

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

TYPY RUPTUR MEDIÁLNÍHO MENISKU, LÉČBA A NÁSLEDNÁ
REHABILITAČNÍ PÉČE

Diplomová práce
(bakalářská)

Autor: Radoslav Pala, obor fyzioterapie
Vedoucí práce: PhDr. David Smékal, Ph.D.
Olomouc 2018

Jméno a příjmení autora: Radoslav Pala

Název bakalářské práce: Typy ruptur mediálního menisku, léčba a následná rehabilitační péče

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Vedoucí bakalářské práce: PhDr. David Smékal, Ph.D.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2018

Abstrakt: V praxi existuje spousta případů poranění menisků, kdy poranění mediálního menisku je častější. Poškození způsobuje mechanismus, při kterém dochází k násilné rotaci bérce na zatížené dolní končetině. Pro diagnostiku je možno použít mnoho klinických testů, ale existují i možnosti zobrazovacích metod. Léčba mediálního menisku závisí například na typu, velikosti a lokalizaci léze. Podle stavu se volí konzervativní, nebo chirurgická léčba. U chirurgické léčby jsou dále možnosti: totální, subtotální nebo parciální menisektomie, sutura menisku, alogenní transplantace. Následná rehabilitační péče se odvíjí od zvolené léčebné metody. Ve speciální části je představena kazuistika pacienta po parciální menisektomii a navržen možný rehabilitační postup.

Klíčová slova: mediální meniskus, sutura menisku, menisektomie, rehabilitační plán

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Radoslav Pala

Title of the bachelor thesis: Types of medial meniscus rupture, treatment and subsequent rehabilitation care

Department: Department of physiotherapy

Supervisor: PhDr. David Smékal, Ph.D.

The year of presentation: 2018

Abstract: In practice, there are many cases of meniscal injuries, but the medial meniscus injuries are more common. Damage is caused by a mechanism in which the shank is forced to rotate on the loaded lower limb. Diagnosis can be appointed by many clinical tests, but there are also imaging methods available. The treatment of a medial meniscus depends for example on the type, size, and location of the lesion. Depending on the condition, conservative or surgical treatment is selected. Options for surgical treatment are total, subtotal or partial meniscectomy, meniscal repair, allogeneic transplantation. Subsequent rehabilitation care is based on the chosen methods of treatment. In a special part, there is presented a case report of the patient after partial meniscectomy and a possible rehabilitation is suggested.

Keywords: medial meniscus, repair of meniscus, meniscectomy, rehabilitation protocol

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

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením PhDr. Davida Smékala, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržel zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne

.....

Děkuji PhDr. Davidovi Smékalovi, Ph.D. za cenné rady a návrhy při vedení a zpracování bakalářské práce a také pacientovi za jeho čas a ochotu.

OBSAH

1	Úvod	8
2	Přehled poznatků	9
2.1	Obecná anatomie menisků	9
2.2	Anatomie mediálního menisku	11
2.2.1	Histologie mediálního menisku	14
2.2.2	Cévní zásobení mediálního menisku	15
2.2.3	Neuroanatomie	17
2.3	Vývoj kolena a menisku	18
2.3.1	Fylogenetický vývoj	18
2.3.2	Ontogenetický vývoj	21
2.4	Kineziologie menisků	23
2.5	Funkce menisku	25
2.6	Mechanismus úrazů	28
2.7	Typy ruptur	29
2.7.1	Klasifikace ISAKOS	29
2.7.2	Vertikální longitudinální trhlina	31
2.7.3	Radiální trhlina	32
2.7.4	Trhlina typu flap nebo „papouščího zobáku“ (parrot-beak)	32
2.7.5	Horizontální trhlina	33
2.7.6	Trhlina typu „ucho od košíku“ (bucket-handle)	33
2.7.7	Komplexní, degenerativní trhlina	34
2.7.8	Trhliny kořene menisku	35
2.8	Klinické testování	35
2.9	Zobrazovací vyšetření	39
2.9.1	Rentgenové vyšetření	39
2.9.2	Vyšetření magnetickou rezonancí	39
2.9.3	Artroskopické vyšetření	39

2.10	Mechanismus hojení.....	39
2.11	Facilitátory hojení	40
2.12	Konzervativní léčba	43
2.13	Chirurgická léčba ruptur mediálního menisku	44
2.13.1	Totální menisektomie	44
2.13.2	Parciální a subtotální menisektomie	44
2.13.3	Sutura menisku	47
2.13.3.1	Technika outside-in	48
2.13.3.2	Technika inside-out	49
2.13.3.3	Technika all-inside.....	51
2.13.4	Alogenní transplantace	53
2.13.5	Implantace kolagenového menisku.....	53
2.14	Rehabilitační plán.....	54
2.14.1	Rehabilitační plán po parciální menisektomii	54
2.14.2	Rehabilitační plán po sutuře	54
2.14.3	Rehabilitační plán po alogenní transplantaci	56
2.14.4	Rehabilitační plán po implantaci kolagenového menisku	57
3	Kazuistika	59
4	Diskuze	67
5	Závěr.....	71
6	Souhrn.....	73
7	Summary.....	74
8	Referenční seznam.....	76

1 ÚVOD

V praxi je mnoho případů poranění menisku. Nikde jsem se však nesetkal s diferenciací těchto situací. Mezi fyzioterapeuty je většinou povědomí o častějším poranění mediálního menisku, ale hlubší náhled do problematiky chybí. Proto jsem se rozhodl zpracovat téma ruptur mediálního menisku a sepsat informace o této oblasti.

Menisky jsou dvojice disků z vazivové chrupavky, které hrají důležitou roli v normálním fungování lidského kolena. Mají důležitou funkci v přenosu zatížení, tlumení nárazů³, mazání kloubu, propiocepci a také působí jako sekundární omezení pro anteriorní translaci tibie (Manske, 2006).

Na poranění je náchylnější mediální meniskus než laterální. Častěji jsou postiženi muži. U mužů mezi 30.-40. rokem jsou nejčastější akutní traumatická poranění. Se zvyšujícím se věkem přibývají degenerativní poškození. K poranění menisků dochází násilnou rotací bérce při zatížené dolní končetině. Jedná se o součást komplexních poranění vazivového aparátu nebo důsledek chronické nestability. U starších pacientů může dojít k poškození degenerativně změněného menisku i při běžných činnostech, například při dřepu. U mladých jedinců většinou dochází k podélným trhlinám. Pokud jsou tyto podélné ruptury v prokrvené části menisku, mohou se zhojit. U pacientů starších 40 let jsou častější trhliny lalokovité a horizontální. Zadní roh mediálního menisku bývá postižen nejčastěji (Dungl, 2014).

Léčba mediálního menisku může být konzervativní nebo chirurgická a je odvozena od cévního zásobení menisku v místě trhliny, stáří trhliny, degenerativních změn menisku a stability kolenního kloubu. V rámci chirurgické léčby se provádí parciální a subtotální menisektomie, sutura menisku a náhrada menisku aloštěpy (Dungl, 2014).

V této práci bych rád shrnul typy ruptur mediálního menisku, možnosti jejich testování a léčby. Dále bych chtěl nastínit možný rehabilitační postup po parciální menisektomii a sutuře menisku.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Obecná anatomie menisků

Kolenní kloub je nejsložitější kloub lidského těla. Skládá se s artikulujících kostí, menisků, kloubního pouzdra, vazů a svalů. Pasivní stabilitu a kinematiku kloubu zajišťují vazy společně s tvarem kloubních ploch. Menisky vyrovnávají inkongruenci kloubních ploch, napomáhají funkci a stabilitě kloubu. Svaly zajišťují aktivní pohyb a účinkují jako aktivní stabilizátory (Dungl, 2014).

Menisky jsou vazivové chrupavky, které jsou na frontálním průřezu trojúhelníkové a jsou vloženy mezi tibiální kondyly a plateau. Výrazně zlepšují femorotibiální kongruenci a hrají zásadní roli v kinetice kolenního kloubu (Faruch-Bilfeld, Lapegue, Chiavassa, & Sans, 2016).

Mediální meniskus má tvar písmene „C“ a je tvořený předním rohem, středním segmentem a zadním rohem. Zadní roh je obvykle tlustší než přední. Laterální meniskus je ve tvaru písmene „O“ s relativně stejnou tloušťkou v průřezu (Faruch-Bilfeld et al., 2016).

Superiorní plocha menisku je konkávní v kontaktu s femorálními kondyly. Periferní plocha má cylindrický tvar a je spjata s hlubokou vrstvou pouzdra. Inferiorní plocha je téměř rovinná a leží na okraji mediálního a laterálního tibiálního kondylu (Kapandji, 1987).

Menisky jsou k tibii připojeny pomocí ligamentum (lig.) coronarium a přímým vkládáním předních a zadních rohů do kosti. Roh menisků vložený do tibie je adaptovaný k přenášení strmých a tahových zatížení z menisků na tibii (Manske, 2006).

Každý roh je zakotven k tibiálnímu kondylu v anteriorní a posteriorní interkondylární jamce, respektive: přední roh laterálního menisku před tuberculum intercondylare laterale; zadní roh laterálního menisku za tuberculum intercondylare laterale; zadní roh mediálního menisku v posteromediálním úhlu posteriorní interkondylární plochy; mediální roh mediálního menisku v anteromediálním úhlu anteriorní interkondylární plochy (Kapandji, 1987).

Dva anteriorní rohy jsou spojeny pomocí lig. transversum genus, které je samo připojeno k patele pomocí vláken corpus adiposum infrapatellare. Vazivové pruhy vedou od laterálního okraje pately k laterálním okrajům každého menisku, které tvoří

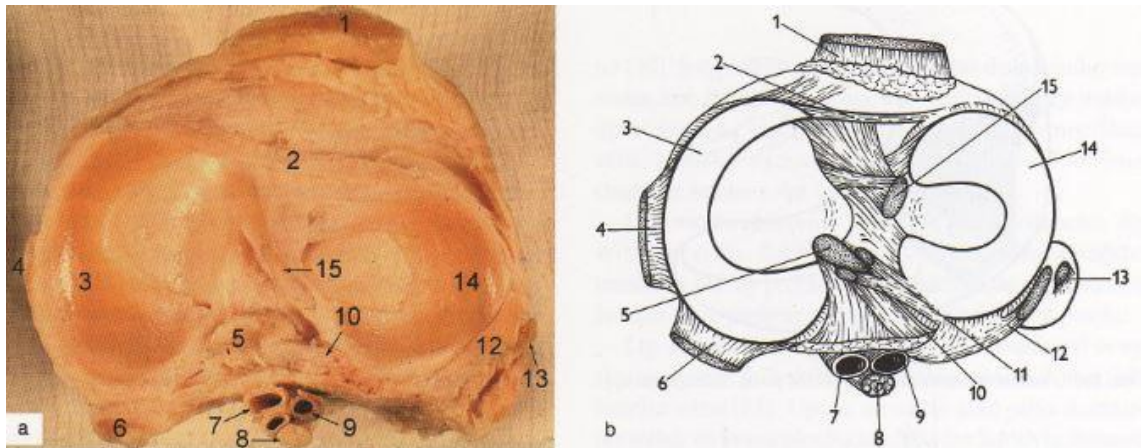
meniskopatelární vlákna. Lig. collaterale mediale kolena je připojeno jeho hlubokými vlákny na vnitřní okraj mediálního menisku. Lig. collaterale laterale je odděleno od jeho odpovídajícího menisku pomocí šlachy musculus (m.) popliteus, který posílá vláknité rozšíření na zadní okraj laterálního menisku. Šlacha m. semimembranosus posílá vláknité rozšíření na zadní okraj mediálního menisku. Nakonec jsou oddělená vlákna ligamentum cruciatum posterius (LCP) vložena do zadního rohu laterálního menisku, čímž tvoří lig. meniscofemorale. Je tam také pár vláken ligamentum cruciatum anterius (LCA) vložených do předního rohu mediálního menisku (Kapandji, 1987).

Lig. meniscofemorale posterius a lig. meniscofemorale anterius fixují zadní cíp laterálního menisku a jdou z něj po zadní a přední straně LCP ke condylus medialis femoris (Čihák & Grim, 2001).

Synoviální membrána nevystýlá kloubní pouzdro rovnoměrně. Od zadní strany pouzdra jde po obou stranách zkřížených vazů dopředu, kde je připojena na tibií a do fossa intercondylaris femoris. Vytváří střední sagitální přepážku kloubu, jejíž přední část pokračuje jako řasa, plica synovialis patellaris, před LCA od fossa intercondylaris femoris šikmo dopředu dolů, pod hrot pately. Rozbíhá se tam do stran ve vodorovné, dozadu členité synoviální řasy, plicae alares (Čihák & Grim, 2001).

Výběžky z plicae alares přesahují v 85 % případů dozadu do kloubu, přes menisky (suprameniskové řasy) a řadí se do kontaktu mezi menisky a kondyly femuru. Plicae alares jsou vyztuženy průběhem lig. transversum genus a tukovým polštářem, který zasahuje ještě dále dopředu do pouzdra jako corpus adiposum infrapatellare (Čihák & Grim, 2001).

Obrázek 1. Pohled na tibiální plateau: a) preparát, b) schéma: 1 – lig. patellae, 2 – lig. transversum genus, 3 – meniscus medialis, 4 – lig. collaterale mediale, 5 – lig. cruciatum posterius, 6 – šlacha m. semimembranosus, 7 – arteria poplitea, 8 – nervus tibialis, 9 – vena poplitea, 10 – lig. meniscofemorale posterius, 11 – lig. meniscofemorale anterius, 12 – šlacha m. popliteus, 13 – lig. collaterale laterale, 14 – meniscus lateralis, 15 – lig. cruciatum anterius (Bartoníček, Heřt, & Koutská, 2004)

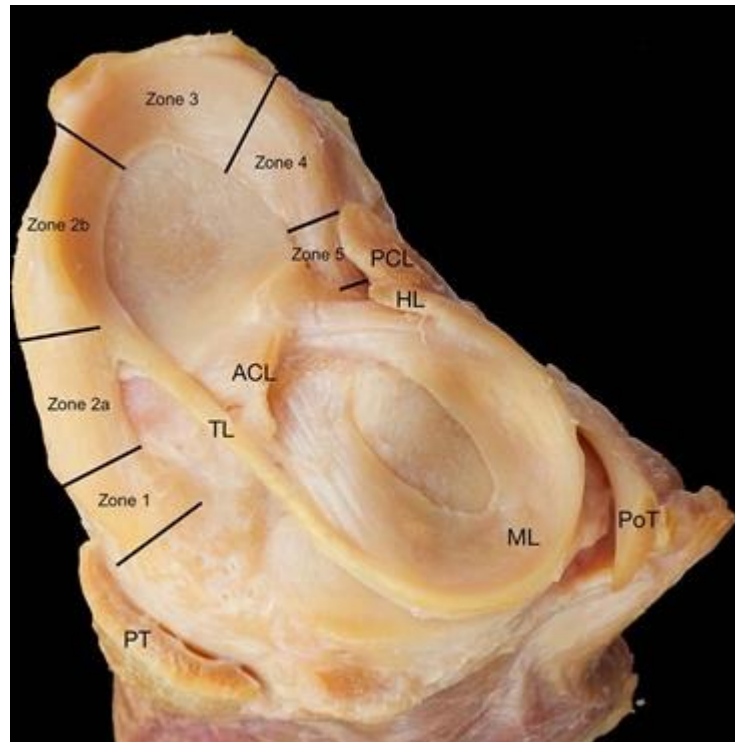


2.2 Anatomie mediálního menisku

Mediální meniskus má téměř polokruhový tvar a kryje až 50-60 % kloubního povrchu mediální tibiální plateau. Šířka mediálního menisku je přibližně 11 mm, výrazně větší v zadní oblasti a postupně se zmenšuje směrem k přednímu rohu. Během flexe kolena dochází k hlavnímu zatížení v zadní oblasti menisku. Během hluboké flexe kolenního kloubu zadní roh menisku mírně sklouzne přes zadní okraj tibiální plateau. V tento okamžik se na zadním rohu vyskytuje značné napětí a časně po opravě menisku by se hluboké flexi mělo vyhýbat (Śmigielski, Becker, Zdanowicz, & Ciszek, 2015).

Z anatomického hlediska se mediální meniskus může rozdělit do pěti zón: anteriorní kořen (zóna 1); anteromediální zóna (zóna 2a a 2b); mediální zóna (zóna 3); posteriorní zóna (zóna 4); a posteriorní kořen (zóna 5). Toto zónové rozdělení je založeno na různých anatomických charakteristikách (Śmigielski et al., 2015).

Obrázek 2. Anatomické zóny mediálního menisku: ACL – lig. cruciatum anterius, TL – lig. transversum, PT – patelární šlacha, PCL – lig. cruciatum posterius, ML – laterální meniskus, PoT – šlacha m. popliteus, HL – lig. Humphryi (lig. meniscofemorale anterius) (Śmigielski et al., 2015)



Zóna 1 – anteriorní kořen

Přední kořen mediálního menisku se nachází proximálně k superiorní straně mediálního okraje mediální tibiální tuberositas a proximálně a mediálně ke středu superiorního okraje tibiální tuberositas (Śmigielski et al., 2015).

Podle Berlet et al. (1998) existují čtyři typy upnutí předního kořenu mediálního menisku. Typ I, nejčastější, má úpon umístěný v ploché interkondylární oblasti tibiální plateau (nazývané také Jacobsenem cristae area intercondylaris anterior). Typ II má úpon více mediálně, blíž ke kloubnímu povrchu tibie. Typ III má úpon víc anteriorně, konkrétně ve spodní části tibie. Typ IV nevykazuje pevnou fixaci a pouze koronální vlákna kontrolují stabilitu menisku (Śmigielski et al., 2015).

Místo úponu anteriorního kořene obsahuje dodatečná vlákna s nižší hustotou. Průměrná plocha celkového tibiálního uchycení je přibližně 110,4 mm², ale pouze 50 % patří k centrálním, prominentním kořenovým vláknům (průměrně 56,3 mm²), která jsou nejhustší (Śmigielski et al., 2015).

Rainio et al. v roce 2002 popsali atypická místa úponu předního kořenu k přednímu zkříženému vazů v 1 % případů. Absence nebo hypermobilita předního kořene mediálního menisku je jednou z hlavních anomálií. Ve všech případech však bylo přítomno lig. obliquum, které spojovalo přední roh mediálního menisku s proximální plochou LCA (Śmigielski et al., 2015).

Zóna 2 – anteromediální zóna

Anteromediální zóna obsahuje přední roh mediálního menisku a končí s předním okrajem lig. collaterale mediale. Oblast může být dále rozdělena na dvě podzóny: přední 2a (od předního kořene k lig. transversum) a 2b (od lig. transversum k přednímu okraji lig. collaterale mediale) (Śmigielski et al., 2015).

Zóny 2a, 2b, 3 a 4 jsou k tibii připojeny jen pomocí dolní periferie s meniskotibiálním vazem (také nazývaným lig. coronarium). Nicméně v některých studiích je popsáno, že vnější okraj mediálního menisku v zóně 2 vůbec není připojen ke kloubnímu pouzdru. Vyšší periferie mediálního menisku v zóně 2a nevykazuje žádné připojení k okolním tkáním. V zóně 2b je však nejvyšší periferie menisku připojena k synoviální tkáni (Śmigielski et al., 2015).

Zóna 3 – oblast mediálního kolaterálního vazů

Jedná se o jedinou zónu, kde je celý obvod menisku připojen ke kloubnímu pouzdru. Spodní část je připojena prostřednictvím lig. coronarium (meniskotibiálním vazem) a horní část s meniskofemorálním vazem. Průřezy mediálního menisku v zóně 3 ukázaly připojení ke kloubnímu pouzdru (Śmigielski et al., 2015).

Podle této studie se nedá potvrdit pevná vazba na hlubokou vrstvu lig. collaterale mediale. Anatomická pitva stejně jako histologie vzorků ukázala pouze jednu vrstvu lig. collaterale mediale. Meniskus byl připojen ke kloubnímu pouzdru a oddělen od lig. collaterale mediale volnou pojivovou tkání. Nicméně, takzvaná hluboká vrstva lig. collaterale mediale může být formou zesílení kloubního pouzdra podobně jako je popsáno u ramenního kloubu (Śmigielski et al., 2015).

Zóna 4 – posteriorní roh

Horní část periferie menisku v zóně 4 se nepřipojuje k pouzdru. Naproti tomu se inferiorní část připojuje k tibii prostřednictvím volné pojivové tkáně formující lig. coronarium. Lig. coronarium se k tibii připojuje asi 7-10 mm pod úroveň kloubní

chrupavky a utváří v této zóně zadní femorální prohlubeň. Nachází se zde široká oblast horního okraje posteriorního rohu, která nevykazuje žádné připojení k pouzdru (Śmigielski et al., 2015).

Zóna 5 – posteriorní kořen

Místo upnutí posteriorního rohu je 9,6 mm posteriorně a 0,7 mm laterálně od mediálního vrcholu eminentia tibialis, 3,5 mm laterálně k inflexnímu bodu kloubní chrupavky mediální tibialní plateau a 8,2 mm před nejvyšším tibiálním připojením LCP (Śmigielski et al., 2015).

