěže</i>	
<i>Malý</i>	<ul style="list-style-type: none"> - ↓ <i>síla v tahu</i> - ↓ <i>rozměr</i> - ↓ <i>produkce kolagenu</i> - ↓ <i>anabolická aktivita</i> - ↑ <i>katabolická aktivita</i>
<i>Střední</i>	<ul style="list-style-type: none"> - ↑ <i>síla v tahu</i> - ↑ <i>syntéza kolagenu</i> - ↓ <i>degradace kolagenu</i> - ↓ <i>adheze</i> - ↓ <i>zánětlivé mediátory</i> - ↑ <i>Přeměna TSCs na tenocyty</i>
<i>Nadměrný</i>	<ul style="list-style-type: none"> - ↓ <i>síla v tahu</i> - ↓ <i>organizace struktury kolagenu</i> - ↑ <i>myofibroblasty</i> - ↑ <i>zánětlivé mediátory</i> - ↑ <i>diferenciace TSCs na jiné typy buněk (adipocyty, osteocyty, chondrocyty)</i> - ↑ <i>leukotrieny (↑otok)</i>

Poznámka. Upraveno dle Wang et al. (2012)

4.2.2 Patelární šlacha během dospívání

Patelární šlacha se během tělesného růstu, stejně jako další struktury těla, vyvíjí. Změnami v mechanických vlastnostech patelární šlachy při dospívání se zabývá Kubo, et al. (2014) ve své studii. V této studii byly sledovány, měřeny a srovnávány vlastnosti patelární šlachy u tří věkových skupin. První skupinou byly děti v předpubertálním věku, druhou děti v pubertálním věku a třetí byla skupina dospělých jedinců. Sledovanými parametry šlachy byla délka šlachy, Youngův modul, tuhost (stiffness), maximální deformace/změna délky (strain), hystereze a plocha na příčném řezu (cross-sectional area).

Délka šlachy a plocha na příčném řezu byly nejmenší u nejmladší skupiny a u nejstarší skupiny byly hodnoty největší. Tyto hodnoty byly u všech třech skupin stejně úměrné/relativní k délce stehna (u délky šlachy), či celkové tělesné hmotě (u plochy na příčném řezu). Ve všech skupinách byly pozorovány minimální rozdíly v hysterezi a maximální deformaci. Tuhost byla

značně nižší u nejmladší skupiny ($742.9 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$) v porovnání se skupinou dospělých jedinců ($1507,2 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$). U pubertální skupiny byla tuhost $1211 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$, což ukazuje celkem malý rozdíl oproti nejstarší skupině. Velmi podobná vzestupná tendence hodnot, vzhledem k rostoucímu věku, byla zjištěna i Youngova modulu (Kubo et al., 2014). Tyto informace korelují s jinou podobnou studií, která však zkoumala rozdíly na patelární šlaše pouze u dospělých a dětí před pubertou (O'Brien et al., 2010).

Dle Tabulky 1 je patrné, že zatěžování šlachy s sebou nese i změny struktury tkáně. Studie od Kubo et al. (2014) byla prováděna na fyzicky málo aktivních jedincích. Je tedy otázkou, jak se patelární šlacha v určitém věku mění, v závislosti na zatížení.

4.3 Patelární tendinopatie

4.3.1 Definice

Patelární tendinopatie, někdy také nazývána jako skokanské koleno, je patologický stav, který může být jednou z konkrétních diagnóz skupiny patologických stavů, nazývajících se Anterior knee pain (bolest v přední části kolene). Pro patelární tendinopatii je charakteristická bolest v proximální části šlachy u spodního pólu pately, která je spojena se zatížením (Malliaras et al., 2015).

4.3.2 Patofyziologie

Pojem tendinopatie je někdy chápán jako obecný termín pro šlachové patologie, vyjma šlachových ruptur (Steinmann et al., 2020). Podtermíny, jako tendinosis (degenerativní změny šlachy bez zánětlivých změn), či tendinitis (degenerativní zánětlivý proces ve šlaše) by měly být použity až po histopatologickém objasnění (Maffulli et al., 2010). Třetím podtermínem, který se objevuje v této souvislosti je tenosynovitis, jenž popisuje zánět šlachových obalů.

Původně se přepokládalo, že u tendinopatie jde zejména o zánět ve šlaše. Histologická zhodnocení však prokazují, že v hlavní roli je převážně degenerace, většinou s absencí abnormálního zánětlivého procesu (Wu et al., 2017). Degenerace šlachy může být v podstatě považována za neúspěšnou adaptaci šlachové matrix, z důvodu nerovnováhy mezi rozkladem a syntézou. Tato nerovnováha vzniká na podkladě zvětšeného mechanického zatížení. Za normálních okolností je přiměřená zátěž pro šlachy výhodná a umožňuje vylepšení jejich vlastností (Wang et al., 2012). Pokud je však zátěž na šlachu nadměrná, jde o hlavní příčinu vzniku tendinopatie (Cardoso et al., 2019). Nedokonalá adaptace šlachy na zatížení může vést k mikro traumatům což následně zvyšuje riziko rozvoje tendinopatie (Wu et al., 2017). Tento

patologický stav je charakterizován jako selhání vlastní homeostázy šlachy (Steinmann et al., 2020).

Při tendinopatii dochází v postižené šlaše k charakteristickým změnám, které následně vyústí zejména v bolest a sníženou funkci šlachy (Cook & Purdam, 2009). Bolestivostí se však mohou projevat i šlachy se zcela normálním nálezem. Stejně tak zjištěné degenerativní změny na šlaše nutně neznamenají bolestivé projevy šlachy (Rudavsky & Cook, 2014).

Mikroskopicky lze u tendinopatií pozorovat degeneraci a ztenčení kolagenních vláken, hypercelularitu a hypervaskularizaci (Wu et al., 2017). Někdy jsou dále popisovány i akumulace adipocytů, zmnožení proteoglykanů a glykosaminů (Steinmann et al., 2020). Další podstatnou sledovanou změnou na molekulární úrovni je zvýšení kolagenu třetího typu na úkor kolagenu prvního typu. U zánětlivých tendinopatií (tendinitis) mohou být přítomny zánětlivé mediátory, jako jsou například prostaglandin E2, či interleukin. Zvýšena může být i aktivita cyklooxygenázy 2 (COX2) (Wu et al., 2017). Další přítomné histopatologické změny jsou popsány u degenerativních změn v oblasti osteotendinózního spojení. Těmito změnami jsou například místa buněčné nekrózy (Goldin & Malanga, 2013). V tomto případě je porušena fibrochrupavčitá zóna spojení šlachy a můžou se zde objevit i usazeniny vápníku (Järvinen et al., 1997).

Jako velmi podstatné při vzniku tendinopatie jsou popisovány šlachové kmenové buňky (tendon stem cells – TSCs). Tyto kmenové buňky, přítomné ve šlachách, mohou na větší zatížení zareagovat nenormální diferenciací do buněk odlišných od tenocytů (Zhang & Wang, 2010).

Cook & Purdam, 2009 ve své studii popisují kontinuální třístupňový model šlachové patologie (Obrázek 8):

1. Reaktivní tendinopatie

Reaktivní tendinopatie obvykle vzniká při náhlém tahovém, či tlakovém přetížení šlachy. V případě patelární tendinopatie se tento typ vyskytuje nejčastěji u mladých sportujících jedinců, jejichž sport vyžaduje opakované skákání. Další skupinou jsou lidé, kteří nečekaně navýšili aktivitu, což může být například sportovec vracející se k aktivitě po zranění. Patelární tendinopatie tohoto stádia může vzniknout i traumaticky při přímém nárazu na patelární šlachy (Garau et al., 2008).

Toto stádium je definováno jako nezáňtlivá proliferativní odpověď buněk a matrix šlachy na nadměrné zatížení. Normální šlacha většinou odpovídá na zatížení zvýšením své tuhosti, na rozdíl od šlachy ve stádiu reaktivní tendinopatie, kdy odpověď šlachy na zátěž spočívá zejména ve ztluštění šlachy s cílem rozdělit zatížení do větší plochy. Dochází ke zvýšené produkci proteoglykanů, které vážou značné množství vody a tím mění matrix. Adaptační odpověď těchto velkých proteoglykanů

je rychlejší, než je tomu u malých proteoglykanů, které obstarávají adaptaci za normálních podmínek. Většinou v této fázi nejsou přítomny poruchy celistvosti kolagenu. Pokud je v této první fázi zatížení dostatečně sníženo, vrátí se šlacha zpět do normálního stavu (Cook & Purdam, 2009).

2. Dysrepair

Fáze dysrepair se vyskytuje u chronicky přetěžovaných šlach (měsíce až roky přetěžování) u lidí různého věku. Tuto fázi charakterizuje neadekvátní hojení šlachy, nárůst počtu chondrocytů a myofibroblastů. Další zmnožení proteoglykanů má za následek porušení organizace matrix a je narušena i spojitost kolagenních vláken. Dále může být přítomna i zvýšená vaskularizace.

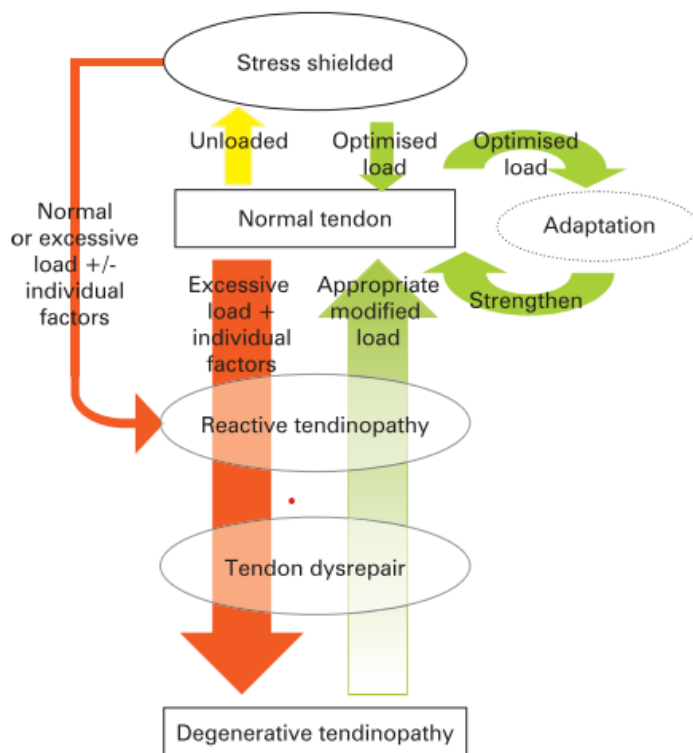
Určitá schopnost reverzibility je, při správném řízení zátěže, možná (Cook & Purdam, 2009).

3. Degenerativní tendinopatie

Tímto třetím popsaným stupněm tendinopatie obvykle trpí lidé s dlouhodobě a značně přetěžovanými šlachami. Pacienti s degenerativní tendinopatií mají většinou historii opakovaných bolestivých stavů šlachy, které se většinou zmírňují, ale znovu se objeví při změně zatížení šlachy. Dochází ke značným buněčným změnám, hypervaskularizaci a k porušení struktury matrixu i kolagenu. Přítomny jsou apoptické (odumřelé) oblasti, vzniklé vyčerpáním tenocytů. Prolínají se tak oblasti zdravé (normální) šlachy, s oblastmi degenerovanými. V této fázi má šlacha určitý potenciál k tomu, aby se zlepšila funkčně. Strukturální návrat do normálního stavu, již však možný není (Cook & Purdam, 2009).

Obrázek 8

Třístupňový model patologie u tendinopatie (Cook & Purdam, 2009)



4.4 Prevalence

Již výše bylo zmíněno, že patelární tendinopatie se typicky vyskytuje u lidí, aktivně se věnujícím sportu. Rozsáhlé systematické review z roku 2023 od Nutarelli et al. udává celkovou prevalenci u sportovců 18,3 %. Mezi nejvíce rizikové sporty patřily v této studii jednoznačně volejbal, s prevalencí 24,8 %, a basketbal s, o něco menší prevalencí, 20,8 %. Jiná studie ukazuje ještě vyšší prevalenci u těchto dvou sportů, a to 45 % pro volejbal a 32 % pro basketbal (Lian et al., 2005). Dalším sportem s nejvyšší prevalencí byl až fotbal, u kterého byla prokázána prevalence 6 % (Nutarelli et al., 2023).

Zmíněná studie zkoumala prevalenci tohoto patologického stavu i u běžné populace. V této skupině byla prevalence patelární tendinopatie 0,1 % (Nutarelli et al., 2023). Studií, zkoumajících prevalenci patelární tendinopatie u běžné populace, není doposud zveřejněno mnoho. Takto malé procento nám však může poukazovat na to, že u lidí, kteří trpí bolestí v přední části kolene a nemají žádnou sportovní anamnézu lze, téměř s jistotou, vyloučit diagnózu patelární tendinopatie.

I přesto, že většina studií zkoumala prevalenci patelární tendinopatie u profesionálních sportovců, týká se tento patologický stav i sportovců amatérské úrovně (Zwerver et al., 2011).

Nutarelli et. al (2023) ve své studii dokonce udává prevalenci u této skupiny téměř 20 %, lehce vyšší, než u profesionálních sportovců (17 %).

Téměř jednotně se studie shodují ve faktu, že výskyt patelární tendinopatie je vyšší u mužů, než u žen. Zwerver et al. (2011) udává prevalenci u mužů 10,2 % a u žen pouze 6,4 %. Dvakrát vyšší prevalence u mužů je pospána i ve studii od Lian et al. (2005). Stejný fenomén pak udává i další, již výše zmíněná studie, Nutarelli et al. (2023).

Prevalence patelární tendinopatie u adolescentů byla též zkoumána ve studii od Nutrelli et. al. (2023). Udává zde prevalenci 10 % u sportovců pod 18 let, což je o dost méně, než u skupiny nad 18 let, kde byla prevalence 21,3 %. Další studie, zabývající se prevalencí patelární tendinopatie u adolescentů, jsou většinou studie prováděné na skupině sportovců, věnující se určitému sportu. Jednou z nich je studie, zkoumající mladé basketbalisty a basketbalistky, s průměrným věkem 16 let. V této studii byla zjištěna celková prevalence 19 % (Owoeye et al., 2021). Dřívější studie, prováděná též na skupině adolescentních basketbalistů a basketbalistek, zjistila dosti rozdílnou celkovou prevalenci, a to jen 7 %. I zde bylo patrné zvýšené procento prevalence u chlapců (Cook et al., 2000). U skupiny mladých elitních fotbalistů, ve věkovém rozmezí 12–23 let byla zjištěna prevalence patelární tendinopatie 13,4 % (Bode et al., 2017).

I přes ne zcela koherentní výsledné hodnoty prevalence u různých skupin, lze z popsaných studií vyvodit některé poznatky. Z výsledků těchto studií vyplývá, že prevalence patelární tendinopatie u sportovců je poměrně vysoká. Je vyšší u dospělých sportovců, ale i adolescentů se tento stav vyskytuje poměrně často. Téměř všechny studie se shodují, že značně vyšší je prevalence u mužské populace. Sporty s největší prevalencí patelární tendinopatie jsou volejbal a basketbal.

4.5 Rizikové faktory

Vznik patelární tendinopatie je multifaktoriální a velmi malé množství kvalitních studií bylo prozatím provedeno na výzkum rizikových faktorů tohoto stavu. (Van Der Worp et al., 2011). Ještě menší množství studií, zkoumá tyto rizikové faktory přímo u adolescentů. Většina rizikových faktorů zkoumaných u dospělých a u adolescentů se však nelišila. Z toho důvodu jsou studie, zkoumající rizikové faktory výhradně u adolescentů zařazeny v podkapitolách níže mezi studie, prováděné na různých věkových skupinách.

4.5.1 Vnitřní rizikové faktory

S patelární tendinopatií je spojováno velké množství potenciálních rizikových faktorů. Nejčastější vnitřní rizikové faktory, spojovány s patelární tendinopatií jsou mužské pohlaví, vyšší tělesná váha, vyšší BMI, snížená flexibilita musculus quadriceps femoris, snížená flexibilita svalů zadní strany stehen, omezený rozsah pohybu v kotníku do dorzální flexe, či technika skoku a dopadu.

4.5.1.1 Pohlaví

Mužské pohlaví je značným rizikovým faktorem pro rozvoj patelární tendinopatie (Rudavsky & Cook, 2014). Tento fakt ostatně potvrzují i informace z předchozí kapitoly Prevalence. Existují některé teorie, vysvětlující příčinu tohoto jevu. Popisován je například důvod, že ženy obvykle disponují menší silou čtyřhlavého svalu stehenního, a tím jsou na jejich patelární šlachy vyvíjeny menší mechanické nároky (Zwerver et al., 2011). Dalším důvodem může být i vliv estrogenu a jeho protektivní efekt na šlachy (Gaida et al., 2004). Tato vysvětlení jsou však zatím jen hypotézami, s velice malým vědeckým podložením (Zwerver et al., 2011). Tento rizikový faktor potvrzuje i čtyřletá prospektivní studie, která zkoumala rizikové faktory patelární tendinopatie u adolescentních volejbalistů. Jedním z nich bylo mužské pohlaví a bylo zjištěno, že chlapci v této studii měli riziko rozvoje patelární tendinopatie 3–4krát vyšší než dívky (Visnes & Bahr, 2013). Studie, zabývající se patelární tendinopatií u mladých basketbalistů taktéž potvrzuje mužské pohlaví jako rizikový faktor (Owoeye et al., 2021).

4.5.1.2 Tělesné parametry

Dalšími zkoumanými potenciálními rizikovými faktory jsou tělesné parametry váha a BMI (Body mass index). Obezita je udávána jako rizikový faktor tendinopatií dolních končetin obecně (Gaida et al., 2009). Vysvětlení je, že zvýšená hmotnost znamená vyšší zátěž pro struktury dolní končetiny, včetně patelární šlachy. Vysvětlení jsou i nemechanická. Jedním takovým je, že hormony, obstarávající distribuci tuku v těle, hrají určitou roli i při vzniku tendinopatie (Van Der Worp et al., 2011). Ve studii, prováděné na hráčích volejbalu a basketbalu, byla zjištěna velmi slabá průkaznost, že by tělesná váha souvisela s rozvojem patelární tendinopatie. Pro BMI už byla tato průkaznost středně velká (Deng & Mansfield, 2022). V další studii od Malliaras et al. (2007) bylo prokázáno, že jedinci s patelární tendinopatií byli těžší a měli vyšší BMI než jedinci zdraví. Výsledky studií, zkoumající tyto dva rizikové faktory, se poměrně liší. Systematické review Sprague et al. (2018) udává, že existují studie, potvrzující vyšší hmotnost jako rizikový faktor pro vznik patelární tendinopatie. Vyšší hmotnost, ani BMI však nebyly, v rámci kvalitnějších

prospektivních studií jasně spojeny s výskytem patelární tendinopatie. Velmi slabou evidenci o tom, že by zvýšené hodnoty těchto dvou parametrů byly rizikovým faktorem popisuje Van der Worp et. al (2011). Dále v žádné studii nebyly popsány žádné konkrétní hodnoty, které by se už považovaly za rizikové. Tyto faktory jsou navíc u většiny sportovců irelevantní, jelikož většinou netrpí nadváhou a mají nižší BMI, oproti běžné populaci (Deng & Mansfield, 2022).

4.5.1.3 Rozsah pohybu v hleznu

Dalším potenciálním rizikovým faktorem je snížený rozsah pohybu v kotníku do dorzální flexe. Při dopadech totiž snížený rozsah do dorzální flexe znamená i zhoršenou schopnost kotníku absorbovat kinetickou energii, a tím větší zatížení připadá na struktury kolenního kloubu (Sprague et al., 2018). Omezená dorzální flexe během zatížení, například při dřepu, vyústí též ve zvýšené zatížení patelární šlachy (Dill et al., 2014). Tento potenciální rizikový faktor byl zkoumán u mladých basketbalistů v prospektivní studii Backman & Danielson (2011). Tato studie uvádí snížený rozsah pohybu v kotníku do dorzální flexe jako rizikový faktor pro rozvoj tendinopatie. Bylo zde zjištěno, že u hráčů s dorzální flexí menší než 36,5° je riziko vzniku patelární tendinopatie 18 % u dominantní a 29 % u nedominantní dolní končetiny. Hráči s dorzální flexí kotníku nad 36,5° měli riziko pouze okolo 2 %. Dále bylo v této studii zjištěno, že historie dvou a více poranění kotníku byla většinou spojena právě s omezenou dorzální flexí, a tím pádem i s patelární tendinopatií. Sníženou dorzální flexi jako rizikový faktor udává i studie Scattone Silva et al. (2016). U těchto hráčů je tedy vhodné zařadit prevenci vzniku patelární tendinopatie. Ideálně kombinovat přístupy na zvětšení rozsahu pohybu kotníku v případě nedostatečného rozsahu a na progresivní zatížení šlachy (Backman & Danielson, 2011). I přesto, že existuje určité množství studií, potvrzující omezenou dorzální flexi v kotníku jako rizikový faktor, systematické review od Sprague et al. (2018) uvádí opět jen nízkou evidenci, potvrzující tento fakt.

