

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

**Indikace jednotlivých zobrazovacích vyšetření
femoropatelárního kloubu**

Bakalářská práce

Zpracoval: Jiří Kolář

Vedoucí práce: Prim. MUDr. Miloslav Pink, CSc.

15.5.2007

ABSTRACT

Indications of individual imaging patellofemoral joint investigations

The main theme of this bachelor work is to evaluate the indication of single imaging methods for examinations in the area of the patellofemoral joint. The work contains shortly summarized anatomy-physiology conditions in this area, including anatomy variations of the patella and the patellofemoral joint pathology. The work continues with a description of single indicated imaging methods. The basic is a skiagraphy examination, every single projection is described in details, including a historical overview of the axial patella projection. Other methods which are mentioned are the artrography, the magnetic resonance imaging, the computed tomography and the scintigraphy. Issues of contraindications and risks for patients related to examinations are mentioned, too. A level of suitability how to use other examination methods, especially MRI, is considered on a chosen patient sample. At first plain pictures were done, some patients undertook ultrasonography examination and finally a magnetic resonance imaging examination was indicated. The computed tomography and the scintigraphy are not usually used for patellofemoral joint indications. The author compares financial and time demands of each method. The cheapest seem to be plain pictures and the sonography, on the other hand the most expensive is the magnetic resonance imaging, which is also the best way in the diagnostics at the same time. The magnetic resonance imaging method is the most contributory for a valuation of cartilages and tender joint parts. The time demands make a part of the comparison, too.

Key words:

Patellofemoral joint. Skiagraphy. Computed tomography. Magnetic resonance imaging. Scintigraphy. Ultrasonography.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Indikace jednotlivých zobrazovacích vyšetření femoropatelního kloubu“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 15.5.2007

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce prim. MUDr. Miloslavu Pinkovi, CSc. a primáři Radiologické kliniky FN Brno Bohunice MUDr. Marku Mechlovi, PhD.

V Českých Budějovicích 15.5.2007

OBSAH

	Úvod	str. 6
1	Současný stav	str. 8
	1.1 Shrnutí anatomických poměrů	str. 8
	1.2 Anatomické variace pately	str. 11
	1.3 Biomechanika pohybů kolenního kloubu	str. 12
	1.4 Poruchy pately a femoropatelárního kloubu	str. 12
	1.4.1 Vrozené anomálie	str. 12
	1.4.2 Úrazy a získané poruchy pately a femoropatelárního kloubu	str. 13
	1.4.3 Klasifikace femoropatelárních poruch z časového hlediska	str. 16
2	Cíl práce a hypotéza	str. 17
3	Metodika	str. 18
	3.1 Zobrazovací metody	str. 18
	3.1.1 Konvenční radiografie	str. 18
	3.1.2 Artrografie	str. 26
	3.1.3 Počítačová tomografie	str. 27
	3.1.4 CT artrografie	str. 30
	3.1.5 Magnetická rezonance	str. 30
	3.1.6 MRI artrografie	str. 33
	3.1.7 Ultrasonografie	str. 33
	3.1.8 Scintigrafie	str. 34
	3.2 Kontraindikace k vyšetření a limitace ze strany pacienta	str. 35
	3.3 Přehled bodových ohodnocení jednotlivých vyšetření	str. 37
	3.4 Sledovaný soubor pacientů	str. 39
4	Výsledky	str. 40
5	Diskuse	str. 44
6	Závěr	str. 47
7	Seznam použité literatury	str. 48
8	Klíčová slova	str. 51
9	Přílohy	

ÚVOD

Femoropatelární kloub tvoří spolu s kloubem femorotibiálním složený kolenní kloub. S ohledem na svoji stavbu, funkci a polohu je velice často náchylný k různým úrazům. Patela pak zpevňuje nejsilnější extenční komplex v lidském těle. V každé poloze, ať už v extenzi nebo v jakémkoliv stupni kolenní flexe musí být koleno stabilní.

K úrazům kolenního a tedy i femoropatelárního kloubu nejčastěji dochází při sportech. Za obzvláště rizikové lze považovat kontaktní sporty, jako je fotbal, hokej, basketbal, dále pak lyžování, volejbal, snowboarding, skateboarding, atletika, tenis, squash a další. Rovněž vzrůstá agresivita a rychlost při těchto sportech. Vyšší náchylnost k různým traumatům způsobuje i to, že většinu zmíněných sportovních aktivit provozuje stále více lidí i na rekreační úrovni neúměrně svým fyzickým schopnostem. Příčinou zvyšování této náchylnosti je také nevhodný životní styl stále většího počtu lidí, u kterých nedostatek pohybu způsobuje oslabování vazivového a svalového aparátu a následné nefyziologické zatěžování kloubů (např. při sportu) vede k degenerativním a zánětlivým změnám chrupavek a později i skeletu. Velmi častý je výskyt tzv. sdružených poranění kloubů se současným postižením menisků a vazivového aparátu.

Mnoho úrazů femoropatelárního kloubu vzniká při dopravních nehodách. I jejich počet v posledních letech výrazně narůstá. Bývají také často mnohem závažnějšího rázu než úrazy sportovní. Většinou jsou následkem přímých nárazů, ať už je to náraz koleny na palubní desku auta nebo náraz na silnici při pádu z motocyklu. Ohroženi bývají samozřejmě i chodci v silničním provozu. Ať už přímý náraz při srážce s autem nebo dopad koleny na silnici může způsobit komplikované úrazy (16).

Velkým problémem současnosti je i chondropatie pately, onemocnění, při kterém dochází k postupným degenerativním změnám chrupavky a následné artróze. Chondropatie bývá doprovázena bolestmi a sníženou funkčností extenčního aparátu. Může vznikat poúrazově, ale často nejsou její příčiny známy. Je o to závažnější, že postihuje stále mladší jedince, takže rizikovou skupinou bývají už i dospívající a děti.

Vzhledem k uvedeným skutečnostem si myslím, že jde o problematiku, jejíž závažnost narůstá a nejinak tomu bude i v budoucnu. Mě tato problematika během

praxe na radiologickém oddělení velmi zaujala a chtěl jsem se proto podrobněji seznámit s diagnostickými možnostmi současných moderních zobrazovacích metod, které mohou do značné míry ozřejmit traumatické změny a patologické procesy v oblasti femoropatelárního kloubu. Domnívám se, že jde o téma, které je z pohledu radiologického asistenta aktuální a velice zajímavé.

1. SOUČASNÝ STAV

V současné době se při vyšetřování oblasti femoropatelárního kloubu rutinně provádí prosté snímky a pouze u omezeného množství pacientů se následně indikují další zobrazovací vyšetření. Tato vyšetření jsou indikována buď v případě některých nejasných nálezů na prostých snímcích nebo v případě nejasného klinického nálezu pro přesnější určení diagnózy a určení rozsahu patologie a nebo v případě přetrvávajících obtíží u pacientů, u kterých se při dosavadních klinických vyšetřeních neprokázala žádná patologie. V některých případech, ve kterých by mohly být jiné zobrazovací modalita s určitou pravděpodobností také přínosné, se tato vyšetření neindikují z důvodů nedostatečné lokální či časové dostupnosti, které jsou způsobeny nevelkým počtem specializovaných diagnostických pracovišť a s tím související omezenou vyšetřovací kapacitou jednotlivých oddělení, a také z důvodu větší ekonomické náročnosti těchto vyšetření, což v současné době bohužel nepatří mezi opominutelné položky. Ve všech případech je samozřejmě nutné individuálně zvážit i náročnost těchto vyšetření pro pacienta.

Pro získání lepší orientace v dané problematice, což je základním předpokladem pro posuzování vhodnosti indikace jednotlivých diagnostických metod, je nezbytné seznámit se nejprve s anatomickofyziologickými poměry v oblasti femoropatelárního kloubu a patologiemi, které se v této oblasti mohou vyskytovat.