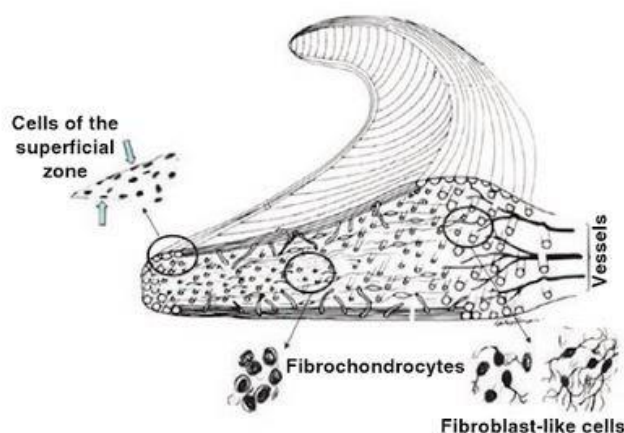
2.2.1 Histologie mediálního menisku

Meniskus obsahuje fibrochondrocyty a fibroblasty. Fibrochondrocyty jsou převážně koncentrované v hlubších částech menisku, syntetizují a udržují extracelulární matrix. Fibroblasty se nacházejí na povrchu menisku a produkují důležitý proteinový matrix (kolagen a proteoglykan), který usnadňuje přenos zatížení přes kolenní kloub. Interakce mezi kolagenem a glykosaminoglykanem umožňuje menisku chovat se jako vlákny vyztužený pevný materiál, který poskytuje odolnost proti silám napětí, kompresi a střihu (Manske, 2006).

Kolagen je hlavní fibrilární složkou menisku a mění se v závislosti na oblasti menisku. Kolageny jsou primárně zodpovědné za pevnost v tahu a přispívají až k 75 % suché hmotnosti extracelulární matrix. V červené zóně převažuje kolagen typu I, další varianty kolagenu (typ II, III, IV, VI a XVIII) jsou přítomny v méně než 1 %. Vlákna kolagenu typu I jsou orientována obvodově paralelně s periferním okrajem v hlubších vrstvách menisku. V nejpovrchovější oblasti menisku jsou vlákna typu I orientována více radiálněji. V hluboké zóně jsou radiálně umístěná vlákna tkaná mezi obvodová vlákna a zajišťují strukturální integritu. V bílé zóně je kolagen složen jen z typu II (60 %) a typu I (40 %). Kolagenová vlákna jsou silně propojena a jsou ideální pro přenos vertikální kompresní zátěže do „obloukových napětí“ (Fox, Wanivenhaus, Burge, Warren, & Rodeo, 2015).

Glykosaminoglykany menisku jsou negativně nabitě molekuly, které zadržují vodu a poskytují odolnost proti zatížení tlakem. Jiné nekolagenní glykoproteiny (jako je elastin, fibronectin a trombospondin) hrají důležitou roli při vázání matricových proteinů dohromady. Na rozdíl od kloubní chrupavky je množství proteoglykanu velmi malé (Manske, 2006).

Obrázek 3. Anatomická struktura menisku, organizace kolagenových vláken
(Lebel, Locker, Hulet, & Tardieu, 2010)



2.2.2 Cévní zásobení mediálního menisku

Meniskus je relativně avaskulární struktura s omezeným periferním krevním zásobením. Větve arteria poplitea (arteria genus inferior medialis et lateralis a arteria genus media) jsou hlavní cévy, které vyživují menisky. Radiální větve z parameniskálního plexu vstupují do menisku v pravidelných intervalech, s bohatším zásobením předních a zadních rohů. Endoligamentózní cévy z předních a zadních rohů se krátce šíří do látky menisků vytvářející uzavřené okruhy a poskytují přímou cestu k výživě. Zbytek menisku je vyživován synoviální difúzí nebo mechanickým pohybem (Fox et al., 2015).

Meniskus se rozděluje na tři zóny podle cévního zásobení:

Periferní zóna, tzv. „red-red“ zóna, která má dobré cévní zásobování a sahá do 3 mm od úponu.

Střední zóna, tzv. „red-white“ zóna, kde je proměnlivé cévní zásobování a nachází se 3 až 5 mm od úponu.

Centrální zóna, tzv. „white-white“ zóna je více jak 5 mm od úponu a je avaskulární (Dungl, 2014).

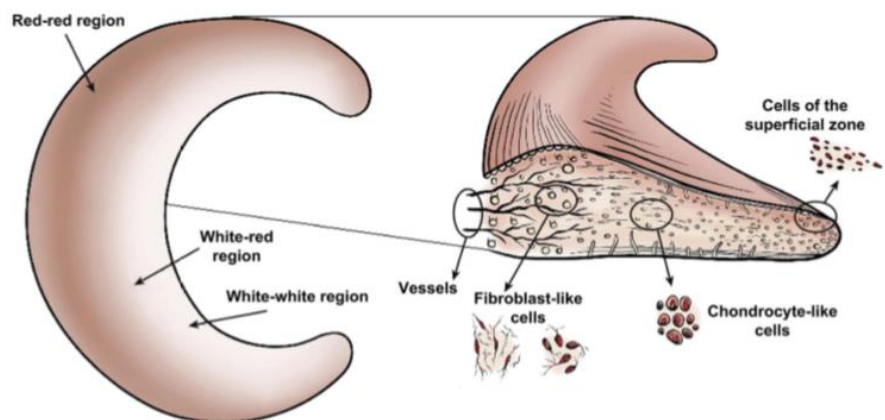
Vaskularizace menisku je primárně odvozena od arteria genus superior et inferior lateralis a arteria genus superior et inferior medialis. Arteria genus inferior medialis zásobuje periferních 20-30 % mediálního menisku. Arteria genus inferior lateralis zásobuje periferních 10-25 % laterálního menisku. Synoviální okraj, který se rozprostírá

přibližně 3 mm nad povrchem každého menisku, dále přispívá k periferní vaskularizaci. Centrálních 70-75 % obou menisků dostává výživu pouze difúzí. Vaskularizace menisku se s věkem snižuje. Léčebný potenciál menisku tedy závisí převážně na místě léze a věku pacienta. Trhliny na periférii menisku, tzn. v zónách „red-red“ a „red-white“ mají největší potenciál pro hojení (Chahla et al., 2017).

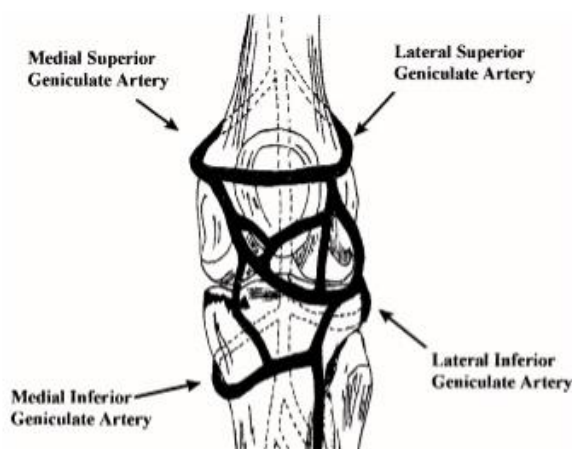
Ruptura v zóně „red-red“ má přívod krve z obou stran trhliny a má vysoký potenciál pro hojení. Trhlina v zóně „red-white“ má přívod krve zvenčí nebo z periferního aspektu trhliny, ale vnitřní aspekt je avaskulární. Trhlina v zóně „white-white“ je na obou stranách avaskulární a nevyvolává spontánní léčebnou odezvu (Manske, 2006).

Arteria genus media odstupuje nad horním okrajem lig. popliteum obliquum, kde je v dorzální části pouzdra otvor, kudy arterie prochází do kloubu. Uvnitř kloubu se dále dělí. Poskytuje významnou větev pro distální epifýzu femuru. Další větévky zásobují zkřížené vazy a zadní rohy menisků. Silnější větev pro proximální epifýzu tibie sestupuje podél zadního okraje LCA (Bartoniček et al., 2004).

Obrázek 4. Anatomická variace vaskularizace a buněčné populace menisku
(Bochyńska, Hannink, Grijpma, & Buma, 2016)



Obrázek 5. Konfluence genikulárních tepen (přední pohled) (Brindle, Nyland, & Johnson, 2001)



2.2.3 Neuroanatomie

Meniskus je inervovaný prostřednictvím rekurentní peroneální větve peroneálního nervu. Tyto vlákna vedou podél cévního zásobení a nacházejí se především v periferní cévní zóně pokrývající vnější třetinu menisku. V menisku byly identifikovány tři odlišné mechanoreceptory: Ruffiniho zakončení (typ I), Paciniho tělísko (typ II) a Golgiho šlachové tělísko (typ III). Tyto neurální prvky se ve větších koncentracích nacházejí v rozích menisků (zejména v zadních rozích) a jsou důležité pro kloubní deformaci a tlak, změny napětí a neuromuskulární inhibici. Volná nervová zakončení se nacházejí v rozích a vnějších dvou třetinách menisků (Fox et al., 2015).

Mechanoreceptory typu I (Ruffiniho) jsou nízkoprahové a pomalu se přizpůsobující změnám statické polohy a tlaku kloubu. Mechanické receptory typu II (Paciniho) jsou nízkoprahové a rychle se adaptující změnám napětí, což signalizuje kloubní zrychlení. Mechanoreceptory typu III (Golgiho) signalizují blížící se koncový rozsah pohybu kolenního kloubu a jsou spojeny s neuromuskulární inhibicí (Brindle et al., 2001).

Větší vlákna procházejí obvodově v periferní zóně, přičemž menší větve nervových vláken probíhají radiálně do menisku. Některé bolesti v případě trhlin menisků mohou vznikat v samotném menisku, zejména v případě periferních trhlin, které mohou být doprovázeny krvácením (Manske, 2006).

2.3 Vývoj kolena a menisku

2.3.1 Fylogenetický vývoj

Většina komplexních funkčních morfologických charakteristik lidského kolena není pro člověka jedinečná. Hominidi sdílejí společnou evoluční historii se všemi živými tetrapody vzhledem k vývoji komplexní morfologické asymetrie kolen. Tetrapodi zahrnují všechny obojživelníky, plazy, ptáky a savce. Kolena ptáků mají podobné morfologické charakteristiky s lidskými koleny, včetně přítomnosti křížových vazů, asymetrických kolaterálních vazů, menisků a pately. Tento společný rys lidských a ptačích kolen odráží společnou genetickou rodinu dávných časů, což znamená existenci společného předka, který mohl mít mnoho z těchto vlastností (Hulet et al., 2016).

Mossman a Sargeant v roce 1983 popsali fylogenetické vztahy hlavních tříd tetrapodů. Představili Eryopse (z období prvohor) jako společného předka žijících plazů, ptáků a savců. Koleno Eryopse není tak odlišné jako krokodýlí koleno. Oba krokodýlí menisky jsou masivní struktury dokonale padnoucí mezi plochy femuru a tibie a jsou anteriorně připojeny pomocí intermeniskálního vazů. Jsou napojeny na vnitřní plochu pouzdra pomocí jejich periferních okrajů a meniskofemorálních a meniskotibiálních vazů. *Varanus varius* (ještěř) má menisky zcela odlišné. Laterální meniskus je kontinuální masa, která kompletně odděluje femur od tibie, zatímco mediální meniskus je cirkulárně tvarovaný a dřevý v jeho středu, skrz který procházejí křížové vazy. Laterální meniskus je také připojen k fibule pomocí lig. meniscofemorale posterius. Anatomické rysy a kolenní pohyby jsou u těchto dvou exemplářů odlišné, dokládají podobnost mezi tvarem a funkcí během evoluce. U Eryopse, společného předka plazů, ptáků a savců, neměl kolenní kloub přes 320 miliónů let patelu. Patela je přítomna až posledních 70 miliónů let, kdy dorostla u ptáků, plazů a některých savců. Jedná se o pozdní vývoj ve srovnání s vývojem křížových vazů femorálních kondylů (Hulet et al., 2016).

Rodová linie počínaje Eryopsem, která vede k savcům, zahrnuje Pelykosauy, jako je *Dimetrodon* (živočich se hřbetní plachtou). Během Mezozoického období, před 250 až 70 miliony lety, femur dinosaurů a předchůdců savců vnitřně rotoval, což způsobilo, že se koleno stalo předním vrcholem, jako u současných lidí. To odpovídá rozhodující změně v postavení končetin vzhledem k páteři: přechod od transverzálních končetin k parasagitálním končetinám. Na počátku období Kenozoikum se vyvinula kostní patela nezávisle na fosilních ještěrech, ptácích a savcích. Prozkoumání kolena

černého medvěda odhaluje klasické savčí koleno, které je v morfologických rysech velmi podobné lidskému (Hulet et al., 2016).

V rodové linii primátů vedoucí k lidem se hominidi vyvinuli na bipedální postoj zhruba před 3 až 4 milióny let (období *Australopithecus afarensis*: Lucy) a před 1,3 milióny let bylo úspěšně zavedeno femoropatelární skloubení s delší laterální patelární facetou a odpovídající laterální femorální trochleou (Hulet et al., 2016).

U savců je anatomie kolena poměrně jednoduchá, se dvěma tuhými koulemi, a mají velmi malý kontakt s tibiálními glenoidálními kavitami. Jedná se o ligamenta a menisky stabilizující všechno s vloženými body dohromady, aby se zabránilo nadměrným pohybům. Tvar femoropatelárního skloubení je vysoce variabilní a závislý na způsobu lokomoce. Tyto odlišnosti v anatomickém tvaru závisí na typu pohybu mezi čtyřnožci (Hulet et al., 2016).

U koní, z nadřádu kopytníků, je koleno umístěno ve flexi a dosud nikdy nepoznalo plnou extenzi. Mezi kondyly a femorální trochleou není kontinuita. Koně spí ve stoje a tvar jejich dolních končetin je adaptovaný na zápas s řízeným a rychlým pohybem. U *Cercopithecuse*, čtyřnohého zvířete (kůň), není křivolakost femorální diafýzy. Trochlea je symetrická bez hloubky; laterální femorální kondyl je kruhový. Distální epifýza není stejná; mediální kondyl je větší než laterální a odlišný v délce (Hulet et al., 2016).

U lidoopů a medvědů, platigrádní rodina, není křivolakost femorální diafýzy a kolena jsou addukována. Trochlea je plochá a pro patelu je tam jen jedna faceta. Laterální femorální kondyl je kruhový, ale tvar distální epifýzy je více obdélníkový (mediální kondyl je větší než laterální kondyl). Křížové vazy jsou velice podobné (Hulet et al., 2016).

Tři odlišné lidské femorotibiální znaky byly vybrány jako odvozené rysy hominidů důležité k současné bipedální kráčeující chůzi. První je bikondylární úhel, který je naprosto odlišný od femuru šimpanze, jenž je rovný. Druhý rys se týká tvaru femoropatelárního žlábků: plochý pro šimpanze (obdélníkový) a žlábkovaný u člověka (čtverec) (Hulet et al., 2016).

Třetí rys se týká laterálního menisku a jeho dvojitého upnutí na tibiální plateau. U člověka přítomnost zadního tibiálního úponu laterálního menisku omezuje jeho

pohyblivost na tibiální plateau ve srovnání s jedním úponem u šimpanze. Druhý zadní úpon pomáhá v prevenci extrémního anteriorního klouzání laterálního menisku během časté extenze. Laterální meniskus je také silně vytahován dopředu během vnitřní rotace femuru na tibii. Stejně jako u extenze, kdy zadní připevnění laterálního menisku omezuje tento anteriorní pohyb. Toto upnutí, za tuberculum intercondylare laterale, je odvozeným typickým rysem mezi žijícími savci (Hulet et al., 2016).

Také u lidského kolena je vývoj meniskofemorálního vazů v křížový vaz rozhodující pro posílení zadní fixace laterálního menisku. Mimo to, ve srovnání s anatomii šimpanzů, meniskofemorální přichycení laterálního menisku na tibii a posterolaterální roh poskytuje lepší stabilitu a fixaci. Samozřejmě, jiní nelidští primáti nejsou schopni plné extenze kolenního kloubu během bipedální chůze, ačkoli jsou toho schopni během kvadrupedální chůze (Hulet et al., 2016).

Vzhledem k tomu, že suchozemský bipedalismus *Australopithecus afarensis* byl pravděpodobně spojen se schopnostmi lezení a zavěšení na stromech a byl odlišný od současných lidí, zkoumal se přechod od občasného bipedalismu k trvalému bipedalismu. Kolena primátů a dalších savců obsahují mediální a laterální fibrokartilaginózní meniskus. Mediální meniskus je u všech primátů velmi podobný. Je tvaru půlměsíce se dvěma tibiálními úpony, které se neliší od menisku *Homo sapiens*. Naproti tomu, laterální meniskus je mnohem variabilnější ve tvaru a možnosti tibiálního upnutí. Pitvy různých primátů ukázaly, že laterální meniskus vykazuje tři odlišné morfologie u dosud existujících primátů. Laterální meniskus ve tvaru půlměsíce s jedním tibiálním úponem před tuberculum intercondylare laterale je přítomen u lemurů, nártounů, ploskonosých a orangutanů. Kruhový meniskus s jedním úponem před tuberculum intercondylare laterale se nachází u všech úzkonosých, kromě orangutanů a člověka. Laterální meniskus ve tvaru půlměsíce se dvěma tibiálními úpony, jeden před a jeden za tuberculum intercondylare laterale, je přítomen jen u *Homo sapiens* (Hulet et al., 2016).

Fosilní záznam také dokládá důkaz o přechodu z fosilních záznamů s jedním úponem na dvojité upnutí laterálního menisku u tibií hominidů. Zatímco *Australopithecus afarensis* vykazuje jeden úpon, raný člověk jasně vykazuje dvojité upnutí laterálního menisku na tibii. Tento rys je známkou obvyklého provádění plné extenze kolenního kloubu během stojné a švihové fáze bipedální chůze (Hulet et al., 2016).

S kráčející bipedální chůzí jsou spojeny další rysy. Existuje mnoho rozdílů mezi dolními končetinami *Homo sapiens* a jiných primátů. Ostatní primáti, na rozdíl od lidí, chodí s flektovanými koleny (Hulet et al., 2016).

V důsledku toho je tvar femorální epifýzy odlišný. V průběhu rodové linie vedoucí k *Homo sapiens* evoluce dolní končetiny vykázala přechod od abdukovaného kolene na addukované koleno, což znamená, že se femorální anatomický úhel vyvinul na 7° valgus. Nelidské mediální femorální kondyly byly více kulové s mělkým trochleárním žlábkem a menším bikondylárním úhlem. Na druhou stranu, femorální trochlea člověka má vyšší laterální okraj a patela je odlišná (Hulet et al., 2016).

U lidského kolena je mediální kompartment velmi podobný, co se týče úponu mediálního menisku a kostního tvaru s konkávností, jako u šimpanze (Hulet et al., 2016).

U šimpanze je konvexita laterální tibiální plateau výraznější ve srovnání s tibiálním kolenem člověka. Proto dochází ke zvětšení kostního femorálního kontaktu s větší stabilitou. Laterální meniskus je stabilnější se dvěma úpony. Všechny tyto změny vedou k lepší extenzi kolene kompatibilní s bipedální chůzí, což dává větší stabilitu a menší mobilitu laterálnímu kompartmentu (Hulet et al., 2016).

Všechny tyto modifikace se shodují s modifikací pánve, zejména s klesající vzdáleností mezi sebou. Podle Tardieu je modifikace bikondylárního úhlu epigenetickým funkčním faktorem a po dobu 3 milionů let nikdy nebyl zahrnut do genomu. Vyšší laterální okraj femorální trochley, který je již přítomen u plodu, je geneticky určen. Nicméně, to se pravděpodobně získalo nejdříve epigeneticky a následně „geneticky asimilovalo“ (Hulet et al., 2016).

2.3.2 Ontogenetický vývoj

Blastemální apendikulární kostra lidského embrya se zpočátku vyvíjí jako souvislá struktura bez volných prostorů nebo kloubů oddělujících hlavní anlagen od sebe navzájem. Jakmile začne mesenchymální model chondrifikovat, v oblastech předpokládaných kloubů nastanou doprovázející změny vytvořením meziprostoru. Tato struktura má 3 vrstvy: dvě paralelní chondrogenní vrstvy a střední, méně hustou vrstvu. Interartikulární struktury (např. menisky a křížové vazy) se objeví následkem další kondenzace uvnitř této střední vrstvy (Lebel et al., 2010).

Clark a Odgen v roce 1983 uvedli brzké utváření zadního úponu laterálního menisku po 8 týdnech těhotenství, což je v souladu s literaturou o časně tvorbě obou menisků a jejich tvaru. Zárodek dolní končetiny se poprvé objevuje po 4 týdnech těhotenství. Do 6 týdnů započne chondrifikace femuru, tibie a fibuly. V tento moment je kolenní kloub představován velkým objemem blastických buněk. Meniskus je rozpoznatelný přibližně 7,5 týdnů po fertilizaci. Vytvoření koordinovaného meniskoligamentozního komplexu v koleni je skutečně prokázáno v 8. týdnu embrya (Lebel et al., 2010).

Během prenatalního vývoje meniskus nabývá jeho charakteristického hrubého tvaru. Laterální meniskus se nikdy nejeví diskoidním tvarem. Během celého růstu jsou poměry oblasti menisků vůči oblasti tibiální plateau a oblasti laterálního menisku vůči oblasti mediálního menisku celkem konstantní. V 8. týdnu je meniskus značně buněčný s velkým jaderným/cytoplazmatickým poměrem. Cévy jsou četné a nejvýznamnější společně s připojovacími místy pouzdra a menisku. Nicméně, cévy jsou identifikovatelné ve všech částech hmoty fetálního menisku. Po narození nejsou známy žádné náhlé změny ve vývoji. Jedinou hlavní postnatální změnou je postupně klesající prokrvení. Buněčnost menisku se výrazně snižuje se zvyšujícím se kolagenním obsahem. Toto cévní zobrazení odpovídá inervačnímu zobrazení. U vyspělého lidského menisku jsou na periferii a v mediální třetině menisku volná nervová zakončení a v předním a zadním rohu jsou tři typy zapouzdřených mechanoreceptorů (Lebel et al., 2010).

V 9. týdnu probíhá vývoj menisku, což vede ke vzniku femoromeniskálních a meniskotibiálních kloubních dutin, v nichž je ještě několik oblastí pojivové tkáně. Patela leží naproti a je spojena hlavně s laterálním kondylem. Trojúhelníkový prostor s přední základnou tvořící se pod patelou, je obsazen mezenchymální tkání, což může představovat první známku tvorby tukové podložky. Pomocí lig. coronarium jsou menisky periferně vázány na pouzdro (Mérida-Velasco et al., 1997).