4.5.1.4 Flexibilita svalů stehna

Snížená flexibilita svalů stehna je také často uváděna, jakožto rizikový faktor vzniku patelární tendinopatie. Dvouletá prospektivní studie udává ve svých výsledcích, že probandi, u kterých se vyskytla diagnóza patelární tendinopatie měli sníženou flexibilitu předního stehenního svalu i ischiokrurálních svalů (Witvrouw et al., 2001). Studie Scattone Silva et al., (2016) zjistila sníženou flexibilitu ischiokrurálních svalů u pacientů s patelární tendinopatií a označila ji za rizikový faktor. V této studii však nebyly nalezeny rozdíly flexibility svalu quadriceps femoris mezi zdravou skupinou a skupinou s patelární tendinopatií. Dle dostupné literatury se snížená flexibilita svalů stehna, zejména ischiokrurálních svalů, zdá být rizikovým

faktorem pro rozvoj patelární tendinopatie. Nicméně kvalitních studií, které by toto potvrzovaly je velmi malé množství (Sprague et al., 2018).

4.5.1.5 Skákací dovednost

Technika a výška skoku jsou považovány jako další potenciální rizikové faktory. Několik studií popisuje jedince, kteří dosahují velice dobrých výsledků v testech skákání (jsou schopni vyskočit do větší výšky, či dálky), jako více náchylné ke vzniku patelární tendinopatie. Popisovaným důvodem je to, že tito lidé musí generovat při odrazu větší síly a stejně tak působí na jejich pohybový aparát větší síly při přistání. Kumulativní zatížení extenzorového aparátu kolena pak může vést k přetížení patelární šlachy (Sprague et al., 2018). Studie Cook et al. (2004) prokázala, že ženy s patelární tendinopatií skákaly podstatně výš než ty bez patelární tendinopatie. U mužů tato studie stejný výsledek nenašla. Dynamický testový program, který testoval extenzorovým aparátem generované síly při různých fázích skoku, byl využit ve studii Lian et al., (2003). Testovány byli dosažené výšky a svalová síla při čtyřech testech. Mezi testy byl zařazen vertikální skok z místa, vertikální skok z místa se závažím, doskok z 45 cm výšky a opakované maximální skoky po dobu 15 sekund. V této studii sportovci s aktuálními symptomy patelární tendinopatie dosáhli vyšších výsledků než sportovci bez jakékoli historie symptomů tohoto stavu. Dalším rizikovým faktorem je popisována špatná technika, nazvaná jako „tuhý“ dopad, a to zejména po horizontálním skoku. Jde o neideální postavení v kloubech dolní končetiny a malé rozsahy pohybu během fáze dopadu. V tomto případě je doporučována prevence u jedinců s tímto „tuhým“ vzorem dopadu pomocí nácviku lepší techniky. Lze pracovat odděleně na zvětšení případně omezeného rozsahu pohybu v kotníku, kolenu, či kyčli. Techniku skoku a dopadu je možné postupně upravovat verbální instrukcí, nebo zpětné vazbou z videa. Doskok v sobě zahrnuje excentrické zatížení extenzorového aparátu kolena. Z toho důvodu je žádoucí zařadit právě excentrický trénink (Van Der Worp et al., 2014).

Relativně velké množství potenciálních rizikových faktorů patelární tendinopatie lze nalézt v literatuře. Nejnovější systematické review, zaměřené na tuto problematiku, Sprague et al. (2018) však ani u jednoho z výše popsaných vnitřních rizikových faktorů neudává silnou evidenci o spojitosti s patelární tendinopatií. Navíc udává, že kvalitních studií, zkoumajících tyto rizikové faktory je velmi omezené množství. Dle dostupné literatury má, z výše uvedených potenciálních rizikových faktorů, největší spojitost s patelární tendinopatií mužské pohlaví.

4.5.2 Vnější rizikové faktory

Patelární tendinopatie je považována za stav z přetížení, vznikající opakovaným zatížením šlachy s následnou nedostatečnou regenerací (Magnusson et al., 2010). Klíčovým vnějším rizikovým faktorem je tedy mechanické přetížení patelární šlachy (Gaida et al., 2004).

4.5.2.1 Nadměrná zátěž

Zvýšení tréninkového objemu a frekvence byly signifikantně spojeny se vznikem patelární tendinopatie (Visnes & Bahr, 2013). I dle informací z kapitoly prevalence je zřejmé, že nadměrné zatížení šlachy je velmi silně spojeno s patelární tendinopatií. Potvrzuje to fakt, že výskyt tohoto patologického stavu je výhradně u sportovců, u kterých jsou kladeny velké mechanické nároky na patelární šlachu. (Nutarelli et al., 2023).

Kohortní studie od Hägglund et al. (2011) prokázala spojitost mezi větším množstvím odtrénovaných hodin a rozvojem patelární tendinopatie u elitních fotbalistů. Dále tato studie uvádí vyšší výskyt patelární tendinopatie v období předsezónní přípravy, která je spojena s vyšší zátěží. Zvýšený objem zátěže, jakožto rizikový faktor patelární tendinopatie potvrzuje i longitudinální studie Visnes & Bahr (2013). Tato studie zkoumala rizikové faktory u elitních volejbalistů ve věku 16–18 let. Hráči, u kterých se rozvinula patelární tendinopatie, měli průměrně 10,5 hodin tréninku týdně, narozdíl od zdravé skupiny, kde měli hráči průměrně 7,6 hodin tréninku týdně. Tyto rozdíly byli pozorovány výhradně u volejbalových tréninků, nikoli však u tréninků silových, či jiných forem přípravy hráče. Studie de Vries et al. (2015) se zabývala výskytem a rizikovými faktory patelární tendinopatie u amatérských hráčů volejbalu a basketbalu. V této studii, bylo zjištěno, že patelární tendinopatie byla prokazatelně častější u jedinců, kteří kromě tréninků a zápasů měli i fyzicky náročné zaměstnání.

I přes poměrně vysoké množství studií, je evidence pro tento rizikový faktor považována jako velmi omezená, a rozporující se napříč studiemi. Dále jsou však i popsány možné důvody tohoto zjištění. Tím je fakt, že většina studií se zaměřila jen na délku trvání aktivity, a nikoli na intenzitu, či charakter zátěže. Pouhá doba trvání aktivity nemusí korelovat se zatížením patelární šlachy. Dalším důvodem může být i to, že většina studií byla prováděna na elitních sportovcích, u nichž jsou rozdíly v objemu aktivity dosti malé (Sprague et al., 2018).

4.6 Diagnostika

V klinické praxi se diagnóza patelární tendinopatie stanovuje na základě anamnézy pacienta, palpačního vyšetření šlachy kolena a provokačními testy. Diagnóza může být dále potvrzena pomocí zobrazovacích metod. Pro diagnostiku patelární tendinopatie existuje

poměrně velké množství různých způsobů. V současné době však není popisována konkrétní diagnostická technika, která by byla považována za zlatý standard (Owoeye et al., 2018).

Většina pacientů s patelární tendinopatií popisuje přesně lokalizovatelnou bolest při spodním pólu pately (Peers & Lysens, 2005). Podstatná jsou zjištění o rozvoji a průběhu bolesti v čase. Pro patelární tendinopatii je typický postupný rozvoj bolesti. Je důležité zaměřit otázky na to, kdy a v jaké míře je bolest přítomná. Bolest při patelární tendinopatii může být, vzhledem k míře rozvinutí stavu, přítomna například jen při aktivitě, nebo po aktivitě (Theodorou et al., 2023). V pokročilejších stádiích stavu může pacient pociťovat bolest i při běžných aktivitách, či v klidu. Anamnestické otázky by tedy měly směřovat i k hrubému stanovení fáze tohoto patologického stavu (Peers & Lysens, 2005). Na základě informací z kapitoly o rizikových faktorech, by bylo, v rámci diagnostiky, vhodné se i na ně zaměřit. Zhodnocena by mohla být například celková dlouhodobá zátěž pacienta, případně její navýšení v poslední době. Dále by bylo vhodné zjistit případná předchozí poranění kotníků a jejich aktuální stav.

4.6.1 Klinická vyšetření

Zásadní v diagnostice patelární tendinopatie je palpační citlivost. Palpace patelární šlachy není nijak složitá, jelikož se nachází těsně pod kůží. Nejčastěji se bolest, citlivost a změny v obraze nacházejí v místě spojení dolního pólu pately a připojení šlachy (Cook et al., 2001). Palpační test šlachy je prováděn tak, že je šlacha palpována při plné extenzi kolena a při následné flexi se bolest snižuje (Figuroa et al., 2016). Palpace je, u jedinců s patelární tendinopatií, velice spolehlivou diagnostickou metodou. Jako prediktor u asymptomatických jedinců, však palpace příliš spolehlivá není (Cook et al., 2001).

Zásadním klinickým testem je test dřepu na jedné dolní končetině na skloněné podložce (Rudavsky & Cook, 2014). Pacient stojí na postižené noze na podložce se sklonem 25° a provádí dřep maximálně do 60° (Obrázek 9). Test je pozitivní, pokud je při provádění dřepu zvládnuta bolest patelární šlachy (Coombes et al., 2020). Diagnosticky je důležité, aby bolest zůstala omezena pouze na spojení šlachy s kostí a během provádění testu se nerozšířila. Tento test je skvělým prostředkem i pro samostatné hodnocení, které umožňuje sledovat reakci šlachy na zátěž každý den (Kountouris & Cook, 2007). Dalším obdobným testem, popisovaným v rámci diagnostiky patelární tendinopatie, je dřep na jedné noze na rovné podložce. Při tomto testu pacient stojí na postižené dolní končetině a druhá je natažená před tělem (Obrázek 10). Pacient následně provádí podřep na jedné dolní končetině do flexe v koleni 30°. Test je pozitivní, pokud je vyprovokována bolest patelární šlachy (Warden & Brukner, 2003).

V rámci rizikových faktorů je vhodné zaměřit se na vyšetření flexibility svalů přední i zadní strany stehen. Dále pak na případně omezenou dorzální flexi v hlezenním kloubu (Malliaras et al., 2015).

Obrázek 9

Test dřepu na jedné dolní končetině na podložce se sklonem 25 stupňů (Rudavsky & Cook, 2014)



Obrázek 10

Test dřepu na jedné dolní končetině na rovné podložce (Figueroa et al., 2016)



4.6.2 Zobrazovací metody

I když je diagnostika patelární tendinopatie zejména klinická, pro potvrzení této diagnózy mohou být využity i některé zobrazovací metody (Rabello et al., 2021). Pro tento účel jsou používány zejména dvě zobrazovací metody. Těmi jsou ultrazvuk a magnetická rezonance, které jsou schopny odhalit případné degenerativní změny šlachy. Na začátek je nutné podotknout, že případně zjištěné abnormality šlachy nemusí nutně znamenat i přítomnost klinických projevů. Z toho důvodu není samotné zobrazení dostatečné k určení diagnózy patelární tendinopatie (Fairley et al., 2014).

Analýza šlachy za pomoci ultrazvuku se zdá být důležitým aspektem pro monitorování změn ve struktuře šlachy při tendinopatii (McAuliffe et al., 2016). Značná výhoda ultrazvuku, spočívá zejména v přenosnosti a nižších nákladech (McAuliffe et al., 2016).

Patologie šlachy, patrné na ultrazukovém zobrazení, jsou zejména hypoechogenní místa, korelující se ztluštěním šlachy (Obrázek 11), nebo zvýšený Dopplerův signál, značící hypervaskularizaci (Rasmussen, 2000). Při ultrazukovém vyšetření šlach mohou být pro zhodnocení využity i takzvané echotypy. Popsány jsou čtyři. První a druhý echotyp se vyznačuje více stabilní strukturou vláken. Zatímco třetí a čtvrtý echotyp se vyznačují značným množstvím odlišných úseků a sníženou organizací struktury vláken s neparalelním uspořádáním (Docking & Cook, 2016). Blíže jsou tyto echotypy popsány ve studii Van Schie et al. (2000).

Navzdory tomu, že je ultrazvuk schopen zobrazit dezorganizaci struktury a další známky degenerace šlachy, jako samotný nedokáže jasně určit symptomatickou a asymptomatickou šlachou. Je předpokládáno, že jedním z důvodů je to, že patologický obraz šlachy bývá přítomen dříve, než případné symptomy poškozené šlachy (McAuliffe et al., 2016). Z toho však vyplývá, že využití ultrazukového zobrazení patelární šlachy by mohlo být určitým prediktorem tendinopatie, což studie McAuliffe et al. (2016) potvrzuje. V této studii byly abnormality šlachy, patrné na ultrazukovém vyšetření, spojeny s budoucími symptomy tendinopatie. U rizikových sportů je dokonce doporučeno, v ideální situaci, provádět ultrazvuk jako prevenci rozvoje patelární tendinopatie (Mersmann et al., 2023).

V rámci průběhu rehabilitace může být ultrazvuk využit nejen pro úvodní diagnostiku a predikci, ale i pro sledování reakce šlachy na zátěž (adaptace nebo maladaptace). Zobrazení šlachy by mělo korelovat s třístupňovým modelem tendinopatie, popsaným výše (Cook & Purdam, 2009). Ultrazukové vyšetření by mohlo mít značný význam jako opakované vyšetření v průběhu rehabilitace. Avšak využití ultrazukových zobrazení šlach v rámci konkrétního rehabilitačního protokolu pro tendinopatii není zatím známo (Rabello et al., 2021)

Zobrazení patelární šlachy ultrazvukem bylo, dle systematického review Rabello et al. (2021), prováděno nejčastěji od proximální části k distální. Testovaný kolenní kloub byl při tom v různých pozicích, kdy nejčastější byla pozice v sedě s flexí v kolenním kloubu 90°. Další možné pozice jsou v leže na zádech s flexí v kolenním kloubu 60°, 90°, 100°, nebo 120°. Výhoda ultrazvuku spočívá zejména v přenosnosti a nižších nákladech (McAuliffe et al., 2016).

Obrázek 11

Ultrazvukové zobrazení hypoechoгенních míst na patelární šlaše (Figueroa et al., 2016)



Další využitelnou zobrazovací metodou je magnetická rezonance (MRI). Běžným nálezem na MRI u patelární tendinopatie je zvýšený signál v zadní oblasti proximální části patelární šlachy při dolním pólu pately, spojený se zahuštěním šlachy (Obrázek 12). Výhodou MRI oproti ultrasonografii je její schopnost zobrazit i možnou intraartikulární patologii, což umožňuje zahrnout široké spektrum onemocnění do diferenciální diagnózy. Ve studii Warden & Brukner, (2003) je popsána senzitivita a specifita MRI pro patelární tendinopatii. Byla zde zjištěna senzitivita 78 % a specifita 86 %.

Nevýhody MRI zahrnují vyšší náklady, menší dostupnost a delší dobu vyšetření (Figueroa et al., 2016). Díky schopnosti MRI vyloučit jiné patologie a vzhledem k větší přesnosti je doporučeno, aby MRI byla první volbou zobrazovacích metod v rámci diagnostiky, pokud je k dispozici. Ultrasonografie by měla být využita až v případech, kdy MRI není možno využít (Figueroa et al., 2016).

Obrázek 12

MRI vyšetření patelární šlachy, prokazující místa se zvýšeným signálem v proximální části šlachy (Figueroa et al., 2016)



4.6.3 Dotazníky

Nejpoužívanějším dotazníkem v diagnostice patelární tendinopatie je VISA-P dotazník (The Victorian Institute of Sport Assessment–Scale for patellar tendinopathy). Tento dotazník hodnotí závažnost symptomů, funkci kolenního kloubu a schopnost sportovní aktivity s patelární tendinopatií (Zwerver et al., 2009).

Dotazník VISA-P se skládá z osmi otázek. Šest z těchto otázek hodnotí úroveň bolesti během každodenních aktivit a jednoduchých funkčních testů na škále od 0 do 10 bodů, kde 10 představuje optimální zdravotní stav. Dvě otázky se týkají schopnosti účasti při sportovních aktivitách. Maximální možné skóre je 100 bodů, což značí zcela asymptomatického jedince (Zwerver et al., 2009).

Dalším dotazníkem, zaměřujícím se na problematiku patelární tendinopatie je dotazník OSTRC–P. Tento dotazník vychází z dotazníku OSTRC (the Oslo Sports Trauma Research Centre Overuse Injury Questionnaire), což je dotazník, zabývající se obecně patologickými stavy z přetížení. Tento původní dotazník je zaměřen na tři oblasti: kolenní kloub, ramenní kloub a bederní páteř. Pro kolenní kloub obsahuje OSTRC celkem čtyři otázky (Clarsen et al., 2013).

Specifická verze OSTRC–P pro patelární tendinopatii obsahuje 10 otázek. Čtyři otázky jsou stejné, jako u původního dotazníku, a navíc je zde přidáno dalších 6 otázek, zaměřených více na

problematiku patelární tendinopatie. První 4 otázky jsou hodnoceny tak, že k odpovědím jsou přiřazeny hodnoty od 0 do 25, kdy 0 znamená žádný problém a 25 maximální úroveň obtíží. Následně je vypočteno závažností skóre 0 až 100. Zbýlých 6 otázek je uzpůsobeno tak, že z nich vyplývá, zda pacient trpí patelární tendinopatií, či nikoli (Owoeye et al., 2018).

V rámci studie Owoeye et al. (2019) byl dotazník OSTRC–P zkoumán na mladých basketbalistech. Hráči měli za úkol vyplnit dotazník, a poté byli vyšetřeni fyzioterapeutem, který neznal výsledky dotazníku. Cílem dotazníku i klinického vyšetření bylo určit jedince s patelární tendinopatií. Dotazník OSTRC–P měl vysokou senzitivitu (79 %) i specifitu (98 %). Z toho důvodu je považován za přijatelnou diagnostickou metodu pro určení patelární tendinopatie u mladých basketbalistů.

4.6.4 Diferenciální diagnostika

Asi nejpodstatnější, v rámci diferenciální diagnózy je syndrom patelofemorální bolesti (Figuroa et al., 2016). Patelofemorální syndrom je převážně chronický bolestivý stav, vycházející přímo z patelofemorálního kloubu, či přilehlých měkkých tkání. Bolest se může vyskytovat, podobně jako u patelární tendinopatie, při dřepch, chůzi po schodech, či při vstávání ze sedu. Bolest je však přítomna peripatelárně, nebo retropatelárně (Willy et al., 2019). Oproti tomu bolest při patelární tendinopatii je typicky lokalizována přímo na spodním pólu pately v proximální třetině patelární šlachy (Malliaras et al., 2015). Jedinci, trpící patelofemorálním syndromem, udávají obvykle zvýraznění symptomů po dlouho trvajících aktivitách, které nevyžadují tak výraznou zátěž na kolenní struktury, včetně patelární šlachy. Tyto aktivity jsou například cyklistika, chůze, nebo běh (Edwards, 2007), což se liší od patelární tendinopatie, kdy je zvýraznění symptomů spojeno zejména s aktivitami, obsahující skákání (basketbal, volejbal), nebo intenzivní sprint (fotbal). Tedy u aktivit, při kterých je vyvíjeno extrémní zatížení na patelární šlachu (Malliaras et al., 2015).

Tento syndrom lze obvykle odlišit od patelární tendinopatie. V některých případech však může být diferenciální diagnóza v tomto ohledu obtížná, protože oba stavy mohou existovat současně (Figuroa et al., 2016). Výskyt těchto dvou patologií souběžně je ovšem velice ojedinělý (Malliaras et al., 2015).

V rámci diferenciální diagnostiky, v adolescentním věku, existují dvě diagnózy pro toto věkové období typické. Jsou to Osgood-Schlatterova nemoc (OSD) a Sinding-Larsen Johansonův syndrom (SLJS) (Cairns et al., 2018).

Stejně jako patelární tendinopatie je i OSD považována za stav vzniklý přetížením. Důvodem vzniku OSD je opakovaná zátěž na apofýzu v oblasti tuberositas tibiae. Tato zátěž je

uskutečněna tahem extenzorového aparátu skrze patelární šlachu. Dochází k avulzi apofýzy a následné avaskulární aseptické nekróze. U adolescentů jde o velice časté postižení. Nejvíce zasažení bývají sportovně aktivní chlapci ve věku 10–15 let. Ve 40 % případů jde o bilaterální postižení (Dungl, 2014). V rámci prevalence je udáváno, že OSD postihuje 1 z 10 adolescentů (De Lucena et al., 2010). Dále bylo zjištěno, že OSD postihuje 21 % adolescentních sportovců ve srovnání se 4,5 % nespportujících adolescentů (Slotkin et al., 2018).