1.1 Shrnutí anatomických poměrů

Kolenní kloub je největším, nejsložitějším a nejprostornějším kloubem v lidském těle. Jeho stabilita je zajištěna mohutným vazivovým aparátem a silnými kolemkloubními svaly, které se zde upínají nebo tu začínají (18). Tvar kloubních ploch se na stabilitě kolenního kloubu podílí v malé míře, tyto kloubní plochy jsou nejméně kongruentní ze všech kloubů (1).

Kolenní kloub tvoří tři artikulující kosti a to kost stehenní (femur), kost holenní (tibia) a česka (patella). Patří mezi klouby složené, výše jmenované kosti pak mezi sebou tvoří kloub femoropatelární a femorotibiální.

Femur

Na distálním konci femuru popisujeme po obou stranách dva hrboly, tzv. vnitřní a vnější kondyl, které odděluje fossa intercondylaris. Ventrálně se tyto kondyly spojují v sedlovitou plošku, která slouží jako artikulační plocha pro skloubení s patelou (facies patellaris).

Tibia

Proximální konec tibie tvoří dva poměrně vyvinuté kondyly – mediální a laterální. Na proximálním konci tibie dále popisujeme tzv. tuberositas tibiae, což je drsnatina lokalizovaná na přední ploše, do které se upíná ligamentum patellae.

Patella

Česka neboli patela (z latinského názvu patella) patří mezi kosti ploché a je součástí ventrální části kolena. Má trojúhelníkový tvar se základnou uloženou proximálně – tzv. basis patellae a distálně uloženým apexem. Je to největší sezamská kůstka lidského těla. Baze pately slouží jako místo úponu pro část šlachy m. quadriceps femoris. Někdy bývá patela zavzata do této šlachy celá.

Patela je součástí extenčního aparátu kolena, kde slouží jako otočný bod páky kolenní extenze a zvyšuje efektivitu m. quadriceps. Chrání přední stranu kolena. Balancuje ve femorálním žlábků mediálním tahem vastus medialis a mediálního retinakula a laterálním odporem iliotibiálního vazů, laterálního retinakula a vastus lateralis.

Patela začíná osifikovat ve třetím věku života a většinou probíhá multicentricky. Nejen v dětském věku, ale i v dospělosti existuje velká variabilita v její velikosti a konfiguraci. Na axiálním snímku lze rozpoznat tři fasety: laterální, mediální a „odd“ fasetu. Mediální a laterální faseta jsou odděleny vertikální hranou – crista patellae. Mediální faseta bývá obvykle kratší než laterální a rovněž je variabilnější ve své velikosti. Laterální faseta bývá delší a méně strmě zaúhlená oproti mediální. Povrch laterální fasety je většinou konkávní oproti plochému nebo konvexnímu povrchu mediální fasety. „Odd“ faseta byla poprvé popsána Wibergem. Od mediální fasety ji odděluje crista paramediana (v tomto místě je ve srovnání s okolím silnější chrupavka). I při maximální flexi kolena naléhá tato ploška na mediální kondyl kosti stehenní.

Kloubní chrupavka pately je nejsilnější ze všech chrupavek lidského těla, v oblasti crista patellae dosahuje tloušťky 4-7 mm.

Stabilita kolenního kloubu je zajištěna pomocí statických a dynamických stabilizátorů. Mezi statické se řadí vazy a menisky, mezi dynamické stabilizátory patří svaly a jejich úpony. Pomocí postranních vazů je také udržována poloha pately, čímž je zajištěn extenční aparát kolenního kloubu (18).

Extenzorem kolenního kloubu je nejmohutnější sval lidského těla m. quadriceps femoris, který spolu s patelou, ligamentum patellae a retinakuly pately vytváří extenční aparát. Uspořádání extenčního aparátu má velký význam v zajištění stability pately a biomechaniky femoropatelního kloubu (7).



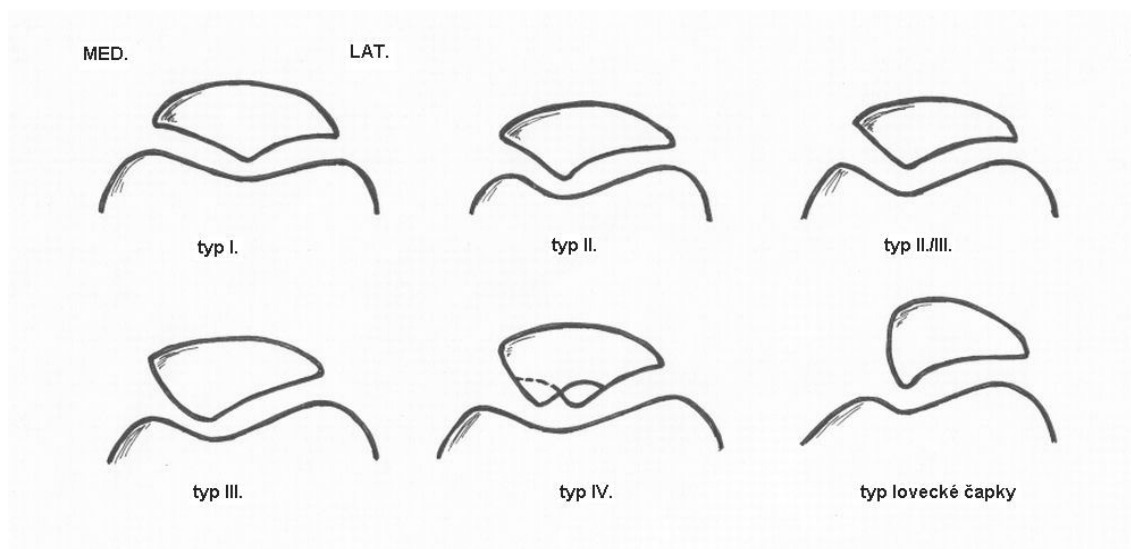
Obr. 1: Anatomie kolenního kloubu (15)

1.2 Anatomické variace pately

Wiberg (1941) a později Baumgartl (1964) studovali odlišnosti pately podle tvaru a velikosti faset a podle nich můžeme rozlišit šest základních typů pately.

- Typ I – obě fasety jsou stejně velké a konkávní
- Typ II – obě fasety jsou konkávní, mediální je však menší
- Typ II/III – mediální fasetka je rovná a menší, laterální je větší a konkávní
- Typ III – mediální fasetka je menší a konvexní, laterální je konkávní
- Typ IV – mediální fasetka je malá, strmá, konvexní, patela má naznačenou dvojitou hranu
- Typ lovecké čapky – mediální fasetka zcela chybí

Za fyziologický nález je považován typ I – II/III, typ III je hodnocen jako přechod k patologii. Typ IV a typ lovecké čapky jsou považována za jasnou patologii. Vzácně se mohou vyskytnout i jiné tvarové varianty s dysplastickým charakterem. Jednotlivé typy jsou rozlišitelné pomocí axiálních snímků. Vzhledem k tomu, že tato klasifikace vznikla na základě klasických rentgenových snímků, nepřináší informaci o tloušťce a rozložení kloubní chrupavky.



Obr. 2: Wibergova a Baumgartlova klasifikace tvaru patel

1.3 Biomechanika pohybů kolenního kloubu

Kolenní kloub umožňuje tři druhy pohybu - flexi, extenzi a rotaci. Flexe kolenního kloubu začíná mírnou rotací distálního konce femuru laterálním směrem. Dojde k otočení kondylů v jamce, která je tvořena menisky a tibií. Při pokračující flexi začne klouzavý pohyb, kdy menisky i femur kloužou po tibií dozadu. Patela při flexi kolena klouže distálním směrem. Při extenzi se všechny pohyby vykonávají v opačném pořadí. Patela klouže proximálním směrem. Rotační pohyb tibie lze vykonat pouze při flexi, při extenzi je téměř nemožná kvůli maximálnímu napětí postranních vazů.