V 10. a 11. týdnu je stupeň vývoje kolenního kloubu podobný jako v průběhu devátého týdne, až na malé změny. Nejprve se objevuje dutina tibiofibulárního kloubu a je vidět spojení mezi touto dutinou a laterální meniskotibiální dutinou. Vývoj mediálního menisku pokračuje a vede k uspořádání vnitřních femoromeniskálních a meniskotibiálních kloubů. Přední roh mediálního menisku je připojen zepředu k horní ploše tibie. Laterální meniskus je jasně patrný a jeho tvorba vede k uspořádání

postranních femoromeniskálních a meniskotibiálních kloubů (Mérida-Velasco et al., 1997).

Během 12. a 13. týdne, kdy mizí spojení mezi laterální meniskotibiální a superiorní tibiofibulární dutinou, dosahuje dutina kolenního kloubu svého dospělého vzhledu. Během 13. týdne začíná osifikace v epifýzách prvků zahrnující kolenní kloub a nejprve se projevuje v dolní epifýze femuru a horní epifýze tibie. Chrupavkové kanály napadají perichondrální zónu kondylů a pronikají z povrchových do hlubokých oblastí. U femuru tyto kanály pronikly jako první z okrajů a hlubokých částí interkondylárního zářezu femuru. U tibie přednostně pronikají z předních a horních okrajů. Invazivní cévy pochází z perikapsulární arteriální sítě, která je pro změnu závislá na kolenních arteriích. Ve 14. týdně je zahájena osifikace pately, přičemž chrupavkové kanály pronikají z předního a horního povrchu (Mérida-Velasco et al., 1997).

U fetálního menisku je většina kolagenních vláken uspořádána obvodovým způsobem podél dlouhé osy menisku. Radiální vlákna jsou umístěna především na povrchu menisku, působí jako táhlo odolné vůči longitudinálnímu štěpení. Několik radiálních vláken mění směr a procházejí vertikálním způsobem skrz hmotu menisku. Tyto vzorce prodělávají nejvýznamnější vývoj, jakmile dítě začíná chodit. Poměr kolagenních a nekolagenních proteinů se s věkem snižuje, z toho vyplývá snížení pevnosti v tahu. Tyto změny jsou nejvýraznější mezi novorozeneckým a dětským meniskem. Biochemické a cévní prostředí mladého menisku může být odpovědné za nízkou prevalenci poškození menisku u dětí. Také díky svému prokrvení a biochemickým vlastnostem může mít mladý meniskus větší opravitelný potenciál než adolescentní nebo dospělý meniskus. Toto specifikum zdůrazňuje skutečnost, že zejména u dětí je potřeba vynaložit veškeré úsilí na uchování periferně oddělených menisků opatrným, opětovným připojením (Lebel et al., 2010).

2.4 Kineziologie menisků

Základní postavení kolenního kloubu je plná extenze. Tento stav se také nazývá jako „uzamknuté koleno“. V extenzi jsou napjaty postranní vazy i zkřížené vazy. Femur, menisky a tibie pevně vzájemně naléhají. Základní pohyb je flexe a následná extenze (Čihák & Grim, 2001).

Pohyby menisků během flexe a extenze kolenního kloubu

Bod kontaktu mezi femorálními a tibiálními kondyly se pohybuje posteriorně během flexe a anteriorně během extenze, menisky následují tyto pohyby. V extenzi je zadní část tibiálního kondylu odkryta, zvláště laterální kondyl. Ve flexi menisky překonají zadní část tibiálních kondylů, zvláště laterální meniskus, který dosahuje až k zadnímu okraji laterálního kondylu (Kapandji, 1987).

Menisky začínají z extenční pozice, hýbou se posteriorně nerovnoměrně. Ve flexi, laterální meniskus ustupuje až dvakrát dál než mediální meniskus. Ve skutečnosti je zadní posunutí mediálního menisku 6 mm a laterálního menisku 12 mm (Kapandji, 1987).

Zatímco menisky ustupují, jsou zdeformovány. To je kvůli skutečnosti, že mají dva fixační body, jejich anteriorní a posteriorní rohy, přičemž zbytek struktur je svobodně mobilní. Laterální meniskus podstupuje větší stupeň distorze a posteriorní přemístění, protože jeho rohy jsou připojené mnohem blíže (Kapandji, 1987).

Menisky hrají důležitou roli jako elastické spojky, které přenášejí jakékoli kompresní síly mezi femurem a tibií. Během extenze femorální kondyly představují své největší poloměry zakřivení na tibiální kondyly a menisky jsou těsně vloženy mezi kloubní plochy. Tyto dva faktory podporují přenos kompresních sil během plné kolenní extenze. Na druhou stranu, během flexe, femorální kondyly zobrazí jejich nejkratší poloměr zakřivení a menisky jsou jen částečně v kontaktu s těmito kondyly. Tyto dva faktory, spolu s relaxací kolaterálních vazů, podporují mobilitu na úkor stability (Kapandji, 1987).

Faktory zapojené do pohybů menisků se dělí do dvou skupin: pasivní a aktivní (Kapandji, 1987).

Existuje jenom jeden pasivní element zapojený do přemístění menisků: femorální kondyly tlačí menisky anteriorně. Plochy jsou kluzké a „klín“ menisku je tlačěn anteriorně mezi femorálním kondylem a tibiálním kondylem (jako zámkový mechanismus je zcela neefektivní) (Kapandji, 1987).

Aktivní mechanismy jsou četné. Během extenze jsou menisky vytaženy dopředu pomocí meniskopatelárních vláken, které jsou napnuty pohybem pately dopředu a táhnou lig. transversum vpřed. Navíc, jak se zadní zkřížený vaz napíná, zadní roh laterálního

menisku je tlačěn anteriorně rozvinutým napětím v meniskofemorálním ligamentu (Kapandji, 1987).

Během flexe je mediální meniskus tažen posteriorně pomocí rozšířeného m. semimembranosus, který je připojený k jeho zadní hraně, zatímco přední roh je tažen anteriorně pomocí vláken LCA, který je k němu připojen. Laterální meniskus je tažen posteriorně pomocí rozšířeného m. popliteus (Kapandji, 1987).

Pohyby menisků během axiální rotace

Menisky během axiální rotace přesně následují přemístění femorálních kondylů. V počínající neutrální pozici se pohybují v opačném směru na tibiálních kondylech (Kapandji, 1987).

Během zevní rotace je laterální meniskus přitahován směrem k přední části tibiálního kondylu, zatímco mediální meniskus je tažen posteriorně. Během vnitřní rotace se mediální meniskus pohybuje dopředu, zatímco laterální meniskus ustupuje (Kapandji, 1987).

Menisky se během svých pohybů zkroutí okolo jejich pevných bodů, tj. připojení jejich rohů. Celkový rozsah pohybu laterálního menisku je dvakrát tak velký jako rozsah mediálního menisku (Kapandji, 1987).

Tyto posuny během axiální rotace jsou většinou pasivní a jsou taženy femorálními kondylly, ale je zde také aktivní mechanismus. (Kapandji, 1987).

2.5 Funkce menisku

Komplexní funkce menisku jsou složitě přizpůsobené jejich složení, struktuře a morfologii. Menisky plní mnoho důležitých biomechanických funkcí. Tyto funkce zahrnují přenos zátěže, absorpci nárazů, stabilitu, výživu, mazání kloubů a propriocepci. Slouží také ke snižování kontaktních napětí a ke zvětšení kontaktních ploch a kongruence kolenního kloubu (Fox et al., 2015).

Menisky jsou důležité pro stabilitu kolenního kloubu. Z funkčního hlediska se řadí mezi statické intraartikulární stabilizátory kolena. Vyrovňávají inkongruenci kloubních ploch (Dungl, 2014).

Přenos zatížení

Přibližně 40 až 60 % zatížení působící na extendovaný kolenní kloub se přenáší na meniskus (65-70 % laterální a 40-50 % mediální). Ve flexi se to zvyšuje až na 90 %. Axiální síly stlačují menisky během zatěžování, což vede k obvodovým namáháním. Obvodové namáhání je závislé na přeměně axiální síly na tahové napětí prostřednictvím obvodových kolagenních vláken menisku. Laterální meniskus je při kompresi vytlačen více než mediální meniskus, ale kvůli semilunární anatomii je zátěž přenášena od středu kondylů femuru, což vede k tahovému namáhání směrem k tibilní plateau. Ve stoji absorbuje většinu zatížení meniskus, nicméně při chůzi nebo při zdolávání schodů nastává změna v kontaktním napětí. Během chůze se maximální kontaktní napětí mediálního plateau nachází v oblastech kontaktu chrupavky na chrupavku, zatímco maximum kontaktního napětí laterálního menisku se vyskytuje pod meniskem. Během stoupání po schodišti je maximální kontaktní napětí mediálního menisku umístěné v zadní části plateau pod meniskem. U laterálního menisku je maximální kontaktní napětí během pozdní fáze stoupání po schodech zaznamenáno v zóně kontaktu chrupavky na chrupavku (Fox et al., 2015).

Zatížení je dobře rozloženo, když je meniskus neporušený, jeho odstranění má za následek významné snížení styčné oblasti femorálního kondylu a významné zvýšení kontaktního napětí. Celková laterální menisektomie vede k 40-50% poklesu styčné plochy a zvýšenému kontaktnímu napětí v laterální komponentě (200-300 % z normy), což výrazně zvyšuje zatížení na jednotku plochy a může přispět ke zrychlení poškození a degenerace kloubní chrupavky. Při ztrátě menisku dochází k zúžení kloubního prostoru, oslabení femorálního kondylu a tvorbě osteofytů (Fox et al., & Rodeo, 2015).

Absorpce nárazů

Schopnost menisků tlumit nárazy byla prokázána měřením vibrací v proximální tibii, které jsou výsledkem chůze. Absorpce nárazů je přibližně o 20 % menší v kolenech bez menisků. Tato funkce menisků je spojena s jejich viskoelastickými vlastnostmi, jejichž hlavní složkou je obsah vody v tkáni. Proto je náraz absorbován třecími tahovými silami, které se vykytují, jakmile tekutina uniká z tkáně (Fox et al., 2015).

Stabilita

Inkongruence spojení mezi konvexními femorálními kondyly a plochou tibiální plateau je zlepšena konkávním povrchem menisku. Dokonalé upevnění mediálního menisku na tibií přispívá k anteriorní stabilitě kolene a je častěji roztržený (zejména u kolen s nedostatečným LCA), protože je méně pohyblivý (Fox et al., 2015).

Nepoškozený meniskus omezuje nadměrný pohyb ve všech směrech, což přispívá ke stabilitě kolenního kloubu. Přestože přesná funkce meniskofemorálních vazů zůstává neznámá, předpokládá se, že při flexi a vnitřní rotaci popliteální šlacha stahuje zadní roh, a tak se snižuje zachycení laterálního menisku mezi femur a tibií. Stabilita kloubu je dále podporována strukturami měkkých tkání kloubního pouzdra (Fox et al., 2015).

Role, kterou hrají menisky ve stabilitě kloubu, může být nejlépe demonstrována ve studiích zkoumající volnost u nedostačujících LCA, menisektomizovaných kolen nebo kolen s roztrženým meniskem. Vyskytuje se větší přední tibiální translace v kolenech s odstraněným LCA a mediální menisektomií ve srovnání s koleny, kde je pouze odstraněno LCA. Odstranění LCA a laterální menisektomie nezpůsobují zvětšení anteriorní translace oproti mediální menisektomii. Zadní roh mediálního menisku je nejdůležitější struktura, která odolává přední tibiální síle v koleni s nedostačujícím LCA. Výsledná síla v mediálním menisku v koleni s dysfunkčním LCA se zvýšila o 52 % v plné extenzi a o 197 % v 60° flexi pod 134 N přední tibiální zátěže. Laterální meniskus hraje hlavní roli v manévru otočného posunu, jelikož laterální menisektomie zvyšuje translaci a rotaci a zvyšuje otočný posun. Tyto významné změny kinematiky u kolene s deficientním LCA potvrzují důležitou roli menisků ve stabilitě kolena (Fox et al., 2015).

Mazání a výživa kloubu

Menisky mohou hrát také roli při mazání a výživě kolenního kloubu. V sérii studií z roků 1932, 1946 a 1950 MacConaill uvádí, že koeficient tření kolenního kloubu se po menisektomii zvýšil o 20 %. Přesný mechanismus, kterým dochází k mazání, zůstává neznámý. Nicméně někteří autoři se domnívají, že když je koleno zatížené, menisky komprimují a cirkulují synoviální tekutinu do kloubní chrupavky, čímž snižují třecí síly během zatížení a poskytují kloubní výživu. Systém mikrokanálů v menisku, který se nachází blízko krevních cév, komunikuje se synoviální dutinou. Předpokládá se, že mohou poskytovat transport tekutiny pro mazání a výživu (Fox et al., 2015).

Propriocepce

Menisky mohou mít proprioceptivní roli, jak naznačuje přítomnost mechanoreceptorů v předních a zadních rozích menisků. Předpokládá se, že rychle se adaptující mechanoreceptory (např. Paciniho tělísko) zprostředkovávají pocit pohybu kloubu, zatímco pomalu adaptující se mechanoreceptory (např. Ruffiniho zakončení a Golgiho šlachový orgán) zprostředkovávají pocit polohy kloubu. Identifikace těchto neurálních prvků (umístěných převážně ve střední a vnější třetině menisku) ukazuje, že meniskus je schopen detekovat proprioceptivní informace, a tak hraje důležitou aferentní roli v mechanismu sensorické zpětné vazby kolena (Fox et al., 2015).

2.6 Mechanismus úrazů

Traumatické léze jsou způsobeny nadměrnými mechanickými silami na zdravý meniskus. U mladých lidí se trhliny obvykle vyskytují při nepřímém úrazu do valgózního pohybu s vnější rotací tibie s 20° flexí v koleni nebo s hyperflexí následovanou náhlou extenzí kolenní kloubu. Naopak degenerativní léze se vyskytují v důsledku běžných mechanických sil působících na poškozený meniskus pomocí intersticiální myxoidní degenerace. Horizontální trhlina menisku se může vyvinout spontánně nebo může být způsobena lehkým úrazem (Faruch-Bilfeld et al., 2016).

Při pohybech kolena mohou být menisky poraněny, pokud selžou v následování pohybů femorálních kondylů na tibiální kondyly. Jsou tak „nevědomky chyceny“ v abnormální pozici a jsou stlačeny mezi „kovadlinou a kladívkem“. K tomu dochází například při násilné extenzi kolena (při kopání ve fotbale): jak je tibie silně tlačena na femur, jeden z menisků se nepohne dopředu a je chycen mezi femorální a tibiální kondyly. Tento mechanismus, velmi běžný mezi fotbalisty, vede k transverzálním trhlinám nebo k oddělení anteriorního rohu, který se pak na sebe přeloží (Kapandji, 1987).

Jiný mechanismus způsobuje lézi menisku zahrnující kroučící pohyby kolenního kloubu, který kombinuje laterální posunutí a laterální rotace. Mediální meniskus je pak přitahován směrem do středu kloubu pod konvexitu mediálního femorálního kondylu. Když je kloub extendován, je zachycený a rozdrcený mezi dvěma kondyly s následnými možnými důsledky: longitudinální štěpení menisku nebo kompletní oddělení menisku od kloubního pouzdra nebo komplexní trhlinu menisku. U všech těchto longitudinálních lézí se může centrální volná část menisku vrátit zpět do interkondylárního zářezu tak, že meniskus převezme tvar bucket-handle. Tento typ léze je velmi běžný mezi fotbalisty (při

pádu na flekované koleno) a mezi horníky, kteří musí pracovat přikrčeni (Kapandji, 1987).

Další příčinou poranění menisku je ruptura křížového vazy, např. LCA. Mediální femorální kondyl již není zadržován vzadu a „svorka“ posteriorního rohu mediálního menisku je odtržena od kapsulárního připevnění posteriorně nebo se roztrhne vodorovně (Kapandji, 1987). Zranění menisku jsou častá v koleni s nedostatečným LCA, jako výsledek abnormálního tibiálního překladu. Poškození laterálního menisku je obvykle spojeno s akutním roztržením LCA, zatímco trhliny mediálního menisku se vyskytují u osob s chronickou nedostatečností LCA (Manske, 2006).

Jakmile je meniskus roztržený, poraněná část nedokáže následovat normální pohyby a stáhne se mezi femorální a tibiální kondyly. V důsledku toho se koleno „zablokuje“ ve flexi, která je výraznější, čím je ruptura posteriornější. Plná extenze je pak nemožná (Kapandji, 1987).

Degenerace menisků byla nalezena v asymptomatickém kontralaterálním koleni u pacientů s roztrženým meniskem. To naznačuje, že někteří pacienti, kteří mají degeneraci menisků jsou pravděpodobně náchylní na roztržení menisků. (Manske, 2006).

2.7 Typy ruptur

2.7.1 Klasifikace ISAKOS

Mezinárodní společnost artroskopie, chirurgie kolen a ortopedické sportovní medicíny (ISAKOS) vytvořila kolenní výbor, který se dohodl na standardní terminologii, která by měla být zařazena do klasifikační a chirurgické dokumentace. Různé popisné kategorie týkající se patologie menisku zahrnují:

Hloubku trhlin

Hloubka trhlin je popsána jako částečná nebo úplná. Částečná trhlina menisku se rozkládá přes jednu z kloubních ploch menisku (např. buď horní, nebo dolní, ale ne obě). Úplná trhlina se rozkládá na horní i dolní ploše nebo na vnitřní i vnější ploše menisku. Zobrazení na magnetické rezonanci pomocí sagitálních a koronálních 2D a 3D snímků je obvykle dostatečné k rozlišení částečné a úplné trhliny (Wadhwa et al., 2016).

Umístění a šířku okraje

Šířka okraje se vztahuje k obvodovému umístění trhliny ve vztahu ke třem definovaným zónám podél šířky menisku od vnitřního ke vnějšímu obrysu, jmenovitě zóna 1, 2 a 3. Trhliny jsou odstupňovány podle toho, jak daleko do menisku se trhlina táhne. Zóny jsou definovány takto:

- Trhliny zóny 1 mají šířku okraje menší než 3 mm
- Trhliny zóny 2 mají šířku okraje 3 až 5 mm
- Trhliny zóny 3 mají šířku okraje větší než 5 mm

Radiální umístění

Podle doporučení výboru jsou menisky rozděleny do tří různých zón – přední, střední a zadní, z nichž každá obsahuje asi třetinu menisku (Wadhwa et al., 2016).

Centrální popliteální hiatus

Trhlina laterálního menisku, která se částečně nebo kompletně rozšiřuje před popliteálním hiatem, je považována za centrální popliteální hiatus. Tato centrální oblast je jediným místem, kde není meniskus přímo spojen s kloubním pouzdem. Proto je tento úsek laterálního menisku nejvíce mobilní, když je artroskopicky vyšetřován. Na rozdíl od podélných trhlín v jiných oblastech laterálního a mediálního menisku, kde může být kloubní pouzdro použito pro ukotvení artroskopických oprav, podélné trhliny centrálně k popliteálnímu hiatu vyvolávají obavy pro vaskularitu a opravitelnost obou menisků. Podélné trhliny zón 2 a 3 zahrnující popliteální hiatus, které opouští okraj tkáně laterálního menisku posteriorně, mohou být opravitelné. Zadní okraj menisku může v takovém případě sloužit jako kotevní bod pro zařízení pro opravu menisků nebo stehy. Rozsáhlejší trhliny v této zóně mohou vyžadovat excizi nebo fixaci laterálního menisku ke šlaše m. popliteus (Wadhwa et al., 2016).

Vzor trhliny

Výbor se shodl na následující terminologii, která popisuje různé vzory trhlín: podélně-vertikální (prodloužení by bylo „bucket-handle“), horizontální, radiální, vertikální klapka, horizontální klapka a komplexní. Jiné radiologické popisy jako jsou oblique tear nebo parrot beak tear nejsou v klasifikačním systému prezentovány (Wadhwa et al., 2016).

Kvalitu tkáně

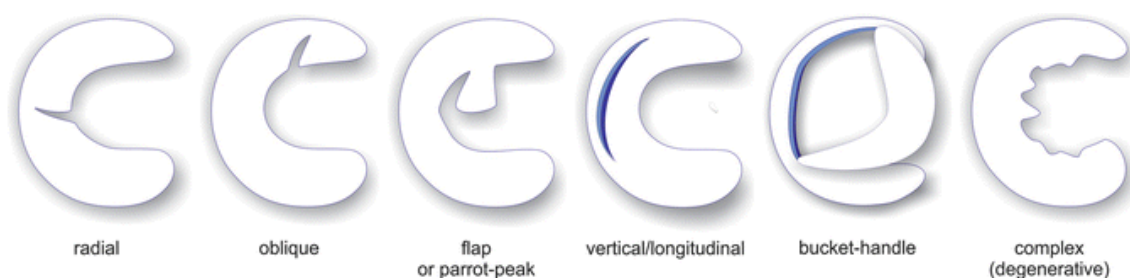
Kvalita tkáně může být klasifikována jako nedegenerativní, degenerativní nebo nedeterminovaná. Popisované degenerativní vlastnosti zahrnují kavitaci, více trhlinové vzory, změkčené tkáně menisku, fibrilace nebo jiné degenerativní změny. Přítomnost fasciálního edému nebo zánětlivých změn na snímcích magnetické rezonance je někdy pozorována u nedávných poranění menisku (Wadhwa et al., 2016).