Klinicky se tento stav projevuje bolestí v oblasti tuberositas tibiae. Bolest se ze začátku objevuje při aktivitě (skákání, běh). Později se může stát bolest trvalou, bez ohledu na aktivitu (Gholve et al., 2007). V pokročilejších fázích může být při rentgenovém vyšetření patrný nepravidelný tvar zasažené části s volným kostním fragmentem, označovaným jako kostní perla (Obrázek 13) (Dungl, 2014). Terapie OSD je zejména konzervativní a spočívá hlavně ve výrazném omezení sportovní aktivity. Další možností je snížení napětí předního svalu stehenního, například strečinkem. Využívají se nesteroidní protizánětlivé masti, aplikace ledu, či Priessnitzových zábalů. Symptomy přetrvávají průměrně 12–24 měsíců. Odeznění přichází většinou až při kostní zralosti (Dungl, 2014). OSD obvykle reaguje na konzervativní opatření, ale v některých případech stav může postupovat až k nutnosti chirurgického zákroku (Slotkin et al., 2018).

Obrázek 13

Kostní perla u OSD (Dungl, 2014)



Poznámka. (A) Kostní perla v oblasti tuberositas tibiae. (B) Detail

SLSL je stav podobný OSD a někdy mohou být tyto dva stavy přítomny souběžně (Hagner et al., 1993). Jedná se o osteochondrózu spodního pólu pately (Dungl, 2014). Syndrom se obvykle vyskytuje u adolescentů ve věku 10 až 14 let, ale nejčastěji u chlapců, kteří se věnují sportům, jako fotbal, běh, volejbal, gymnastika (Iwamoto et al., 2009).

Tento syndrom je také způsoben zvýšeným napětím na dolní část pately (stále částečně chrupavčitě u adolescentů), v důsledku opakovaného tahu patelární šlachy během aktivity extenzorového aparátu kolena. To vede k poškození chrupavky, otoku a bolesti a později i k zesílení patelární šlachy a fragmentaci dolního pólu pately (Iwamoto et al., 2009).

Klinicky je SLJS charakterizován bolestí lokalizovanou na dolním pólu pately. Bolest je, stejně jako u OSD i patelární tendinopatie často přítomna při chůzi po schodech, nebo běhu. Odlišení od patelární tendinopatie umožňuje zejména rentgenové vyšetření, na kterém je patrná fragmentace, či prodloužení dolního pólu pately (Dungl, 2014) (Obrázek 14).

V akutní bolestivé fázi SLJS je terapií hlavně odpočinek a úleva od sportovní aktivity, která irituje bolest. Takováto sportovní aktivita může být nahrazena například plaváním a dalšími sporty, které vyvíjejí menší zátěž na postiženou oblast. Většinou je průběh bez závažnějších komplikací se spontánní úpravou. Úplné uzdravení obvykle trvá 1–2 roky. Když je patela plně osifikovaná, bolest obvykle mizí (Valentino et al., 2012). Následně může pacient pomalu začít obnovovat aktivitu (Dungl, 2014).

Obrázek 14

Fragmentace dolního pólu pately u SLJS (Dupuis et al., 2009)



Dalšími možnými patologiemi v oblasti přední části kolena, na které je třeba se zaměřit, v rámci diferenciativní diagnostiky, jsou postižení infrapatelární bursy a Hoffova tukového polštáře (Malliaras et al., 2015).

Infrapatelární bursa se nachází v těsné blízkosti distální části patelární šlachy (Benjamin et al., 2004). Tendinopatie této části šlachy je většinou výsledkem přímého nárazu, při kterém

může docházet i k postižení infrapatelární bursy (Garau et al., 2008). Bolest, při postižení infrapatelární bursy je více rozšířená a variabilní, oproti tendinopatii, kde je zdrojem bolesti výhradně patelární šlacha (Malliaras et al., 2015).

Hoffovo těleso, nacházející se pod dolní částí pately může být taktéž zdrojem bolesti v přední části kolene. Tento tukový polštář má fasciální a cévní spojení s patelární šlachou (Pang et al., 2009). Díky spojení je často výskyt patologie Hoffova tělesa přítomný zároveň s patelární tendinopatií (Culvenor et al., 2011). Počátek bolesti, pocházející z patologie Hoffova tělesa, je většinou náhlý a je spojen s maximální extenzí kolena (například u gymnastů) (Dragoo et al., 2012). k rozlišení od jiných diagnóz je podstatná právě bolest, která je u postižení Hoffova tělesa mnohem difuzněji rozšířena do oblasti přední části kolene. Ozřejmění je možné tlakem na Hoffovo těleso (Hoffův test) (Dragoo et al., 2012).

Dále je třeba, v rámci diferenciací diagnostiky, vyloučit i další možné patologie v oblasti kolenního kloubu. Těmi mohou být například poškození menisků, nebo chrupavky (Warden & Brukner, 2003).

4.7 Terapie

Pro léčbu patelární tendinopatie existuje velké množství způsobů konzervativní terapie. Mezi nejčastěji využívané terapeutické intervence patří omezení sportovní aktivity, specifické cvičební programy, aplikace injekcí, kinesiotaping, či užívání nesteroidních protizánětlivých léků (Cook & Khan, 2001). Nejčastěji využívanou terapeutickou intervencí je cvičební zátěžový program, konkrétně je nejvíce popisováno cvičení excentrického charakteru (Malliaras et al., 2013). Mechanické zatížení je totiž stimulem pro habituaci a adaptaci šlacha, a to i na histopatologické úrovni. Šlacha odpovídají na zátěž expresí růstových faktorů, které stimulují syntézu kolagenu.

4.7.1 Terapie s využitím zátěžových programů

4.7.1.1 Izometrické cvičení

V rámci analgetického efektu je, dle řady studií, doporučováno izometrické cvičení. Izometrie je velmi účinnou metodou ke snížení bolesti a v tomto ohledu je efektivnější než aerobní cvičení, nebo dynamické (izotonické) odporové cvičení (Naugle et al., 2012). Dle systematického review Vander Doelen & Jelley (2020) je izometrické cvičení nejlepším prostředkem k dosažení zmírnění bolesti u pacientů s patelární tendinopatií z krátkodobého hlediska.

Bylo provedeno několik studií, zkoumající analgetický efekt izometrie u pacientů s patelární tendinopatií. Většinou bylo izometrické cvičení zároveň srovnáváno s jiným typem zatížení. Studie Rio et al. (2015) zkoumala a porovnávala analgetický efekt izometrického a izotonického cvičení u pacientů s patelární tendinopatií. V rámci studie byly pozorovány dvě skupiny. Jedna skupina prováděla izometrický a druhá izotonický typ cvičení. Izometrické cvičení prokázalo silný analgetický efekt. Tento typ cvičení vykazoval výrazné snížení bolesti s okamžitým účinkem, který přetrvával i 45 minut po cvičení. U izotonického cvičení byl prokázán menší efekt, který navíc již nebyl patrný po 45 minutách po cvičení. V rámci izometrického cvičení bylo prováděno 5 sérií na 70 % maximální volní izometrické kontrakce s výdrží 45 sekund. Mezi sériemi byla pauza 2 minuty. U obou skupin byla měřena bolest před a po cvičební intervenci. Bolest byla měřena při testu dřepu na jedné dolní končetině na skloněné podložce na numerické škále bolesti (NŠB) od 0 do 10, kdy 0 znamená žádnou a 10 maximální bolest. U izometrické skupiny bylo prokázáno průměrné snížení bolesti ze 7/10 na 0,17/10. U druhé skupiny, s izotonickým typem cvičení, bylo snížení z původních 6,33/10 na 3,75/10.

Okamžitý analgetický efekt izometrického cvičení potvrzuje i studie Rio et al. (2017). Izometrický typ cvičení navíc vykazoval lepší výsledky než izotonický typ cvičení během čtyřtýdenního testovacího cyklu.

V jiné studii van Ark et al. (2016) byl, v rámci snížení bolesti u pacientů s patelární tendinopatií, sledován a srovnáván účinek čtyřtýdenního izometrického a izotonického cvičebního programu. V dané studii byl izometrický typ cvičení prováděn extenzí v kolenním kloubu na přístroji. Prováděno bylo 5 sérií se 45sekundovou výdrží v 60° flexe v kolenním kloubu na 80 % maximální volní kontrakce. Izotonický program obsahoval extenzi v kolenním kloubu na přístroji ve 4 sériích po 8 opakováních na 80 % 8RM (repetition maximum – opakovací maximum). Obě skupiny prováděly tyto intervence 4krát týdně. Hlavním hodnotícím faktorem byla bolest na NŠB při dřepu na jedné dolní končetině na nakloněné podložce. Dále byl k hodnocení stavu využit i VISA-P dotazník. Z výsledků této studie vyplynulo, že obě intervence zmírnily bolest a zlepšily funkční stav pacienta po 4 týdnech cvičení během sezóny. Avšak žádné významné rozdíly nebyly zaznamenány mezi izometrickým a izotonickým cvičebním programem. Dle této studie je tedy možno, v rámci analgezie, využít jak izometrický, tak izotonický typ cvičení.

Mechanismy indukce hyperalgie cvičením nejsou zcela jasné (Naugle et al., 2012). Analgetický efekt izometrického cvičení je popisován na tkáňové, ale i kortikospinální úrovni. Lokální účinky izometrického cvičení mohou vést ke změně metabolismu buněk a ovlivňují i funkci iontových kanálů, což může snížit přenos bolestivých signálů z periferie (Hudspith et al., 2005). Během cvičení navíc dochází k aktivaci endogenních opioidních systémů, které hrají

podstatnou roli při snížení bolesti (Naugle et al., 2012). Další působení je popisováno schopností izometrického cvičení ovlivnit intrakortikální inhibici, což je proces, při kterém dochází k potlačení nervových signálů v mozku. Snížení intrakortikální inhibice může znamenat zvýšenou aktivitu kortikospinální dráhy, která je zodpovědná za kontrolu pohybu a motorickou funkci. Tato změna může vést k lepší kontrole nad motorickou funkcí a zároveň ke snížení vnímání bolesti (Rio et al., 2015). U izometrického cvičení je předpokládán tento efekt silnější ve srovnání s jiným typem kontrakce, jelikož množství motorických jednotek aktivovaných během izometrické kontrakce je výrazně větší, než je tomu při kontrakci izotonické (Babault et al., 2001).

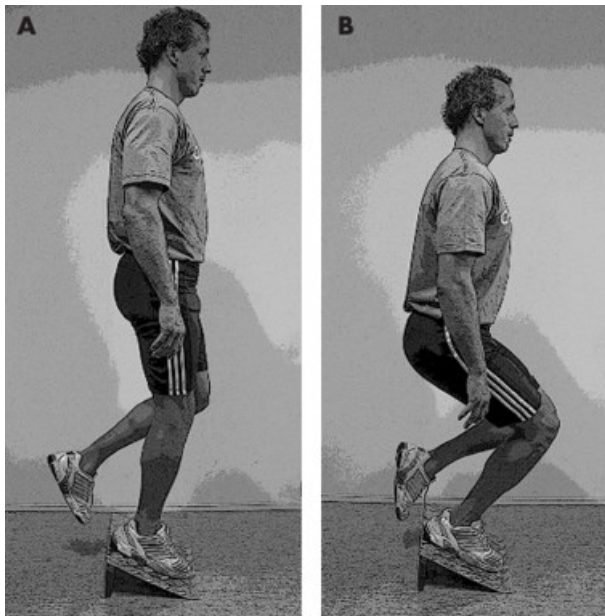
V rámci studií byla izometrie prokázána jako účinný prostředek ke snížení bolesti u pacientů s patelární tendinopatií a zdá se být vhodným prostředkem v rámci rehabilitace. Okamžitá úleva od bolesti u těchto pacientů je velmi žádoucí, může totiž vést k lepšímu zapojení pacienta při rehabilitační i sportovní aktivitě (Rio et al., 2017).

4.7.1.2 Excentrické cvičení

Cvičení excentrického charakteru jsou, v rámci rehabilitace patelární tendinopatie, nejčastěji využívanou a popisovanou metodou terapie (Malliaras et al., 2013). Nejčastěji je, v tomto ohledu, prováděna excentrická fáze dřepu na jedné dolní končetině na 25° nakloněné podložce (Obrázek 15). Koncentrická fáze je prováděna pomocí obou, nebo jen nepostižené dolní končetiny. Cvičeny jsou obvykle 3 série po 15 opakováních dvakrát denně (Malliaras et al., 2015). Využití nakloněné desky je opodstatněné. Studie Purdam et al. (2003) popisuje, že dřep na 25° skloněné desce maximalizuje zátěž na patelární šlachu. Další studie Kongsgaard et al. (2006) potvrdila, že tento typ dřepu na jedné dolní končetině vede k vyššímu napětí na patelární šlachu a menším změnám úhlů ostatních kloubů, při porovnání s tradičními dřepy. Provedena byla i studie, ve které byly srovnávány výsledky rehabilitace při tréninku dřepu na jedné dolní končetině na nakloněné desce se stejným cvikem na rovném povrchu. Zjištěno bylo významnější zlepšení stavu u účastníků cvičících na nakloněné desce. Tyto výsledky a biomechanické poznatky podporují používání nakloněné desky ve většině excentrických tréninkových programů u pacientů s patelární tendinopatií (Purdam et al., 2004).

Obrázek 15

Excentrická varianta dřepu na jedné noze na nakloněné podložce (Visnes & Bahr, 2007)



Poznámka. (A) Startovní pozice pro provedení excentrického dřepu. (B) Konečná pozice cviku

Studie Visnes & Bahr (2007) popisuje excentrický typ cvičení jako významný v léčbě patelární tendinopatie. Na základě informací ze zahrnutých a zkoumaných studií v tomto přehledu je popsáno, že terapie založená na excentrickém cvičebním programu by měla přinést zlepšení stavu u 50–70 % pacientů s patelární tendinopatií. Další studie prováděná na mladých volejbalistech ve věku 16–19 let prokázala zlepšení stavu u hráčů s patelární tendinopatií při využití excentrického rehabilitačního protokolu během sezóny (Biernat et al., 2014).

Dle studie Gaida & Cook (2011) je excentrické cvičení efektivní a v poslední době nejvíce využívanou metodou terapie u pacientů s patelární tendinopatií. Existují však i studie, které tento efekt nepotvrzují. Při využití excentrického programu v průběhu sezóny u volejbalistů se neprokázalo toto cvičení jako efektivní. Studie Visnes et al. (2005) zjišťovala efektivitu excentrického cvičebního programu u volejbalistů s patelární tendinopatií v průběhu sezóny. Ve studii byli zahrnuti dvě skupiny volejbalistů s patelární tendinopatií. Hráči v obou skupinách pokračovali dále v obvyklém tréninkovém programu. Hráči v první skupině však prováděli navíc dvakrát denně excentrickou variantu dřepu na jedné dolní končetině na 25° nakloněné podložce, v režimu 3 sérií po 15 opakováních po dobu 12 týdnů. Pohyb směrem dolů (excentrická fáze) byl prováděn na postižené noze a pohyb nahoru na bezpříznakové noze. Probandům bylo řečeno, aby každou excentrickou fázi cvičení prováděli po dobu 2 sekund a aby se vyhnuli naklánění dopředu, ale zachovali záda co nejvíce vertikálně během dřepu. V rámci dřepu se probandi dostali až do 90° flexe v kolenním kloubu, což zajistilo, že subjekty prošly přes 60° flexe kolene,

úhlovou polohu kloubu, která se považuje za nejvíce zatěžující patelární šlachy. Probandi byli instruováni, aby cvičily navzdory mírné bolesti během cvičení, ale aby přestaly, pokud se bolest stala znemožňující provést cvik. Zhodnocení obou skupin bylo provedeno po 6 a po 30 týdnech. Hodnoceno bylo skóre dotazníku VISA. Výsledky byly u obou skupin téměř totožné a nebyl tak prokázán žádný pozitivní efekt excentrického tréninku, prováděného v průběhu sezóny, u volejbalistů s patelární tendinopatií.

4.7.1.3 Programy kombinující různé typy kontrakcí

Novější studie většinou nedoporučují excentrické cvičení samotné v rámci rehabilitace patelární tendinopatie. V rozsáhlé studii Malliaras et al. (2015) je popsán čtyřstupňový rehabilitační progresivní protokol (Tabulka 2). Tento protokol je zaměřen na rozvoj tolerance zátěže šlachou i celou muskulotendinózní jednotkou. Protokol je založen na přísném monitoringu bolesti a jako zásadní je na počátku snížit celkové zatížení, a to zejména v rámci vysoko intenzivních sportovních aktivit, které by mohly bolest razantně zhoršovat. Během cvičení, v rámci rehabilitačního programu je tolerovaná mírná bolest, která by se měla rychle zlepšit po ukončení aktivity. Autoři zdůrazňují důležitost sledování reakce na bolest po 24 hodinách. Je hodnoceno, zda se bolest po této době vrátí zpět na původní hodnoty, což je považováno za dobrou toleranci zátěže. Využíván je například test hodnocení bolesti při dřepu na jedné noze na nakloněné podložce, který je hodnocen denně. Jako přijatelná bolest během cvičení je stanovena na úrovni NŠB 3/10, nebo nižší, avšak podle autorů je klíčové brát větší ohled na reakci na bolest v průběhu následujících 24 hodin. První stupeň zahrnuje zejména izometrické cvičení, které napomáhá redukcii bolesti u pacientů s patelární tendinopatií, což již bylo popsáno i výše. Využíván může být posilovací stroj na extenzi kolena, který dobře izoluje kontrakci čtyřhlavého svalu stehenního. Ideální je izometrie prováděná mezi 30 až 60 stupni flexe v kolenním kloubu. Ale možná jsou i jiná izometrická cvičení zaměřená na tuto oblast. Dále je možné přidat posilování dalších (nepostižených) částí dolních končetin. Tato první fáze programu by měla trvat alespoň několik týdnů. Ve druhém stupni je dále zařazeno izotonické cvičení. Optimální je cvičení v rozsahu 10 až 90 stupňů flexe v kolenním kloubu. Plná extenze a flexe větší než 90 stupňů jsou, dle zjištění rizikové pro provokaci bolesti. V této fázi jsou zahrnuty cviky jako leg press, dřep, split dřep (dřep ve výpadu), i klasická extenze kolenního kloubu na stroji. Tento typ cvičení je prováděn každý druhý den a ve volných dnech je doporučováno provádět izometrii, popsanou v prvním stupni programu. Dále je potřebné progresivně navyšovat zátěž. Klíčový je přestup do třetího stupně programu, který zahrnuje cvičení zaměřená na ukládání a rychlé uvolnění energie (v základě plyometrické cviky). Kritéria pro vstup do této fáze jsou dobrá svalová síla (schopnost provést 4 série po 8 opakováních na

leg pressu jednou dolní končetinou, se zátěží na 150 % tělesné hmotnosti) a dobrá tolerance počátečních plyometrických cviků (bolest 3/10 a menší během cvičení a návrat na původní hodnotu bolesti po 24 hodinách po cvičení). Konkrétní cviky v této fázi jsou voleny na základě potřeb daného sportu. Nejčastěji jde o různé formy opakovaných skoků, sprintů s prudkým zastavením, či změnou směru. Doporučeno je provádět tento typ cvičení každé tři dny, z důvodu reakce šlachového kolagenu na zátěž, která trvá, dle Langberg et al. (1999), 72 hodin. Ve volných dnech je opět doporučeno zařadit cviky z předešlých fází. Čtvrtá, poslední fáze programu zahrnuje postupný návrat ke specificky sportovnímu tréninku. K této fázi je možno přejít po tom, co jedna takováto tréninková jednotka neprovokuje symptomy patelární tendinopatie. Ze začátku je doporučeno provádět tyto tréninky každé 3 dny.

Tabulka 2

Schéma stupňů progresivní rehabilitace. Upraveno dle Malliaras et al. (2015).