1.4 Poruchy pately a femoropatelárního kloubu

1.4.1 Vrozené anomálie pately

Patella bipartita a patella multipartita

Vznikají neúplným splnutím osifikačních center. Patella bipartita se nejčastěji vyskytuje jako superolaterální patela a vzniká ze samostatného osifikačního jádra. Bývá asymptomatická a většinou se diagnostikuje na rentgenových snímcích jako vedlejší nález. Často se vyskytuje oboustranně. Oproti fraktuře lze odlišit tím, že obrysy štěrbin jsou hladké, ohraničené kortikální kostí. Zvláště u pohybově více aktivních lidí může být patella bipartita, spojená s bolestmi, jejichž příčinou je buď jednorázové trauma nebo mikrotraumatizace.

Dorzální defekt pately (DDP)

Vyskytuje se nejčastěji na superolaterálním okraji pately a obsahuje nspecifickou fibrózní tkáň a drobné úlomky kosti. Chrupavka nad tímto místem ovšem bývá většinou neporušená. Dorzální defekt pately bývá obvykle detekován náhodně u pacienta s kolenní bolestí.

Vrozená luxace pately

Při této vrozené vadě bývá patela uložena zevně na stehenní kosti a často je hypoplastická. Dislokovaná pozice pately zůstává i při extenzi. Tuto poruchu doprovází i flexní deformita kolena, genu valgum a vnější rotace tibie.

1.4.2. Úrazy a získané poruchy pately a femoropatelárního kloubu

Zlomenina pately

Zlomenina pately nejčastěji vzniká přímým mechanismem působícím na kolenní kloub, ať už při pádu nebo při nárazu. Nejčastěji dochází k příčným frakturám, dále pak k odlomení dolního nebo řidčeji horního pólu. Méně časté jsou fraktury podélné. Zlomenina pately může být i tříštivá, s velkou dislokací fragmentů, která je způsobena tahem extenčního aparátu. Vzácně se vyskytuje zlomenina způsobená náhlou nekoordinovanou kontrakcí čtyřhlavého stehenního svalu. Zlomeniny pately bývají spojeny s krvácením do kolenního kloubu. Výraznými příznaky jsou silná bolest a otok kolenního kloubu. Porušení celistvosti pately způsobené frakturou narušuje extenční ligamentózní systém kolena.

Stresová zlomenina pately

Stresová zlomenina může být způsobena opakovanou nadměrnou zátěží u zdravé kosti (únavová zlomenina) nebo běžné zátěži u abnormální kosti (zlomenina z nedostatečnosti). I přesto, že se vyskytují především na metatarsích, holenní a patní kosti nebo na os naviculare, mohou se vyskytovat i na patele.

Traumatická dislokace pately

V případě akutní traumatické dislokace pately se patela nejčastěji dislokuje laterálně a většinou se následně přemístí zpět do původní pozice. Akutní dislokaci mohou vyvolat dva mechanismy, popřípadě jejich kombinace. Je to jednak silná kontrakce m. quadriceps a přímý úder do mediální strany pately. Při dislokaci pately může dojít k fraktuře mediálního okraje pately. Dochází i k osteochondrálnímu poranění, které vznikne stlačením mediální fasety proti laterálnímu kondylu femuru během dislokace a relokace (19). Predispozičními faktory pro akutní dislokaci pately jsou zvětšený Q úhel (úhel tahu m. quadriceps femoris), genu valgum, vnitřní rotace tibie, vnější rotace femuru, hypoplazie laterálního kondylu femuru, patella alta, tvar pately dle Wibergovy klasifikace, nedostatečnost vastus medialis obliquus, těsné laterální retinakulum, celková uvolněnost vazů (9).

Ruptura patelárních vazů

Vazy zajišťují statickou stabilitu kloubu a při úrazu může dojít k jejich ruptuře. K té dochází zvláště při prudkém výskoku nebo dopadu na koleno. Podle závažnosti poranění se může jednat o distenzi, parciální rupturu nebo totální rupturu vazů. K totální ruptuře dochází při poškození více než 40% vláken. V případě ruptury vazů může dojít k vytržení kostního fragmentu s úponem vazů ke kosti. Rupturu vazů často doprovází také hemartros.

Tendopatie lig. patellae (skokanské koleno)

Vzniká především u sportovně aktivních lidí (zvláště při volejbale nebo skocích – odtud „jumper’s knee – skokanské koleno“), kteří ve vyšší míře zatěžují extenční aparát kolenního kloubu. V patelárním vazů vznikají mikroruptury. Následkem jejich nezhojení je tendopatie, která bývá doprovázena bolestí v oblasti dolního pólu pately (7).

Poškození extenčního aparátu kolena

Extenční aparát kolenního kloubu se skládá z čtyřhlavého kolenního svalu a šlachy, pately a patelární šlachy. Při násilné flexi kolena proti kontrahovanému čtyřhlavému svalů dochází k poškození extenčního aparátu. Může dojít k roztržení šlachy čtyřhlavého svalu nebo k poškození či roztržení patelární šlachy. V obou případech se může jednat o částečné nebo úplné roztržení šlachy. Zatímco k poruše šlachy čtyřhlavého svalu dochází převážně u starších lidí, obézních, diabetiků nebo lidí s renálním selháním, ruptura patelární šlachy je typická pro mladé lidi, často aktivní sportovce.

Poranění chrupavky

V případě úrazů kolenního kloubu bývá často poraněna hyalinní chrupavka. Její úlohou je tlumení nárazů a snižování tření v kloubu. Reparační schopnost chrupavky je omezená a v případě zvýšené zátěže hrozí riziko progresu. K jejímu zranění může dojít při kontuzi, luxaci nebo fraktuře pately. Mezi nejčastější poranění tohoto typu patří chondrální a osteochondrální fraktury. Nejčastější místa tohoto poškození jsou na mediálním a laterálním kondylu femuru a na patele. Mohou vznikat přímým i nepřímým mechanismem. Přímý mechanismus je například náraz na koleno. Nepřímým

mechanismem jsou kompresně rotační síly při luxaci pately, které způsobují odtržení osteochondrálního fragmentu z laterálního okraje laterálního kondylu femuru a mediálního okraje pately. Zatímco u dětí, u kterých je kalcifikace v bazální vrstvě menší, jde lomná linie do subchondrální kosti, u dospělých má kloubní chrupavka tendenci odtrhnout se na rozhraní kalcifikované a nekalcifikované chrupavky. U dětí tedy převažují osteochondrální fraktury, u dospělých pak chondrální fraktury nebo osteochondrální imprese (7).

Chondropatie pately

O chondropatii mluvíme v případě poruchy, při které postupně dochází k degeneraci pately a následně k sekundární artróze femoropatelárního kloubu. Toto onemocnění může být posttraumatické, ale často jeho příčiny nejsou známy. Při poúrazových následcích dochází k rozvláknění částí kloubní plochy, vytváří se na ní puchýře, až následně dojde k úplné desintegraci hyalinní chrupavky. Ložisko může zasahovat obě fasety (mediální i laterální) a většinu kloubní plochy. Chondropatie může vzniknout i jako následek různých poruch, jako například chybně centrovaný extenční aparát kolena u genua valga, zvýšená rekurvace kolenního kloubu nebo laterální hyperprese pately způsobená zkrácením laterálních retinakul (20). Míra poškození kloubní chrupavky nemusí být adekvátní subjektivním potížím, takže se může vyskytovat asymptomatická chondropatie stejně jako velká femoropatelární bolest u chrupavky normálního vzhledu. V klinické praxi se pro femoropatelární potíže používá termín „femoropatelární bolestivý syndrom“ nebo „AKP - anterior knee pain“ (7).