Délku trhlin

Délka trhlin se vztahuje k rozměru trhliny menisku, která se dostává na povrch menisku. Zaznamenává se maximální délka trhlin. Axiální rekonstrukce podél zakřivení menisku jsou velmi užitečné ke zjištění délky trhlin menisku. V opačném případě by se mohly použít koronální nebo sagitální snímky v závislosti na místě trhliny menisku (Wadhwa et al., 2016).

Morfologie trhlin mediálního menisku se zdá být spojena s charakteristickými klinickými příznaky: bolest při chůzi, bolest při převracení v posteli a citlivost mediálního kloubního prostoru jsou charakteristickými příznaky radiální trhliny středního segmentu; popliteální bolest je charakteristická pro trhlinu zadního kořene; citlivost mediálního kloubního prostoru je charakteristická pro horizontální trhlinu zadního segmentu; bolest při stožení a přenosný/chytlavý pocit jsou charakteristické pro flap tear (Kamimura, Umehara, Takahashi, Aizawa, & Itoi, 2015).

Obrázek 6. Klasifikace trhlin menisku (LaPrade, Arendt, Faucett, & Getgood, 2017)



2.7.2 Vertikální longitudinální trhlina

Podélná trhlina probíhá paralelně s obvodem menisku a kolmo k tibiálnímu plateau. Obvykle je vidět u mladších pacientů a je spojena se zkrouceným translačním zraněním, jako jsou trhliny LCA. Trhlina obvykle odděluje meniskus od vnitřních a vnějších segmentů, které se objevují jako svislá čára ve střední části menisku. Léze je nejlépe vidět

na sagitálních snímcích jako superio-inferiorně přímá trhlina. Třídímní šikmý koronální snímek může ukázat lézi podobně jako artroskopie. Tyto léze typicky zahrnují periferní nebo centrální třetinu (zóna 1 a 2) zadního menisku a jsou spojeny s meniskokapsulárními poraněními. Obecně jsou trhliny menisků považovány za stabilní, pokud jsou neúplné, krátké (< 1 cm) a vykazují posunutí < 3 mm při artroskopickém vyšetření. Když se vnitřní segment menisku podélné trhliny posune do kloubního prostoru (nejčastěji do interkondylárního zářezu), tak to vede k tzv. vertical flap nebo bucket-handle trhlině. Na sagitálních snímcích může být fragment bucket-handle mediálního menisku viděn jako tmavý pás před LCP a tento výskyt se nazývá „double PCL sign“. Pokud je posunutý segment viditelný za předním rohem laterálního menisku, je známý jako "flipped meniscus" nebo "double delta" příznak (Wadhwa et al., 2016).

2.7.3 Radiální trhlina

Radiální trhlina se táhne od vnitřního volného okraje menisku, probíhá kolmo k tibiálnímu plateau a dlouhé ose menisku. Může být částečná nebo úplná, v závislosti na tom, zda protíná část nebo celou tloušťku menisku. Trhlina může vypadat jako štěrbina v jedné zobrazovací rovině a jako zkrácení volného okraje nebo „stín menisku“ v jiné v závislosti na části menisku. Představují nejčastější typ trhlin u mladých dospělých a typicky se vyvíjejí ve slabých bodech nebo ve spojení předních nebo zadních částí menisku se střední částí. Axiální snímky jsou nejlepší pro demonstraci tloušťky léze. Vyvíjejí se na nepřemístěné (dříve známé jako parrot-beak tear) nebo na přemístěné komplexní trhliny. „Trhlina kořenového vazů“ nebo „kořenová avulze“ je typ radiální trhliny, která obvykle zahrnuje zadní kořen mediálního menisku nebo přední kořen laterálního menisku. Kořenové trhliny mohou být spojeny s podkožním trakčním edémem, cystami nebo tukovými změnami, podkladovou degenerací kořene menisku a mediálním vytlačováním těla menisku. Mezi další typy trhlin patří horizontal flap tear nebo vertical flap tear, které představují rozšíření příslušných jednoduchých trhlin (Wadhwa et al., 2016).

2.7.4 Trhlina typu flap nebo „papouščího zobáku“ (parrot-beak)

Flap trhliny obecně spadají do spektra degenerativních trhlin, způsobené buď horizontálními, nebo šikmými prasklinami menisku s horním nebo dolním vytlačováním fragmentu do zákoutí menisku nebo interkondylárního prostoru. Flap trhliny se obvykle týkají těla a zadního rohu menisku a vytlačení se vyskytuje v blízkosti tibiálního plateau. Nicméně, u laterálního menisku se častěji vyskytuje u zadního rohu (Jarraya et al., 2017).

2.7.5 Horizontální trhlina

Vzhledem k fyziologickým charakteristikám laterálního kompartmentu, kde je meniskus vystaven střížným silám, se tato trhlina vyskytuje převážně u laterálního menisku. Horizontální trhlina není vždy symptomatická a může být těžko považována za zdroj bolesti kolena. Pokud jsou přítomny klinické příznaky, zahrnují bolest, která může být lokalizovaná na laterální straně kloubu, difúzní přechodný kloubní výpotek a případně parameniskální cystu (Lebel et al., 2010).

Horizontální trhlina probíhá rovnoběžně s tibiální plateau a objevuje se jako vodorovná čára, která odděluje meniskus od horních a dolních částí. Na sagitálních snímcích horizontální trhliny otevřou „rybí ústa“ apexu menisku. Měly by být distingované s rozkročenou horizontální flap trhlinou (dříve popsané jako oblique tear). Ta se dotýká spodního povrchu menisku šikmo a změna signálu se nerozprostírá na apex menisku. Horizontální trhlina obecně představuje degenerativní typ trhliny a může být spojena s tvorbou intra- nebo parameniskální cysty, která souvisí s pronikáním kloubní tekutiny přes trhlinu. Intrameniskální cysta může vést k rozšíření menisku a léze je obvykle více hyperintenzivní na obrazy proton density (PD) i fsPD ve srovnání s myxoidní degenerací. Zatímco difúzní hyperintenzita je pozorována na 2D snímcích s těmito intrameniskálními cystami. Na 3D snímcích s vysokým rozlišením by se v těchto lézích mohly zobrazovat malé mikrobubliny, které odrážejí vzhled absorpce tekutiny v architektuře menisku (Wadhwa et al., 2016).

Horizontální trhlina mediálního menisku se během flexe rozšiřuje a deformuje posteriorně. Rozšíření trhlinové mezery koreluje s velikostí horizontální trhliny (Amano et al., 2015).

Možnosti léčby pro symptomatické horizontální trhliny zahrnují menisektomii a opravu, když selže konzervativní léčba (Kim, Lee, Chay, Lim, & Bae, 2016).

2.7.6 Trhlina typu „ucho od košíku“ (bucket-handle)

Tato trhlina je vertikální nebo šikmá s longitudinálním prodloužením směrem k přednímu rohu, ve kterém je vnitřní fragment často přemístován k interkondylárnímu zářezu. Termín bucket-handle je odvozen od vzhledu trhliny, ve kterém se vnitřní vytlačený fragment menisku podobá rukojeti a periferní nepřemístěná část kbelíku. Bucket-handle trhlina se často týká celého menisku, ale také může zahrnovat jen zadní roh a tělo nebo jeden roh menisku, a je běžná u kolen s nedostačujícím LCA. Jedná se o

nejběžnější typ vytačených „flap“ trhlín vyskytující se přibližně u 10-26 % pacientů a častěji se týká mediálního menisku. Vnitřní převrácená část menisku může zůstat neporušena nebo může být narušena (Fox et al., 2015).

Pro opravu této ruptury může být použita technika all-inside (pro zadní a střední segment) a technika outside-in (pro přední segment). V případě dlouhé trhliny může použití sondy vložené přes třetí transtendinózní Gillquistův port umožnit držení axiálního segmentu ve správné poloze. Pak může být trhlina fixována (Lebel et al., 2010).

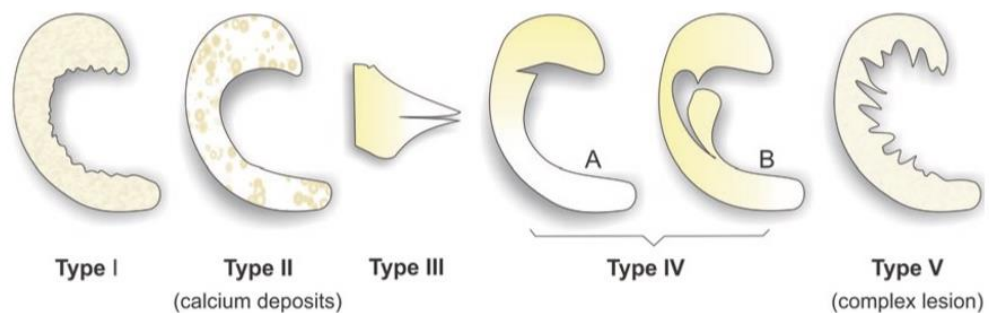
2.7.7 Komplexní, degenerativní trhlina

Komplexní trhlina je kombinací dalších trhlín, které se vyskytly v několika rovinách. Objevují se častěji u starších pacientů a v zadním rohu. Obecně jsou tyto trhliny neopravitelné. Trhliny by měly být odstupňovány na převládajících schématech. Komplexní trhliny zahrnují dva nebo více trhlínových schémat. Trhliny laterálního menisku, které se částečně nebo úplně rozšiřují před popliteálním hiatem, by měly být považovány za centrální popliteální hiatus (Hulet et al., 2016).

Klasifikace degenerativních trhlín menisku

Klinický scénář těchto poranění je často spojen s dekompenzací po malém traumatu nebo dokonce bez traumatické události. Hmotu menisku jeví makroskopické a mikroskopické změny nazývané myxoidní degenerace. Dorfmann a kol. v roce 2010 artroskopicky klasifikovali degenerativní trhliny menisku do 5 typů: Typ I – hmota menisku není přerušena. Makroskopicky se meniskus zdá být plochý a žlutý a vnitřní okraj je otrhaný. Typ II – je charakterizován přítomností vápenatých ložisek, to znamená chondrokalcinózy. Typ III – Jedná se o horizontální „cleavage“ trhlínu. Typ IV – v tomto typu je obraz radiální trhliny (IVa) nebo flap trhliny (IVb). Typ V – je definován jako celkové poškození, často spojené s osteoartrózou (LaPrade et al., 2017).

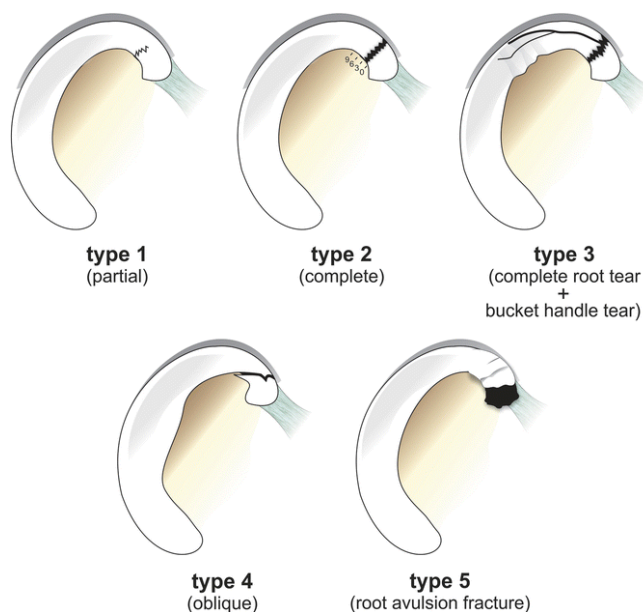
Obrázek 7. Klasifikace degenerativních trhlín menisku (LaPrade et al., 2017)



2.7.8 Trhliny kořene menisku

Je důležité rozpoznání těch trhlín, které se vyskytují ve vaskulární zóně menisku, mají dopad na výsledky a zejména na urychlení progresu osteoartrózy. Obvykle jsou popsány jako radiální kořenové trhliny, zatímco traumatické trhliny kořenů menisku jsou vzácné. Traumatické trhliny zadního laterálního menisku jsou často nalezeny s trhlínou LCA. V roce 2015 Christopher LaPrade a kol. představili klasifikaci kořenových trhlín na základě jejich morfologie v pěti typech, kde: Typ I – je definován jako stabilní a částečná trhlina kořene menisku. Typ II – je kompletní radiální trhlina kořene menisku v rozmezí 9 mm připevnění kořene menisku, který je dále rozdělen do tří podtypů podle posunu trhlíny kořene menisku v IIa ($0 < 3$ mm), IIb (3-6 mm) a IIc (6-9 mm). Typ III – je spojení kompletní trhlíny kořene menisku a bucket-handle trhlíny. Typ IV je komplexní a šikmá trhlina v rozmezí 9 mm středu připevnění kořene menisku. Typ V je kostní avulze připojení kořene menisku (LaPrade et al., 2017).

Obrázek 8. Klasifikace trhlín kořene menisku (LaPrade et al., 2017)



2.8 Klinické testování

Akutní, traumatické ruptury u mladších pacientů a atraumatické, degenerativní ruptury u starších pacientů představují kontinuitu patologie, která se často projevuje vlastními obtížemi v diagnostice a léčbě. Převládání ruptur menisku v celkové populaci bylo obtížné identifikovat kvůli vysoké frekvenci asymptomatických nebo nedagnostikovaných lézí. V některých severoevropských zemích je odhadovaný výskyt trhlín menisku 2 z 1000 osob/rok. Studie provedená Englundem et al. v roce 2008

zaměřená na degenerativní trhliny, zjistila, že 35 % přihlášených pacientů starších 50 let mělo pozitivní snímky na rupturu menisku, z nichž 2/3 byly asymptomatické. Rizikové faktory spojené s vývojem symptomatické trhliny menisku byly identifikovány jako BMI > 25 kg/m², mužské pohlaví a povolání vyžadující klečení, dřepění nebo chůzi po schodech. Ve vojenské studii zaměřené na akutnější, traumatické ruptury menisku se odhaduje, že výskyt v činné službě činí 8,27 na 1000 osob/rok (Babu, Shalvoy, & Behrens, 2016).

Diagnóza roztrženého menisku může být často provedena z pečlivé historie, fyzikálního vyšetření a vhodných diagnostických testů. Nástup příznaků a mechanismus poranění jsou často klíčem k diagnóze. Syndromy způsobené rupturami menisků lze rozdělit do dvou skupin. Skupina s uzamčením, kde je diagnóza jasná a skupina, ve které uzamčení chybí a diagnóza je obtížnější. V první skupině bylo uzamčení klasicky popsáno. Nicméně, uzamčení nemusí být rozpoznáno, ledaže je poškozené koleno srovnáno s opačným normální kolenem, které by mělo vykazovat 5 až 10° rekurvace. Pokud pacient nemá uzamčení, mohou být důležité následující znaky: atrofie m. quadriceps s výpotkem, citlivost kloubní štěrbiny (nebo menisku) a reprodukce cvaknutí nebo bolesti manipulativními manévry během fyzického vyšetření (Gupta, Mahara, & Lamichhane, 2016).

Otok kloubu u akutních trhlín menisku se objevuje spíše později (> 24 hodin). Atraumatické, degenerativní patologie menisku se častěji projevují zákeřným nástupem bolesti. U starších pacientů může být tato diagnóza obtížně odlišitelná od osteoartrózy. Mechanické příznaky jsou poměrně časté, pacienti často popisují pocit „zamknutí“, „cvaknutí“, „prasknutí“ a někdy i pocit „podlomení“ kolena. Symptomy mají tendenci narůstat a ustupovat s měnícím se množstvím aktivit (Babu et al., 2016).

Při fyzickém vyšetření je citlivost kloubní štěrbiny často popisována jako nejcitlivější nález pro diagnostikování trhliny menisku, nicméně není příliš specifický. Blokování aktivního a pasivního rozsahu kloubu, zejména hluboké flexe je spojováno s komplexnějšími trhlinami menisku. Několik provokativních vyšetřovacích manévru pro bolesti v menisku zahrnují Apleyův kompresní test, McMurrayův test, Steinmannův test a Thessalyův test. Základním předpokladem těchto testů je aplikace axiální síly na kolenní kloub pro nasimulování zatížení, zatímco je zajištěn rotační moment okolo nohy, aby se vyvolalo cvaknutí, prasknutí nebo bolest. Kocabey a kol. v roce 2004 vyhodnotili

účinnost různých vyšetřovacích manévřů při diagnostice patologie menisků a zjistili, že kombinace citlivosti kloubní štěrbinu, pozitivních testů McMurray, Steinmann a Apley má 80% citlivost na patologii mediálního menisku a 92% citlivost na patologii laterálního menisku (Babu et al., 2016).

McMurrayův test

Pacient leží na zádech, terapeut převede koleno do maximální flexe. Pro vyšetření mediálního menisku jednou rukou palpuje posteromediální kloubní štěrbinu a druhou rukou drží nohu a bérce rotuje zevně. Pro vyšetření laterálního menisku jednou rukou palpuje posterolaterální kloubní štěrbinu a druhou rukou drží nohu a bérce rotuje dovnitř. Koleno postupně extenduje do 90° flexe. Při poškození menisku vyvolá rotace bérce bolest a přeskočení v kloubní štěrbině (Gallo, 2011).

Apleyův test

Kompresní test je dalším postupem určeným k diagnostice roztrženého menisku. Pacient leží na břiše s jednou dolní končetinou v 90° flexi. Terapeut jemně poklekne na zadní stranu stehna, aby ho stabilizoval, zatímco se pevně opírá o patu, aby stlačil mediální a laterální meniskus mezi tibii a femur. Následně provádí vnitřní a vnější rotaci tibie vůči femuru, zatímco udržuje pevnou kompresi. Pokud tento manévr způsobuje bolest, je pravděpodobné poškození menisku. Pacient je vyzván, aby co nejpřesněji popsal polohu bolesti. Bolest na vnitřní straně indikuje poškození mediálního menisku a bolest na vnější straně naznačuje poškození laterálního menisku (Hoppenfeld, 1976).

Distrakční test pomáhá rozlišit poranění menisků od poranění postranních vazů. V logickém sledu by tento test měl následovat kompresní test. Zůstává se ve stejné pozici jako při kompresním testu a udržuje se stabilita na zadní straně stehna. Provádí se trakce bérce za současné vnitřní a vnější rotace tibie. Tento manévr snižuje tlak na menisky a způsobuje napětí laterálního a mediálního postranního vazů. Pokud jsou vazy porušeny, pacient si stěžuje na bolest. Test by neměl být bolestivý, pokud je porušen jen meniskus (Hoppenfeld, 1976).

Payerův test

Pacient se posadí do tureckého sedu, popřípadě si ještě může přitlačit kolena k podložce. Bolest v zadní části mediálního menisku kloubní štěrbinu svědčí pro poškození zadního rohu mediálního menisku (Gallo, 2011).

Steinmannův I. příznak

Pacient sedí na okraji stolu se svěšenými bérce. Terapeut uchopí nohu a provede poměrně silnou zevní a vnitřní rotaci bérce. Poškození menisku vyvolává bolest v příslušné kloubní štěrbině. Při zevní rotaci bérce se objevuje bolest v mediální štěrbině při poranění mediálního menisku. Během vnitřní rotace bérce je bolest v laterální štěrbině při poranění zevního menisku (Gallo, 2011).

Steinmannův II. příznak

Pacient leží na zádech a koleno má v extenzi. Terapeut prstem vyhmatá bolestivé místo na mediální štěrbině. Při zvětšování flexe se bolestivé místo přesouvá dozadu (Gallo, 2011).

Böhlerův příznak

Pacient leží na zádech, koleno má v extenzi. Terapeut tlačí bérec do addukce. Bolestivost v oblasti mediální kloubní štěrbině svědčí pro poranění mediálního menisku (Gallo, 2011).

Childress (chůze v dřepu)

Dřep a chůze v dřepu zvýší tlak v oblasti zadních rohů menisků. Pokud tento pohyb vyvolává bolest nebo pacient není tohoto pohybu vůbec schopen, značí to poranění zadního rohu menisku. Je nutné odlišit bolest vycházející z patelofemorálního skloubení (Dungl, 2014).

Thessalyův test

V případě, že se test provádí ve 20° flexi v kolenním kloubu, je zaznamenána vysoká diagnostická přesnost pro detekci trhlin v laterálním i mediálním menisku. Thessalyův test je dynamické šíření kloubního zatížení v koleni. Terapeut dává pacientovi podporu přidržím jeho natažených rukou. Pacient následně provádí třikrát vnitřní a vnější rotaci kolena a těla, přičemž koleno drží v lehké 20° flexi. Pokud je test pozitivní, pacienti s podezřením na trhlinu menisku pociťují bolest v mediální nebo laterální kloubní štěrbině (Blyth et al., 2015).

2.9 Zobrazovací vyšetření

2.9.1 Rentgenové vyšetření

Radiografie kolen nemůže prokázat patologii menisku, ale je schopna vyloučit kostní patologie a zhodnotit přítomnost degenerativních změn. Stojné rentgenové snímky (anteroposteriorní při 0°, posteroanteriorní při 45° („Rosenbergův pohled“), laterální, Merchantův pohled) mohou prokázat snížení kloubního prostoru, nezpevněná (uvolněná) těla, chondrokalcinózu, osteofyty, subchondrální kostní cysty, sklerózy a další degenerativní změny (Fox et al., 2015).

2.9.2 Vyšetření magnetickou rezonancí

Magnetická rezonance je cenná zobrazovací metoda pro diagnostiku ruptur menisku s přesností v rozsahu 82-95 %. Senzitivita a specifita magnetické rezonance jsou 93 % a 88 % pro trhliny mediálního menisku a 79 % a 95 % pro trhliny laterálního menisku. Spinové echo nebo rychlé spinové echo protonové hustoty s nebo bez nasyceného tuku, T1 a gradientní echo jsou nejčastěji používané sekvence (Fox et al., 2015).