Stupeň	Indikace k začátku	Dávkování zátěže
1. Izometrie	Lepší než minimální bolest při izometrickém cvičení	5 opakování po 45 sekundách, 2–3krát denně: progres na 70 % maximální volní kontrakce, pokud bolest dovoluje
2. Izotonická cvičení	Minimální bolest při izotonickém cvičení	3–4 série v zátěži 15RM, progrese k 6RM, každý druhý den
3. energii uchovávací zatížení	A: adekvátní svalová síla, s porovnání s druhou stranou B: Tolerance zátěže při iniciálních energiích uchovávacích cvičích (minimální bolest při cvičení a návrat ke stejné bolesti při testování po 24 hodinách)	Progresivní rozvoj objemu a intenzity relevantního energiích uchovávacího zatížení, v závislosti na zátěži při sportu
4. Návrat ke sportu	Tolerance zátěže při progresivní energii uchovávacích cvičení	Progresivní rozvoj tréninků a následně soutěže, při dobré toleranci tréninku

RM – repetitive maximum (opakovací maximum)

Minimální bolest – 3/10 a menší na NŠB

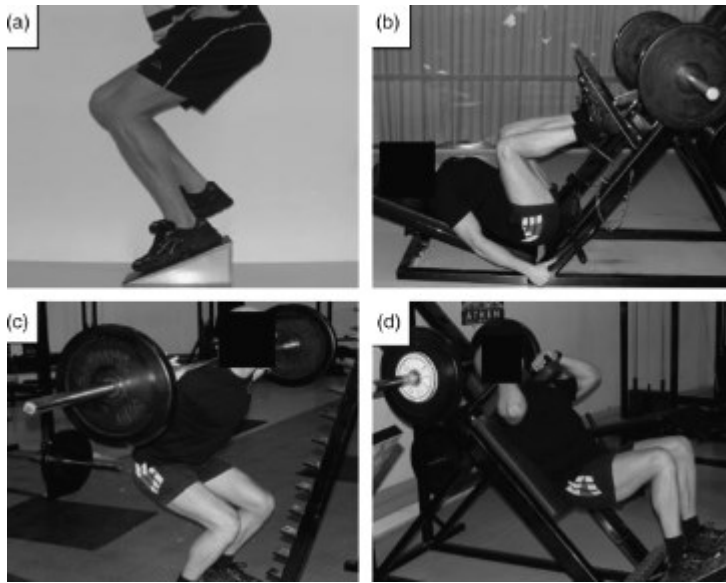
Další randomizovaná kontrolní studie porovnávala efekt cvičebního programu s progresivním zatížením šlachy oproti excentrickému cvičebnímu programu. Sledovány byly dvě skupiny pacientů, každá po 38 probandech. První skupina byla intervenční a cvičila v rámci progresivního zatížení a druhá byla kontrolní, ve které pacienti cvičili excentrická cvičení. Progresivně zatěžovací program obsahoval 4 stupně a byl velice podobný výše popsanému progresivnímu programu ze studie Malliaras et al., (2015) . Pacient musel každý stupeň cvičit alespoň 1 týden a poté mohl, pokud byla jeho bolest na škále VAS 0–10 na hodnotách 3 a menší, postoupit k dalšímu stupni programu. Probandi v této skupině cvičili každý den po dobu 24 týdnů. První stupeň obsahoval izometrická cvičení, druhý stupeň izometrická a izotonická

cvičení, třetí stupeň plyometrická (explozivní) cvičení a čtvrtý stupeň sportovně specifická cvičení. Excentrická skupina cvičila 2krát denně po dobu 12 týdnů. Po 24 týdnech byly obě skupiny hodnoceny na základě VISA-P dotazníku, návratnosti ke sportu a subjektivní spokojenosti pacienta. Progresivně zátěžový program přinesl podstatně lepší výsledky. Ve VISA-P bylo průměrné zlepšení z 56 bodů na 84. U druhé skupiny z 57 na 75. U Intervenční skupiny se vrátilo ke sportu 21 % po 12 týdnech a 43 % po 24 týdnech. U druhé skupiny se vrátilo po 12 týdnech jen 7 % a po 24 týdnech jen 27 %. Lepší byly i výsledky na škále VAS. Předpokládá se, že lepší výsledky ve snížení bolestivosti měla první skupina i z důvodu analgetického účinku izometrie. Vyšší procento, konkrétně 38 % pacientů z první skupiny, popisovalo maximální subjektivní uspokojení s léčbou, oproti jen 10 % ve skupině druhé. Studie popisuje progresivní zatížení, zaměření se na rizikové faktory, kontrolu zátěže a edukaci za hlavní části rehabilitace u pacientů s patelární tendinopatií (Breda et al., 2021).

Další popisovanou metodou cvičení je tréninkový program s těžkým pomalým odporem (heavy slow resistance), dále jako HSR. Studie Kongsgaard et al. (2009) nabízí srovnání HSR s excentrickým typem cvičení. HSR program byl, dle výsledků této studie efektivnější v terapii patelární tendinopatie než program excentrický. HSR obsahoval 3krát týdně sadu cviků, jako dřep, legpress a hack squat (dřep na přístroji). Excentrické cvičení bylo prováděno jako excentrická fáze dřepu na jedné dolní končetině na 25° nakloněné podložce, v režimu 2krát denně 3 série po 15 opakováních (Obrázek 16). Následné hodnocení bylo provedeno po 12 týdnech (doba trvání intervence) a po půl roce. Zlepšení, ověřeno dle dotazníku VISA-P, škály bolesti VAS a subjektivní spokojenosti pacienta s léčbou, bylo zaznamenáno u HSR i excentrie. U HSR však bylo zřetelné výraznější zlepšení, zejména ve VAS a subjektivním hodnocení. Zlepšení u excentrické skupiny nebylo spojeno se strukturálním zlepšením. Naopak u HSR skupiny byly zaznamenány pozitivní změny na ultrazvukovém vyšetření patelární šlachy. Po 12 týdnech bylo pozorováno snížení otoku o 13 %, snížený byl i Dopplerův signál, spojený s redukcí vaskularizace, o 52 % a zvětšená obnovou kolagenu. HSR bylo efektivní v krátkodobém hledisku (po 12 týdnech) i dlouhodobě (po půl roce). Subjektivně jako uspokojivou hodnotilo svou terapii po půl roce 73 % pacientů u HSR a u excentrie jen 22 %.

Obrázek 16

Cviky prováděné v rámci studie (Kongsgaard et al., 2009)



Poznámka. (A) excentrický dřep na jedné dolní končetině. (B) Leg press. (C) dřep. (D) dřep na stroji.

Hodnocení a porovnání efektu izometrie, HSR a excentrie, při terapii patelární tendinopatie, popisuje systematické review Lim & Wong (2018). Dle výsledků této studie je izometrie nejvhodnější z krátkodobého hlediska pro snížení bolestivých symptomů. Stejně tak je izometrie nejlepší metodou terapii u sportovců v průběhu sezóny. Excentrické a HSR programy jsou oba vhodné, v rámci dlouhodobé rehabilitace patelární tendinopatie pro snížení bolesti a zlepšení funkce. Excentrická a izometrická cvičení jsou doporučována spíše než HSR. Důvodem je nenáročnost na strojové vybavení, které je v HSR programech využíváno. Excentrická a izometrická cvičení jsou tedy mnohem snadněji proveditelná, jak v ordinaci fyzioterapeuta, tak doma a jsou tak spojena s větší mírou dodržování cvičení pacientem při dlouhodobé terapii.

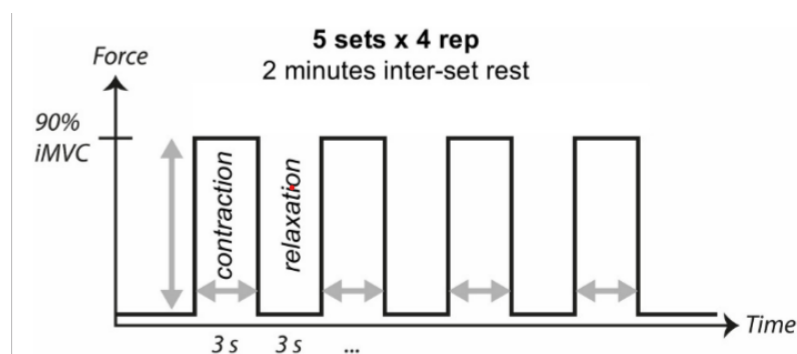
Další typ cvičení, konkrétně plyometrie se zdá být ne příliš vhodnou metodou terapie v počátečních fázích patelární tendinopatie. Tento typ cvičení je totiž mnohem větším stimulem pro svalstvo než pro šlachy. To může vyvolávat, či prohlubovat nerovnováhu mezi svalem a šlachou (není korelace mezi svalovou silou a tuhostí šlachy). Ostatně tento fakt potvrzuje i to, že největší prevalence patelární tendinopatie je u sportů, jako volejbal, či basketbal. Tyto sporty jsou velmi bohaté na skákání, tedy určitou formu plyometrie. V akutních fázích je tedy plyometrie nevhodným nástrojem terapie. V pozdějších fázích rehabilitace je však nezbytná pro návrat k takovému typu sportu. (Mersmann et al., 2017).

Většina studií většinou shodně popisuje, v různé míře, zlepšení stavu při využití kontrovaného zatížení patelární šlachy, bez ohledu na typ cvičení. I když byly, nejčastěji

popisované, excentrické cvičební programy ve většině studií efektivní, v novějších studiích nepřinášely lepší výsledky než jiné cvičební programy. Excentrické zatížení bývá většinou doporučeno, z důvodu spojení s větším zatížením šlacho–svalové jednotky, a tím spojenou adaptací. U pacientů s patelární tendinopatií však tato teorie nebyla potvrzena (Malliaras et al., 2013). Ve studii Kjær et al. (2009) je popsáno, že u zdravých jedinců excentrické cvičení prokazuje větší stimul pro šlacho–svalovou jednotku než koncentrické zatížení. To však neplatilo, pokud bylo zatížení vyrovnáno. Z toho vyplývá, že podstatnější stimulus pro adaptaci šlachy je intenzita, spíše než typ svalové kontrakce při cvičení (Malliaras et al., 2013). To potvrzuje i studie Arampatzis et al. (2010), která uvádí, že k adaptaci šlachy je nezbytné velké zatížení (high load), bez ohledu na typ kontrakce svalu. Studie Mersmann et al. (2017) uvádí, že svalová tkáň je schopna reagovat efektivně na široké spektrum zátěže. Avšak pro šlachu jsou nejefektivnější opakované cykly velkého zatížení s pomalým provedením. V této studii je uvedeno obecné schéma efektivního protokolu pro cvičení, zaměřené na adaptaci šlachy (Obrázek 17). Ten je popsán jako vysoce intenzivní zatížení (85–90 % maximální volní kontrakce) v režimu 5 sérií po 4 opakováních kontrakce relaxace s trváním každé fáze 3 sekundy. Pauza mezi sériemi je stanovena na 2 minuty. Doporučeno je provádět toto cvičení 3krát týdně, minimálně po dobu 12 týdnů. Typ kontrakce není podstatný. Dále je důležité zdůraznit, že adaptační změny šlachy mají dosti pomalejší trvání, než je tomu u svalu (Mersmann et al., 2017). Jak již bylo výše popsáno, adaptační změny kolagenu po mechanickém stimulu trvají 72 hodin, na což je, při návrhu rehabilitačního programu, vhodné myslet (Langberg et al., 1999) .

Obrázek 17

Obecné schéma efektivního protokolu pro cvičení, zaměřené na adaptaci šlachy (Mersmann et al., 2017)



4.7.2 Terapie a prevence u adolescentů

Jak již bylo výše popsáno, adolescentní sportovci jsou též často zasaženi patelární tendinopatií. Některé, i výše popsané studie, byly prováděny právě na této věkové skupině.

V literatuře však nebyly nalezeny informace o tom, že by se terapie u této věkové skupiny nějakým značným způsobem lišila. U adolescentů s patelární tendinopatií je ovšem podstatné, více než u jiné věkové skupiny, kontrolovat celkovou zátěž. V této věkové skupině je patelární tendinopatie přítomná většinou u elitních sportovců. Ti mají obvykle na svůj věk dlouhodobě obrovské dávky tréninků a zápasů. Takováto agresivní zátěž šlachy během vývoje může mít do budoucna negativní efekt na zdraví šlachy (Cairns et al., 2018). Je tedy žádoucí pečlivě monitorovat stav a celkové zatížení takového pacienta již v dospívajícím věku (Malliaras et al., 2015). I když je patelární tendinopatie častější v dospělém věku, je to nejspíše kvůli tomu, že rozvoj je dlouhodobý a zřejmě často začíná již v adolescenci. A proto je už v tomto období podstatná prevence (Lloyd et al., 2015). Management zátěže u mladých sportovců doporučuje i Cook (2017). Ta tvrdí, že patologické změny patelární šlachy, které později mohou vyústit v tendinopatii, většinou začínají právě již v adolescentním věku. Další potvrzující informace vychází ze studie Rudavsky et al. (2018). Tato longitudinální studie zkoumala rozvoj patologických změn patelární šlachy u mladých (11–18 let) baletek v průběhu dvou let. Během této doby byl pozorován rozvoj patologických změn u 9 % probandů. Tato studie tedy taktéž zdůrazňuje důležitost prevence již v adolescentním věku.

Rizikem pro vznik tendinopatie je nerovnováha mezi svalovou silou a tuhostí příslušné šlachy. Tato nerovnováha vzniká obvykle na podkladě dlouhodobého neadekvátního zatěžování. K rozvoji této nerovnováhy může přispívat i probíhající maturace svalstva a šlachy v dospívajícím věku (Mersmann et al., 2017). McCarthy et al. (2014) popisuje, že díky hormonálním změnám dochází v tomto věku, hlavně u chlapců, ke značnému rozvoji svalstva. V tomto období je pozorováno vyvinutí svalstva dříve než šlach. Při spojení faktorů neadekvátního zatížení a maturace je tedy rozvinutí nerovnováhy a následných patologických změn velmi pravděpodobné (Mersmann et al., 2017). Zejména, v rámci rizikových sportů je tedy prevence velmi důležitá.

Dle Cook (2017) probíhá vývoj patelární šlachy (struktury kolagenu) pouze v dospívání. V tomto období je tedy ještě možné zacílit terapii na strukturální zlepšení tkáně. Po tomto období je tato schopnost u šlach velmi omezená. U dospělých jedinců tedy již nelze příliš očekávat strukturální změny ve smyslu novotvorby tkáně. Již během dospívání je tedy podstatné adekvátní nastavení zátěže. Vzniklá patologie v tomto období již v budoucnu nelze strukturálně příliš změnit. V každém věku je však možno, při správně zvoleném zátěžovém programu, navodit mechanickou adaptaci zdravých částí šlachy a zlepšit funkční stav pacienta.

V rámci prevence je důležité monitorovat zátěž a vyhnout se případnému přetížení (Mersmann et al., 2017). Je možno využít i průběžné ultrazvukové vyšetření (McAuliffe et al., 2016). Vhodné se zdá být i zařazení preventivního cvičebního programu (Mersmann et al., 2017).

Efekt programu s velkým zatížením, v rámci prevence, zkoumala studie Mersmann et al., (2021). Studie byla prováděna na mladých (12–14 let) hráčích házené. V této studii byly pozorovány dvě skupiny, experimentální a kontrolní. V rámci experimentální skupiny byl navíc prováděn dvakrát týdně cvičební program s velkým zatížením. Ten měl stimulovat adaptaci šlachy na zátěž a zmenšit případnou nerovnováhu mezi šlachou a svalem, což mělo mít preventivní vliv na rozvoj bolesti patelární šlachy v budoucnu. Druhá skupina prováděla pouze obvyklý tréninkový program. Na konci sezóny bylo provedeno zhodnocení stavu. V kontrolní skupině mělo 30 % probandů symptomy bolesti patelární šlachy, zatímco v experimentální skupině nebyly tyto symptomy přítomny ani u jednoho z probandů. Zajímavé je, že tyto výsledky nebyly v korelaci se signifikantními změnami tkáně šlachy a svalu. Dle této studie je program s velkým zatížením vhodný jako doplněk ke sportovnímu tréninku, v rámci prevence rozvoje bolesti patelární šlachy, zvláště u rizikových sportů jako je volejbal či basketbal.

4.7.3 Další možnosti terapie

Konzervativní terapie, zahrnující nejčastěji excentrické, a jiné typy cvičení, většinou přináší zlepšení pacienta. Pokud však u pacienta není zaznamenáno zlepšení stavu za dobu 4–6 měsíců, lze zvážit i jiné terapeutické možnosti. Těmi jsou například injekce krevní plazmy bohaté na krevní destičky (Platelet-rich plasma, PRP), nebo rázová vlna (Extracorporeal Shock Wave Therapy, ESWT). Výzkum využití těchto metod v léčbě patelární tendinopatie je však stále v počáteční fázi (Figuroa et al., 2016).

4.7.3.1 Injekční terapie PRP

Injekce PRP je považována za slibnou volbu terapie, z důvodu popisované schopnosti urychlit hojení, díky obsahu vysokého množství růstových faktorů (Figuroa et al., 2016). Proces této terapie začíná odebráním autologního vzorku krve. Z tohoto vzorku je následně extrahována část plazmy s vysokou koncentrací trombocytů. Většinou je přidán antikoagulant, aby nedocházelo k aktivaci krevních destiček před terapeutickým využitím. Výsledný vzorek PRP obsahuje 4–8krát vyšší koncentraci krevních destiček než původně odebraný vzorek. Po následné aplikaci přímo do postižené tkáně začnou krevní destičky aktivně uvolňovat růstové faktory, které významně podporují regeneraci tkáně (Creaney & Hamilton, 2008).

Studie Dragoo et al., (2014) hodnotila efekt PRP v terapii patelární tendinopatie. První skupina byla léčena pomocí injekce PRP, společně s excentrickým cvičením. U druhé skupiny bylo využito pouze suchého vpichu jehly a stejné excentrické cvičení. Skupina léčená injekcí PRP

prokazovala výrazně lepší výsledky, zejména ve snížení bolesti a funkčního stavu po 12 měsících. Po 26 měsících už však výsledky byly ekvivalentní s druhou skupinou.

V systematickém review Liddle & Rodríguez-Merchán, (2014) se zkoumalo využití a efektivita injekce PRP v terapii patelární tendinopatie. V rámci nesrovnávajících studií, obsažených v tomto systematickém přehledu, bylo převážně zaznamenáno zlepšení pacientů po aplikaci PRP, i když ve velmi odlišné míře napříč studii. Ve srovnávajících studiích byly výsledky nekonzistentní. O tom, že by byla PRP signifikantně výhodnější metodou terapie než ostatní, však nedokazovala žádná ze studií. Dle této studie je injekce PRP považována za slibnou a bezpečnou možnost terapie. Jde tedy o potenciální možnou volbu terapie patelární tendinopatie, ale je vyžadován další výzkum v této problematice.

Při porovnání PRP s jinými injekcemi, a to i například injekce kyseliny hyaluronové, či fyziologického roztoku, nebyl prokázán rozdíl ve funkčním zlepšení, zlepšení bolesti, ani celkové kvality života v žádném časovém období (Barman et al., 2022).

4.7.3.2 Rázová vlna

Další popisovanou možností terapie je ESWT. Vhodnost jejího využití je zejména z důvodu popisovaného účinku zvýšení syntézy kolagenu 1. typu. ESWT podporuje regeneraci šlachy aktivací růstových faktorů, které hrají roli při tvorbě extracelulární matrix (Visco et al., 2014).

Studie Wang et al. (2007) prokázala vhodnost využití ESWT, při léčbě patelární tendinopatie. Tato studie porovnávala výsledky u dvou skupin jedinců s chronickou patelární tendinopatií. První skupina byla léčena jen za pomoci ESWT. U druhé kontrolní skupiny bylo využito nesteroidních protizánětlivých léků, kombinací strečinku a posilování dolních končetin a termoterapie. U ESWT skupiny byly následně prokázány výrazně lepší výsledky. Uspokojivé výsledky po léčbě ESWT mělo 90 % probandů. U kontrolní skupiny to bylo pouze 50 %. Na předešlou úroveň sportovní aktivity se u skupiny, léčené pomocí ESWT, vrátilo 66 % jedinců. U kontrolní skupiny to nebyl ani jeden z probandů. Ve s prospěch ESWT hovořili i další ukazatele, jako ultrazvukový nález, nebo skóre v dotazníku VISA. Limitací této studie byl poměrně malý počet probandů. A také to, že terapeutické intervence u druhé skupiny zřejmě nebyly, dle nejnovějších poznatků, ty nejefektivnější.

Systematické review Stania et al. (2022) udává, že dle studií se silnou evidencí bylo prokázáno určité zlepšení při využití ESWT v krátkodobém i dlouhodobém časovém horizontu. Ve srovnání s placebo, PRP injekcí, ani s dalšími přístupy však nebyla ESWT prokázána jako lepší metoda volby. Randomizovaná kontrolní studie Thijs et al. (2017) také zkoumala efektivitu ESWT u pacientů s patelární tendinopatií. Pacienti ve studii byli zařazeni do dvou skupin. Obě skupiny

v rámci terapeutického plánu prováděli stejný excentrický trénink. U první skupiny byla navíc využita aplikace ESWT. U kontrolní skupiny byla použita falešná aplikace ESWT, jakožto placebo. Během 24 týdnů sledování došlo ke zlepšení v obou skupinách, ale nebyly zjištěny žádné rozdíly mezi skupinami. Zlepšení symptomů bylo, v rámci první skupiny s využitím ESWT, zaznamenáno u 67 % probandů. U kontrolní skupiny bylo zlepšení prokázáno u 69 % probandů. V této studii nebylo nijak potvrzeno, že by ESWT byla prospěšnou volbou terapie u pacientů s patelární tendinopatií.