Disekující osteochondróza

Následkem úrazu mohou vzniknout defekty kondylární chrupavky (osteochondritis dissecans). Dochází k porušení subchondrálního sektoru kloubní chrupavky a částečně nebo úplně se oddělí chondrální nebo osteochondrální fragment a následně dochází k nekróze ohraničeného ložiska subchondrální kosti. Tyto defekty se nejčastěji vyskytují na mediálním kondylu femuru (80 - 85%), mohou se vyskytovat i na laterálním kondylu a na patele. Dojde k poruše kongruence kloubních ploch, chrupavka degeneruje a dochází k sekundárním artrotickým změnám. Často bývá

disekující osteochondróza oboustranná. Nejčastější výskyt této poruchy je u dospívajících chlapců se zvýšenou tělesnou aktivitou.

Morbus Sinding-Larsen

Osteochondróza dolního pólu pately, která vzniká opakovaným přetěžováním extenčního aparátu. Postižení bývají nejčastěji ve věku 10 až 14 let, kteří neúměrně zatěžují extenční aparát (7).

Vertikální dystopie pately

Patella alta – patela je umístěna abnormálně vysoko, bývá spojena s patelární instabilitou, je tedy spojena se subluxací nebo dislokací pately (2). Může vést k chondropatii nebo až k artróze femoropatelárního kloubu.

Patella baja (infera) – patela je umístěna nízko a více se zatěžuje její proximální část. Vyskytuje se po úrazech a operacích extenčního aparátu nebo u hypotonie m. quadriceps femoris.

1.4.3 Klasifikace femoropatelárních poruch z časového hlediska

Z hlediska časového můžeme poškození femoropatelárního kloubu rozdělit do tří skupin (17).

- VI. úrazy – náhlá jednorázová poranění kloubních struktur jako například zlomeniny, ruptury vazů nebo šlach
- VII. chronické degenerativní změny – déletrvající nebo opakující se potíže, např. instabilita femoropatelárního kloubu, artrotické změny
- VIII. mikrotraumata – poškození, které jsou způsobena opakovaným nebo stálým přetěžováním na hranici pevnosti tkání. Příčinou bývá nadměrná zátěž, běžná zátěž za nefyziologických podmínek nebo snížená tolerance tkání.

2. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZA

Ve své práci chci zhodnotit indikace a ekonomické hledisko používání jednotlivých zobrazovacích metod (skiografie, artrografie, počítačová tomografie, magnetická rezonance, ultrasonografie, scintigrafie) při vyšetřování femoropatelárního kloubu. Dalším významným faktorem je náročnost těchto vyšetření pro pacienta, ať už s ohledem na radiační zátěž, věk, zdravotní stav či případné kontraindikace. Také chci detailněji popsat zobrazovací metody, které by mohly být v algoritmu vyšetřování použity.

Přestože je běžně používaný algoritmus vyšetření funkční a vyhovující, chci se pokusit na základě srovnání jednotlivých zobrazovacích metod z pohledu radiologického asistenta posoudit vhodnost častější indikace ekonomicky náročnějších vyšetření s ohledem na jejich výtěžnost a celkový přínos pro pacienta.

3. METODIKA

Ve své práci uvádím shrnutí anatomicko-fyziologických poměrů kolenního kloubu se zaměřením na patelu a femoropatelní kloub, jednotlivé poruchy a choroby tohoto kloubu. Dále popisuji jednotlivé diagnostické metody používané k zobrazení této části těla, a to včetně jejich provedení a odlišných modifikací. Zmiňuji i kontraindikace jednotlivých vyšetření. S využitím vybraného souboru pacientů pak z pozice radiologického asistenta zhodnocuji diagnostický přínos jednotlivých zobrazovacích metod. Následně graficky porovnávám ceny a časovou náročnost jednotlivých technik.

3.1 Zobrazovací metody

Na základě předchozího klinického vyšetření lze zhotovit širokou škálu radiologických vyšetření, od klasických rentgenogramů až po vyšetření na počítačovém tomografu a vyšetření magnetickou rezonancí. Spektrum vyšetření se v průběhu let měnilo, zejména posledně jmenovaná magnetická rezonance takřka vyřadila ze seznamu vyšetřovacích metod dříve široce užívanou rentgenovou artrografii svojí vyšší diagnostickou výtěžností a neinvazivitou.

Prosté snímky zhotovuje radiologický asistent sám, vyšetření pomocí speciálních zobrazovacích metod nebo invazivní vyšetření ve spolupráci s lékařem. Následně posuzuje kvalitu zhotoveného snímku tak, aby jeho diagnostická výtěžnost byla co nejvyšší. Je potřeba zkontrolovat shodu indikované oblasti s oblastí zachycenou na snímku, dobrou viditelnost anatomických struktur, ostrost a kontrast a také absenci artefaktů.

3.1.1 Konvenční radiografie

Klasické skiagramy jsou stále základním, snadno dostupným vyšetřením, které nám může ozřejmit patologické změny kolenního kloubu. Různě diferencovaná absorpce primárního svazku záření při průchodu snímkováným objektem umožňuje vytvářet sumační snímky vyšetřované oblasti. V současné době se stále více nahrazuje klasická skiografie (s použitím kombinace film – fólie a následným vyvoláním snímku ve vyvolávacím automatu) digitální radiografií, ať už nepřímou (s použitím paměťových fólií a následnou aktivací obrazu pomocí laserového paprsku) nebo přímou (za pomoci flat panelů, které jsou stále ještě pro mnoho pracovišť velice drahou

záležitostí). Výhodou digitální radiografie je následná možnost postprocessingu, kdy lze dodatečně upravit například parametry obrazu jako jas a kontrast, zvětšovat celý snímek nebo jen jeho vybranou část a pomocí patřičného softwaru provádět různá měření. Další nespornou výhodou digitální radiografie je práce s obrazovou dokumentací v rámci systému PACS.

Při zhotovování snímků pomocí skiografie je nutné dbát na ochranu pacienta i personálu před ionizujícím zářením. Je nezbytné pacienta vykrývat olověnou zástěrou, vyclonit centrální paprsek na co nejmenší plochu, ale tak, aby nedošlo ke ztrátě diagnostické informace, a správně nastavit snímkovací parametry, aby nebylo nutné snímek opakovat.

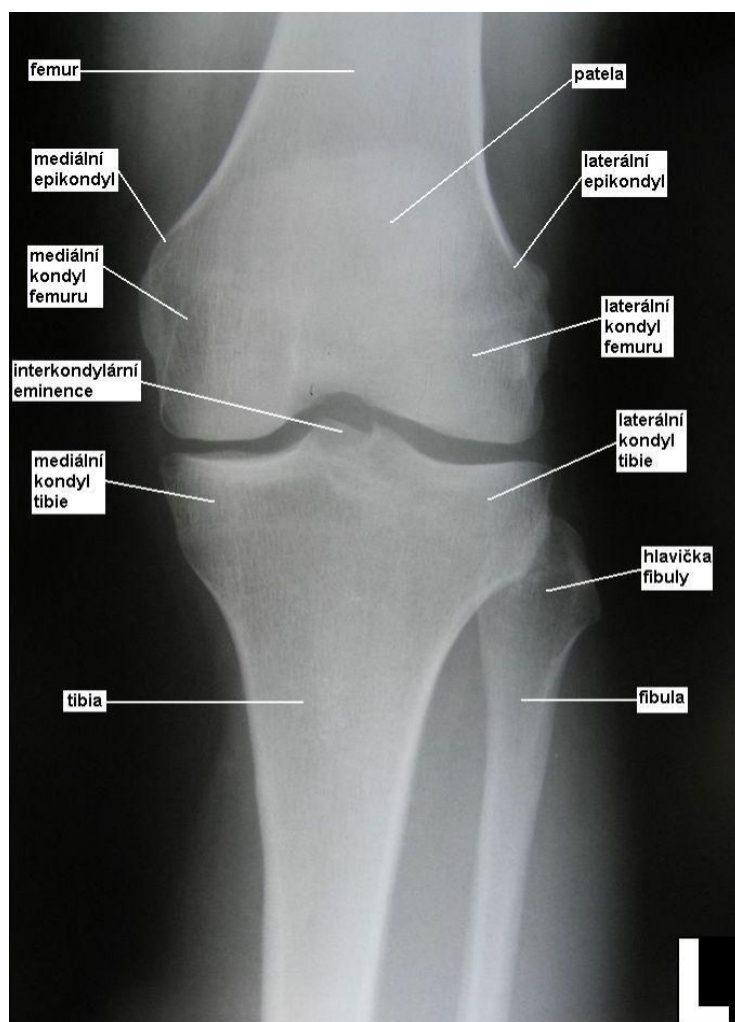
Rentgenový snímek poskytuje zásadní informace o makroskopickém vzhledu kostí a jejich struktuře (7). Na prostých snímcích může lékař posuzovat změny tvaru kostí, ať už vyvolané poruchou vývoje nebo způsobené chorobou, změny struktury kosti jako osteoskleróza, osteolýza, osteopenie nebo osteonekróza. Nativní snímky samozřejmě slouží i k posouzení zlomenin a luxací.