Podle vzhledu na snímku magnetické rezonance existuje klasifikace trhlin menisku. Stupeň 0 představuje intaktní, normální meniskus. Signály stupně 1 a 2 neprotínají horní a dolní kloubní plochu menisku, ale mohou představovat degeneraci menisku. Signál stupně 3 protíná horní a/nebo dolní kloubní plochu menisku a představuje trhlinu (Fox et al., 2015).

2.9.3 Artroskopické vyšetření

Diagnostická artroskopie se stala zlatým standardem pro hodnocení poranění menisků a určení proveditelnosti úspěšné opravy. Pro charakterizaci velikosti trhliny, stupně nestability, kvality tkáně, zóny trhliny (červeno-červené, červeno-bílé a bílo-bílé) a vyhodnocení šířky a celistvosti okraje menisku se používá sonda (Fox et al., 2015).

2.10 Mechanismus hojení

Léčebný proces začíná vytvořením fibrinové sraženiny, která působí jako lešení pro následnou opravu. Meniskální a synoviální buňky migrují do fibrinové sraženiny a cévy z kapilárního plexu a vaskulárních synoviálních okrajů rostou do fibrinové sraženiny. Léze se léčí tvorbou fibrovaskulární jizvy (Manske, 2006).

Mechanismus opravy menisku postupuje podle dvou vzorů. Vnější cesta, která se obvykle vyskytuje u lézí cévní oblasti, kde je síť kapilár, která dodává nediferencované

mesenchymální buňky s živinami pro vyvolání hojení. Vnitřní cesta je založena na schopnosti autoopravy vazivové chrupavky menisku a synoviální tekutiny. Čím je umístění poškození menisku centrálněji, tím nižší je vnitřní reakce. V těchto případech je zapotřebí dalších faktorů pro zajištění biologické odezvy a okolní synoviální tekutina není prvkem, který podporuje opravu (de Albornoz & Forriol, 2012).

Pro opravu poškozených tkání je nezbytná angiogeneze nebo tvorba nových cév z již existujících kapilár. Existují známky, které podporují expresi angiogenních růstových faktorů, jako jsou metabolické faktory, zánětlivé procesy a genetické mutace. Induktory angiogeneze jsou proteiny, jako je fibroblastický růstový faktor, tkáňový růstový faktor, hepatocytový růstový faktor, faktor nádorové nekrózy, IL-8 a angiopeptin. Z molekulárního hlediska je tento proces založen na rovnováze stimulace a inhibice různých molekul (de Albornoz & Forriol, 2012).

Poranění menisku má potenciál se snadno léčit, pokud se nachází v cévní oblasti, ale samotné cévní zásobení samo o sobě neopravuje defekt menisku. Schopnost hojení menisku byla vyšší na periférii než v avaskulární oblasti, protože kmenové buňky, které stimulují růst, podporu a hojení tkání se nacházejí na periférii menisku (de Albornoz & Forriol, 2012).

2.11 Facilitátory hojení

Fibrinová sraženina

Fibrinová sraženina slouží jako lešení a jako zdroj stimulujících faktorů pro léčení menisku. Vřetenové buňky menisku reagují na chemotaktické a mitogenní faktory. Meniskální buňky jsou schopny množit a vyvíjet extracelulární matrix in vitro, když jsou vystaveny mitogenním a chemotaktickým faktorům, které se vyskytují v hematomu. Původ opravných buněk je nejistý, avšak časná přítomnost fibroblastů v meniskálním poškození naznačuje důležitou úlohu povrchových buněk menisku a synoviálních buněk jako zdroje kmenových buněk v kloubu (de Albornoz & Forriol, 2012).

Fibrinové lepidlo

Problémem při aplikaci fibrinových sraženin je jejich špatná lepivost. Nemůže stimulovat hojení, pokud nezůstane pevná a stabilní. Fibrinové lepidlo je kombinací koagulačních faktorů (fibrinogen, trombin, CaCl₂ a faktor XIII) s aprotininem. Adhezivní vlastnosti fibrinového lepidla jsou lepší než sraženina, ale postrádají biologické

vlastnosti. Fibrinové lepidlo je indikováno pouze u malých stabilních lézí, protože je schopno udržet překrývající hrany poranění bez stimulace opravy. Sdružování fibrinového lepidla a kmenových buněk kostní dřene podporuje hojení menisku, stejně jako kombinace fibrinového lepidla a vaskulárního endoteliálního růstového faktoru. Fibrinové lepidlo může být použito v kombinaci se šitím nebo může být fragmentováno a aplikováno stříkačkou (de Albornoz & Forriol, 2012).

Synoviální štěp

Synoviální štěp obsahuje kmenové buňky odvozené od synovie. Je slibným zdrojem kmenových buněk pro opravu chrupavky a menisků, které poskytují jejich vyšší chondrogenní a osteogenní sílu než mesenchymální kmenové buňky odvozené z kostní dřene, adipocytů nebo periostu. Za vhodných stimulačních podmínek jsou schopny migrovat k poruše chrupavky a vyvolat chondrogenní diferenciaci. Tyto vlastnosti jsou užitečné pro transplantaci do avaskulární oblasti menisku a synoviální buňky hrají důležitou roli při repopulaci synoviálních štěpů. Mají vysokou míru diferenciaci a slouží jako bohatý zdroj kmenových buněk (de Albornoz & Forriol, 2012).

Synoviální buňky mají neznámou funkci při opravě menisku. Tyto buňky jsou však citlivé na podněty různých růstových faktorů. Modifikovaly genovou expresi a stimulovaly růstové faktory odvozené od fibroblastů (de Albornoz & Forriol, 2012).

Během oprav je buněčná linie prvních 6 týdnů většinou fibroblastická. Původ těchto buněk je dvojitý: od meniskálních fibrochondrocytů a ze synoviálních buněk. Buňky dosáhly až k vadě pomocí invaginace povrchu menisku, jeho horní a spodní plochy, a z kanálků provedených suturou. Kolagenová vlákna byla vzácná a dezorganizovaná (de Albornoz & Forriol, 2012).

Synoviální alograft by zjednodušil chirurgickou techniku a zabránil tak řezání chlopně, která by byla chirurgicky náročnější. In vitro synoviální štěp vykazoval vyšší proliferaci buněk a novotvorbu kolagenu. Ve 4. týdnu vykazovala skupina synoviálního štěpu zřetelné známky hojení, zatímco v kontrolní skupině došlo k nárůstu buněčných komponent na obou stranách léze bez vyplnění. Buňky fibrinové sraženiny pokryly lešení a vadu, ale nebyla přítomna novotvorba kolagenu (de Albornoz & Forriol, 2012).

Periost

Souběžně s realizací synoviálních štěpů je periost potenciálním zdrojem kmenových buněk. Z periostu vznikají chondrocyty a fibrochondrocyty, které se podílejí na opravě menisku. Periost byl vybrán jako donorní tkáň v muskuloskeletálním bioinženýrství jako zdroj chondrogenních faktorů. Chondrogenese periostu má dvě různé fáze: buněčnou proliferaci, následovanou buněčnou diferenciací a depozici matrix bohaté na proteoglykany. In vitro může být tkáň chrupavky získána z periostu a stimulací TGF- β 1 (de Albornoz & Forriol, 2012).

Plasma bohatá na trombocyty

Plasma bohatá na trombocyty je zdrojem růstových faktorů, které indukují hojivou reakci stimulováním angiogeneze, chemotaxe, syntézy kolagenové matrix a proliferace buněk (de Albornoz & Forriol, 2012).

Mesenchymální kmenové buňky jsou pluripotentní buňky, které jsou díky své vývojové plasticitě schopné diferenciovat na specifické léčebné typy buněk. Studie ukázaly produkci hojné extracelulární matrix kolem buněk v avaskulární oblasti a obnovení tkáně menisku. Spojení růstových faktorů a mesenchymálních kmenových buněk v implantátech lešení demonstruje zvýšení proteoglykanů a syntézy kolagenu. Kombinace mesenchymálních kmenových buněk a sutury, s nebo bez fibrinového lepidla, se jeví jako nejúčinnější léčba (de Albornoz & Forriol, 2012).

Cévní vstupní kanály (trepanace)

Cévní vstupní kanály jsou tunely vytvořené z vaskulární části periferie menisku (červené zóny) až k centrálnější avaskulární oblasti (bílé zóně). Teoreticky, trepanace umožňuje proliferaci fibrovaskulární jizvy v poškozené části menisku (Brindle et al., 2001).

Obroušování synovie

Obroušení synovie chirurgickým štěpením aktivuje chemotaktické faktory, které stimulují léčbu menisku. Nadměrná synovektomie během debridementu menisku zabraňuje meniskální regeneraci. Migrace synoviálních buněk na vadu menisku může zvýšit hojení. Když se vzdálenost mezi obroušenou synovií a vadou zvětší, může být hojení menší. Chirurgové obecně obroušují okraje a povrchovou vrstvu trhliny menisku, aby se dále podporovalo hojení (Brindle et al., 2001).

Laser

Lasery jsou běžněji používány při ablací nebo zničení poškozeného materiálu menisku během artroskopických menisektomií. Navrhované mechanismy ablace jsou fototermální, fotochemické a fotomechanické, přičemž každý mechanismus má různé biologické účinky. Fototermální efekt dlouhotrvajících laserů s kontinuální vlnou mohou odpařit tkáň. Fotochemické účinky se vyskytují při disociaci vazeb molekulárních tkání, také nazývaných fotoablativní rozklad. Fotomechanické účinky se vyskytují při vystavení tkáně krátkým laserovým impulzům, které namáhají tkáň mimo její mechanickou pevnost. Příkladem nadměrného fotomechanického účinku je termoelastická expanze způsobená tvorbou bublin v tkáni menisku po intervenci laserovým zářením. Kavitace tkáně za přítomnosti napětí v tahu může vést k dalším degenerativním změnám. Forman a kol. zkoumali použití laseru k podpoře in vitro hojení u lidských menisků, které také obdržely fibrinovou sraženinu a uvedli, že laser pomáhá předcházet posunu matricové sraženiny, což umožňuje více času pro absorpci fibrochondrocytů do meniskální vady (Brindle et al., 2001).

2.12 Konzervativní léčba

Pacienti s trhlinou menisku obvykle popisují nepříjemné pocity při chůzi a nečekané uzamykání, cvakání nebo praskání, které mohou způsobovat nestabilitu chůze. Proto by měla neoperativní léčba obnášet snížení takových symptomů. Pacienti mohou dosáhnout počáteční úlevy od bolesti dočasnou změnou aktivity a aplikací nesteroidních antiflogistik (Fazalare, McCormick, & Babins, 2009).

Přibližně jedna třetina trhlin menisku může být úspěšně léčena pomocí konzervativní léčby snížením otoku, zvýšením rozsahu pohybu v kolenním kloubu a zvýšením síly svalů, které stabilizují koleno. Po odeznění akutních symptomů by rehabilitační cíle měly zahrnovat posilování svalů a zlepšení vytrvalosti v izolovaných svalových skupinách s využitím cvičení v otevřených a uzavřených kinematických řetězcích. Pro podporu proprioceptivní regenerace mohou být použity berle nebo ortéza (Fazalare et al., 2009).

2.13 Chirurgická léčba ruptur mediálního menisku

2.13.1 Totální menisektomie

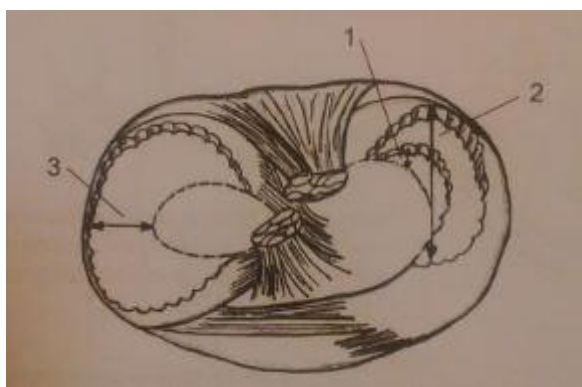
Bland-Sutton v roce 1897 popsal menisky jako „bezfunkční zbytky intraartikulárních svalů nohou“. Chirurgické odstranění menisku bylo zavedeno koncem 19. století a otevřená totální menisektomie byla považována za standardní přístup po většinu 20. století. Bylo to proto, že studie ukázaly vynikající krátkodobé výsledky menisektomie včetně návratu do tvrdé práce nebo sportu. Na druhou stranu byly zdokumentovány nepříznivé dlouhodobé výsledky po celkové menisektomii. McMurray v roce 1923 hlásil, že menisektomie může mít za následek artritidu, která naznačuje vztah mezi sekundární artritidou a bolestí ovlivněnou změnami počasí. King v roce 1936 uvedl, že množství degenerace je úměrné velikosti odstraněného segmentu. Fairbank v roce 1948 popsal, že menisektomie může predisponovat degenerativní změny, pokud je meniskus poškozen během postupu, což vedlo chirurgy k tomu, aby si uvědomili důležitost menisku a výsledky odstranění menisku. Krause a kol. v roce 1976 hlásili, že částečná menisektomie způsobila pokles o 1/3 v kontaktní oblasti, a tudíž třikrát větší nárůst zatížení v kolenním kloubu. Podle studie Baratze et al. v roce 1986 došlo k poklesu kontaktní plochy o přibližně 75 % a vrcholový kontaktní tlak se po mediální menisektomii zvýšil přibližně o 235 %. Ve studii Ahmeda a Burka se tlak na menisku zvýšil o 85 % při flexi a kontaktní tlak se po celkové menisektomii zvýšil o 100-200 %. Zvýšení kontaktního tlaku po menisektomii způsobuje přetížení kloubní chrupavky, což vede ke ztrátě a rozpadu proteoglykanu a ke zvýšení hydratace. Vliv menisektomie na dysfunkci kloubní chrupavky byl potvrzen pouhým okem nebo mikroskopicky u zvířecích modelů (Jeong, Lee, & Ko, 2012).

Výsledky studií naznačují, že menisektomie není neškodným postupem. Bylo tak vynaloženo úsilí na udržení menisku v co největší míře během opravy, aby se zabránilo komplikacím celkové menisektomie. Částečná menisektomie byla doporučena jako alternativa, pokud oprava není možná (Jeong et al., 2012).

2.13.2 Parciální a subtotální menisektomie

Během parciální menisektomie se odstraňují jen volné nestabilní fragmenty. Subtotální menisektomie se týká odstranění i periferních částí menisku, patří tam i kompletní odstranění zadního rohu zahrnující periferní okraj menisku (Dungl, 2014).

Obrázek 9. Typy resekce menisku (Dungl, 2014)



1 – parciální menisektomie

2 – subtotální menisektomie

3 – totální menisektomie

Artroskopická parciální menisektomie je miniinvazivní diagnostický a terapeutický proces, který zahrnuje částečné odstranění menisku. To se může lišit od drobného ořezávání poškozené části menisku až po odstranění trhliny z meniskokapsulárního spojení. Ve většině případů je tato operace ideální procedurou pro koncept tzv. one-day surgery. Jedná se o zákrok, který umožňuje zachování normální funkce menisku a zabraňuje nebo snižuje riziko vzniku osteoartrózy, která se může vyvinout po totální menisektomii. (Dašić, Bulatović, Kezunović, Beničić, & Bokan, 2015). Tento přístup je určen pro flap trhliny a radiální trhliny ve vnitřní nebo avaskulární oblasti a horizontální cleavage trhliny (Manske, 2006).

Poškozená část menisku se může resekovat v kuse nebo po menších částech. Ponechává se zarovnaný stabilní periferní okraj. Při menisektomii se používá anteromediální a anterolaterální přístup. Během parciální menisektomie se odstraňují pouze volné, nestabilní úlomky menisku (Dungl, 2014).

Tabulka 1. Umístění portu podle místa poranění menisku (Jeong et al., 2012)

Léze	Zobrazovací port	Pracovní port
Zadní roh mediálního menisku	Laterální port	Mediální strana
Tělo a přední roh mediálního menisku	Mediální port	Laterální strana
Zadní roh laterálního menisku	Mediální port	Mediální strana
Střední třetina těla laterálního menisku	Laterální port	Mediální strana

Resekce vertikální longitudinální trhliny

Identifikuje se velikost trhliny přes kontralaterální port a zredukuje se trhlina. Částečně se řeže zadní připojení opouštějící malý můstek tkáně a poté se kompletně odřeže přední připojení. Uchopí se přední fragment menisku a oddělí se od zadního rohu. Odstraní se centrální fragment tak, aby byla kontura hladká a oříznou se místa předního a zadního připevnění, přičemž se dbá na to, aby za centrálním fragmentem nebyla ukrytá žádná další okultní trhlina. Prozkoumá se neúplná inferiorní plocha trhliny pro stanovení stability (Jeong et al., 2012).

Resekce šikmé trhliny

K šikmé trhlině se přistoupí zezadu. Fragmenty se rozdělí na malé části pomocí basket forcepsu nebo se odstraní velké trhliny vcelku. Odřízne se přední šikmá trhlina s artroskopickými nůžkami a odstraní se fragment pomocí grasperu. Ořízne se přední a zadní okraj menisku, aby se předešlo namáhání při vstávání ve zbývajícím okraji menisku. (Jeong et al., 2012).

Resekce transverzální nebo radiální trhliny

Po prozkoumání trhliny se nakreslí obrys zadního fragmentu pomocí basket forcepsu a resekuje se přední roh pomocí 90° basket forcepsu. Zachovává se dostatečné množství tkáně menisku, aby se vytvořila kontura tvaru C (Jeong et al., 2012).

Resekce horizontální cleavage trhliny

Po určení, zda by měl být odstraněn jeden, nebo oba listy podle jejich stability, se resekuje jedna, nebo obě chlopně trhliny na konci roviny štěpení pomocí basket forcepsu. Vyšetří se hloubka trhliny a pokud je nejsilnější část zbývajícího listu 1-2 mm, resekuje se zbývající list a zjemní se periferní okraj (Jeong et al., 2012).

Resekce degenerativních trhlín

Basket forcepsem se odstraní hlavní chlopeň a oříznou se okraje pomocí motorizovaného resektoru (Jeong et al., 2012).

Částečná menisektomie se vyznačuje nízkým podílem komplikací a rychlou a jednoduchou rehabilitací pacienta. Při částečné menisektomii se zabráňuje dalšímu poškození vnitřních kolenních struktur. Tento postup však není konečnou léčbou, měl by

být spíše považován za počátek kontrolovaného rehabilitačního programu pro brzký a hladký návrat do každodenního života, práce a sportu (Dašić et al., 2015).

2.13.3 Sutura menisku

K sutuře menisku jsou určeny longitudinální ruptury nacházející se v části menisku, kde je cévní zásobení (periferní a střední oblast). Dále nestabilní ruptury delší než 10 mm a u pacientů mladších 40 let, protože u starších je už horší cévní zásobení a přibývají degenerativní změny. Ideální je provést suturu ruptury menisku do 12 týdnů od jejího vzniku. Ke zhojení má lepší tendenci léze laterálního menisku. Hojení trhliny se podpoří oživením přilehlé synoviální výstelky (abraze), odstraněním nestabilních částí z kontaktních ploch ruptury (debridement) a případně vytvořením kanálků v periferní prokrvené úponové části menisku nápichy jehlou pro lepší prostup cév („needeling“) (Dungl, 2014).

Pro šití menisku se používá vertikální a horizontální U-stehy vstřebatelným (maxon, síla 2-0; 0,1) nebo nevstřebatelným (ethibond, daxon, synthofil, síla 2-0) materiálem. Stehy z nevstřebatelného materiálu fixují déle, a proto jsou vhodné pro ošetření ruptur v hůře prokrvených částech menisku. U delších ruptur je vhodné vstřebatelné a nevstřebatelné stehy kombinovat. Sutura musí být pevná a stabilní. Fixace vertikálním stehem umožňuje lepší adaptaci ploch ruptury a je asi 2x pevnější než fixace horizontálním stehem. Horizontální steh umožňuje lepší adaptaci kloubních ploch menisku. Proto se většinou stehy kombinují. Ideální vzdálenost mezi stehy je 3-5 mm. Čím je ruptura centrálněji umístěna, tím se vzdálenost mezi stehy zmenšuje (Dungl, 2014).

Operuje se v bezkreví, nejlépe s končetinou fixovanou v držáku, který umožní dostatečné rozevření příslušné části. Při sutuře mediálního menisku se zavede artroskop s 30° optikou anterolaterálním přístupem do kloubu. Z anteromediálního přístupu se zavede sonda a upřesní se rozsah a lokalizace léze. Pak se ošetří léze. U starších lézí se šetrně oživí a očistí okraje trhliny, zvláště periferní okraj a abraduje se synoviální výstelka v oblasti léze nad a pod meniskem, což podpoří hojení. K tomu se užívají speciální malé rašple, klíštky nebo shaver. Nástroje se zavádí anteromediálním nebo pro léze v zadním rohu posteromediálním přístupem (Dungl, 2014).

Pro suturu menisku jsou používány tři artroskopické techniky: outside-in (steh se zakládá z vnější strany kloubu přes kloubní pouzdro do menisku, uzlí se vně kloubu),

inside-out (steh se zakládá z menisku přes kloubní pouzdro ven z kloubu, uzlí se vně kloubu) a all-inside (steh se zakládá a uzlí uvnitř kloubu) (Dungl, 2014).