4.7.3.3 Srovnání PRP a rázové vlny

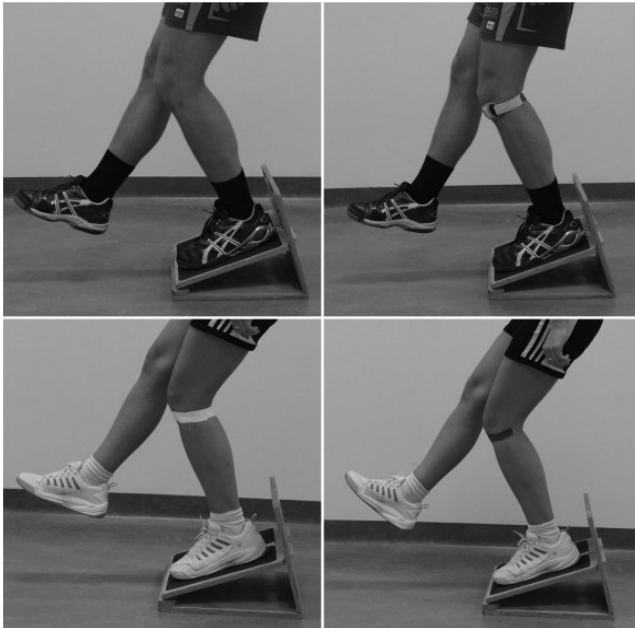
Srovnání PRP a ESWT nabízí i výše zmíněná studie Barman et al., (2022). Ta prokázala, že PRP měla v porovnání s ESWT lepší výsledky ve zmírnění bolesti (VAS škála) a zlepšení funkce (dotazník VISA-P), a to jak ve středním, tak i dlouhodobém časovém horizontu. Další studie porovávající efekt PRP a ESWT byla studie Vetrano et al. (2013). Tato studie zjistila zlepšení stavu u obou typů terapie. V krátkodobém hledisku (2 měsíce) byly výsledky obou typů srovnatelné. V dlouhodobějším hledisku (6 a 12 měsíců) však byly výsledky u jedinců, léčených injekcí PRP, významně lepší, oproti skupině ESWT. Hodnotící parametry byly zejména VISA-P dotazník a škála VAS.

4.7.3.4 Patelární páska a tejpování

Hojně využívanou metodou je i aplikace patelární pásky, či různých forem tejpů. Studie De Vries et al. (2013) zkoumala krátkodobý analgetický efekt této metody. Probandi v této studii byli hodnoceni při provádění testu dřepu na jedné dolní končetině na nakloněné podložce, vertikálního skoku a trojitého poskoku při čtyřech různých situacích. Zprvé s využitím patelární pásky, za druhé s aplikovaným sportovním tejpem, za třetí s využitím placeba (neodborně aplikovaný kinesiotape) a začtvrté bez využití jakékoliv pásky, či tejpů (Obrázek 18). Bolest byla hodnocena pomocí škály VAS. Bylo zjištěno, že všechny tři intervence, včetně placeba, vedly ke zmírnění bolesti během aktivity, i bezprostředně po aktivitě. Aplikace patelární pásky, nebo sportovního pevného tejpů, nevykazovala lepší výsledky při porovnání s placebem. Autoři studie si vysvětlují toto zjištění tak, že aplikace jakéhokoliv tejpů, či pásky do bolestivé oblasti stimuluje kůži a tím vede ke snížení nociceptivní aferentace.

Obrázek 18

Čtyři situace během provádění testu (De Vries et al., 2013)



Příznivý efekt Kinesiotapu (KT) byl prokázán ve studii Tamura et al. (2020). V této studii byla zjištěna menší bolestivost patelární šlachy při vertikálním skoku při využití KT. Během testu maximálního vertikálního skoku došlo ke signifikantnímu snížení bolesti při použití KT ve srovnání s placebem nebo stavu bez aplikaci KT. Snížení bolesti bylo pozorováno pouze během vertikálního skoku. Během provádění dřepu na jedné dolní končetině, nebo izometrické kontrakci musculus quadriceps femoris se neprojevil žádný efekt. Dále došlo i k negativnímu vlivu KT na výšku maximálního vertikálního skoku, kdy při využití KT dosahovali probandi nižších hodnot. Je uvažováno, že tato terapeutická metoda může mít inhibiční účinek jak na bolestivost, tak na sílu kolenních extenzorů. Využití patelární pásky je dle studie Dar & Mei-Dan (2019) doporučováno i pro mladé sportovce ve věku 12–18 let. V této studii byli mladí sportovci testováni během čtyř testů, vždy bez a s použitím patelární pásky. Ta byla aplikována zkušenými fyzioterapeuty. Mezi čtyři vykonávané testy patřil dřep s výskokem, dopad po skoku z výšky, skok na jedné noze a 30 sekund poskoků. K hodnocení byla využita VAS škála. Ve všech, ze čtyř testů bylo pozorováno snížení bolesti, při využití patelární pásky. Nejvíce bylo toto snížení pozorováno u skoku na jedné noze a u testu dopadu z výšky. Narozdíl od předchozí studie, která využívala KT, zde nebylo pozorováno snížení výsledků (dosažená výška skoků) při intervenci patelární páskou. Využití patelární pásky je tedy vhodným a levným doplňkem v rámci terapie patelární tendinopatie.

4.7.4 Chirurgická léčba

Operační léčba je u pacientů s patelární tendinopatií volenou metodou až po tom, co metody konzervativní terapie dlouhodobě selhávají (Dan et al., 2019). Pacientů, kteří nereagují na konzervativní léčbu a následně podstupují operační zákrok je přibližně 10 % (Ogon et al., 2006).

Excize abnormálně změněné tkáně, tenotomie patelární šlachy a stimulace hojivých procesů, jsou obvyklé cíle operačního zákroku patelární tendinopatie. Pro operační léčbu patelární tendinopatie jsou využívány dva typy operací. Těmi jsou otevřená operace a artroskopická operace. Otevřená operace začíná podélným řezem v oblasti průběhu patelární šlachy. Po rozevření paratenonu je šlacha obnažena a provádí se debridement degenerativní části tkáně. Dále se provádí perforace v oblasti spodní části pately. Tato perforace vyvolává krvácení, a tím následně indukuje hojení a regeneraci. Na závěr je provedena sutura vstřebatelnými stehy. Při artroskopické metodě operace jsou zaprvé diagnostikovány případné změny chrupavky v patelofemorálním kloubu. V blízkosti se nachází nejčastěji postižená, proximální část patelární šlachy. Následně je resekována přilehlá synoviální tkáň a poté dochází k debridement degenerované části šlachy. Na závěr je provedena artikulární laváž (Figuroa et al., 2016).

Vedení rehabilitace je po obou typech operací totožné. Není indikováno značné omezení v rozsahu pohybu, či zátěži. Po zhruba deseti dnech, kdy dochází ke zhojení pooperačních ran, nastupuje postupně řízená rehabilitace. Tato rehabilitace zahrnuje zejména excentrická cvičení a další posilovací cviky. Plný návrat ke sportovní aktivitě je možný po 3 měsících vedené rehabilitace, pokud pacient nepociťuje bolest při cvičení (Figuroa et al., 2016).

Systematické review Brockmeyer et al. (2015) porovnávalo výsledky otevřené operace a artroskopie v léčbě patelární tendinopatie. Obě operační techniky vykazovaly podobnou úspěšnost. Ta byla pro otevřenou operaci 87 % a pro artroskopii 91 %. Podobný byl také další ukazatel, a to návrat ke sportovní aktivitě. Po otevřené operaci se k aktivitě vrátilo 78 % a po artroskopické operaci 82 %. Značný rozdíl, ve prospěch artroskopické operace, byl zjištěn v době trvání návratu ke sportovní aktivitě. Pacienti po otevřené operaci se k předešlé sportovní aktivitě vraceli průměrně po 8 měsících. Po artroskopii byla průměrná doba návratu jen 4 měsíce. Na základě výsledků doporučuje tato studie spíše artroskopii, před typem otevřené operace.

Porovnáním operace a excentrického cvičebního programu se zabývá studie Bahr et al. 2006. Tato studie zahrnovala dvě skupiny pacientů s patelární tendinopatií. U pacientů v jedné skupině byla provedena operace, zahrnující zejména excizi poškozené části tkáně šlachy. U druhé skupiny byl indikován excentrický cvičební program. Výsledky byly hodnoceny po

12 měsících. Hodnocena byla kritéria jako bolestivost, funkce a celkové zhodnocení stavu pacientem. U obou skupin byly zjištěny velice podobné výsledky, bez významných rozdílů. Bolest na škále od -5 do +5, kdy vyšší číslo značí menší bolest (lepší stav), byly průměrné hodnoty +3 pro operační skupinu a +2 pro skupinu s excentrickým tréninkem. Celkově zhodnotilo svou terapii jako úspěšnou 80 % pacientů z operační skupiny a 75 % ze skupiny druhé.

Velmi malé množství studií, zjišťujících efektivitu operace patelární tendinopatie a srovnávajících ji s ostatními terapeutickými metodami, je nyní k dispozici. Stejně tak chybí i informace o případných rizicích těchto operačních technik. Z toho důvodu by měla být operace patelární tendinopatie prováděna až v situacích, kdy selhaly všechny předešlé způsoby terapie (Dan et al., 2019).

5 KAZUISTIKA

Datum vyšetření: 11. 4. 2024

Pohlaví: muž

Věk: 19

Výška: 177 cm

Váha: 69 kg

BMI: 22 kg·m⁻²

5.1 Anamnéza

- Osobní anamnéza: 2019-2024 opakované distorze levého hlezenního kloubu (poslední v lednu 2024); 2020 distorze pravého hlezenního kloubu; 2021 distenze zadního stehenního svalu vpravo – vše řešeno konzervativně fyzioterapií; 2021 bolesti Achillovy šlachy – řešeno fyzioterapií a dvěma aplikacemi kolagenových injekcí injekcí (GUNA MD)
- Pracovní anamnéza: student SŠ
- Sportovní anamnéza: od 8 let fotbal závodně; od 14 do 18 let pravidelně 5-6 tréninků týdně a zápas, nyní pravidelně 3 tréninky týdně a zápas. Tréninky v trvání 90 minut, většinou na travnaté ploše, někdy v hale.
Dále cyklistika (1-2krát týdně do 30 km) a cvičení v posilovně (1-2krát týdně)
Tento režim pacient provozuje pravidelně, v poslední době neudává žádnou výraznou změnu v intenzitě, či typu tréninku
- Farmakologická anamnéza: analgetika-ibalgín (400mg výjimečně před sportovním výkonem)
- Nynější onemocnění: Asi před 6 měsíci začal pacient pociťovat bolest po českou při aktivitě bilaterálně. Více zvýrazněná byla bolest na levé dolní končetině LDK Na numerické škále bolesti od 1 do 10, kdy vyšší číslo znamená větší bolest (NŠB) popisoval pacient jako stupeň 6. Bolest byla spojena se sportovní aktivitou (nejvíce při výskoku a při zabrzdění z běhu), v klidu pacient pociťoval jen mírnou bolest po aktivitě. Pacient dále pokračoval v pravidelném sportovním tréninku i přes bolest. Po třech týdnech bolest téměř vymizela. Od té doby až doposud pacient popisuje podobné fáze zlepšení a zhoršení, ale nedokáže přesně časově

určit. Pacient během tohoto období nepodstoupil žádnou formu konzervativní, ani jiné terapie. V posledních dvou týdnech udává pacient opět zvýraznění bolesti pouze během aktivity (NŠB 6), ale už jen na levé dolní končetině. Pravá dolní končetina zcela nebolestivá.

5.2 Vyšetření

5.2.1 Kineziologický rozbor

- Aspekce zezadu: mírné zešikmení pánve (levá strana výš), tajle výraznější vlevo, pravé rameno i lopatka výše postavené, spodní úhly lopatek mírně odstáté, hypertonus horních vláken musculus trapezius bilaterálně, DKK v zevně rotačním postavení, svalové kontury dolních končetin (DKK) symetrické, popliteální rýhy symetrické, valgózní postavení obou kotníků (Obrázek 19).
- Aspekce zepředu: mírné zešikmení pánve (levá strana výš), tajle výraznější vlevo, pravé rameno výše postavené, hypertonus horních vláken musculus trapezius bilaterálně, svalové kontury DKK symetrické, patrná elevace klíčních kostí svalové kontury v oblasti trupu symetrické, svalové kontury DKK symetrické (Obrázek 20).
- Aspekce z boku: předsunuté držení hlavy a protrakce ramen, zakřivení páteře v sagitální rovině bez patologie, mírná anteverze pánve (Obrázky 21 a 22).
- Stoj na 1 noze zvládá pacient bez problému na obou po dobu 30 sekund bez výrazných vychylek

Obrázek 19

Stoj, pohled zezadu



Obrázek 20

Stoj, pohled zepředu



Obrázek 21

Stoj, pohled zleva



Obrázek 22

Stoj, pohled zprava



5.2.2 Palpace

Patelární šlacha palpačně lehce zduřelá a citlivá, oproti pravé straně. Okolí kolenních kloubů bez otoku, či jiných známek patologie. Palpačně ozřejmána šikmá pánev (SIAS, SIPS)

a crista iliaca jsou na levé straně výše). Palpačně ozřejměn hypertonus horních vláken musculus trapezius.

5.2.3 Zkouška dvou vah

Minimální rozdíl (1 kg ve prospěch pravé DK).

5.2.4 Goniometrie

Měřená oblast	Levá	Pravá
Kyčelní kloub	Sa: 25-0-120	Sa:30-0-120
	Fa: 40-0-30	Fa:40-0-25
	Ra(S90):35-0-25	Ra(S90):40-0-30
Kolenní kloub	(a)S:0-0-125	Sa:0-0-120
	(p)S:0-0-130	S:0-0-125
Hlezenní kloub	(a)S:10-0-35	(a)S:15-0-40

5.2.5 Antropometrie

- Délka DKK funkční
Levá: 97 cm
Pravá: 96 cm
- Délka DKK anatomická
Levá: 91 cm
Pravá: 90 cm
- Obvod stehna 10 cm nad patelou
Levá: 40 cm
Pravá: 39 cm
- Obvod lýtka
Levá: 34 cm
Pravá: 35 cm

5.2.6 Vyšetření zkrácených svalů dle Jandy

Měřená oblast	Levá	Pravá
Ischiokrurální svaly	1	1
Musculus triceps surae	1	0
Adduktory	0	0
Musculus soleus	1	0
Flexory kyčelního kloubu	1	1

5.2.7 Svalová síla

- Extenze v kolenním kloubu měřená ručním dynamometrem izometricky v sedě
Levá: 299 N
Pravá: 305 N
- Flexe v kolenním kloubu měřená ručním dynamometrem izometricky v leže na břiše
Levá: 174 N
Pravá: 171 N

5.2.8 Vyšetření chůze

Chůze rytmická, s optimální a symetrickou délkou kroků, přítomno mírné napadání na pravou DK, nedostatečné odvíjení nohou při švihové fázi, špičky vytočené po celou dobu zevně. Při stojné fázi na PDK pozorován mírný pokles pánve vlevo jinak pánev a trup stabilní bez výrazných asymetrií. Souhyb HKK symetrický. Předsunutě držení hlavy a protrakce ramen, pravé rameno výše postavené. Chůzi po špičkách i po patách pacient zvládá. Při chůzi po patách značné omezení dorzální flexe hlezen, se zvýrazněním vlevo (Obrázky 23 a 24).

Obrázek 23

Chůze, stojná fáze pravé DK



Obrázek 24

Chůze. Stojná fáze levé DK



5.2.9 Vyšetření běhu

Běh plynulý rytmický, s optimální a symetrickou délkou kroků. Výrazné napadání na pravou DK, tuhý dopad na celou nohu, při dopadu valgotizace hlezen zejména vpravo, nestabilita pánve – výrazný pokles levé strany pánve při stojné fázi na PDK, při stojné fázi na LDK též výrazný pokles pravé části pánve, souhyb HKK optimální symetrický (Obrázky 25 a 26).

Obrázek 25

Běh, stojná fáze pravé DK



Obrázek 26

Běh, stojná fáze levé DK



5.2.10 Vyšetření vertikálního skoku

Odraz symetrický přes obě dolní končetiny, dopad více na pravou DK s přenesením těžiště těla doprava, dopad tuhý, s malým rozsahem pohybu v hlezenních i kolenních kloubech, souhyb HKK symetrický, trup i pánev stabilní bez výrazných vychylek. Při dopadu přítomná mírná valgotizace kolen a výraznější valgotizace hlezen.

5.3 Specifická vyšetření

5.3.1 Klinická vyšetření

- Palpace patelární šlachy (kolenní kloub v extenzi):
Levá patelární šlacha palpačně velice citlivá (NŠB 8-9), při flexi v koleni zmírnění bolestivosti
Pravá patelární šlacha palpačně jen mírně citlivá (NŠB 2)
- Test dřepu na 1 DK na nakloněné podložce (Obrázek 27):
Pozitivní
- Test dřepu na jedné DK na rovném povrchu (Obrázek 28):

Pozitivní

- Weight bearing lunge test na DF hlezna: měřena vzdálenost nejdelšího prstu od stěny (norma= 12,5 cm)

Levá: 7 cm

Pravá: 11 cm

Obrázek 27

Test dřepu na 1 DK na nakloněné podložce



Obrázek 28

Test dřepu na 1 DK na rovné podložce



5.3.2 VISA–P dotazník

V dotazníku VISA-P (viz. příloha 1) dosáhl pacient skóre 68/100. Pacient je tedy funkční na 68 % své plné zdatnosti.

5.4 Závěr vyšetření

Pacient s aktuálními symptomy a pozitivními klinickými testy na levostrannou patelární tendinopatii. U pacienta bylo zjištěno několik potenciálních rizikových faktorů patelární tendinoptie (mužské pohlaví, nadměrná zátěž – zejména v dospívání, předchozí poranění hlezenních kloubů a omezená DF hlezen, snížená flexibilita svalů stehen).

Pacient je dlouhodobě velice sportovně aktivní (fotbal, cyklistika, posilování). Má četnou historii sportovních zranění, zejména opakovaných distorzí levého hlezna.

Na základě kineziologického rozboru a vyšetření zjištěna mírně šikmá pánev (levá strana výš), mírná anteverze pánve, valgozita hlezen, předsunutá držení hlavy, protrakce ramen a mírně odstáté dolní úhly lopatek. Dále je snížený ROM v obou kyčelních kloubech do vnitřní rotace. Chůze rytmická, s napadáním na pravou DK a s nestabilitou v oblasti pánve a hlezenních kloubů, při běhu zvýraznění těchto patologií.

5.5 Návrh terapie

Edukace pacienta:

- Seznámit pacienta s charakterem jeho zdravotního problému, rizikovými faktory a s důležitostí dlouhodobého vytrvání rehabilitačního plánu.
- Navrhnout a seznámit pacienta se čtyřstupňovým protokolem progresivního zatížení patelární šlachy. Každý stupeň programu v trvání minimálně týden a postoupení do dalšího stupně jen při dobré toleranci zátěže. Seznámit pacienta s testováním tolerance zátěže každých 24 hodin (VAS 3 a méně = dobrá tolerance zátěže).

Postupné zatěžování patelární šlachy:

- V akutní fázi je vhodné rapidně snížit sportovní zatížení. Nejlépe vynechat zátěž, která provokuje bolest, v tomto případě fotbal a nahradit ji aktivitou, méně zatěžující patelární šlachy (například plavání).
- V akutní fázi začít progresivní program zatížení izometrickým cvičením patelární šlachy (1-2 x denně izometrie musculus quadriceps femoris na 70 % maximální volní kontrakce, 5 opakování po 45 sekundách) Cviky: Extenze kolenního kloubu na přístroji, výdrž v 60° flexe.
- V další fázi zařadit excentrické cvičení (každý druhý den 3-4 série po 8 opakování na 15 RM). Cvičit v rozsahu 10-90° flexe v kolenním kloubu. Cviky: extenze v kolenním kloubu na přístroji, leg press, dřep na jedné dolní končetině. Pokračovat v izometrii.
- Při dobré toleranci přejít k náročnějším cvikům (dřep s výskokem, skoky, s dopadem na 1 dolní končetinu) a začít progresivně s fotbalovým tréninkem stále s kontrolou tolerance zátěže
- Preventivně zařazovat do týdenního plánu cvičební program s velkým zatížením patelární šlachy

Rizikové faktory:

- V rámci rehabilitace se zaměřit i na rizikové faktory (zvyšování ROM do hlezna do dorzální flexe, zvýšit flexibilitu svalů stehien, případně modifikace zátěže)

Podpůrná terapie:

- Fyzikální terapie: DD-LP (analgezie), laser-biostimulace (podpora hojení)
- Využití patelární pásky nebo kinesiopapu při aktivitě (analgezie)

6 DISKUSE

Patelární tendinopatie je častou diagnózou u sportovně aktivních dospělých, i adolescentů (Nutarelli et al., 2023). V dnešní době však stále není jasně vyjasněna patofyziologie, vliv rizikových faktorů, či schopnost adaptace patelární šlachy na zátěž. Stejně tak se různí názory, týkající se diagnostiky a terapie tohoto patologického stavu.

Poměrně značná rozporuplnost panuje v terminologii, a s tím spojenou, patofyziologií stavu postižení šlachy. Mnohdy je, zejména ve starších studiích, označována jakákoliv bolest šlachy jako tendinitida (tendinitis). Označení tendinita znamená přítomnost zánětu šlachy. Tento termín byl využíván, z dříve hojně uznávaného předpokladu, že bolest šlachy je vždy spojena se zánětem. Wu et al. (2017) však udává, že dle histopatologických zjištění, jde u bolestivých šlach zejména o degenerativní změny bez přítomnosti abnormálního zánětu. Takový stav má poté označení tendinóza (tendinosis). Tendinopatii popisuje Steinmann et al. (2020) jako obecný termín pro patologii šlachy, vyjma šlachových ruptur. Pojem tendinopatie se tedy zdá být vhodnější, jelikož málokdy je diagnostika pacienta s bolestí šlachy tak podrobná, aby byla schopna přesně rozpoznat charakter patologického stavu.