Některé patologie jsou patrné ihned, u některých je potřeba provést měření a porovnat s anatomickofyziologickými normami. Na bočných a axiálních snímcích kolenního kloubu lze pomocí různých měření hodnotit případné patologie v umístění pately (viz. příloha).

Předozadní (ventrodorzální) projekce

Předozadní projekce sice nezobrazuje přímo femoropatelní skloubení, ale může sdělit několik jiných, důležitých informací. Mohou se na ní zobrazit různé femorotibiální abnormality, subluxe pately, fraktury a volné kostní fragmenty. Lze z něj posoudit morfologii pately (její délku a šířku) a anatomické variace (patella bipartita, patella multipartita). Lze hodnotit také symetrii a velikost femorálních kondylů, kde hypoplazie laterálního kondylu může způsobovat laterální subluxaci pately. Nedostatečně se lze z předozadního snímku vyjádřit k poloze a pohybu pately, protože při extenzi dolní končetiny, ve které se tato projekce provádí, dochází k mírnému laterálnímu posunu pately. To by nemělo být hodnoceno jako subluxe. Na předozadním snímku lze též odhadnout vertikální polohu pately tak, že se měří

vzdálenost mezi dolním pólem pately a linií vedenou přes distální konce femorálních kondylů. Pokud tato vzdálenost převyšuje 2 cm, měla by být zvažována patella alta (19). Přesněji se však výška uložení pately posuzuje z bočního snímku, kde nedochází ke zkreslení polohy úhlem centrálního paprsku a polohou pacienta.



Obr. 3: Předozadní projekce na kolenní kloub

Předozadní snímek kolena se zhotovuje buď vleže na stole nebo vestoje. Pacient má obnažené dolní končetiny včetně případného obvazového či fixačního materiálu, pokud to stav dovoluje. Při snímkování vleže pacient leží na stole, dolní končetiny má nataženy vedle sebe a nohu vyšetřované strany mírně rotuje vnitřně (asi 7°). Centrální paprsek směřuje kolmo na střed kazety a dolní okraj pately. Používáme kazetu formátu

18x24 cm a expoziční hodnoty 55 kV a 4 mAs (Při použití fólií se zesilujícím faktorem 400). Většinou lze snímkovat bez použití sekundární clony.

Předozadní projekci kolena lze zhotovit rovněž vestoje u vertigrafu za použití horizontálního paprsku. V tomto případě, zvláště u nových skiagrafických přístrojů, používáme sekundární clonu a expoziční automatiku. Tento snímek má výhodu v přesnějším zobrazení femorotibiálních poměrů, zejména mediálních i laterálních kloubních prostor, při zatížení vestoje. Kloubní prostory se často zužují při chondropatii nebo různých degenerativních onemocněních a na snímku vleže, bez použití zátěže, se toto zúžení nemusí projevit, zvláště v případě mírného stupně úbytku chrupavky.

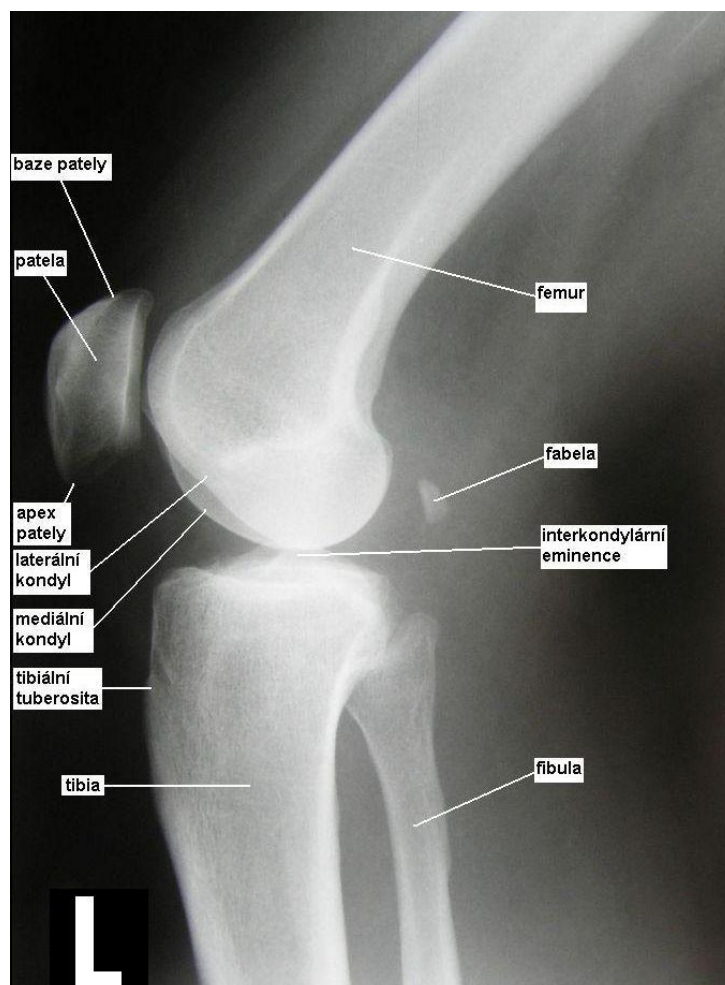
Bočná (tibiofibulární) projekce

Z bočního snímku lze dobře hodnotit strukturu pately a její trámčité uspořádání, rozpoznat subchondrální sklerózu, artrózu stejně jako abnormální kalcifikace v m. quadriceps, v patelárních šlachách nebo v regionálních burzách. Rovněž se zde přehledně zobrazí trochlea femuru s ohledem na její hloubku a proximální konfiguraci. Na přesném bočním snímku lze dobře posoudit rotaci pately. V případě rotace pately se překrývají laterální fasetové linie s centrální hranou, která je při fyziologickém nálezu posteriorně od laterální linie. Pokud dojde k výraznější rotaci často spojené se subluxací, centrální hrana pately se dostává anteriorně od laterální fasety.

Daleko přesněji (ve srovnání s předchozím snímkem) se určuje vertikální pozice pately. Lze pak posoudit kraniální nebo kaudální posun pately (patella alta, patella baja). Patella alta bývá často spojena s instabilitou a femorální bolestí. Vertikální úroveň pately je důležitá pro celkovou biomechaniku a stabilitu extenčního mechanismu a femoropatelárního kloubu.

Příprava pacienta je stejná jako u předozadní projekce. Pacient leží na boku vyšetřované strany a koleno má ve 30° flexi. Centrujeme kolmo na střed kazety (18x24 cm). Centrální paprsek míří kolmo na femorotibiální skloubení. Expoziční hodnoty jsou bez použití sekundární clony 53 kV a 4 mAs. Při správně zhotovené projekci se rovnoměrně superponují femorální kondyly. I pro bočné zobrazení kolena existují odlišné modality, jedna z nich je vestoje u vertigrafu, buď s kolenem v extenzi nebo ve 30° flexi. Centrální paprsek míří horizontálně na střed kolenního kloubu. Na tomto

snímku se patelární šlacha vystavuje tahu a může se posoudit nejen funkční vztah pately k tibii, ale hlavně vztah patelárních faset k femuru.