2.13.3.1 Technika outside-in

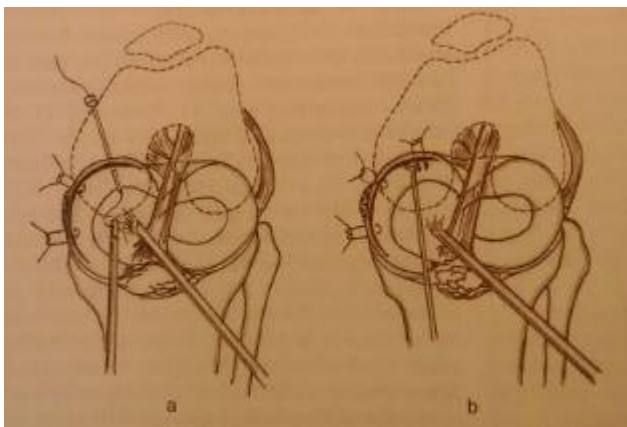
Tato technika je jednoduchá a nevyžaduje speciální instrumentarium (mohou se použít spinální nebo standardní jehly). Není vhodné ji použít pro ošetření ruptur v zadní části menisku. Je vhodná pro suturu střední a přední části menisku. Repozice nestabilních lézí může být složitější. K sutuře se může užít jen vhodný šicí materiál, který lze protáhnout jehlou (např. monofilament PDS) (Dungl, 2014).

Výhody této techniky zahrnují lepší vizualizaci během pronikání do menisku, protože nástroje neblokují zorné pole mezi artroskopem a meniskem. Navíc jsou nástroje používané pro tuto techniku menšího průměru než ty, které se používají pro techniku inside-out a tak nabízejí lepší manévrovatelnost s menší pravděpodobností poškození povrchu chrupavky (Fazalare et al., 2009).

Technika outside-in zahrnuje průchod stehu zvnějšku dovnitř za použití dvou pevných paralelních kanyl. Nejprve je incize provedena do kapsuly na úrovni kloubní štěrby. Skrz kapsulu je zavedena spinální jehla 18 G, která propichuje tělo menisku. Je třeba věnovat pozornost tomu, aby se vyhnula tenkému vnitřnímu okraji menisku, který může být snadno roztržen. Po vyjmutí zavaděče ze spinální jehly se skrz jehlový lumen zasune suture passer (Fazalare et al., 2009).

Pod přímou vizualizací jsou stehy pomocí miniaturních kleští vedeny skrz drátěnou smyčku suture passeru. Suture passer je vytažen z jehly, aby jeden konec švu prošel skrz kapsulu. Proces se opakuje s druhou spinální jehlou 3 mm nad nebo pod první. Bylo prokázáno, že vertikální stehy jsou lepší než horizontální stehy. Dále je volný konec stehu uchopen z první jehly, která je uvnitř kloubu a je přiváděna skrz drátěnou smyčku druhého suture passeru. Druhý suture passer je vytažen a oba volné konce stehu budou mimo kloub. Tyto dva konce stehu jsou pak svázány nad kapsulou (Fazalare et al., 2009).

Obrázek 10. Sutura longitudinální trhliny mediálního menisku technikou outside-inside a – jehly se s volným vláknem zavedou zvenku přes kloubní pouzdro; jehla proniká přes bázi menisku a trhlinu do centrální části menisku, z anteromediálního přístupu se zavede do kloubu drapák, kterým se vlákno z kloubu vytáhne, b – na konci vlákna se vytvoří větší uzel, který se tahem za druhý konec vlákna vtáhne zpět do kloubu až dosedne na meniskus (Dungl, 2014)



2.13.3.2 Technika inside-out

Tato technika vyžaduje speciální instrumentárium. K zavedení dlouhé flexibilní jehly se používají speciální jednoduché nebo dvojitě kanyly. Je vhodná pro ošetření ruptur ve všech částech menisku a pomáhá při repozici nestabilních ruptur. Při sutuře zadního rohu menisku vyžaduje pomocnou posteromediální nebo posterolaterální incizi. Nevýhodou je riziko poranění neurovaskulárních struktur, na laterální straně je ohrožen nervus peroneus communis a na mediální straně nervus saphenus (Dungl, 2014).

Diagnostická artroskopie by pak měla být provedena 30° artroskopem přes obecně užívané anteromediální a anterolaterální vstupy. Sonda se používá ke stanovení typu, umístění, stability a rozsahu jakýchkoli trhlin. Jakékoli periferní trhliny viditelné v zadní části kolene jsou obvykle dobře vaskularizovány a jsou dobrými kandidáty pro opravu (Fazalare et al., 2009).

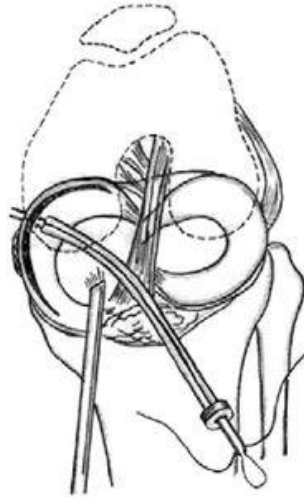
Po zhodnocení trhliny menisku jsou okraje očištěny od všech fibrinových a synoviálních zbytků. K očištění a ořezávání okrajů při přípravě na opravu lze použít celoobvodový řezací nástroj, rašpli nebo artroskopický shaver. Pokud je trhlina zadní a periferní, je nejlepší použít posteromediální nebo posterolaterální vstup zavedený pod přímou vizualizací (Fazalare et al., 2009).

Při provádění opravy menisku je důležité správné umístění kolena. Mediální meniskus by měl být opravován s kolenem v relativně extendované poloze (10° až 20°). Toto je ideální poloha pro přiblížení kapsulárních tkání a menisku, kromě toho se vyvaruje zvrásnění posteriorní kapsuly. Musí být provedena posteromediální nebo posterolaterální extrakapsulární expozice, aby se vyhnulo neurovaskulárním strukturám a aby se jehly při průchodu kapsulou bezpečně získali zpět. Jakmile je trhlina připravena a expozice kompletní, mohou být stehy vedeny z vnitřní strany ven. Existuje mnoho předběžně ohnutých kanyl s jednoduchým nebo dvojitým průsvitem, které mohou pomoci v průchodu jehly a švů. Pro opravu menisku je nejlepší použít nevstřebatelné 2-0 stehy se zužující se jehlou, ačkoli se konfigurace a počet stehů u chirurgů liší. Stehy by měly být umístěny 3 až 4 mm od okraje trhliny tak, aby nedošlo ke srašštění opravy a odstranění stehu (Fazalare et al., 2009).

Po výběru požadované kanyly je dlouhá flexibilní jehla dvojitého ramena 2-0 švu rozvinuta a vyčnívá až 3 mm ze zkosené špičky. Jednotka jehly a kanyly může být použita k propíchnutí nebo redukci nestabilní části menisku. Jehla je pak posunuta přes trhlinu do stabilního okraje. Špička kanyly by měla být umístěna daleko od zadních neurovaskulárních struktur. Jehla pomalu postupuje, dokud se nezobrazí v zadní expozici. Druhá jehla pak prochází buď horizontálním nebo vertikálním matracovým typem (Fazalare et al., 2009).

Dokud nejsou všechny švy provlečeny, nejsou spojeny. Důležitým krokem pro opravu menisku je lehce stanovené napětí na stehy za použití sondy k posouzení stability a dostatečnosti opravy. Následně by měly být zajištěny uzly v požadované pozici kolene, přičemž se zkontroluje, zda je vyčištěna jakákoli přebytečná tkáň ze smyček stehů (Fazalare et al., 2009).

Obrázek 11. Sutura longitudinální trhliny mediálního menisku technikou *inside-out*; založení horizontálního stehu ve střední části menisku pomocí zahnuté dvojité kanyly a dvou dlouhých flexibilních jehel s vláknem (Dungl, 2014)



2.13.3.3 Technika *all-inside*

Původně byla tato technika popsána jako technicky náročná pro řešení periferních trhlin v zadním rohu menisku. Časem byla zjednodušena zavedením speciálních rigidních materiálů (*dart*, *arrow*, *stinger*). Použití těchto implantátů bylo spojeno s rizikem poškození chrupavky na kondylech, a proto od nich bylo upuštěno. V současnosti se používá další generace fixačních prvků, které umožňují vertikální a horizontální suturu stehem s vláknem na povrchu menisku. Nové systémy zahrnují zaváděcí jehlu, která obsahuje dvě fixační kotvičky spojené neabsorbovatelnými vlákny s připraveným skluzným uzlem. Meniskus se propíchně jehlou přes trhlinu a zavede se první kotvička s vláknem na bázi menisku. Jehla se vytáhne z menisku a ve vzdálenosti asi 4 mm se meniskus opět propíchně jehlou přes lézi a zavede se druhá kotvička, nyní se vlákno dotáhne. Implantáty jsou vhodné pro suturu střední a zadní části menisku (Dungl, 2014).

Pro vykonávání techniky *all-inside* se používají různé bioabsorbovatelné materiály, stejně jako neabsorbovatelné šicí nástroje. Přestože navrhovaná možnost využití zahrnuje snadné použití, existuje několik způsobů selhání. Nejpodstatnějším způsobem neúspěchu je vytažení fixátoru, kdy povznesený fixátor může způsobit chondrální poškození nebo porušení a uvolnění těl menisků (Fazalare et al., 2009).

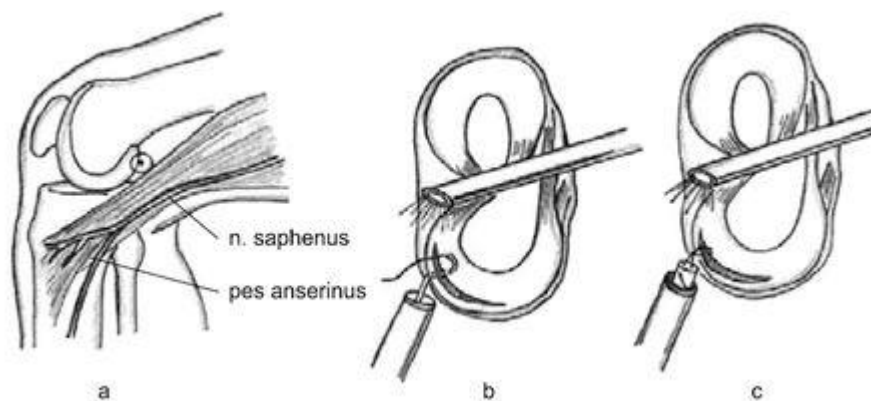
Tradičně *all-inside* technika vyžaduje zřízení buď posteromedálního nebo posterolaterálního pracovního portu pod přímou vizualizací artroskopu. Na laterální

straně kolene je centrálně zaměřená kanyla umístěna v „měkkém bodu“ nad hmatnou šlachou m. biceps femoris a 3 cm proximálně od hmatného zadního aspektu laterálního femorálního kondylu. Vytvoření tohoto portu by mělo být vytvořeno s kolenem v 90° flexi pro uvolnění zadní kapsule a zabránění poranění nervus peroneus communis (Fazalare et al., 2009).

Posteromediální port je vytvářen podobně jako posterolaterální port. Nejprve je nalezen měkký bod nad hmatnými šlachami hamstringů. Kanyla je zaměřena směrem ke středu kolenního kloubu v poloze nad a proximálně od posteromediální kloubní štěrbině s kolenem v 90° flexi. Při vytváření posteromediálního portu je nejvíce ohrožen nervus saphenus (Fazalare et al., 2009).

Jakmile je získán zadní port, jsou shaverem očištěny okraje trhliny menisku. Jednoduché stehy jsou pak vedeny vertikálním způsobem pomocí nástroje „suture hook“. Tento nástroj je sérií 16 G jehel s háčkem, které jsou na pracovních koncích spojeny s kanylovanou hřídelí a rukojetí s válečkovým zařízením. Válečkové zařízení posouvá šití skrz kanylu a konec jehly. Toto zařízení může být použito přes zadní port a lze s ním ručně manipulovat, aby proniklo oběma okraji trhliny. Steh pak může být rozvinut skrz hrot jehly a napříč trhlinou. Po odstranění zařízení se použije suture grabber k přivedení obou větví prošlé sutury mimo zadní port. Knot pusher slouží k zavázání artroskopického uzlu k zajištění okrajů trhliny. Míjení a vázání uzlu by mělo probíhat centrálně až mediálně nebo laterálně v závislosti na tom, který meniskus je opravován (Fazalare et al., 2009).

Obrázek 12. Sutura longitudinální trhliny v zadním rohu mediálního menisku původní technikou all-inside: a – umístění posteromediálního přístupu, b – založení stehu šicím háčkem; operační kanyla s šicím háčkem je zavedena z posteromediálního přístupu, artroskop je zaveden z anterolaterálního přístupu přes interkondylický prostor, c – vázání a dotažení stehu (Dungl, 2014)



2.13.4 Alogenní transplantace

Transplantace menisku je indikována zvláště u pacientů, kteří podstoupili parciální nebo totální menisektomii a u pacientů s bolestí v daném oddílu nebo časným rozvojem osteoartrózy, zatímco je kontraindikována u pokročilých osteoartróz nebo nadměrných varus-valgus kolenech. Tato léčba nese značné obtíže: zpracování transplantátu, uchování dárcovských buněk v transplantované tkáni, sterilizaci, imunogenicitu transplantátu (Frizziero et al., 2012).

2.13.5 Implantace kolagenového menisku

Kolagenový implantát je vyroben z purifikovaného kolagenu typu I izolovaného z hovězích Achillových šlach. Ty jsou mlety, umyty, vyčištěny, filtrovány, lyofilizovány, tvarovány a propojeny glutaraldehydem, čímž vzniká flexibilní disk ve tvaru písmene C. Implantace kolagenového menisku poskytuje trojrozměrné lešení, které je vhodné pro kolonizaci prekurzorovými buňkami a cévami a vede k tvorbě plně funkční tkáně. Histologické studie ukázaly, že chybějící části implantátu jsou vyplněny pojivovou tkání, která obsahuje nově vytvořené cévy a buňky podobné fibroblastům. Rodkey zdůraznil, že implantace kolagenového implantátu může být použita k nahrazení nenapravitelných nebo ztracených tkání menisku u pacientů s chronickým poškozením menisku. Bylo zjištěno, že implantát nemá žádné výhody pro pacienty s akutním poškozením (Frizziero et al., 2012).

2.14 Rehabilitační plán

Pro úplné uzdravení jsou k dispozici různé rehabilitační protokoly, které se odvíjejí od typu léze, typu operace, načasování biologického léčení a symptomů pacienta (Frizziero et al., 2012).

2.14.1 Rehabilitační plán po parciální menisektomii

Rehabilitační protokol po parciální menisektomii může být agresivní, jelikož by kolenní kloub neměl být příliš šetřen. Časné cíle po chirurgickém zákroku jsou: kontrola bolesti a otoku, maximální rozsah pohybu kolena a chůze s úplným zatížením. Neexistuje žádné omezení zátěže, ta je kompatibilní s tolerancí pacienta (Frizziero et al., 2012).

Rehabilitační léčba se skládá z terapie ledem a ultrazvukem, třecí masáže, kloubní mobilizace, výponů, výstupů, extenčního cvičení, bicyklové ergometrie. Extenzory kolene jsou důležité pro zpevnění. Po operaci je nedostatečná síla extenzoru kolenního kloubu. Svalová síla se vrací na předoperační stav až 4-6 týdnů po operaci a je stále nižší ve srovnání se zdravou končetinou až do 12 týdnů. Z toho důvodu hraje u sportovce rehabilitace klíčovou roli v co nejrychlejší obnově normální svalové síly m. quadriceps femoris na obou končetinách před návratem do soutěží (Frizziero et al., 2012).

Rehabilitace v prvním týdnu po operaci spočívá v progresivním zatěžování s berlemi. V následujících 3 týdnech je cílem dosáhnout normálního tempa chůze a zvyšujícího se rozsahu pohybu v koleni v závislosti na snesitelnosti pacientem (Frizziero et al., 2012).

Intenzivní posilování svalů, propiocepce a balanční cvičení probíhají ve třetím týdnu. Obnovení sportovního tréninku je povoleno, jakmile je síla m. quadriceps femoris operované končetiny alespoň na 80 % ve srovnání s kontralaterální končetinou, kdežto do soutěží se pacienti mohou vrátit až je síla m. quadriceps femoris operované končetiny na 90 % zdravé končetiny. Do práce se pacienti zpravidla vrací po 1 až 2 týdnech, ke sportovním aktivitám po 3 až 6 týdnech a k soutěžení po 5 až 8 týdnech (Frizziero et al., 2012).

2.14.2 Rehabilitační plán po sutuře

Existují dva různé rehabilitační přístupy po sutuře menisku, co se týká povoleného zatěžování, obnovení rozsahu pohybu a načasování obnovení sportovních aktivit (Frizziero et al., 2012).

Někteří umožňují částečné, postupné zatížení po dobu 4 týdnů po operaci. Navíc je kolenní kloub po dobu 6 týdnů po operaci imobilizován ve flekčním postavení a návrat pacienta do sportovních soutěží je až po 5 nebo 6 měsících (Frizziero et al., 2012).

Jiní namísto toho vytvořili protokol pro urychlenou rehabilitaci s časným plným zatížením, jakmile je tolerováno, bez ortézy a bezprostřední mobilizaci operovaného kolena. Shelbourne a Mariani v roce 1996 hlásili dobré procento léčby menisku u pacientů podstupujících akcelerovaný rehabilitační protokol a konvenční rehabilitační program, ale skupina s akcelerovanou rehabilitací vykazuje rychlejší návrat do plného rozsahu pohybu (6 týdnů u akcelerované rehabilitace versus 10 týdnů u standardní), vyšší svalovou sílu kvadricepsu po 2 měsících (82 % versus 71 %) a urychlený návrat k plné aktivitě (10 týdnů versus 20 týdnů) (Frizziero et al., 2012).

Po operační opravě menisku nastává okamžitá pooperační fáze na operačním sále s ledem, kompresí, elevací a odpočinkem ve snaze kontrolovat pooperační výpotek (Manske, 2006).

Heckamann (2006) vyvinul léčebný protokol, ve kterém vyzdvihuje důležitost chůze s berlemi v dlouhé kolenní ortéze přibližně po dobu 6 týdnů po transplantaci menisku a komplexních opravách menisku rozšiřujících se do centrální třetiny (ale ne běžně po opravě periferní trhliny menisku). Pacient může chodit s postupným zatížením v závislosti na poškození a chirurgickém zákroku (u periferních sutur plné zatížení po 3 týdnech a u komplexních sutur po 6 týdnech). Pacienti jsou také vystaveni kompresi, bandáži a chladové terapii (Frizziero et al., 2012).

Po opravě menisků mohou být klinici schopni podporovat hojení pomocí kontinuálního ultrazvuku ve snaze přinést teplo a zvýšit zásobení krve léčeným meniskům během bezprostřední pooperační fáze. Ve skutečnosti bylo zjištěno, že použití ultrazvukové terapie zvyšuje rozsah pohybu a snižuje bolest u pacienta s akutní trhlinou menisku. Parametry k použití jsou $1,5 \text{ W/cm}^2$ po dobu 5 minut po kryoterapii, aby se snížila tkáňová rezistence. Pro ultrazvukovou terapii se liší optimální poloha kolena pro mediální a laterální meniskus. Poloha kolena pro mediální meniskus je pozice čtyřky (zevní rotace v kyčelním kloubu s bérce položeným na stehnu kontralaterální dolní končetiny) s tibií v zevní rotaci. Poloha pro laterální meniskus je s 45° flexí v kolenním kloubu a tibií ve vnitřní rotaci. Po 2 týdnech jsou vytvořeny fibrinové sraženiny a histologické důkazy o regeneraci menisku jsou zřejmé po 5 týdnech, následuje

kompletní cévní hojení po 10 týdnech. Nicméně, remodelace jizvy může trvat až 6 měsíců (Manske, 2006).

Heckmann (2006) zdůrazňuje, že během prvních 2 týdnů po operaci je flexe povolena do 90°, ve 3. a 4. týdnu do 120°, 4. až 8. pooperační týden dosahuje maximální flexe. Bezprostředně po operaci by měly být zahájeny cvičení izometrické kontrakce na m. quadriceps femoris, ale teprve po 3-5 týdnech (v závislosti na typu poškození menisku) jsou prováděny komplexnější cvičení na posílení svalů, jako je chůze, zvedání palce na noze, sed o stěnu, mini dřepy atd. Proprioceptivní a balanční cvičení pacient provádí mezi 3. a 5. pooperačním týdnem, ačkoliv je zatížení částečné (tandemová rovnováha, přesouvání s berlemi ze strany na stranu a zepředu dozadu), ale až od 5.-7. týdne je možné tyto cviky provádět v plném zatížení pomocí zařízení jako jsou poloválce z polystyrenu a systému biomechanické kotníkové plošiny (Frizziero et al., 2012).

Pro Heckmanna (2006) je přímý běh po rovině možný až mezi 11. a 16. týdnem. Pacient se může vrátit k závodění, pokud je síla m. quadriceps femoris na operované dolní končetině rovna alespoň 90 % síly zdravé, neoperované, dolní končetiny. Používání stroje „leg press“ začíná 7.-8. týden, zatímco neomezené běhání musí počkat do 25.-26. týdne a návrat k plné aktivitě nastává okolo 35.-36. týdne, ale může být zpožděn až do 52. týdne (Frizziero et al., 2012).

2.14.3 Rehabilitační plán po alogenní transplantaci

Vzhledem k tomu, že se transplantační technika menisku vyvíjela deset let, je vědeckých studií o rehabilitačním načasování po operaci aloštěpu stále málo. Manske (2006) tvrdil, že transplantáty menisku jsou v kloubu pod větším napětím s časnými degenerativními procesy, a proto je konzervativnější rehabilitační protokol vhodnější (Frizziero et al., 2012).