Mnoho rizikových faktorů je popsáno ve spojitosti s patelární tendinopatií. Pro rizikové faktory je však vhodný status potenciální. Vznik patelární tendinopatie je multifaktoriální a v literatuře není žádný z faktorů popsán jakožto přímý a jasný rizikový faktor patelární tendinopatie. Z hlediska vnitřních rizikových faktorů se nejvíce podloženým rizikovým faktorem zdá být mužské pohlaví. To potvrzuje mnoho studií, například i studie Rudavsky & Cook, (2014). Stejného názoru je i studie Visnes & Bahr (2013), zde byla například prevalence u mužského pohlaví 3–4krát vyšší než u pohlaví ženského. Popsaným důvodem je třeba ochranný vliv estrogenu (Gaida et al., 2004). Tento důvod je však, stejně jako další možné důvodu velmi málo vyjasněn.

Jedním s diskutovaných rizikových faktorů jsou tělesné parametry váha a BMI. Kdy vyšší hodnoty těchto hodnot znamenají větší zátěž na patelární šlachy (Van Der Worp et al., 2011). Toto tvrzení potvrzuje například jedna starší studie Malliaras et al. (2007), ve které byla u jedinců s patelární tendinopatií zjištěna vyšší váha, i vyšší hodnoty BMI oproti jedincům zdravým. Novější studie Deng & Mansfield (2022) považuje vyšší BMI jako rizikový faktor, nikoli však váhu samotnou. Systematické review Sprague et al. (2018) nepovažuje tyto dva faktory jako významné. U těchto dvou faktorů je navíc limitací to, že byly většinou porovnávány u sportovců, u kterých jsou obecně malé rozdíly těchto hodnot. Žádná ze studií navíc neudává konkrétní hodnoty parametrů, které jsou již považovány za rizikové.

Dalším potenciálním rizikovým faktorem je omezený rozsah pohybu do dorzální flexe v hlezenním kloubu. Zejména při dopadech může snížená dorzální flexe způsobit větší zátěž na kolenní struktury (Dill et al., 2014). Dle studie Backman & Danielson (2011) je rizikový rozsah pod 36,5°. Stejně tak jsou rizikem i opakovaná poranění hlezna, která jsou často spojena právě s omezením rozsahu pohybu. Pacient z kazuistiky této práce tato tvrzení potvrzuje. Jeho rozsah pohybu do dorzální flexe je značně nižší než 36,5° na obou dolních končetinách. Dorzální flexe je u pacienta omezená i dle Weight bearing lunge testu, a to zejména na levé dolní končetině. Pacient má i početnou historii poranění hlezenních kloubů. Snížený rozsah pohybu do dorzální flexe, jakožto rizikový faktor patelární tendinopatie, udává několik studií. Konkrétně uvedená hodnota 36,5° se však zdá být poměrně vysokou. Například dle Jandy (1993) je totiž normální rozsah do dorzální flexe 10-30°. Systematické review Sprague et al. (2018) udává u tohoto rizikového faktoru opět jen nízkou úroveň evidence. Poměrně dost studií však omezený rozsah do dorzální flexe popisuje jako rizikový faktor a potvrzují to i informace z kazuistiky pacienta z této práce. Proto se zdá být vhodné brát tento rizikový faktor v úvahu při terapii patelární tendinopatie.

Velmi omezené množství kvalitních informací je i pro další popisovaný rizikový faktor, a to sníženou flexibilitu svalů stehen. Existují studie, potvrzující sníženou flexibilitu, zejména zadních, svalů stehen jako rizikový faktor patelární tendinopatie. Je to například studie Witvrouw et al. (2001) a Scattone Silva et al. (2016). Počet těchto studií je však malý, i oproti jiným potenciálním faktorům.

Studie Cook et al. (2004) popisuje jako rizikový faktor i lepší výsledky (větší dosaženou výšku) ve skákání. Pro toto tvrzení existuje opět jen velmi málo studií a nelze tak tento jednoznačně určit jako rizikový. Stejně je na tom i špatná technika skoku, která je popisována jako rizikový faktor ve studii Van Der Worp et al. (2014). V riziku jsou dle této studie jedinci s „tuhým“ dopadem. Ten je vyznačován například omezeným rozsahem pohybu v kloubech dolních končetin při dopadu, do čehož je zahrnuta i omezená dorzální flexe kotníku. Existuje tedy nějaká evidence pro tento rizikový faktor, ale stejně jako u většiny předchozích by bylo třeba více studií pro potvrzení.

Nejnovější systematické review, zaměřené na rizikové faktory patelární tendinopatie, Sprague et al. (2018), neudává ani u jednoho z vnitřních rizikových faktorů silnou evidenci o spojitosti s patelární tendinopatií. Navíc udává, že kvalitních studií, zkoumajících tyto rizikové faktory je velmi omezené množství. Bylo by potřeba více, zejména dlouhodobých longitudinálních, studií. Dle dostupné literatury má, z výše uvedených potenciálních rizikových faktorů, největší spojitost s patelární tendinopatií mužské pohlaví a omezený rozsah v hleznu do dorzální flexe, což souhlasí s informacemi z kazuistiky pacienta této práce.

Z hlediska vnějších rizikových faktorů dominuje faktor nadměrné zátěže (Rudavsky, Cook, 2014). To, že má zátěž vliv na vznik patelární tendinopatie, má velmi silný podklad. Dokazuje to fakt, že tato patologie se vyskytuje v podstatě jen u sportovně aktivních jedinců. Potvrzuje to prevalence, která je dle nejnovějšího systematického review Nutarelli et al. (2023) 18,3 % u sportovců. U nesportující populace je tato prevalence pouze 0,1 %. Studií prováděných na této nesportující populaci je ovšem velmi málo, tudíž je třeba brát hodnotu 0,1 % s rezervou. Tito, sportovně neaktivní lidé, však také mohou mít degenerativní změny na šlaše a při sportovní aktivitě i symptomy patelární tendinopatie. Díky tomu, že však nesportují příliš často, je tyto symptomy příliš neomezují a nedávají jim podnět k tomu to řešit. Z výše zmíněných důvodů je patelární tendinopatie označována jako stav z přetížení (Magnusson et al., 2010). Konkrétně je tedy rizikovým faktorem nadměrné zatížení. Tento vnější faktor je dokonce označované jako klíčový pro vznik patelární tendinopatie ve studii Gaida et al., (2004). Nadměrnou zátěž, jakožto rizikový faktor patelární tendinopatie, potvrzuje mnoho studií, více než je tomu u jiných rizikových faktorů. Stejně tak tento rizikový faktor potvrzuje pacient z kazuistiky této práce. Tento pacient je dlouhodobě aktivní sportovec s historií značné zátěže, včetně potenciálního rizika přetěžování patelární šlachy. I přes to popisuje evidenci, o rizikovém faktoru nadměrné zátěže, studie Sprague et al. (2018) jako nízkou či nejasnou. Možným důvodem může být to, že většina studií se zaměřila jen na délku trvání aktivity v hodinách a nikoli na intenzitu či charakter zátěže. Délka trvání aktivity samotná nevypovídá o celkovém zatížení patelární šlachy. Dalším možným důvodem je i to, že studie byly prováděny především na elitních sportovcích, u nichž jsou rozdíly v objemu a intenzitě zátěže dosti malé. Nadměrná zátěž se však zdá být nejvíce adekvátním rizikovým faktorem patelární tendinopatie, avšak ještě větší počet studií, zaměřených hlavně na intenzitu a charakter zátěže, by byl vhodný k přesnějšímu potvrzení tohoto rizikového faktoru.

Diagnostika patelární tendinopatie je především klinická. Nejčastěji jsou popisovány provokační testy, ať už palpáce patelární šlachy, či vyprovokování jejího zatížení, nejčastěji dřepem na jedné dolní končetině. Test dřepu na jedné dolní končetině popisuje jako klíčový například studie Rudavsky & Cook (2014). Tento test, i jeho modifikace jsou popisovány často v mnoha studiích. Avšak hodnocení specifity, specifčnosti, validity, či reliability těchto klinických testů je značný nedostatek. Není tak zřejmé, jak moc vypovídající tyto klinické testy jsou. Ze zobrazovacích metod je k diagnostice patelární tendinopatie využíván ultrazvuk a magnetická rezonance. Figueroa et al. (2016) udává, že vhodnější je využití MRI pro její přesnost a schopnost vyloučit jiné patologie v oblasti kolenního kloubu. Jako lepší volbu považuje MRI i studie Warden & Brukner (2003). Velká nevýhoda MRI je však nákladnost a složitá dostupnost. I když je tedy MRI popsána jako vhodnější zobrazovací metoda, její využití se zdá být u pacientů s patelární

tendinopatií naprosto minimální. Ultrazvuková diagnostika je popisována jako dostupnější, i tak je ale její využitelnost u pacientů s patelární tendinopatií omezená. Většina fyzioterapeutů totiž diagnostickým ultrazvukem nedisponuje. Využití zobrazovacích metod je využito prakticky vždy jen jako doplňková diagnostika. Pro patelární tendinopatii jsou totiž podstatné klinické projevy. Symptomatické a asymptomatické šlachy nelze, na základě zobrazovacích metod, jak uvádí studie Fairley et al. (2014) jasně určit. Z důvodu malého porovnání a výzkumu kvality jednotlivých diagnostických postupů, je nejspíš vhodné kombinovat více diagnostických možností pro potvrzení diagnózy.

Diferenciální diagnostika je u pacientů s patelární tendinopatií velmi podstatná, z důvodu mnohých dalších patologií, které se oblasti kolenního kloubu mohou vyskytovat. Dle studií by měl terapeut myslet zejména na Osgood–Schlatterovu nemoc, Sinding–Larsen–Johanssonův synrom a patelofemorální syndrom. Osgood–Schlatterovu nemoc a Sinding–Larsen–Johanssonův synrom lze od patelární tendinopatie rozlišit pomocí rentgenu. U těchto dvou stavů jsou typické volné kostní fragmenty v oblasti tuberositas tibia (Osgood–Schlatterova nemoc), respektive v oblasti spodního pólu pately (Sinding–Larsen–Johanssonův synrom) (Dungl, 2014). Patelofemorální syndrom se od patelární tendinopatie odlišuje zejména místem bolesti. Ta je u patelární tendinopatie nejvýraznější v proximální části patelární šlachy (Malliaris et al., 2015). U patelofemorálního syndromu je bolest obvykle difúzně rozptýlena do celého okolí pately, i retropatelárně. (Willy et al., 2019).

U patelární tendinopatie je, jak na počátku, tak i v průběhu rehabilitace, vhodné snížit bolestivost patelární šlachy. K tomuto analgetickému efektu se zdá být velmi vhodným prostředkem izometrické cvičení. To potvrzuje například systematické review Vander Doelen & Jelley (2020), které považuje izometrii za nejlepší možnost k dosažení analgetického efektu z krátkodobého hlediska u pacientů s patelární tendinopatií. Studie Rio et al. (2015), nebo i review Naugle et al. (2012), též potvrzují analgetický efekt izometrického cvičení. Izometrii navíc popisují jako lepší možnost terapie k dosažení analgezie z krátkodobého hlediska než izotonické cvičení. To však nekoreluje s výsledky studie van Ark et al. (2016). V této studii sice izometrický cvičební program snížil bolest patelární šlachy po čtyřech týdnech. Nebyl však pozorován žádný rozdíl mezi efektem izometrického a izotonického typu cvičení. Důvodem může být to, že většina studií, jako například studie Rio et al. (2015), zkoumala okamžitý analgetický efekt izometrie. Studie van Ark et al. (2016) naproti tomu zkoumala efekt až po čtyřech týdnech intervence. Ve stupňovaných zátěžových rehabilitačních protokolech je izometrie též využívána, jakožto první a nejlépe tolerovaná forma zatížení patelární šlachy. Dle dostupných informací lze tedy považovat izometrické cvičení, v rámci rehabilitace patelární tendinopatie, jako užitečné, zejména pro snížení bolestivosti.

Nejčastěji popisovanou formou cvičení, při rehabilitaci patelární tendinopatie, je excentrické cvičení. Jako velice efektivní popisuje excentrické cvičení studie Biernat et al. (2014). Naopak jedna starší studie Visnes et al. (2005) popisuje nulový efekt při zařazení excentrického cvičení během sezóny u volejbalistů s patelární tendinopatií. Rozdíl výsledků těchto studií by mohl být kvůli tomu, že první zmíněná studie byla prováděna na adolescentech, a ti mají lepší schopnost adaptace šlachy na adekvátní zátěž, což udává Cook (2017). Dále také to, že volejbalisti nejspíš nijak nemodifikovali zátěž během sezóny. Není známo, jaké bylo celkové tréninkové zatížení, které probandi nadále podstupovali. Ve většině studií, jednou z nich je třeba Visnes & Bahr (2007) ,je však udáváno, že excentrie je účinná. Novější studie nabízí srovnání excentrie s jinými typy zátěžových programů. Při tomto srovnání se excentrický trénink jeví jako méně účinný než třeba cvičební program s těžkým pomalým odporem (heavy slow resistance, HSR), nebo progresivní zátěžový program. Naopak studie Lim & Wong (2018) preferuje excentrii před HSR, z důvodu nenáročnosti na provedení, a tím spojenou lepší vytrvalost pacienta u rehabilitačního programu. Excentrie se dá považovat za efektivní metodu terapie u jedinců s patelární tendinopatií. Novější studie však nabízí efektivnější metody jako třeba HSR, či protokoly progresivně zatěžující patelární šlachy. Excentrie je navíc i poměrně časově náročná, oproti HSR, který se provádí 2–3krát týdně.

Terapie patelární tendinopatie zátěžovými protokoly by měla, v ideálním případě, cílit na strukturální úpravu šlachy. Cook (2017) však udává, že strukturální obnova poškozené tkáně je možná jen do 17 let věku (do této doby probíhá maturace patelární šlachy). V Pozdějším věku je tato schopnost šlachy jen velmi omezená. To však není v souladu s výsledky studie Kongsgaard et al. (2009). V této studii byla sonograficky prokázána strukturální úprava patelární šlachy po protokolu HSR u dospělých probandů. Tato studie je však jediná popisující strukturální úpravu šlachy po využití cvičebního programu. Cook (2017) dodává, že i když jsou strukturální změny možné jen v dospívání, zlepšení mechanických vlastností zdravých částí šlachy a zlepšení funkčního stavu je možné bez ohledu na věk. V drtivé většině studií, je popsáno, že využití téměř každé řízené zátěže bylo spojeno ať už s menším, nebo větším zlepšením funkčního stavu. Další názor vyplývá ze třístupňového modelu tendinopatie ze studie Cook & Purdam (2009), kdy je schopnost úpravy šlachy závislá na stupni tendinopatie. Tento model zahrnuje 3 stupně, kdy plná strukturální úprava je možná u prvního z nich (Reaktivní tendinopatie). Značně omezená, ale možná, je úprava u stupně druhého (Dysrepair). A u posledního, třetího, stupně (Degenerativní tendinopatie) je už strukturální úprava nemožná. Je tedy nejasné, jak často a kdy může přinést řízený zátěžový program strukturální úpravu. Prvořadé je však zmírnění klinických příznaků a funkční zlepšení pacienta a dle toho by měla být hodnocena efektivita terapie, spíše než dle strukturální úpravy šlachy (MUDr. Hrdlička, osobní sdělení, 5.března, 2024.).

Mezi další možnosti terapie patří například aplikace plazmy bohaté na krevní destičky (Platelet rich plasma, PRP), či rázová vlna (Extracorporeal shockwave therapy, ESWT). Evidence o efektivitě PRP je kontroverzní. Efektivitu PRP v krátkodobém horizontu udává studie Dragoo et al. (2014). Tato studie však obsahovala poměrně malý počet probandů. Systematické review Barman et al. (2022) a Liddle & Rodríguez-Merchán (2014) neuvádějí PRP jako efektivní. Velmi podobně je na tom ESWT. Tuto formu terapie podporují informace ze studie Wang et al. (2007). V této studii však byla ESWT porovnávána s programem, který zahrnoval posilování, strečink, analgetika a termoterapii, což není plně potvrzená adekvátní forma terapie. Opačný názor udává studie Thijs et al. (2017). Tato studie neprokazuje žádný efekt po využití ESWT u pacientů s patelární tendinopatií. Porovnání PRP a ESWT popisují studie Barman et al. (2022) a Vetrano et al. (2013), které hovoří shodně ve prospěch PRP. U PRP i u ESWT existuje nějaká evidence o jejich efektivitě při terapii patelární tendinopatii. Na druhou stranu tuto efektivitu jiné studie, včetně systematických review nepodporují. Žádné informace o zhoršení stavu, po použití těchto metod však neuvádí ani jedna ze studií. Jde tedy o bezpečnou formu terapie, avšak s malým vědeckým podložením efektivity. Při porovnání těchto dvou metod se jeví vhodnější PRP. Jak PRP, tak ESWT, jsou obě placené terapie. To je při případném doporučení pacientovi taky vhodné brát v potaz.

Možná je i léčba chirurgická. Ta je převážně doporučována až po selhání terapie konzervativní (Dan et al., 2019). A to i přes to, že při srovnání výsledků operace a excentrického cvičebního programu, nebyly pozorovány žádné rozdíly (Bahr et al., 2006). Jak již bylo popsáno výše, existují i efektivnější formy terapie než excentrický trénink. Jejich srovnání s operací by tak bylo také velmi vhodné. Artroskopie a otevřená operace jsou dvě využívané operační techniky u pacientů s patelární tendinopatií. Při volbě mezi těmito dvěma způsoby je, na základě informací, doporučována spíše artroskopie (Figueora et al., 2016). Celkově je v literatuře nedostatečné množství studií, zjišťující efektivitu operace patelární tendinopatie a srovnávající ji s ostatními terapeutickými metodami. Stejně tak chybí i informace o případných rizicích těchto operačních technik. Operační terapie je tedy většinou zřejmě správně indikovaná až jako jedna z posledních možností.

Poměrně velká a je i prevalence patelární tendinopatie u adolescentů. Opět jde hlavně o velice aktivní sportovce. Prevalence je u dospělých jedinců větší než u adolescentů (Nutarelli et al., 2023). To však může být i proto, že na této věkové skupině bylo prováděno mnohem více studií než právě na dospívajících. Navíc ve skupině dospělých se jedná zejména o mladé dospělé, tudíž lze předpokládat, že některé patologické změny šlachy mají svůj počátek již v adolescentním věku. V období dospívání se šlacha vyvíjí z hlediska strukturálních a mechanických vlastností což potvrzuje studie Kubo et al. (2014) či O'Brien et al. (2010). Většina

studí, zaměřující se na terapii patelární tendinopatie u dospívajících sportovců, využívala stejné, či obdobné rehabilitační protokoly. V literatuře nebyly popsány žádné signifikantní rozdíly v terapii u adolescentů a dospělých. Dospívající sportovci se zdají být ve větším riziku pro vznik patelární tendinopatie. A to z důvodu možné nerovnováhy mezi mechanickými vlastnostmi šlachy a svalu. Tato nerovnováha totiž může vznikat na podkladě maturace a přetěžování. Tato spojitost je u mladých aktivních sportovců dosti pravděpodobná (Mersmann et al., 2017). Na druhou stranu však mají dospívající, zhruba do věku 17 let, značně lepší schopnost strukturální úpravy a adaptace šlachy než dospělí (Cook, 2017). Zdá se být tedy pravděpodobné, že degenerativní patologické změny šlachy mají původ již v dospívajícím období, ale začnou se projevovat až po dokončení maturace, kdy už šlacha není schopná tak kvalitní strukturální úpravy. Potvrzuje to i studie Cairns et al. (2018), která uvádí, že značné přetěžování patelární šlachy v dospívání může vyústit v rozvinutí tendinopatie v budoucnu. Proto se zdá již v tomto věku podstatná prevence, jak uvádí Malliaris et al. (2015), nebo i Mesrman et al. (2017). Prevence by měla být ve formě modifikace zátěže a přídatného cvičebního programu, cílicího na šlachy, třeba ve formě cvičení s velkým zatížením. Studií, zaměřených na patelární tendinopatii u adolescentů je velice omezené množství. Dle informací z literatury se zdá být většina doporučení u dospělých vhodná i pro adolescenty. U adolescentů je však třeba brát větší zřetel na diferenciální diagnostiku. A to zejména z důvodu patologií, jako Osgood–Schaltterova nemoc a Sinding–Larsen–Johanssonův syndrom, které jsou časté právě v tomto věkovém období.

Limitace práce

Limitací této práce je možné opomenutí některých relevantních studií, jelikož byly využity jen informace ze studií, psaných v českém, nebo anglickém jazyce. Dále také to, že existuje jen velmi málo studií, zaměřené na patelární tendinopatii přímo u adolescentů. Limitací je i využití některých méně kvalitních studií.

V praktické části kazuistiky pacienta byla limitací diagnostika, ke které nebyly využity žádné zobrazovací metody. U pacienta bylo navíc provedeno pouze vyšetření, ale neproběhlo dlouhodobější sledování stavu a účinku navržené terapie.