Obr. 4: Bočná projekce na kolenní kloub

Axiální projekce

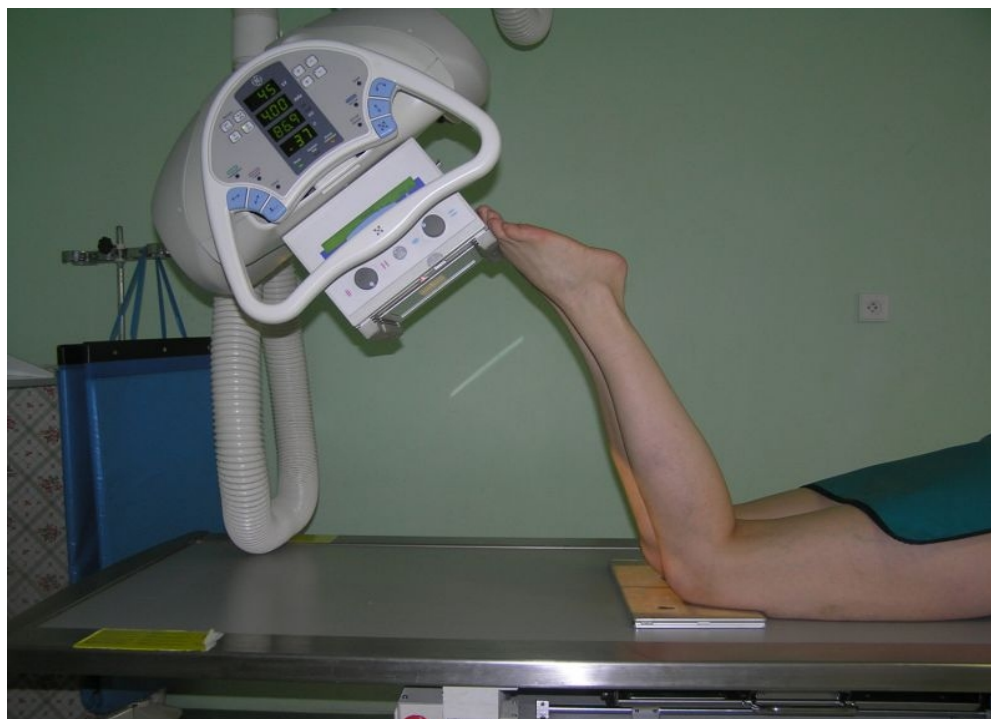
Axiální snímek kolenního kloubu je velice přínosný pro zhodnocení femoropatelárních poměrů. Z kvalitně zhotovených axiálních snímků kolena lze dobře hodnotit pozici a orientaci pately v axiální rovině. Jsou na něm přehledně zobrazeny patelární fasety a lze z něj posoudit vztah pately k femorálnímu žlábků. Rovněž se zde mohou přehledně zobrazit artrotické změny, které se v rámci kolenního kloubu vyskytují nejčastěji právě v oblasti femoropatelárního kloubu (11).

Technika zhotovení axiálního snímku se v průběhu 20. století vyvíjela a dosud existuje několik způsobů provedení, které se užívají s ohledem na přístrojové možnosti, mobilitu pacienta, zvyklosti oddělení a požadavky klinických lékařů – ortopedů.

Fulkerson (10) uvádí přehled technik axiální projekce kolenního kloubu, jak byly postupně zaváděny do praxe.

V roce 1921 popsal Settegast axiální projekci kolena, při které pacient leží na břiše s koleny ohnutými v ostrém úhlu a centrální paprsek směřuje rovnoběžně se zadním povrchem pately a kolmo k desce stolu. Dolní končetiny lze fixovat popruhy přes chodidlo drženy pacientem. Nevýhodou byla nedostatečně zobrazená proximální trochlea a nepříliš přesné posouzení pately vleže na břiše.

Jaroschy v roce 1924 uvedl techniku, při které pacient leží na břiše, nohy má pokrčené tak, že svírají s deskou stolu úhel 50°, a centrální paprsek jde rovnoběžně s tibií. Pro lepší stabilitu dolních končetin může pacient opřít dolní končetiny chodidly o kryt primárních clon umístěný pod rentgenkou. Kazeta je umístěna pod distální částí stehen. U této projekce může být nevýhodou zkreslení způsobené sklonem centrálního paprsku směrem ke kazetě s filmem.



Obr. 5: Axiální projekce kolen (Jaroschy)

Dalšími modalitami byla technika Wiberga a Knutsona v roce 1941 zdokonalená Furmaierem a Breitem v roce 1952, při které pacient leží na zádech s dolními končetinami ve flexi a s kazetou umístěnou na přední tibii, kolmo ke stolu. Centrální paprsek směřuje rovnoběžně s deskou stolu. Nevýhodou je nemožnost zobrazení v menší než 45° flexi.

Často uváděnou technikou zhotovení axiálního snímku kolenního kloubu je Merchantova projekce, při které pacient leží na zádech s koleny ve 45° flexi, dolní končetiny má ohnuty přes hranu stolu a opřeny o šikmou podložku. Centrální paprsek je skloněn kaudálně 30° od horizontální roviny a směřuje kolmo na kazetu, která je umístěna pod koleno, opřena o holeně. I když tato projekce velice přehledně zobrazuje femoropatelní poměry, u nás není rozšířená kvůli nutnosti speciální podpěry dolních končetin a kazetového držáku, které nejsou dodávány jako standardní výbava skiagrafických přístrojů.



Obr. 6: Merchantova projekce (3)

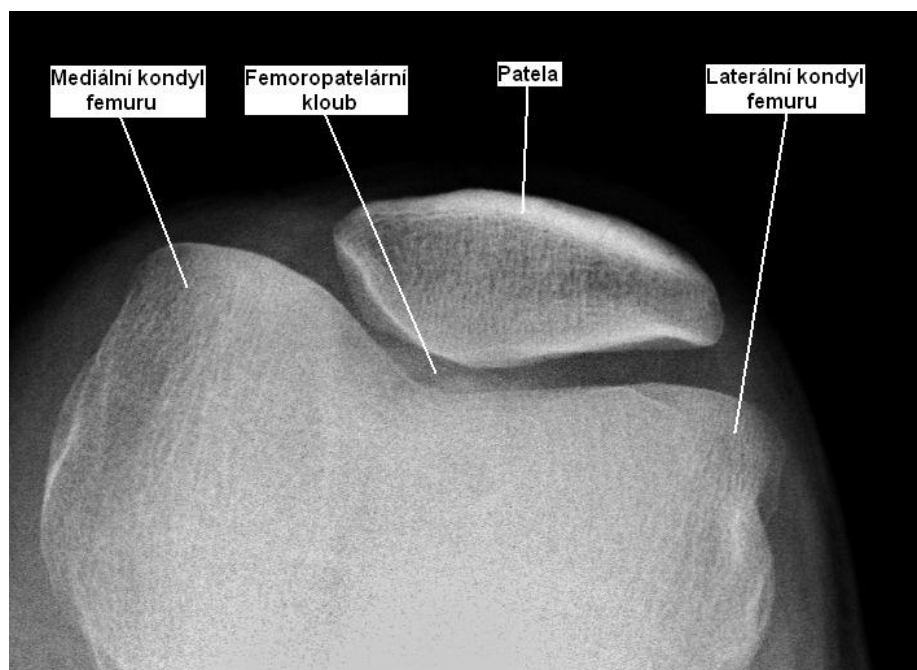
Další z řady axiálních projekcí je *Laurinova* technika, která se provádí tak, že pacient sedí na stole s koleny ve 20° - 30° flexi. Kazetu si drží asi 12 cm proximálně od

pately a tlačí ji dolů proti stehnům. Centrální paprsek směřuje kranialně a superiorně, 20° od horizontály. Takto zhotovená projekce je přínosná právě proto, že mnoho případů patelární instability se projevuje buď v úplné flexi nebo v extenzi do 20° stupňů. Při pokračující flexi patela zapadá do trochley a patologie nemusí být odhalena.