Fritz popsal rehabilitační protokol použitý ve fázi rekonvalescence mladého muže po transplantaci menisku. První fáze zahrnuje použití uzamčené kolenní ortézy. V této fázi je povoleno postupné zatěžování až do čtvrtého týdne. Během prvních 6 týdnů je ortéza uzamknuta v extenzi během chůze s berlemi a flexe je dovolena až do 90°. Pro posílení svalů je prováděno zvedání natažené dolní končetiny. Cílem druhé fáze (8.-16. pooperační týden) je dosáhnout normálního vzoru chůze. Program posilování svalů pokračuje ve cvičení v uzavřených kinematických řetězcích a umožňuje flexi až 100° se zatížením operované končetiny. Cvičení v uzavřeném kinematickém řetězci (mini dřepy,

laterální výstupy, leg press) jsou prováděna do 60°. V této fázi jsou také zahájeny proprioceptivní cvičení. Třetí fáze může začít, pokud má pacient bezbolestnou chůzi, s cílem zlepšit sílu, svalovou vytrvalost a kloubní rozsah pohybu. Jsou zahájena cvičení v otevřeném kinematickém řetězci a proprioceptivní cvičení jsou ztížena pomocí méně stabilních ploch. Čtvrtá fáze, od 9. měsíce, je obnovením obvyklých aktivit, pokud je přítomna přiměřená síla, vytrvalost a propriocepce. Charakteristiky sportovce jsou měřeny isokinetickým testováním. Fritz však nedoporučuje obnovení obtížného střížného pohybu a otáčení kvůli vysokému riziku opětovného poškození (Frizziero et al., 2012).

Heckmann (2006) ve své studii ukazuje, jak pacienti s transplantací menisku potřebují dlouhou kolenní ortézu až po dobu 6 týdnů s celkovou zátěží povolenou až od 5.-6. pooperačního týdne. Stejně jako pro opravu menisku je během prvních 6 týdnů omezena flexe do 90°, protože meniskus je narůstající flexí v koleni vystaven zvýšenému napětí. Rozsah pohybu se po šestém týdnu postupně zvyšuje. Po 4. měsíci se restartují specifické sportovní aktivity, aby se ještě více rozvinula síla a propriocepce. Doporučuje návrat k závodění nejdříve po 6 měsících (až do 12 měsíců), zatímco nedoporučuje dřepy a maximální flexi alespoň 6 měsíců po transplantaci menisku (Frizziero et al., 2012).

2.14.4 Rehabilitační plán po implantaci kolagenového menisku

Zaffagnini et al. (2007) vyvinul rehabilitační program skládající se z rané mobilizace (0°-60°), který se zvýší na 90° flexi po 4 týdnech s maximálním rozsahem pohybu po 6 týdnech. Během prvních 6 týdnů není povolena plná zátěž a pacient chodí s berlí. Po tomto období je zahájeno plné zatěžování, i když pacienti obvykle používají jednu berli.

Jakmile pacient dostane implantát kolagenového menisku, je nasazena kolenní ortéza a ta je okamžitě pooperačně zablokována v plné extenzi. Ortéza se nosí po dobu šesti týdnů, ale pacient ji třikrát až čtyřikrát denně sundává, aby vykonal sebedoporované pasivní cvičení. Za normálních okolností, pacient třikrát denně provádí nejméně 500 opakování na rozsah pohybu. Během prvních čtyř týdnů je rozsah pohybu omezen do 60°, pátý a šestý týden se zvyšuje na 90°. Po šestém týdnu je ortéza odemčena a nošena pouze pro pocit jistoty. V tuto chvíli je zahájeno neomezené aktivní a pasivní cvičení na rozsah pohybu (Rodkey et al., 2008).

Během počátečních dvou pooperačních týdnů zůstávají pacienti s berlí bez zátěže. Počínaje třetím týdnem je povoleno částečné zatížení. Pacienti mají dovoleno stát

se zatíženým kolenem v extenzi. Po šestém týdnu je povolena plná zátěž, ale je doporučeno používání jedné nebo obou berlí alespoň další dva týdny, dokud nemohou chodit bez kulhání. Po šestém týdnu probíhá rehabilitační cvičení, dokud se pacient nevrátí do plné, neomezené aktivity (Rodkey et al., 2008).

Úplné zotavení fyzické aktivity obvykle trvá do 6 měsíců. Kontrola po 6 až 8 letech vykazuje dobré výsledky z hlediska hojení ran. Bolest, úroveň aktivity a radiologické výsledky jsou významně zlepšeny použitím implantátu mediálního kolagenového menisku při minimálním desetiletém sledování v porovnání se samotnou parciální mediální menisektomií (Frizziero et al., 2012).

3 KAZUISTIKA

Pro ukázkou vyšetření a terapie k této bakalářské práci byl vybrán pacient, který podstoupil parciální menisektomii předního rohu mediálního menisku levého kolenního kloubu. Všechny zde uvedené informace jsem získal z mého vyšetření, od pacienta a fyzioterapeuta vedoucího terapii.

Pohlaví: muž

Věk: 70 let Výška: 180 cm Váha: 99 kg

Diagnóza: Ruptura mediálního menisku levého kolenního kloubu

Anamnéza:

Osobní anamnéza: pravák, kompenzovaná hypertenze

Rodinná anamnéza: bezvýznamná

Pracovní anamnéza: Starobní důchod (dříve technik)

Sportovní anamnéza: dříve fotbal, nyní tenis a cyklistika

Sociální anamnéza: bydlí v rodinném domě s manželkou

Farmakologická anamnéza: Urandil

Alergická anamnéza: neguje

Abusus: neguje

Vstupní vyšetření: 19. 2. 2018 (2 týdny po operaci)

Nynější onemocnění: V létě 2016 se po kopnutí do fotbalového míče ozvalo lupnutí v levém kolenním kloubu. Postupem času se bolest zhoršovala. Po roce, v listopadu 2017, došlo k rapidnímu zhoršení. Následovala návštěva ortopedické ambulance a po vyšetření ortopedem domluveno artroskopické vyšetření. Dne 4. 2. 2018 byla v celkové anestezii provedena optika z anteriolaterálního přístupu. Byla nalezena léze v bílé zóně předního rohu mediálního menisku a provedena parciální menisektomie. Dále byla nalezena chondropatie CMF GII a proveden shaving chondropatie. Pacientovi bylo doporučeno ledování, 7 dní na lůžku, procvičovat stehenní a lýtkové svaly, 2 týdny bez nášlapu. Kontrola a převaz proběhly 6. 2. 2018. Dne 13. 2. byly vytaženy stehy a provedena punkce výpotku s krví (50 ml).

Aspekční vyšetření:

Stoje: stoj o 2 francouzských berlích z důvodu odlehčení levé dolní končetiny

Ze zadu: pánev v rovině, infragluteální rýhy v rovině, popliteální rýhy v rovině, výrazná kontura hamstringů na levé dolní končetině, zvýšené napětí Achillovy šlachy, spadlá podélná nožní klenba na obou dolních končetinách, odstávající dolní úhly lopatek, hypertonus horní části m. trapezius

Zboku: pánev v antevertzi, semiflexe levého kolenního kloubu, hyperkyfóza v hrudní části páteře, protrakce ramen

Zepředu: pánev v rovině, hypotrofie m. quadriceps femoris na levé dolní končetině (obzvláště m. vastus medialis), ztráta ušlechtilé formy levého kolena, valgózní postavení kolenních kloubů, zarudnutí a otok levého kolena

Chůze: chůze o 2 francouzských berlích s odlehčením levé dolní končetiny se zatížením na 50 % váhy

Palpační vyšetření:

- Levý kolenní kloub teplejší
- Zvýšené napětí měkkých tkání okolo levého kolenního kloubu
- Aktivní jizvy, neposunlivé, tvrdé, bolestivé pohyby do všech směrů
- Omezený pohyb pately laterolaterálně i proximodistálně na levém koleni
- Blokáda hlavičky fibuly na levé dolní končetině

Tabulka 2. Antropometrické vyšetření při vstupním vyšetření

	Pravá dolní končetina (cm)	Levá dolní končetina (cm)
Obvod stehna (10 cm nad patelou)	50	52
Obvod stehna (nad kolenem)	43	47
Obvod kolenního kloubu (přes patelu)	41	43

Obvod přes tuberositas tibie)	37	39
Obvod lýtky	38	35
Obvod nad kotníky	22	22
Obvod přes kotníky	33	33
Obvod přes hlavičky metatarsů	23	23

Závěr antropometrického měření: Rozdíly v obvodech levé dolní končetiny v porovnání s pravou dolní končetinou jsou v měřených úsecích následující: 10 cm nad patelou +2 cm, obvod stehna (nad kolenem) +4 cm, obvod kolena (přes patelu) +2 cm obvod přes tuberositas tibie +2 cm a obvod lýtky -3 cm.

Tabulka 3. Goniometrické vyšetření při vstupním vyšetření

	Pravá dolní končetina		Levá dolní končetina	
	Aktivní pohyb	Pasivní pohyb	Aktivní pohyb	Pasivní pohyb
Kyčelní kloub	Sa: 10-0-120	Sp: 15-0-130	Sa: 10-0-100	Sp: 15-0-110
	Fa: 30-0-15	Fp: 35-0-20	Fa: 30-0-15	Fp: 35-0-20
	Ra: 30-0-20	Rp: 35-0-25	Ras ₇₀ : 30-0-20	Rps ₇₀ : 35-0-25
Kolenní kloub	Sa: 5-0-120	Sp: 10-0-130	Sa: 0-0-70	Sp: 5-0-90
Hlezenní kloub	Sa: 10-0-40	Sp: 10-0-40	Sa: 5-0-25	Sp: 10-0-30
	Ra: 20-0-30	Rp: 25-0-35	Ra: 10-0-25	Rp: 15-0-30

Závěr goniometrického vyšetření: Aktivní rozsah pohybu v levém kolenním kloubu je možný do 70°, pasivně je schopen se dostat do 90°. Pro omezený rozsah pohybu v kolenním kloubu na levé dolní končetině, byly rotace na levém kyčelním kloubu vyšetřeny se 70° flexí v kolenním kloubu. Dále je mírně omezený rozsah pohybu v levém hlezenním kloubu.

Tabulka 4. Svalový test dle Jandy při vstupním vyšetření

	Pravá končetina	Pohyb	Levá končetina
Kyčelní kloub	5	Flexe	3+
	5	Extenze	3
	5	Abdukce	3
	5	Addukce	3
	5	Zevní rotace	3
	5	Vnitřní rotace	3
Kolenní kloub	5	Flexe	3
	5	Extenze	3
Hlezenní kloub	5	Dorzální flexe	5
	5	Plantární flexe	5
	5	Supinace	5
	5	Pronace	5

Závěr vyšetření svalového vyšetření: Svalová síla do flexe v kolenní kloubu byla vyšetřena jen do 70° flexe a do extenze v rozsahu od 70° flexe do horizontály. Svalová síla do extenze v kyčelním kloubu byla vyšetřena jen s extendovanou dolní končetinou, kvůli omezené flexi v kolenním kloubu.

Krátkodobý rehabilitační plán

- Snížení otoku levého kolenního kloubu
- Uvolnění měkkých tkání okolo levého kolenního kloubu
- Mobilizace hlavičky fibuly a pately
- Uvolnění žizev
- Zvýšení rozsahu pohybu, především aktivního
- Posílení oslabených svalů (především m. vastus medialis)

Dlouhodobý rehabilitační plán

- Postupné zvyšování rozsahu pohybu pomocí aktivních a pasivních pohybů
- Návik postupného zatěžování dolní končetiny (na 50 %, 75 %, 100 %)
- Stabilizace levého kolenního kloubu
- Návik chůze a senzomotorická cvičení

Terapie

- Měkké techniky na uvolnění měkkých tkání okolo kolenního kloubu
- Měkké techniky typu „C“ a „S“ na uvolnění jizev
- Cvičení na zvýšení aktivního i pasivního rozsahu pohybu
- Stabilizační cvičení na levý kolenní kloub
- Cvičení na zvýšení svalové síly levé dolní končetiny
- Návčik zatížení levé dolní končetiny pomocí dvou vah
- Návčik chůze
- Cvičení na zlepšení senzomotoriky
- Podpora fyzikální terapií: kryoterapie, tetrapolární interference, diadynamické proudy, elektrogymnastika na m. quadriceps femoris (především na m. vastus medialis), hydroterapie

Kontrolní vyšetření: 14. 3. 2018 (6 týdnů po operaci)

Aspekční vyšetření:

Stoje: stoj bez berlí

Zepředu: pánev v rovině, symetrie infragluteálních rýh, popliteální rýhy symetrické, spadá podélné nožní klenby, zvýšené napětí Achillovy šlachy, odstávající dolní úhly lopatek, hypertonus horní části m. trapezius

Zboku: pánev v antevertzi, levý kolenní kloub v plné extenzi, hyperkyfóza v hrudní části páteře, protrakce ramen

Zepředu: pánev v rovině, mírná hypotrofie m. quadriceps femoris na levé dolní končetině (obzvláště m. vastus medialis), valgózní postavení kolenních kloubů,

Chůze: chůze bez berlí

Palpační vyšetření:

- Snížená posunlivost měkkých tkání okolo levého kolenního kloubu
- Jizvy volné, posunlivé do všech směrů
- Omezený pohyb pately proximodistálně na levém kolenu
- Hlavička fibuly na levé dolní končetině volná
- Zkrácené flexory levého kolenního a kyčelního kloubu, zkrácené hamstringy na obou dolních končetinách

Tabulka 5. Antropometrické vyšetření při kontrolním vyšetření

	Pravá dolní končetina (cm)	Levá dolní končetina (cm)
Obvod stehna (10 cm nad patelou)	50	52
Obvod stehna (nad kolenem)	43	44
Obvod kolenního kloubu (přes patelu)	41	42
Obvod přes tuberositas tibiae)	37	37
Obvod lýtka	38	38
Obvod nad kotníky	22	22
Obvod přes kotníky	33	33
Obvod přes hlavičky metatarsů	23	23

Závěr antropometrického vyšetření: Rozdíly v obvodech levé dolní končetiny v porovnání s pravou dolní končetinou jsou v měřených úsecích následující: 10 cm nad patelou +2 cm, obvod stehna (nad kolenem) +1 cm, obvod kolena (přes patelu) +1 cm.

Tabulka 6. Goniometrické vyšetření při kontrolním vyšetření

	Pravá dolní končetina		Levá dolní končetina	
	Aktivní pohyb	Pasivní pohyb	Aktivní pohyb	Pasivní pohyb
Kyčelní kloub	Sa: 10-0-120	Sp: 15-0-130	Sa: 10-0-110	Sp: 15-0-120
	Fa: 30-0-15	Fp: 35-0-20	Fa: 30-0-15	Fp: 35-0-20
	Ra: 30-0-20	Rp: 35-0-25	Ra: 30-0-20	Rp: 35-0-25
Kolenní kloub	Sa: 5-0-120	Sp: 10-0-130	Sa: 5-0-110	Sp: 10-0-120
Hlezenní kloub	Sa: 10-0-40	Sp: 10-0-40	Sa: 10-0-40	Sp: 10-0-40
	Ra: 20-0-30	Rp: 25-0-35	Ra: 20-0-30	Rp: 25-0-35

Závěr goniometrického vyšetření: Aktivní rozsah pohybu v levém kolenním kloubu je možný do 110° flexe, pasivně je schopen se dostat do 120°. Aktivní rozsah pohybu se tedy zvýšil o 40° a pasivní rozsah pohybu o 30° oproti vstupnímu vyšetření. Dále už je také možné aktivní propnutí kolenního kloubu do 5°. Rozdíl rozsahu pohybu mezi levou a pravou končetinou není limitován bolestí, ale je způsoben zkrácenými svaly na levé dolní končetině.

Tabulka 7. Svalový test dle Jandy při kontrolním vyšetření

	Pravá končetina	Pohyb	Levá končetina
Kyčelní kloub	5	Flexe	5
	5	Extenze	5
	5	Abdukce	5
	5	Addukce	5
	5	Zevní rotace	5
	5	Vnitřní rotace	5
Kolenní kloub	5	Flexe	5
	5	Extenze	5
Hlezenní kloub	5	Dorzální flexe	5
	5	Plantární flexe	5
	5	Supinace	5
	5	Pronace	5

Závěr vyšetření svalového vyšetření: Svalová síla na levé dolní končetině se srovnala se silou svalů na pravé dolní končetině.

Krátkodobý rehabilitační plán:

- Zvětšení rozsahu pohybu levého kolenního kloubu
- Uvolnění měkkých tkání okolo levého kolenního kloubu
- Zlepšení volnosti pately na levé dolní končetině
- Stabilizace levého kolenního kloubu

Dlouhodobý rehabilitační plán

- Stoj a chůze na nestabilních plochách
- Návrat k volnočasovým aktivitám

Terapie

- Uvolnění proximodistálního posunu pately
- Stretching
- Stabilizační cvičení
- Návčik chůze a stoje s balančními pomůčkami
- Návčik koordinace
- Zvyšování rozsahu pohybu levého kolenního kloubu
- Podpora fyzikální terapií: hydrokinezioterapie

4 DISKUZE

Problematikou menisků, konkrétně pak i mediálního menisku, se zabývá spousta autorů. Jelikož se u mnohých studií liší jednotlivé pohledy na problematiku a upřednostňují se jiná kritéria, jsou výsledky různé. Tento fakt poukazuje na to, že problematika mediálního menisku je rozmanitá.

Manske (2006) uvádí, že menisky jsou disky z vazivové chrupavky, které mají důležitou funkci v přenosu zatížení, tlumení nárazu, mazání kloubu, propriocepci a sekundárním omezení anteriorní translace tibie. Někteří autoři předpokládají, že menisky mají i funkci výživovou, kdy systém mikrokanálů v menisku nacházející se v blízkosti cév komunikuje se synoviální dutinou a mohl by poskytovat transport tekutiny pro mazání a výživu (Fox et al., 2015).

Podle Dungla (2014) dochází k poranění menisků násilnou rotací bérce při zatížené dolní končetině a jedná se o součást komplexních poranění vazivového aparátu nebo důsledek chronické nestability. Faruch-Bilfeld et al. (2016) specifikovali, že trhliny u mladých lidí se obvykle vyskytují při nepřímém úrazu do valgózního postavení s vnější rotací tibie s 20° flexí v koleni nebo s hyperflexí následovanou náhlým zvednutím.

Další příčinou poranění menisku je ruptura křížového vazy, např. LCA (Kapandji, 1987) a Manske (2006) doplňuje, že poškození laterálního menisku je obvykle spojeno s akutním roztržení LCA, zatímco trhliny mediálního menisku se vyskytují u osob s chronickou nedostatečností LCA.

Wadhwa et al. (2016) uvádí, že v kategorii vzorů trhliny, vytvořenou kolenním výbořem, jsou uvedeny jen podélně-vertikální, horizontální, radiální, vertikální klapka, horizontální klapka a komplexní trhliny. Popisy, jako jsou šikmé trhliny nebo trhliny papouščího zobáku, nejsou v tomto systému prezentovány. Nicméně, při čtení různých studií a článků jsem se s touto terminologií setkával, tudíž si nejsem jistý, do jaké míry byla tato klasifikace přijata odbornou veřejností.

Kapitolou, která si určitě zaslouží pozornost, je klinické testování. Existuje nespočet testů pro diagnostiku léze menisků. To, že jich je takové množství, značí nespolehlivost každého z nich. Ve mnou prošlých studiích se autoři většinou shodují, že diagnostika poškození menisků je kombinace několika testů. Například, Kocabey a kol. vyhodnotili účinnost různých manévrů fyzické prohlídky při diagnostice patologie menisků a zjistili, že kombinace citlivosti kloubní štěrbin, pozitivních testů McMurray,

Steinmann a Apley má 80% citlivost na patologii mediálního menisku a 92% citlivost na patologii laterálního menisku (Babu et al., 2016). Dle mého názoru je například v této problematice místo pro další případné studie, kde by se daly hodnotit a porovnávat výsledky klinických testů s výsledky magnetické rezonance a/nebo artroskopického vyšetření. Tímto by se třeba daly specifikovat testy na různé lokalizace, možná typy ruptur.

Léčba menisků závisí na jeho stavu. V případě, že nebyla možná oprava menisku, tak se prováděla totální menisektomie. Od té se ale v poslední době upouští a je nahrazována parciální nebo subtotální menisektomií. Studie přišly na to, že totální menisektomie vedla k rychlejšímu rozvoji artrózy. I přes tento fakt jsou ještě stále pracoviště, kde se tento zákrok vykonává.

McGinty, Geuss a Marvin (1977) publikovali, že po parciální menisektomii je nižší pooperační morbidita – kratší pobyt v nemocnici a kratší čas na berlích. Pro pacienta existuje menší riziko, menší diskomfort a obtíže a menší ekonomické ztráty po parciální menisektomii na rozdíl od totální menisektomie. Nenalezli žádné důkazy, subjektivní ani objektivní, které by upřednostňovaly totální menisektomii před parciální při léčbě trhlin bucket-handle a trhlin předních rohů menisků. Ve funkčním hodnocení měli všichni pacienti po parciální menisektomii vyšší skóre. Na základě této série navrhuji indikaci parciální menisektomie u lézí menisku, kde lze zachovat poměrně normální zbytkový fibrokartilaginózní okraj. Takový okraj může pomoci zajistit stabilitu a přinejmenším zčásti udržet funkci přenosu zatížení menisku. Případně může zachovat kloubní mechanismus pro lepší mazání kloubní chrupavky.

Hede, Larsen a Sandberg (1992) píší, že po parciální menisektomii bylo dosaženo vyšší úrovně funkce kolena než po totální menisektomii. Parciální menisektomie sice způsobila menší nestabilitu kloubu, ale nezabránila progresivnímu poklesu funkce kolena.

V případě, že je ruptura longitudinální a nachází se v cévně zásobené části menisku, je indikována k sutuře. Pro suturu menisku se používají tři techniky: inside-out, outside-in a all-inside (Dungl, 2014). Fazalare et al. (2009) píší, že výhodami outside-in techniky jsou menší nástroje pro tuto techniku a lepší vizualizace při pronikání do menisku. Podle Dungla (2014) je pro techniku inside-out sice potřeba speciálního instrumentária a je

riziko poškození nervovaskulárních struktur, ale je vhodná pro ošetření ruptur ve všech oddílech menisku.