7 ZÁVĚR

Patelární tendinopatie je patologický stav, vzniklý na základě přetížení patelární šlachy. Výskyt je častý u sportovců. Nejvíce rizikové, pro vznik patelární tendinopatie jsou sporty, ve kterých jsou kladeny značné nároky na extenzorový aparát kolene, zejména ve formě opakovaných skoků. Největší prevalence je tedy u volejbalistů, basketbalistů a fotbalistů. Výskyt je možný jak u elitních, tak amatérských sportovců, a to jak v dospělém, tak i adolescentním věku. Pro pacienty s patelární tendinopatií je typická bolest proximální části šlachy u spodního pólu pately. Tato bolest je v počátečních fázích většinou přítomna na začátku aktivitu, v průběhu aktivity je utlumena a zvýrazní se opět na konci aktivity. V pozdějších stádiích může být bolest přítomná i při běžných denních činnostech, jako je třeba chůze ze schodů. Patologické změny postižené šlachy je většinou ve smyslu degenerace šlachové matrix, kolagenních vláken a nahromaděním depozit.

Při diagnostice patelární tendinopatie je využíváno hlavně anamnézy a klinických testů, jako je palpace šlachy, nebo provokační dřep na jedné dolní končetině na nakloněné podložce. K doplnění diagnostiky je též vhodné využít zobrazovací metody, konkrétně ultrazvuk a magnetickou rezonanci. Je také podstatné zabývat se diferenciální diagnostikou, kde je za potřebí odlišit patelární tendinopatii zejména od patelofemorálního syndromu, Osgood–Schaltterovy nemoci a Sinding–Larsen–Johanssonova syndromu a dalších možných poranění kolenního kloubu. Kromě nadměrné zátěže a mužského pohlaví se nezdá být žádný, s patelární tendinopatií spojovaný rizikový faktor, silně vědecky podložený. Mezi další, nejčastěji uváděné potenciální rizikové faktory, patří zejména omezený rozsah do dorzální flexe v hlezenním kloubu, vyšší váha a BMI, nebo snížená flexibilita svalů stehien. Pro potvrzení těchto faktorů, jako rizikových však existuje zatím jen slabá evidence.

Z hlediska terapie se zdá být nejefektivnější modifikace celkové zátěže a cvičební programy, cílené na adekvátní zatížení šlachy. Z hlediska analgetického efektu je prokázán jako nejvhodnější izometrický typ cvičení, s prolongovanými výdržemi. Z dlouhodobého hlediska cvičební programy cílí na adaptaci šlachy. Nejčastěji je popisovaný excentrický cvičební program. Ten je prokázán jako efektivní, ale při srovnání byly prokázány jiné programy jako efektivnější. Těmito programy je například cvičení s velkým pomalým zatížením, nebo postupný čtyřstupňový zátěžový program, který kombinuje různé typy kontrakcí a cvičení progredujícím charakterem. K terapii je možno využít i další metody jako jsou injekce plazmy bohaté na krevní destičky, rázová vlna, patelární páska, či kinesiotape, které byly prokázány jako bezpečné. Jejich efektivita je však prokázána jen velmi omezeně. U pacientů, u kterých selhává konzervativní terapie, je možno přistoupit k operačnímu zákroku.

Žádné informace nenasvědčují, že by se diagnostika, či terapie měla výrazně lišit u adolescentů a dospělých, proto lze závěry této práce aplikovat i na adolescentní populaci.

8 SOUHRN

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou patelární tendinopatie, se zaměřením na dospívající sportovce. Cílem práce je sjednotit informace, týkající se patofyziologie, rizikových faktorů, diagnostice a terapii patelární tendinopatie. Dále pak popsat eventuální rozdíly a odlišnosti mezi dospělými jedinci a adolescenty.

Úvodní kapitoly jsou zaměřeny na obecné poznatky o anatomii a biomechanice šlach. Dále je v text zaměřen na konkrétní stavbu a funkci patelární šlachy. Jde o obecné základní informace, jejichž pochopení je podstatné v rehabilitaci patelární tendinopatie.

Další kapitola se zabývá patofyziologií patelární tendinopatie. V dalších kapitolách se práce zabývá prevalencí a rizikovými faktory patelární tendinopatie, kterými jsou zejména nadměrná zátěž, mužské pohlaví a tělesné parametry jedince.

Dále je rozebírána diagnostika patelární tendinopatie, ke které je využíváno zejména klinického testování. Využít však je možné i ultrazvuk, nebo magnetickou rezonanci. Tato kapitola se také zabývá podstatnou diferenciací diagnostikou.

V další rozsáhlé kapitole je podrobně zkoumán efekt jednotlivých druhů terapií. Hlavní je zaměřením na efekt různých zátěžových protokolů, včetně jejich vzájemných srovnání. Poté jsou zmíněny i další možnosti terapie, včetně chirurgické léčby, která je obvykle indikována až po selhání konzervativních přístupů. Na závěr této kapitoly jsou rozebírána specifika terapie u adolescentů, včetně důležitosti započetí prevence u rizikových sportovců již v tomto věku.

Součástí práce je i kazuistika pacienta se symptomy patelární tendinopatie. Tato kazuistika zahrnuje anamnézu, podrobné vyšetření pacienta a doporučený návrh terapie.

9 SUMMARY

This bachelor thesis deals with the issue of patellar tendinopathy, with a focus on adolescent athletes. The aim of the thesis is to unify information regarding pathophysiology, risk factors, diagnosis and treatment of patellar tendinopathy. Furthermore, to describe the eventual differences and distinctions between adult individuals and adolescents.

The introductory chapters focus on general knowledge of tendon anatomy and biomechanics. Next, the text focuses on the specific structure and function of the patellar tendon. This is general background information, the understanding of which is essential in the rehabilitation of patellar tendinopathy.

The next chapter deals with the pathophysiology of patellar tendinopathy. In the following chapters, the thesis discusses the prevalence and risk factors of patellar tendinopathy, which are mainly overuse, male gender and physical parameters of the individual.

Furthermore, the diagnosis of patellar tendinopathy is discussed, for which clinical testing is mainly used. However, ultrasound or magnetic resonance imaging can also be used. This chapter also discusses the essential differential diagnosis.

In another extensive chapter, the effect of different types of therapy is examined in detail. The main focus is on the effect of different stress protocols, including comparisons between them. Other therapeutic options are then mentioned, including surgical treatment, which is commonly indicated only after failure of conservative approaches. This chapter concludes with a discussion of the specifics of therapy in adolescents, including the importance of initiating prevention in risk athletes.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Arampatzis, A., Peper, A., Bierbaum, S., & Albracht, K. (2010). Plasticity of human Achilles tendon mechanical and morphological properties in response to cyclic strain. *Journal of Biomechanics*, 43(16), 3073–3079. <https://doi.org/10.1016/J.JBIOMECH.2010.08.014>
- Babault, N., Pousson, M., Ballay, Y., & Van Hoecke, J. (2001). Activation of human quadriceps femoris during isometric, concentric, and eccentric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 91(6), 2628–2634. <https://doi.org/10.1152/JAPPL.2001.91.6.2628/ASSET/IMAGES/LARGE/DG1211192005.JPEG>
- Backman, L. J., & Danielson, P. (2011). Low Range of Ankle Dorsiflexion Predisposes for Patellar Tendinopathy in Junior Elite Basketball Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(12), 2626–2633. <https://doi.org/10.1177/0363546511420552>
- Bahr, R., Fossan, B., Løken, S., & Engebretsen, L. (2006). Surgical treatment compared with eccentric training for patellar tendinopathy (jumper's knee): A randomized, controlled trial. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 88(8), 1689–1698. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.01181>
- Barman, A., Sinha, M. K., Sahoo, J., Jena, D., Patel, V., Patel, S., Bhattacharjee, S., & Baral, D. (2022). Platelet-rich plasma injection in the treatment of patellar tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surgery & Related Research*, 34(1). <https://doi.org/10.1186/S43019-022-00151-5>
- Bartoniček, J., & Heřt, J. (2004). *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha: Maxdorf.
- Benjamin, M., Moriggl, B., Brenner, E., Emery, P., McGonagle, D., & Redman, S. (2004). The „enthesis organ" concept: Why enthesopathies may not present as focal insertional disorders. *Arthritis and Rheumatism*, 50(10), 3306–3313. <https://doi.org/10.1002/ART.20566>
- Bi, Y., Ehrchiou, D., Kilts, T. M., Inkson, C. A., Embree, M. C., Sonoyama, W., Li, L., Leet, A. I., Seo, B. M., Zhang, L., Shi, S., & Young, M. F. (2007). Identification of tendon stem/progenitor cells and the role of the extracellular matrix in their niche. *Nature Medicine*, 13(10), 1219–1227. <https://doi.org/10.1038/nm1630>
- Biernat, R., Trzaskoma, Z., Trzaskoma, Ł., & Czaprowski, D. (2014). Rehabilitation protocol for patellar tendinopathy applied among 16 to 19 year old volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 43–52. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E31829797B4>
- Bode, G., Hammer, T., Karvouniaris, N., Feucht, M. J., Konstantinidis, L., Südkamp, N. P., & Hirschi Müller, A. (2017). Patellar tendinopathy in young elite soccer – clinical and sonographical analysis of a German elite soccer academy. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/S12891-017-1690-2>

- Breda, S. J., Oei, E. H. G., Zwerver, J., Visser, E., Waarsing, E., Krestin, G. P., & De Vos, R. J. (2021). Effectiveness of progressive tendon-loading exercise therapy in patients with patellar tendinopathy: a randomised clinical trial. *British Journal of Sports Medicine*, *55*(9), 501–509. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2020-103403>
- Brockmeyer, M., Diehl, N., Schmitt, C., Kohn, D. M., & Lorbach, O. (2015). Results of surgical treatment of chronic patellar tendinosis (Jumper's knee): A systematic review of the literature. *Arthroscopy – Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, *31*(12), 2424–2429. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.06.010>
- Cairns, G., Owen, T., Kluzek, S., Thurley, N., Holden, S., Rathleff, M. S., & Dean, B. J. F. (2018). Therapeutic interventions in children and adolescents with patellar tendon related pain: a systematic review. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, *4*(1), 383 <https://doi.org/10.1136/BMJSEM-2018-000383>
- Cardoso, T. B., Pizzari, T., Kinsella, R., Hope, D., & Cook, J. L. (2019). Current trends in tendinopathy management. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, *33*(1), 122–140. <https://doi.org/10.1016/J.BERH.2019.02.001>
- Clarsen, B., Myklebust, G., & Bahr, R. (2013). Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire. *British Journal of Sports Medicine*, *47*(8), 495–502. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2012-091524>
- Cook, J. L., (2017). Current concepts i tendinopathy rehabilitation. *Sportfisio 15 Symposium Tendon & Sport, Bern*. The Swiss Sports Physiotherapy Association, Interanational conference. <https://www.youtube.com/watch?v=-kKzoi8Zrik&t=1s>
- Cook, J. L., & Khan, K. M. (2001). What is the most appropriate treatment for patellar tendinopathy? *British Journal of Sports Medicine*, *35*(5), 291. <https://doi.org/10.1136/BJSM.35.5.291>
- Cook, J. L., Khan, K. M., Kiss, Z. S., & Griffiths, L. (2000). Patellar tendinopathy in junior basketball players: a controlled clinical and ultrasonographic study of 268 patellar tendons in players aged 14-18 years. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *10*(4), 216–220. <https://doi.org/10.1034/J.1600-0838.2000.010004216.X>
- Cook, J. L., Khan, K. M., Kiss, Z. S., Purdam, C. R., & Griffiths, L. (2001). Reproducibility and clinical utility of tendon palpation to detect patellar tendinopathy in young basketball players. *British Journal of Sports Medicine*, *35*(1), 65. <https://doi.org/10.1136/BJSM.35.1.65>
- Cook, J. L., Kiss, Z. S., Khan, K. M., Purdam, C. R., & Webster, K. E. (2004). Anthropometry, physical performance, and ultrasound patellar tendon abnormality in elite junior basketball players: a cross-sectional study. *British Journal of Sports Medicine*, *38*(2), 206. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2003.004747>

- Cook, J. L., & Purdam, C. R. (2009). Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 43(6), 409–416. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2008.051193>
- Coombes, B. K., Mendis, M. D., & Hides, J. A. (2020). Evaluation of patellar tendinopathy using the single leg decline squat test: Is pain location important? *Physical Therapy in Sport*, 46, 254–259. <https://doi.org/10.1016/J.PTSP.2020.10.002>
- Creaney, L., & Hamilton, B. (2008). Growth factor delivery methods in the management of sports injuries: the state of play. *British Journal of Sports Medicine*, 42(5), 314–320. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2007.040071>
- Culvenor, A. G., Cook, J. L., Warden, S. J., & Crossley, K. M. (2011). Infrapatellar fat pad size, but not patellar alignment, is associated with patellar tendinopathy. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(6), 405–411. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2011.01334.X>
- Čihák, R. (2011). *Anatomie 1: Třetí, upravené a doplněné vydání*. Grada publishing.
- Dan, M., Phillips, A., Johnston, R., & Harris, I. A. (2019). *Cochrane Library Cochrane Database of Systematic Reviews Surgery for patellar tendinopathy (jumper's knee) (Review)*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013034>
- Dar, G., & Mei-Dan, E. (2019). Immediate effect of infrapatellar strap on pain and jump height in patellar tendinopathy among young athletes. *Prosthetics and Orthotics International*, 43(1), 21–27. <https://doi.org/10.1177/0309364618791619>
- De Lucena, G. L., Dos Santos Gomes, C., & Oliveira Guerra, R. (2010). Prevalence and associated factors of Osgood-Schlatter syndrome in a population-based sample of Brazilian adolescents. *The American Journal of Sports Medicine* 39(2), 415–420. <https://doi.org/10.1177/0363546510383835>
- De Vries, A. J., den Akker-Scheek, I. van, Diercks, R. L., Zwerver, J., & der Worp, H. van. (2013). Effect of patellar strap and sports tape on jumper's knee symptoms: protocol of a randomised controlled trial. *Journal of Physiotherapy*, 59(4), 270. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(13\)70204-2](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70204-2)
- De Vries, A. J., van der Worp, H., Diercks, R. L., van den Akker-Scheek, I., & Zwerver, J. (2015). Risk factors for patellar tendinopathy in volleyball and basketball players: A survey-based prospective cohort study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(5), 678–684. <https://doi.org/10.1111/SMS.12294>
- DeFrate, L. E., Nha, K. W., Papannagari, R., Moses, J. M., Gill, T. J., & Li, G. (2007). The Biomechanical Function of the Patellar Tendon During In-vivo Weight-bearing Flexion. *Journal of Biomechanics*, 40(8), 1716. <https://doi.org/10.1016/J.JBIOMECH.2006.08.009>

- Deng, M., & Mansfield, M. (2022). Association between body weight and body mass index and patellar tendinopathy in elite basketball and volleyball players: A systematic review and meta-analysis. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, *10*(10). <https://doi.org/10.3390/healthcare10101928>
- Dill, K. E., Begalle, R. L., Frank, B. S., Zinder, S. M., & Padua, D. A. (2014). Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing–lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *Journal of Athletic Training*, *49*(6), 723. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.29>
- Docking, S. I., & Cook, J. (2016). Pathological tendons maintain sufficient aligned fibrillar structure on ultrasound tissue characterization (UTC). *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *26*(6), 675–683. <https://doi.org/10.1111/SMS.12491>
- Docheva, D., Müller, S. A., Majewski, M., & Evans, C. H. (2015). Biologics for tendon repair. *Advanced Drug Delivery Reviews*, *84*, 222–239. <https://doi.org/10.1016/J.ADDR.2014.11.015>
- Dragoo, J. L., Johnson, C., & McConnell, J. (2012). Evaluation and treatment of disorders of the infrapatellar fat pad. *Sports Medicine*, *42*(1), 51–67. <https://doi.org/10.2165/11595680-000000000-00000/FIGURES/10>
- Dragoo, J. L., Wasterlain, A. S., Braun, H. J., & Nead, K. T. (2014). Platelet-rich plasma as a treatment for patellar tendinopathy. *The American Journal of Sports Medicine*, *42*(3), 610–618. <https://doi.org/10.1177/0363546513518416>
- Drake, R., Vogl, W., & Mitchell, A. W. M. (2010). *Gray's anatomy for students* (2nd ed.) Philadelphia: Elsevier.
- Dungl, P. (2014). *Ortopedie* (2nd ed.). Praha: Grada.
- Dupuis, C. S., Westra, S. J., Makris, J., & Wallace, E. C. (2009). Injuries and conditions of the extensor mechanism of the pediatric knee. *RadioGraphics*, *29*(3), 877–886. <https://doi.org/10.1148/RG.293085163>
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada.
- Dylevský, I. (1997). *Pohybový systém a zátěž*. Praha: Grada.
- Dylevský, I., Mrázková, O., & Druga, R. (2000). *Funkční anatomie člověka*. Praha: Grada.
- Edwards, T. (2007). Clinical sports medicine, 3rd ed. *British Journal of Sports Medicine*, *41*(3), 183–184. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2006.030312>
- Fairley, J., Toppi, J., Ciccotini, F. M., Wluka, A. E., Giles, G. G., Cook, J., O'Sullivan, R., & Wang, Y. (2014). Association between obesity and magnetic resonance imaging defined patellar tendinopathy in community-based adults: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *15*(1), 266. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-266>
- Figueroa, D., Figueroa, F., & Calvo, R. (2016). Patellar tendinopathy: Diagnosis and treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, *24*(12), 184–192. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-15-00703>

- Gaida, J. E., Ashe, M. C., Bass, S. L., & Cook, J. L. (2009). Is adiposity an under-recognized risk factor for tendinopathy? A systematic review. *Arthritis and Rheumatism*, *61*(6), 840–849. <https://doi.org/10.1002/ART.24518>
- Gaida, J. E., & Cook, J. (2011). Treatment options for patellar tendinopathy: Critical review. *Current Sports Medicine Reports*, *10*(5), 255–270. <https://doi.org/10.1249/JSR.0B013E31822D4016>
- Gaida, J. E., Cook, J. L., Bass, S. L., Austen, S., & Kiss, Z. S. (2004). Are unilateral and bilateral patellar tendinopathy distinguished by differences in anthropometry, body composition, or muscle strength in elite female basketball players? *British Journal of Sports Medicine*, *38*(5), 581. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2003.006015>
- Garau, G., Rittweger, J., Mallarias, P., Longo, U. G., & Maffulli, N. (2008). Traumatic patellar tendinopathy. *Disability and Rehabilitation*, *30*(20–22), 1616–1620. <https://doi.org/10.1080/09638280701786096>
- Gholve, P. A., Scher, D. M., Khakharia, S., Widmann, R. F., & Green, D. W. (2007). Osgood Schlatter syndrome. *Current Opinion in Pediatrics*, *19*(1), 44–50. <https://doi.org/10.1097/MOP.0B013E328013DBEA>
- Goldin, M., & Malanga, G. A. (2013). Tendinopathy: A Review of the pathophysiology and evidence for treatment. *The Physician and Sportsmedicine*, *41*(3), 36–49. <https://doi.org/10.3810/PSM.2013.09.2019>
- Häggglund, M., Zwerver, J., & Ekstrand, J. (2011). Epidemiology of patellar tendinopathy in elite male soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, *39*(9), 1906–1911. <https://doi.org/10.1177/0363546511408877>
- Hagner, W., Sosnowski, S., Kaziński, W., & Frankowski, S. (1993). A case of Sinding-Larsen-Johansson and Osgood-Schlatter disease in both knees. *Chirurgia Narzadow Ruchu i Ortopedia Polska*, *58*(1), 13–15. <https://europepmc.org/article/MED/7671663>
- Hudspith, M. J., Siddall, P. J., & Munglani, R. (2005). Physiology of pain. *Foundations of Anesthesia: Basic Sciences for Clinical Practice*, *2*, 267–285. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-03707-5.50029-2>
- Iwamoto, J., Takeda, T., Sato, Y., & Matsumoto, H. (2009). Radiographic abnormalities of the inferior pole of the patella in juvenile athletes. *The Keio Journal of Medicine*, *58*(1), 50–53. <https://doi.org/10.2302/KJM.58.50>
- Janda, V., & Pavlů, D. (1993) *Goniometrie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.
- Järvinen, M., Józsa, L., Kannus, P., Järvinen, T. L. N., Kvist, M., & Leadbetter, W. (1997). Histopathological findings in chronic tendon disorders. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *7*(2), 86–95. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.1997.TB00124>