Obr. 7: Axiální projekce kolen (Laurin)

Speciální technikou jsou *Ficatovy* snímky patel, kdy se zhotovují tři snímky obou kolenních kloubů ve flexi 30°, 60° a 90°. Pacient při tomto vyšetření sedí na stole s dolními končetinami v požadované flexi, kazetu si drží, stejně jako při Laurinově projekci, asi 12 cm proximálně od pately a centrální paprsek směřuje kranialním směrem, kolmo na kazetu a rovnoběžně s deskou stolu. Kazeta je umístěna blízko kolenního kloubu, takže je minimalizováno zkreslení. Pacient by se měl snažit, zvláště u snímku při 30° flexe, uvolnit m. quadriceps, protože napínání extenčního aparátu může subluzovanou patelu vrátit do normální pozice ve femorálním žlábků. Na výsledných *Ficatových* snímcích lze porovnat oba femoropatelární klouby, jejich funkční poměry v jednotlivých stupních kolenní flexe i denzitu subchondrální kosti (14).



Obr. 8: Axiální snímek pately

3.1.2 Artrografie

Na závěr konvenčních radiologických technik zmíním kontrastní vyšetření kloubu – artrografii, která umožňuje zobrazit intraartikulární struktury kolenního kloubu včetně menisků, chrupavek, vazů a synovie. Jedná se o vyšetření, při kterém se do kloubu aplikuje jodová kontrastní látka, popřípadě se provádí dvojkontrastní vyšetření, kdy se intraartikulárně aplikuje 6 – 10 ml jodové kontrastní látky a 10 – 15 ml vzduchu (12). Na snímcích, které se s ohledem na femoropatelární kloub zhotovují v bočné a axiální projekci, lze hodnotit intraartikulární patologie, obsahující fragmenty menisků, cizí tělesa, synoviální poruchy nebo poruchy chrupavky. Od artrografie kolenního kloubu se v posledních letech upustilo hlavně díky magnetické rezonanci, jejíž výhoda spočívá ve větší výtěžnosti, neinvazivitě a absenci rtg záření.

3.1.3 Výpočetní tomografie - CT

Svůj přínos v diagnostice femoropatelních poruch má i počítačová tomografie. Je to metoda, která pracuje na denzitometrickém principu, při kterém se využívá skutečnost, že různé tkáně absorbují různé množství záření. Postupný vývoj počítačové tomografie od sekvenčních - inkrementálních k helikálním multi-slice scannerům a zvláště její rozšíření, kdy je počítačovým tomografem vybavena téměř každá okresní nemocnice, umožnily rozvoj různých vyšetření často jako kvalitnější náhradu za méně výtěžné a leckdy invazivní techniky. Výpočetní tomografie umožňuje detailně zobrazit kostní struktury kloubů, ale i některých měkkých součástí, takže pomocí něj lze detekovat např. nedislokované fraktury nebo infrakce, které se na rentgenových snímcích jeví jako negativní nález (6).

Vyšetření na počítačovém tomografu je diagnosticky přínosné pro zhodnocení femoropatelního kloubu napříč celým rozsahem pohybu (4). Pomocí CT vyšetření lze posoudit vztah mezi patelou a trochleou femuru, počínaje plnou extenzí a počáteční kolenní flexí, kdy je patela méně stabilní, až po flexi 60°, odpovídající maximální zátěži pately.

CT vyšetření lze tedy zhotovit jak v extenzi dolní končetiny, tak v různých stupních kolenní flexe a rovněž za odlišných mechanických podmínek. Vyšetření lze provádět zároveň na obě kolena. Pro správné provedení je nezbytné, aby pacient zaujal pohodlnou polohu a dolní končetiny měl dle potřeby fixovány patřičnými fixačními pomůckami kvůli eliminaci pohybových artefaktů a také aby jeho nohy nebyly přehnaně rotovány zevním směrem.

Biedert (4) uvádí následující vyšetřovací techniky CT femoropatelního kloubu:

- vyšetření v extenzi, bez kontrakce m. quadriceps, které dokumentuje statický stav.
- vyšetření v extenzi, s kontrakcí m. quadriceps, kdy pacient vlastní vůlí kontrahuje čtyřhlavý sval a zároveň drží nohy v dorzální extenzi. Při této situaci se patela v mnoha případech pohybuje proximálně a mohou se projevit různé patologické pozice, jako je subluxace, dislokace, medializace nebo lateralizace. Při tomto vyšetření se tedy mohou projevit a na snímcích zobrazit patologie,

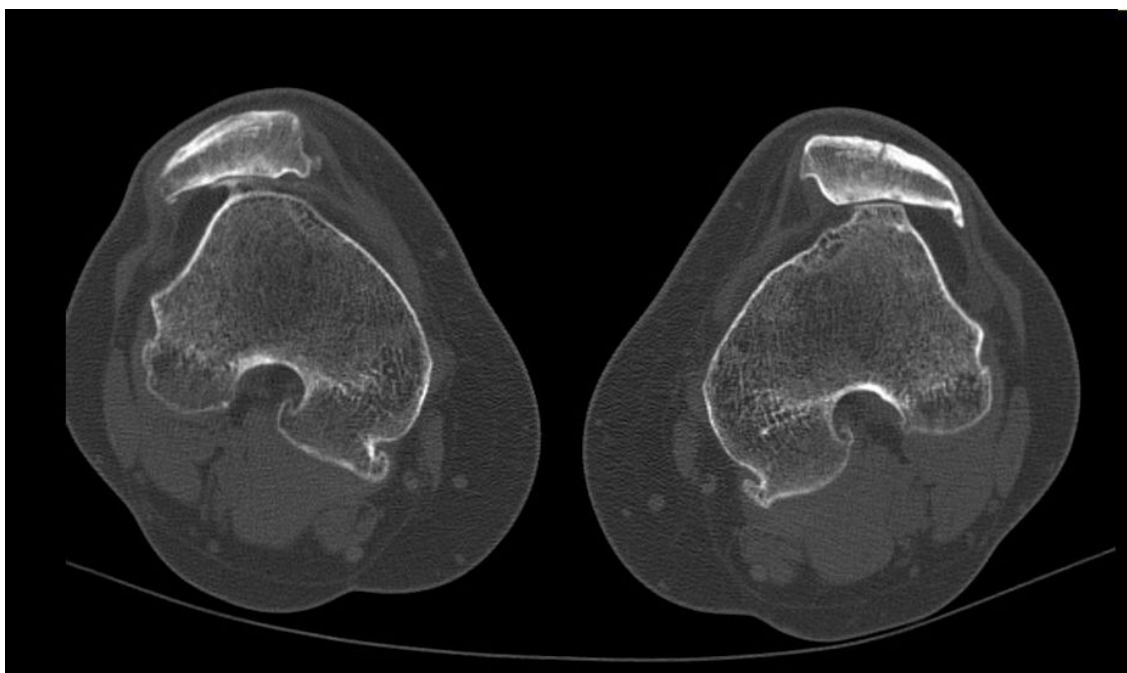
kteřé mohou být opomenuty při pouhém vyšetřeni s relaxovaným čtyřhlavým svalem.

- vyšetřeni v extenzi s manuálním tlakem (stress CT) – toto vyšetřeni je přínosné v případě patelární instability nebo při podezřeni na nadměrnou laxitu kloubu a provádí se za spolupráce pacienta, který sám v době skenování pomocí prstů vyvíjí tlak buď na mediální nebo laterální stranu pately. Je to jednoduchá metoda, jak zdokumentovat různé druhy patelární instability, které by nemusely být zobrazeny při standardním CT vyšetřeni.
- vyšetřeni ve 30° kolenní flexi – v této pozici je třeba pacientovi podložit kolena rentgtransparentním válcem k dosažení požadované flexe a zachování stability celé dolní končetiny. Při takto pokrčeném koleni leží patela distálněji v trochleárním žlábkú a je stabilnější. Obvykle není nutno zhotovovat doplňující skeny s kontrakcí m. quadriceps, protože jeho vliv na polohu pately je již při takto velké flexi minimální.
- vyšetřeni v 60° kolenní flexi – toto vyšetřeni přesněji dokumentuje polohu pately ve velké flexi při zátěži (například při chůzi po schodech) a může být rovněž užitečné k zdokumentování patologické pozice pately po chirurgickém zákroku. Ani zde není nutné provádět další skeny s kontrakcí m. quadriceps.