Ani operace menisků se nemusí vyhnout komplikacím. Mezi obecné komplikace operací menisku Manske (2006) zařadil infekci, hlubokou žilní trombózu, reflexní sympatickou dystrofii, chronický výpotek, riziko poranění neurovaskulárních struktur a také riziko výskytu kompartment syndromu. Mezi komplikace menisektomií začlenil degenerativní kloubní změny a jako komplikace po opravě menisků uvedl selhání opravy, fibroartrózu a neurologické poranění.

Co se týče operativních postupů, ty jsou dány. Volba techniky závisí na lokalizaci, typu, velikosti, stáří léze a je na operatérovi. Ten by měl následně doporučovat i vhodný pooperační postup a naznačit následný pravděpodobný vývoj. V ideálním případě by pak měl komunikovat s fyzioterapeutem, aby společně zvolili nejvhodnější strategii rehabilitačního postupu pro konkrétního pacienta. Jejich cílem by mělo být, vyhnout se komplikacím nebo případně jejich nejefektivnější řešení a co nejrychlejší a nejkvalitnější návrat pacienta k jeho běžným aktivitám.

Zatímco rehabilitační postup po menisektomii je v celku jednotný, po sutuře menisku se objevují rozdílné přístupy. Frizziero a kol. (2012) uvádí, že existuje skupina, která je pro částečné postupné pomalé zatěžování a imobilizaci a na druhé straně je skupina, která je pro urychlenější rehabilitaci s brzkým plným zatížením hned, jak je tolerováno a bez imobilizace operovaného kolena. Pokud pacientův stav nevyžaduje jinak, tak se osobně přikláním k rychlejšímu postupu rehabilitace. Líbí se mi, že pacient prakticky ihned zapojuje operovanou končetinu a nepodněcuje tím případný další vývoj nových kompenzačních stereotypů.

Rehabilitační protokoly pro obnovení sportovních aktivit po chirurgickém zákroku závisí na typu léze a operace. Rehabilitační léčba je zahájena od prvního pooperačního dne s farmakologickou kontrolou bolesti, řešením otoku a individuálním cvičebním programem, aby se co nejdříve a opatrně obnovila mobilita kolenního kloubu, svalová síla a fyziologická chůze. Proprioceptivní a balanční cvičení jsou možná jen s dobrým svalovým tonem svalů stehna. Po parciální menisektomii se atleti vrátí k nezávislé chůzi v průběhu 1 týdne, k běhání po 4-6 týdnech a k trénování s týmem po 6-8 týdnech. Po periferní sutuře se pacienti vrátí k nezávislé chůzi po 5-8 týdnech, k běhání po 12-16 týdnech a s týmem trénují od 20. týdne. Po transplantaci menisku nastává návrat

k normální chůzi po 8-12 týdnech, návrat k běhání není dříve než po 6 měsících, zatímco návrat k fyzické aktivitě nastane po 12 měsících a je důrazně odrazováno od návratu k intenzivně stresovým aktivitám na kolenní kloub (Frizziero et al., 2012).

Heckmann, Barber-Westin a Noyes (2006) navíc uvádějí, že již 2-4 týdny po operaci může být zahájen kardiovaskulární program, pokud má pacient přístup k ergometru horní části těla. Po 7-8 týdnech po operaci může být zahájena stacionární jízda na kole s výškou sedadla na nejvyšší úrovni v závislosti na velikosti těla pacienta a s použitím nízkého odporu. Pokud jsou u pacienta přítomny femoropatelární změny, může být bicykl nahrazen. Kromě toho může být během tohoto časového rámce zahájena chůze ve vodě. Chůze ve vysokém pásu vody snižuje nárazové zatížení kolena o 50 %. K ochraně léčeného menisku je mezi 9. a 10. týdnem zahájeno plavání s kopáním s rovnými nohama a chůze po souši. V tomto časovém období mohou pacienti po opravě menisku začít používat chůzi na schodech, eliptické křížové trenažéry nebo trenažery pro běh na lyžích. Prevence přílišného namáhání femoropatelárního kloubu je nutná u pacientů se symptomy nebo poškozením kloubní chrupavky. Pokud je schodišťový trenažer tolerován, doporučuje se udržovat krátký krok a používat nižší úroveň odporu. Kardiovaskulární program by se měl provádět nejméně třikrát týdně po dobu alespoň 20 až 30 minut a cvičit alespoň na 60-80 % maximální srdeční frekvence.

V rámci kazuistiky jsem si vyšetřil pacienta po parciální menisektomii. Po optice z anteriolaterálního přístupu byla nalezena léze v bílé zóně předního rohu mediálního menisku. Devátý den po operaci byly vytaženy stehy a provedena punkce výpotku s krví (50 ml). Rehabilitace pacienta byla zahájena asi 2 týdny po operaci. Měl povolené částečné zatěžování a chodil o dvou francouzských berlích. Po třech týdnech berle odložil úplně a začal s normální chůzí. Probíhala rehabilitace, kde se zaměřovalo na zvyšování rozsahu pohybu a svalové síly. Dále se pracovalo s balančními pomůckami pro zlepšení koordinace a rovnováhy.

Pro srovnání jsem si chtěl vyšetřit i pacienta se suturou menisku, ale v okolí Olomouce jsem v daném časovém rozmezí žádného nesehnal. Ve spoustě zařízení mi bylo sděleno, že jejich ortopedi sutury menisku vůbec neprovádí. A když už se vyskytl pacient, který by mohl být indikován k sutuře menisku, tak měl i přidružené poranění LCA, tudíž byl pro tuto práci nevyhovující.

5 ZÁVĚR

Kolenní kloub je jeden z nejsložitějších kloubů v lidském těle a jeho poranění je velice časté. Jedny ze struktur, které mohou být poškozeny, jsou menisky. K postižení mediálního menisku dochází typickým mechanismem, kdy dochází k násilné rotaci bérce při zatížené dolní končetině. S přibývajícimi degenerativními změnami menisku a s insuficiencí LCA se riziko úrazu zvyšuje. Pacienti popisují pocit zamknutí, lupnutí, cvaknutí nebo podlomení kolena. U akutních lézí menisku se objevuje otok zpravidla později, až po uplynutí 24 hodin. Dále se objevují příznaky jako atrofie m. quadriceps s výpotkem, citlivost kloubní štěrbině nebo menisku a fenomén cvaknutí nebo bolest při klinickém testování. Intenzita symptomů se může odvíjet od míry namáhání.

Existuje řada kritérií, podle kterých hodnotíme stupeň postižení menisku. K popisu ruptur slouží klasifikace ISAKOS. Tato klasifikace obsahuje různé popisné kategorie týkající se patologie menisku. Mezi tyto kategorie patří hloubka trhliny, umístění a šířka okraje, radiální umístění, centrální popliteální hiatus, vzor trhliny, kvalita tkáně a délka trhliny.

K diagnostikování postiženého menisku slouží nespočet klinických testů, např.: McMurrayův test, Apleyův test, Payerův test, Steinmannův I. příznak, Steinmannův II. příznak, Böhlerův příznak, Childress (chůze v dřepu) nebo Thessalyův test. Pro potvrzení a doplnění jsou k dispozici zobrazovací metody jako rentgenové vyšetření, vyšetření magnetickou rezonancí nebo artroskopické vyšetření.

Léčba mediálního menisku může probíhat konzervativně, nebo chirurgicky. Ke konzervativní léčbě je vhodná asi třetina případů, kdy se postupuje symptomaticky. Chirurgická léčba má možnost menisektomie, nebo sutury. Menisektomie může být totální, subtotální nebo parciální. Její indikace závisí na rozsahu poškození menisku. V případě sutury menisku jsou k dispozici tři techniky, mezi které patří technika outside-in (vhodná pro suturu střední a přední části menisku), inside-out (vhodná pro suturu ve všech částech menisku a pomáhá při repozici nestabilních ruptur) a all-inside (vhodná pro suturu střední a zadní části menisku). Mezi dalšími variantami chirurgické léčby mohou být alogenní transplantace nebo implantace kolagenového menisku.

Rehabilitační plán závisí na typu léčby. Návrat k plné fyzické aktivitě je možný 6 až 8 týdnů po parciální menisektomii, 20 týdnů po periferní sutuře, nejméně 30 týdnů (až 12 měsíců) po komplexní sutuře menisku, po transplantaci je doporučeno vynechání

fyzické aktivity trvale stimulující kolenní kloub. Již po 2-4 pooperačních týdnech je možné sestavit kardiovaskulární program pro udržování kondice, pokud pacient může používat bicyklový ergometr na horní končetiny.

Rehabilitační terapie by měla být vedena systematicky a podle možností konkrétního pacienta.

6 SOUHRN

Tato bakalářská práce shrnula typy ruptur mediálního menisku, možnosti jejich testování a léčby. Dále uvedla možné rehabilitační postupy po parciální menisektomii, sutuře menisku, alogenní transplantaci a implantaci kolagenového menisku.

V teoretické části je rozebrána anatomie obou menisků a následně i anatomie mediálního menisku samostatně. Jsou sepsány anatomické části mediálního menisku, histologie, nervové i cévní zásobení. Pro lepší pochopení souvislostí je sepsán vývoj, jak fylogenetický, tak i ontogenetický. V dalších kapitolách je rozebrána kineziologie, funkce a mechanismus úrazů. V kapitole zabývající se typy ruptur jsou uvedeny charakteristiky jednotlivých lézí. Jsou zde zmíněny i ruptury, které nejsou charakterizovány v klasifikaci ISAKOS.

Diagnostika ruptury mediálního menisku je klíčová pro další postup léčby. Proto je uvedena řada klinických testů (McMurrayův test, Apleyův test, Payerův test a další) a zobrazovacích metod (rentgenové vyšetření, vyšetření magnetickou rezonancí a artroskopické vyšetření). Podle výsledků a celkové anamnézy pacienta se volí případná léčba. Ta může být konzervativní nebo chirurgická. V rámci chirurgické léčby se rozhoduje mezi menisektomií (parciální, subtotální nebo totální), suturou (technika outside-in, inside-out nebo all-inside), alogenní transplantací nebo třeba implantací kolagenového menisku.

Rehabilitační péče navazuje na zvolený léčebný postup a liší se podle zvolené metody. Rehabilitační plán se po jednotlivých způsobech léčby rozchází např. v době imobilizace, odlehčování, dozování zátěže atd. Pod kapitolou konzervativní léčby je uveden charakter terapie při konvenční léčbě.

Kapitola Rehabilitační plán obsahuje postupy terapií po jednotlivých chirurgických zákrocích. Po parciální menisektomii není žádné omezení zátěže, vše se odvíjí od pacientovi tolerance. Zpočátku je důležité kontrolovat bolest a otok, zajistit maximální rozsah pohybu kolena a chůzi s plným zatížením. V případě rehabilitace po sutuře menisku existují dva rehabilitační přístupy, které se liší v povolené zátěži, době obnovení rozsahu pohybu a návratu ke sportovním aktivitám. Rehabilitační plán po alogenní transplantaci je rozdělen do čtyř fází. Každá fáze má své určité cíle, kterých chce pacient dosáhnout. Rehabilitační program po implantaci kolagenového menisku se zakládá na rané mobilizaci s postupným zatěžováním během šesti týdnů a následném plném zatížení.

7 SUMMARY

This bachelor thesis summarizes the types of medial meniscus rupture, the possibilities of their testing and treatment. It also mentions possible rehabilitation after partial meniscectomy, repair of meniscus, allograft meniscal transplantation and implantation of collagen meniscus.

In the theoretical part, there is analyzed anatomy of both, medial and lateral, meniscus and subsequently the anatomy of the medial meniscus separately. Anatomical parts of meniscus, histology, nerve and vascular supply are written up. The phylogeny and ontogeny development is described as well for a better understanding. Kinesiology, function and mechanism of injuries are analyzed in the following chapters. The chapter regarding rupture types presents the characteristics of the individual lesions. In this chapter, there are also mentioned ruptures, which are not mentioned in the ISAKOS classification.

Diagnosis of the medial meniscus rupture is key to further treatment. Therefore, many clinical tests (McMurray's test, Apley's test, Payer's test and others) and imaging methods (X-ray, magnetic resonance imaging and arthroscopic examination) are listed. The possible treatment is chosen according to the results and the patient's overall history. Treatment can be conservative or surgical. Within surgical treatment it is decided between meniscectomy (partial, subtotal or total), suture (outside-in, inside-out, or all-inside), allograft meniscal transplantation or collagen meniscus implantation.

Rehabilitation care follows chosen treatment procedure and differs according to the chosen method. Rehabilitation program for each treatment method diverges e.g. during immobilization, lightening, dosed loading etc. In the chapter concerning conservative treatment, the character of the therapy is given for conventional treatment.

The chapter discussing rehabilitation plan includes treatment processes for individual surgical procedures. There is no load restriction after partial meniscectomy, all depends on the patient's tolerance. Initially, it is important to control pain and swelling, ensuring maximum range of motion of knee and possibility of walking with full weight-bearing. In the case of rehabilitation, following the meniscal suture, there are two rehabilitation methods that differ in the allowed weight-bearing, the time of restoring the range of motion and the return to sport activities. Rehabilitation protocol after allograft meniscal transplantation is divided into four phases. Each stage has its own aims that the

patient wants to achieve. The rehabilitation program after the implantation of collagen meniscus is based on early mobilization with partial weight-bearing for six weeks and subsequent full weight-bearing.

8 REFERENČNÍ SEZNAM

- Amano, H., Iwahashi, T., Suzuki, T., Mae, T., Nakamura, N., Sugamoto, K., et al. (2015). Analysis of displacement and deformation of the medial meniscus with a horizontal tear using a three-dimensional computer model [Online]. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(4), 1153-1160. doi: 10.1007/s00167-014-2931-7
- Babu, J., Shalvoy, R. M., & Behrens, S. B. (2016). Diagnosis and management of meniscal injury [Online]. *Rhode Island Medical Journal*, 99(10), 27 - 30. Retrieved 7. 3. 2018 from <http://www.rimed.org/rimedicaljournal-2016-10.asp>
- Bartoníček, J., Heřt, J., & Koutská, D. (2004). *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha: Maxdorf.
- Blyth, M., Anthony, I., Brooksbank, K., Powell, A., Jones, B., Maclean, A., et al. (2015). Diagnostic accuracy of the thessaly test, standardised clinical history and other clinical examination tests (Apley's, McMurray's and joint line tenderness) for meniscal tears in comparison with magnetic resonance imaging diagnosis [Online]. *Health Technology Assessment*, 19(62), 5 - 61. doi: 10.3310/hta19620
- Bochyńska, A. I., Hannink, G., Grijpma, D.W., & Buma, P. (2016). Tissue adhesives for meniscus tear repair: An overview of current advances and prospects for future clinical solutions [Online]. *Journal of Materials Science. Materials in Medicine*, 27(5), 85. doi: 10.1007/s10856-016-5694-5
- Brindle, T., Nyland, J., & Johnson, D. L. (2001). The Meniscus: Review of basic principles with application to surgery and rehabilitation [Online]. *Journal of Athletic Training (National Athletic Trainers' Association)*, 36(2), 160. Retrieved 26. 1. 2018 from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/issues/4867/>
- Čihák, R., & Grim, M. (2001). *Anatomie* (2nd ed.). Praha: Grada.
- Dašić, Ž., Bulatović, N., Kezunović, M., Beničić, I., & Bokan, V. (2015). Treatment of medial meniscus injury with partial meniscectomy [Online]. *Acta Clinica Croatica*, 54(3), 319-25. Retrieved 13. 2. 2018 from https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=219182
- de Albornoz, P. M., & Forriol, F. (2012). The meniscal healing process [Online]. *Muscles, Ligaments*, 2(1), 10-18.

- Dungl, P. (2014). *Ortopedie* (2nd ed.). Praha: Grada.
- Faruch-Bilfeld, M., Lapegue, F., Chiavassa, H., & Sans, N. (2016). Bone abnormalities of the knee: MRI features [Online]. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 97(7-8), 749-765. doi: 10.1016/j.diii.2016.07.003
- Fazalare, J. J., McCormick, K. R., & Babins, D. B. (2009). Meniscal repair of the knee [Online]. *Orthopedics*, 32(3), 199. Retrieved 14. 2. 2018 from databáze EBSCO
- Fox, A. J. S., Wanivenhaus, F., Burge, A. J., Warren, R. F., & Rodeo, S. A. (2015). The human meniscus: A review of anatomy, function, injury, and advances in treatment [Online]. *Clinical Anatomy*, 28(2), 269-87. doi: 10.1002/ca.22456
- Frizziero, A., Ferrari, R., Giannotti, E., Ferroni, C., Poli, P., & Masiero, S. (2012). The meniscus tear. State of the art of rehabilitation protocols related to surgical procedures [Online]. *Muscles, Ligaments*, 2(4), 295-301. Retrieved 7. 3. 2018 from databáze Academic Search Ultimate
- Gallo, J. (2011). *Ortopedie pro studenty lékařských a zdravotnických fakult.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Gupta, Y., Mahara, D., & Lamichhane, A. (2016). McMurray's test and joint line tenderness for medial meniscus tear: Are they accurate? [Online]. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 26(6), 567-572. doi: 10.4314/ejhs.v26i6.10
- Heckmann, T. P., Barber-Westin, S. D., & Noyes, F. R. (2006). Meniscal repair and transplantation: Indications, techniques, rehabilitation, and clinical outcome [Online], 36(10), 795-814. doi: 10.2519/jospt.2006.2177
- Hede, A., Larsen, E., & Sandberg, H. (1992). Partial versus total meniscectomy: A prospective, randomised study with long-term follow-up. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B*, 74(1), 118 - 121.
- Hoppenfeld, S. (1976). *Physical examination of the spine and extremities.* Norwalk: Appleton.
- Hulet, C., Rochcongar, G., Tardieu, C., Dunet, J., de Chou, E. S., Chapus, V., & Korolev, A. (2016). *Surgery of the Meniscus.* Springer. doi: 10.1007/978-3-662-49188-1_1

- Chahla, J., Cinque, M. E., Godin, J. A., Geeslin, A. G., Moatshe, G., & LaPrade, R. F. (2017). Review of Arnoczky and Warren on the microvasculature of the human meniscus [Online]. *Journal of Isakos: Joint Disorders*, 2(4), 229-232. doi: 10.1136/jisakos-2017-000130
- Jarraya, M., Roemer, F. W., Englund, M., Crema, M. D., Gale, H. I., Hayashi, D., et al. (2017). Meniscus morphology: Does tear type matter? A narrative review with focus on relevance for osteoarthritis research [Online]. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 46(5), 552-561. doi: 10.1016/j.semarthrit.2016.11.005
- Jeong, H.-J., Lee, S.-H., & Ko, C.-S. (2012). Meniscectomy [Online]. *Knee Surgery*, 24(3), 129-36. doi: 10.5792/ksrr.2012.24.3.129
- Kamimura, M., Umehara, J., Takahashi, A., Aizawa, T., & Itoi, E. (2015). Medial meniscus tear morphology and related clinical symptoms in patients with medial knee osteoarthritis [Online]. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(1), 158-163. doi: 10.1007/s00167-014-2939-z
- Kapandji, A. I. (1987). *The physiology of the joints: Annotated diagrams of the mechanics of the human joints* (5th edition). Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Kim, J. G., Lee, S.-Y., Chay, S., Lim, H. C., & Bae, J.-H. (2016). Arthroscopic meniscectomy for medial meniscus horizontal cleavage tears in patients under age 45 [Online], 28(3), 225-232. doi: 10.5792/ksrr.2016.28.3.225
- LaPrade, R. F., Arendt, E. A., Faucett, S., & Getgood, A. (2017). *The Menisci: A Comprehensive Review of their Anatomy, Biomechanical Function and Surgical Treatment*. Springer. doi: 10.1007/978-3-662-53792-3
- Lebel, B., Locker, B., Hulet, C., & Tardieu, C. (2010). *The Meniscus*. Springer Science & Business Media. Doi: 10.1007/978-3-642-02450-4_1
- Manske, R. C. (2006). *Postsurgical orthopedic sports rehabilitation: knee & shoulder*. St. Louis, Miss.: Mosby-Elsevier.
- McGinty, J. B., Geuss, L. F., & Marvin, R. A. (1977). Partial or total meniscectomy. A comparative analysis. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*, 59(6), 763 - 766.
- Mérida-Velasco, J. A., Sánchez-Montesinos, I., Espín-Ferra, J., Rodríguez-Vázquez, J. F., Mérida-Velasco, J. R., & Jiménez-Collado, J. (1997). Development of the human

knee joint [Online]. *Anatomical Record*, 248(2), 269 - 278. doi: 10.1002/(SICI)1097-0185(199706)248:2<269::AID-AR14>3.0.CO;2-N

Rodkey, W. G., DeHaven, K. E., Montgomery, W. H., Baker, C. L., Beck, C. L., Hormel, S. E., et al. (2008). Comparison of the collagen meniscus implant with partial meniscectomy - A prospective randomized trial [Online]. *Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, 90A(7), 1413-1426. doi:10.2106/JBJS.G.00656

Śmigielski, R., Becker, R., Zdanowicz, U., & Ciszek, B. (2015). Medial meniscus anatomy-from basic science to treatment [Online]. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(1), 8-14. doi: 10.1007/s00167-014-3476-5

Wadhwa, V., Omar, H., Coyner, K., Khazzam, M., Robertson, W., & Chhabra, A. (2016). Review: ISAKOS classification of meniscal tears—illustration on 2D and 3D isotropic spin echo MR imaging [Online]. *European Journal of Radiology*, 85(1), 15-24. doi: 10.1016/j.ejrad.2015.10.022

Zaffagnini, S., Giordano, G., Vascellari, A., Bruni, D., Neri, M., Iacono, F., et al. (2007). Arthroscopic collagen meniscus implant results at 6 to 8 years follow up [Online]. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 15(2), 175-183. doi: 10.1007/s00167-006-0144-4