- Kannus, P. (2000). Structure of the tendon connective tissue. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 10(6), 312–320. <https://doi.org/10.1034/J.1600-0838.2000.010006312>
- Khan, K. M., Maffulli, N., Coleman, B. D., Cook, J. L., & Taunton, J. E. (1998). Patellar tendinopathy: some aspects of basic science and clinical management. *British Journal of Sports Medicine*, 32(4), 346. <https://doi.org/10.1136/BJSM.32.4.346>
- Kjær, M., Langberg, H., Heinemeier, K., Bayer, M. L., Hansen, M., Holm, L., Doessing, S., Kongsgaard, M., Krogsgaard, M. R., & Magnusson, S. P. (2009). From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(4), 500–510. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2009.00986.X>
- Kongsgaard, M., Aagaard, P., Roikjaer, S., Olsen, D., Jensen, M., Langberg, H., & Magnusson, S. P. (2006). Decline eccentric squats increases patellar tendon loading compared to standard eccentric squats. *Clinical Biomechanics*, 21(7), 748–754. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2006.03.004>
- Kongsgaard, M., Kovanen, V., Aagaard, P., Doessing, S., Hansen, P., Laursen, A. H., Kaldau, N. C., Kjaer, M., & Magnusson, S. P. (2009). Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19(6), 790–802. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2009.00949.X>
- Kountouris, A., & Cook, J. (2007). Rehabilitation of Achilles and patellar tendinopathies. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 21(2), 295–316. <https://doi.org/10.1016/J.BERH.2006.12.003>
- Kubo, K., Teshima, T., Hirose, N., & Tsunoda, N. (2014). Growth changes in morphological and mechanical properties of human patellar tendon in vivo. *Journal of Applied Biomechanics*, 30(3), 415–422. <https://doi.org/10.1123/JAB.2013-0220>
- Langberg, H., Skovgaard, D., Petersen, L. J., Bülow, J., & Kjær, M. (1999). Type I collagen synthesis and degradation in peritendinous tissue after exercise determined by microdialysis in humans. *The Journal of Physiology*, 521(1), 299–306. <https://doi.org/10.1111/J.1469-7793.1999.00299.X>
- Lian, Ø. B., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2005). Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: A Cross-sectional study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 561–567. <https://doi.org/10.1177/0363546504270454>
- Lian, Ø., Refsnes, P. E., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2003). Performance characteristics of volleyball players with patellar tendinopathy. *The American Journal of Sports Medicine*, 31(3), 408–413. <https://doi.org/10.1177/03635465030310031401>
- Liddle, A. D., & Rodríguez-Merchán, E. C. (2014). Platelet-rich plasma in the treatment of patellar tendinopathy. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(10), 2583–2590. <https://doi.org/10.1177/0363546514560726>

- Lim, H. Y., & Wong, S. H. (2018). Effects of isometric, eccentric, or heavy slow resistance exercises on pain and function in individuals with patellar tendinopathy: A systematic review. *Physiotherapy Research International*, 23(4), e1721. <https://doi.org/10.1002/PRI.1721>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Howard, R., De Ste Croix, M. B. A., Williams, C. A., Best, T. M., Alvar, B. A., Micheli, L. J., Thomas, D. P., Hatfield, D. L., Cronin, J. B., & Myer, G. D. (2015). Long-term athletic development – Part 1: A pathway for all youth. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1439–1450. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000756>
- Maffulli, N., Longo, U. G., & Denaro, V. (2010). Novel approaches for the management of tendinopathy. *The Journal of Bone and Joint surgery. American Volume*, 92(15), 2604–2613. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.01744>
- Magnusson, S. P., Langberg, H., & Kjaer, M. (2010). The pathogenesis of tendinopathy: balancing the response to loading. *Nature Reviews Rheumatology* 6(5), 262–268. <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2010.43>
- Malliaras, P., Barton, C. J., Reeves, N. D., & Langberg, H. (2013). Achilles and patellar tendinopathy loading programmes: A systematic review comparing clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness. *Sports Medicine*, 43(4), 267–286. <https://doi.org/10.1007/S40279-013-0019-Z/FIGURES/3>
- Malliaras, P., Cook, J. L., & Kent, P. M. (2007). Anthropometric risk factors for patellar tendon injury among volleyball players. *British Journal of Sports Medicine*, 41(4), 259. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2006.030049>
- Malliaras, P., Cook, J., Purdam, C., & Rio, E. (2015). Patellar tendinopathy: Clinical diagnosis, load management, and advice for challenging case presentations. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 45(11), 887–898. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2015.5987/ASSET/IMAGES/LARGE/JOSPT-887-FIG002.JPEG>
- McAuliffe, S., McCreesh, K., Culloty, F., Purtill, H., & O’Sullivan, K. (2016). Can ultrasound imaging predict the development of Achilles and patellar tendinopathy? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1516–1523. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096288>
- McCarthy, H. D., Samani-Radia, D., Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (2014). Skeletal muscle mass reference curves for children and adolescents. *Pediatric Obesity*, 9(4), 249–259. <https://doi.org/10.1111/J.2047-6310.2013.00168.X>
- Mersmann, F., Bohm, S., & Arampatzis, A. (2017). Imbalances in the development of muscle and tendon as risk factor for tendinopathies in youth athletes: A review of current evidence and concepts of prevention. *Frontiers in Physiology*, 8, 303500. <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2017.00987>

- Mersmann, F., Domroes, T., Tsai, M. S., Pentidis, N., Schroll, A., Bohm, S., & Arampatzis, A. (2023). Longitudinal evidence for high-level patellar tendon strain as a risk factor for tendinopathy in adolescent athletes. *Sports Medicine – Open*, 9(1), 83 <https://doi.org/10.1186/S40798-023-00627-Y>
- Mersmann, F., Laube, G., Marzilger, R., Bohm, S., Schroll, A., & Arampatzis, A. (2021). A functional high-load exercise intervention for the patellar tendon reduces tendon pain prevalence during a competitive season in adolescent handball players. *Frontiers in Physiology*, 12, 626225. <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2021.626225>
- Nagle, K. M., Fillingim, R. B., & Riley, J. L. (2012). A meta-analytic review of the hypoalgesic effects of exercise. *The Journal of Pain : Official Journal of the American Pain Society*, 13(12), 1139. <https://doi.org/10.1016/J.JPAIN.2012.09.006>
- Nutarelli, S., Lodi, C. M. T. da, Cook, J. L., Deabate, L., & Filardo, G. (2023). Epidemiology of patellar tendinopathy in athletes and the general population: A systematic review and meta-analysis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 11(6). <https://doi.org/10.1177/23259671231173659>
- O'Brien, M. (2005). Anatomy of tendons. *Tendon Injuries: Basic Science and Clinical Medicine*, 3–13. https://doi.org/10.1007/1-84628-050-8_1/COVER
- O'Brien, T. D., Reeves, N. D., Baltzopoulos, V., Jones, D. A., & Maganaris, C. N. (2010). Mechanical properties of the patellar tendon in adults and children. *Journal of Biomechanics*, 43(6), 1190–1195. <https://doi.org/10.1016/J.JBIOMECH.2009.11.028>
- Ogon, P., Maier, D., Jaeger, A., & Suedkamp, N. P. (2006). Arthroscopic patellar release for the treatment of chronic patellar tendinopathy. *Arthroscopy – Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 22(4), 462–462. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2005.06.035>
- Owoeye, O. B. A., Palacios-Derflingher, L., Pasanen, K., Hubkara, T., Wiley, P., & Emery, C. A. (2021). The Burden and risk factors of patellar and Achilles tendinopathy in youth basketball: A cohort study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9480 <https://doi.org/10.3390/IJERPH18189480>
- Owoeye, O. B. A., Wiley, J. P., Walker, R. E. A., Palacios-Derflingher, L., & Emery, C. A. (2018). Diagnostic accuracy of a self-report measure of patellar tendinopathy in youth basketball. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 48(10), 758–766. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2018.8088/ASSET/IMAGES/LARGE/JOSPT-758-FIG002.JPEG>
- Pang, J., Shen, S., Pan, W. R., Jones, I. R., Rozen, W. M., & Taylor, G. I. (2009). The arterial supply of the patellar tendon: Anatomical study with clinical implications for knee surgery. *Clinical Anatomy*, 22(3), 371–376. <https://doi.org/10.1002/CA.20770>

- Peers, K. H. E., & Lysens, R. J. J. (2005). Patellar tendinopathy in athletes: Current diagnostic and therapeutic recommendations. *Sports Medicine*, 35(1), 71–87. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535010-00006/FIGURES/2>
- Purdam, C. R., Cook, J. L., Hopper, D. M., Khan, K. M., Barlett, J., Bass, S., Bonar, F., Coleman, B., Crichton, K., Fehrmann, M., Grant, M., Griffiths, L., Harcourt, P., Kellaway, D., Kiss, Z., Tress, B., Visentini, P., Wark, J., & Young, D. (2003). Discriminative ability of functional loading tests for adolescent jumper's knee. *Physical Therapy in Sport*, 4(1), 3–9. [https://doi.org/10.1016/S1466-853X\(02\)00069-X](https://doi.org/10.1016/S1466-853X(02)00069-X)
- Purdam, C. R., Johnsson, P., Alfredson, H., Lorentzon, R., Cook, J. L., & Khan, K. M. (2004). A pilot study of the eccentric decline squat in the management of painful chronic patellar tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 395. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2003.000053>
- Purslow, P. P., Wess, T. J., & Hukins, D. W. L. (1998). Collagen orientation and molecular spacing during creep and stress-relaxation in soft connective tissues. *Journal of Experimental Biology*, 201(1), 135–142. <https://doi.org/10.1242/JEB.201.1.135>
- Rabello, L. M., Dams, O. C., Akker-Scheek, I. van den, Zwerver, J., & O'Neill, S. (2021). Substantiating the use of ultrasound tissue characterization in the analysis of tendon structure: A systematic review. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 31(3), 161–175. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000749>
- Rasmussen, O. S. (2000). Sonography of tendons. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 10(6), 360–364. <https://doi.org/10.1034/J.1600-0838.2000.010006360.X>
- Rio, E., Kidgell, D., Purdam, C., Gaida, J., Moseley, G. L., Pearce, A. J., & Cook, J. (2015). Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1277–1283. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2014-094386>
- Rio, E., Van Ark, M., Docking, S., Moseley, G. L., Kidgell, D., Gaida, J. E., Van Den Akker-Scheek, I., Zwerver, J., & Cook, J. (2017). Isometric contractions are more analgesic than isotonic contractions for patellar tendon pain: An in-season randomized clinical trial. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 27(3), 253–259. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000364>
- Robi, K., Jakob, N., Matevz, K., & Matjaz, V. (2013). The Physiology of Sports Injuries and Repair Processes. *Current Issues in Sports and Exercise Medicine*. <https://doi.org/10.5772/54234>
- Rudavsky, A., & Cook, J. (2014). Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper's knee). *Journal of physiotherapy*, 60(3), 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.06.022>
- Rudavsky, A., Cook, J. L., & Docking, S. (2018). Proximal patellar tendon pathology can develop during adolescence in young ballet dancers—A 2year longitudinal study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(9), 2035–2041. <https://doi.org/10.1111/SMS.13095>

- Sandmeier, R., & Renström, P. A. F. H. (1997). Diagnosis and treatment of chronic tendon disorders in sports. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 7(2), 96–106. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.1997.TB00125.X>
- Scattone Silva, R., Nakagawa, T. H., Ferreira, A. L. G., Garcia, L. C., Santos, J. E. M., & Serrão, F. V. (2016). Lower limb strength and flexibility in athletes with and without patellar tendinopathy. *Physical Therapy in Sport*, 20, 19–25. <https://doi.org/10.1016/J.PTSP.2015.12.001>
- Slotkin, S., Thome, A., Ricketts, C., Georgiadis, A., Cruz, A. I., & Seeley, M. (2018). Anterior knee pain in children and adolescents: overview and management. *Journal of Knee Surgery*, 31(5), 392–398. <https://doi.org/10.1055/S-0038-1632376/ID/JR17DEC0040SSA-31/BIB>
- Sprague, A. L., Smith, A. H., Knox, P., Pohlig, R. T., & Grävare Silbernagel, K. (2018). Modifiable risk factors for patellar tendinopathy in athletes: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(24), 1575. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2017-099000>
- Stania, M., Król, T., Marszałek, W., Michalska, J., & Król, P. (2022). Treatment of jumper's knee with extracorporeal shockwave therapy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Human Kinetics*, 84(1), 124. <https://doi.org/10.2478/HUKIN-2022-0089>
- Steinmann, S., Pfeifer, C. G., Brochhausen, C., & Docheva, D. (2020). Spectrum of tendon pathologies: triggers, trails and end-state. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3). <https://doi.org/10.3390/IJMS21030844>
- Tamura, K., Resnick, P. B., Hamelin, B. P., Oba, Y., Hetzler, R. K., & Stickley, C. D. (2020). The effect of Kinesio-tape on pain and vertical jump performance in active individuals with patellar tendinopathy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(3), 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.02.005>
- Theodorou, A., Komnos, G., & Hantes, M. (2023). Patellar tendinopathy: an overview of prevalence, risk factors, screening, diagnosis, treatment and prevention. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 143(11), 6695. <https://doi.org/10.1007/S00402-023-04998-5>
- Thijs, K. M., Zwerver, J., Backx, F. J. G., Steeneken, V., Rayer, S., Groenenboom, P., & Moen, M. H. (2017). Effectiveness of shockwave treatment combined with eccentric training for patellar tendinopathy: A double-blinded randomized study. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 27(2), 89–96. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000332>
- Valentino, M., Quiligotti, C., & Ruggirello, M. (2012). Sinding-Larsen-Johansson syndrome: A case report. *Journal of Ultrasound*, 15(2), 127. <https://doi.org/10.1016/J.JUS.2012.03.001>
- van Ark, M., Cook, J. L., Docking, S. I., Zwerver, J., Gaida, J. E., van den Akker-Scheek, I., & Rio, E. (2016). Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(9), 702–706. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.11.006>

- Van Der Worp, H., De Poel, H. J., Diercks, R. L., Van Den Akker-Scheek, I., & Zwerver, J. (2014). Jumper's knee or lander's knee? A systematic review of the relation between jump biomechanics and patellar tendinopathy. *International Journal of Sports Medicine*, 35(8), 714–722. <https://doi.org/10.1055/S-0033-1358674/ID/R3681-0014/BIB>
- Van Der Worp, H., Van Ark, M., Roerink, S., Pepping, G. J., Van Den Akker-Scheek, I., & Zwerver, J. (2011). Risk factors for patellar tendinopathy: A systematic review of the literature. *British journal of sports medicine*, 45(5), 446–452. <https://doi.org/10.1136/BJSM.v.084079>
- Van Schie, H. T. M., Bakker, E. M., Jonker, A. M., & Van Weeren, P. R. (2000). Ultrasonographic tissue characterization of equine superficial digital flexor tendons by means of gray level statistics. *American Journal of Veterinary Research*, 61(2), 210–219. <https://doi.org/10.2460/AJVR.2000.61.210>
- Vander Doelen, T., & Jelley, W. (2020). Non-surgical treatment of patellar tendinopathy: A systematic review of randomized controlled trials. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(2), 118–124. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.09.008>
- Vetrano, M., Castorina, A., Vulpiani, M. C., Baldini, R., Pavan, A., & Ferretti, A. (2013). Platelet-rich plasma versus focused shock waves in the treatment of jumper's knee in athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(4), 795–803. <https://doi.org/10.1177/0363546513475345>
- Visco, V., Vulpiani, M. C., Torrisi, M. R., Ferretti, A., Pavan, A., & Vetrano, M. (2014). Experimental studies on the biological effects of extracorporeal shock wave therapy on tendon models. A review of the literature. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 4(3), 357. <https://doi.org/10.11138/mltj/2014.4.3.357>
- Visnes, H., & Bahr, R. (2007). The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes. *British Journal of Sports Medicine*, 41(4), 217. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2006.032417>
- Visnes, H., & Bahr, R. (2013). Training volume and body composition as risk factors for developing jumper's knee among young elite volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(5), 607–613. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2011.01430.X>
- Visnes, H., Hoksrud, A., Cook, J., & Bahr, R. (2005). No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 15(4), 227–234. <https://doi.org/10.1097/01.JSM.0000168073.82121.20>
- Wang, C. J., Ko, J. Y., Chan, Y. S., Weng, L. H., & Hsu, S. L. (2007). Extracorporeal shockwave for chronic patellar tendinopathy. <https://doi.org/10.1177/0363546506298109>, 35(6), 972–978. <https://doi.org/10.1177/0363546506298109>
- Wang, J. H. C. (2006). Mechanobiology of tendon. *Journal of Biomechanics*, 39(9), 1563–1582. <https://doi.org/10.1016/J.JBIOMECH.2005.05.011>

- Wang, J. H.-C., Guo, Q., & Li, B. (2012). Tendon biomechanics and mechanobiology—a mini-review of basic concepts and recent advancements. *Journal of Hand Therapy, 25*(2), 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2011.07.004>
- Warden, S. J., & Brukner, P. (2003). Patellar tendinopathy. *Clinics in Sports Medicine, 22*(4), 743–759. [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(03\)00068-1](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(03)00068-1)
- Willy, R. W., Hoggund, L. T., Barton, C. J., Bolgia, L. A., Scalzitti, D. A., Logerstedt, D. S., Lynch, A. D., Snyder-Mackler, L., & McDonough, C. M. (2019). Patellofemoral pain clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the academy of orthopaedic physical therapy of the American physical therapy association. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 49*(9), 1–95. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2019.0302/ASSET/IMAGES/LARGE/JOSPT-CPG1-FIG171.JPEG>
- Witvrouw, E., Bellemans, J., Lysens, R., Danneels, L., & Cambier, D. (2001). Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population. *29*(2), 190–195. <https://doi.org/10.1177/03635465010290021201>
- Wu, F., Nerlich, M., & Docheva, D. (2017). Tendon injuries: Basic science and new repair proposals. *EFORT Open Reviews, 2*(7), 332. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.2.160075>
- Zhang, J., & Wang, J. H. C. (2010). Mechanobiological response of tendon stem cells: Implications of tendon homeostasis and pathogenesis of tendinopathy. *Journal of Orthopaedic Research, 28*(5), 639–643. <https://doi.org/10.1002/JOR.21046>
- Zwerver, J., Bredeweg, S. W., & Van Den Akker-Scheek, I. (2011). Prevalence of jumper's knee among nonelite athletes from different sports. *he American Journal of Sports Medicine, 39*(9), 1984–1988. <https://doi.org/10.1177/0363546511413370>
- Zwerver, J., Kramer, T., & Van Den Akker-Scheek, I. (2009). Validity and reliability of the Dutch translation of the VISA-P questionnaire for patellar tendinopathy. *BMC Musculoskeletal Disorders, 10*(1), 102. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-10-102>

11 PŘÍLOHY

11.1 Informovaný souhlas pacienta

Informovaný souhlas

Název studie (projektu): Patelární tendinopatie u dospívajících sportovců, bakalářská práce

Jméno: ██████████

Datum narození: 2.5.2004

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka: 

Podpis fyzioterapeuta pověřeného touto studií: 

Datum: 11.4.2024

Datum: 11.4.2024

11.2 Dotazník VISA–P vyplněný pacientem

Jméno: M. S. Datum: 10.4.2024

The Victorian Institute of Sport Assessment Score

1. Kolik minut můžete sedět bez bolesti?

0 – 15 min.	15 – 30 min.	30 – 60 min.	60 – 90 min.	90 – 120 min.	> 120 min.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0	2	4	6	8	10

2. Pociťujete bolest při chůzi ze schodů?

Výrazná bolest Bez bolesti

3. Pociťujete bolest během aktivní extenze kolene bez zátěže?

Výrazná bolest Bez bolesti

4. Pociťujete bolest při výpadu?

Výrazná bolest Bez bolesti

5. Máte problémy během vykonávání dřepu?

Výrazná bolest Bez bolesti

6. Pociťujete bolest při vykonávání, nebo bezprostředně po 10 poskocích na jedné dolní končetině?

Výrazná bolest Bez bolesti

7. Podstupujete aktuálně svůj klasický plný tréninkový program?

- 0 Ne, vůbec ne
4 Modifikovaná tréninková zátěž, nebo aktivita
7 Plný trénink / soutěž ale ne na stejné úrovni jak před začátkem projevu symptomů
10 Soutěžení na stejné úrovni jako před začátkem projevu symptomů.

8. Tato otázka má 3 části – prosím zodpovězte pouze jednu část

- Pokud nepocítujete bolest během aktivity, nebo sportování → zodpovězte pouze **8a**
- Pokud pocítujete bolest během aktivity, nebo sportování, ale nemusíte kvůli tomu ukončit trénink training → zodpovězte pouze **8b**
- Pokud pocítujete bolest, pro kterou musíte ukončit sportovní aktivitu → zodpovězte pouze **8c**.

8a. Pokud nepocítujete bolest během sportování, jak dlouho trénujete?

0 – 20 min.	20 – 40 min.	40 – 60 min.	60 – 90 min.	> 90 min.
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6	12	18	24	30

8b. Pokud pocítujete nějakou bolest během sportování, ale nemusíte kvůli tomu ukončit trénink, jak dlouho můžete trénovat?

0 – 15 min.	15 – 30 min.	30 – 45 min.	45 – 60 min.	> 60 min.
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input checked="" type="text"/>
0	5	10	15	20

8c. Pokud pocítujete bolest, pro kterou musíte ukončit sportovní aktivitu, jak dlouho trénujete?

0 min.	0 – 10 min.	10 – 20 min.	20 – 30 min.	> 30 min.
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0	2	5	7	10

CELKOVÉ VISA SKÓRE