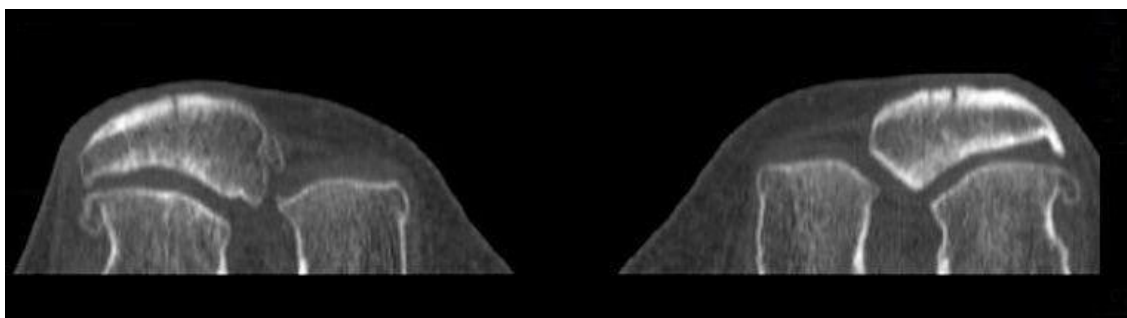
Při CT vyšetřeni v extenzi s relaxovaným čtyřhlavým svalem lze dobře posuzovat stav femoropatelárního kloubu, hodnotit tvar pately i šíři kloubního prostoru, degenerativní změny kloubu, přehledně se zobrazí i trochlea a je možno hodnotit dysplázii trochley stejně jako balancování pately v trochlee. U pacientů, u kterých je přítomna patella alta, je kloubní povrch pately ve vztahu k distálnímu femuru tangenciálně, než aby k němu byl pevně přiložen. Kontrakce čtyřhlavého svalu nahrazuje jeho napětí při zatížení ve stoje a lépe se tak simulují dynamické podmínky. Při kontrakci může zůstat patela správně centrovaná nebo se posouvá mediálním či laterálním směrem. Při vyšetřeni v 30° a 60° kolenní flexi je za normálních okolností stabilizace pately v trochlee zlepšena. Případné změny pozice pately při těchto stupních kolenní flexe mohou tedy být terapeuticky závažnější.

Scuderi (19) uvádí vyšetření v 0°, 15°, 30° a 45°, kdy statické obrazy detailně demonstrují úroveň subluxe nebo patelárního sklonu. Fulkerson (10) k těmto čtyřem doplňuje ještě skeny v 60° kolenní flexe.

Pomocí CT lze dobře diagnostikovat intraartikulární nebo extraartikulární kalcifikace, na rozdíl od MRI, kde se zobrazují jako ložiska sníženého signálu a mohou být snadno přehlédnutelná. Oproti konvenčním axiálním snímkům patel vyšetření pomocí CT nevykazuje zkreslení a překrývání obrazů. Na transverzálním řezu lze tedy přesně zobrazit vztah mezi danou rovinou pately a jejím přesným protějškem na femuru.



Obr. 9: CT v při extenzi dolních končetin



Obr. 10: CT při flexi 45°

3.1.4 CT artrografie

CT artrografie je kontrastní vyšetření kloubu na počítačovém tomografu po intraartikulární aplikaci kontrastní látky. Oproti dříve prováděné konvenční artrografii, která v omezené míře hodnotila kloubní chrupavku, umožnila CT artrografie výrazně kvalitnější posuzování chondropatie, zobrazení synoviální plíky a je také použitelná při hodnocení osteochondrálních lézí a volných osteochondrálních těles uvnitř kloubu.

3.1.5 Magnetická rezonance – MRI

K zobrazování pomocí magnetické rezonance se, na rozdíl od výše uvedených zobrazovacích technik, nepoužívá k tvorbě obrazů jednotlivých částí lidského těla ionizujícího záření. Toto, ve spojení s neinvazivitou, z ní dělá velmi šetrnou vyšetřovací metodu vzhledem k lidskému organismu. MRI je založená na principu změn magnetických momentů protonů prvků s lichým nukleonovým číslem. Z těchto prvků je v lidském těle nejvíce zastoupen vodík, jehož poměrně velký magnetický moment z něj činí objekt velmi dobře využitelný pro zobrazování pomocí MRI. Pacienti jsou při vyšetření vystaveni magnetickému poli o vysoké intenzitě (0,5 – 1,5 Tesla) (22). Za použití různých vyšetřovacích sekvencí (např. spin-echo, gradient-echo, turbo-spin-echo, SPIR aj.) lze získat T1 vážené a T2 vážené obrazy a obrazy vážené dle protonové denzity.

Předností magnetické rezonance je její vysoký měkkotkáňový kontrast a schopnost zobrazovat v mnoha různých rovinách, takže je výborně použitelná pro vyšetřování kolenního a tedy i femoropatelního kloubu. Je to v současné době nejefektivnější neinvazivní metoda, pomocí které můžeme hodnotit patelní chrupavku. Je možno hodnotit skutečné kloubní povrchy patelní a trochleární chrupavky a posuzovat kongruenci kloubu. Chrupavka pately se přehledně zobrazuje na axiálních a sagitálních řezech. Homogenní intenzita signálu nasvědčuje negativnímu nálezu. Nehomogenita signálu, ztenčení chrupavky a její nepravidelný povrch ukazují různé stupně chondropatie. Naopak zvětšená subchondrální intenzita signálu svědčí pro subchondrální sklerózu.

MRI je rovněž citlivou metodou při zobrazování poruch subchondrální kosti. Například kostní kontuze, která se pomocí jiných zobrazovacích metod nemusí odhalit a

může nastat i po patelární dislokaci, se projevuje sníženou intenzitou signálu na T1 vážených obrazech a jako nepravidelně zvýšená intenzita signálu na T2 vážených obrazech. Kostní kontuze představuje potenciální riziko chondrolýzy - rozpadu chrupavčité tkáně.

Pomocí magnetické rezonance můžeme dále detekovat ruptury vazů, retinakul, svalů a šlach v okolí femoropatelárního kloubu, nebo chronické záněty šlach. Axiální řezy pak mohou ukázat případné zesílení nebo zanícení suprapatelárních i mediopatelárních plik.

Pacient při vyšetření leží na zádech, dolními končetinami směrem do vyšetřovacího prostoru a kolenní kloub má uložen ve speciální kolenní povrchové cívce, která přijímá signály vycházející z vyšetřovaných tkání. Tato cívka zlepšuje poměr signál/šum a tedy i kvalitu vyšetření (22). Nejprve se provede lokalizační měření v transverzální rovině za použití gradient-echo sekvence. Pak následují T1 spin-echo sekvence v koronární rovině a T1 spin-echo sekvence v šikmé sagitální rovině. Orientace řezů se sklání 10-15° směrem laterálně, podélně s průběhem předního zkříženého vazů. Po těchto sekvencích se provádí měření v T2 turbo-spin-echo sekvenci ve stejně šikmé sagitální rovině, jako předchozí. Zde se využívá jak T2 vážených obrazů, tak obrazů vážených dle protonové denzity. Toto jsou standardní sekvence u většiny vyšetření kolena pomocí magnetické rezonance. Pro přesnější zhodnocení pately a femoropatelárního kloubu je často potřeba využít dalších měření. Mezi ně patří T1 spin-echo sekvence v transverzální rovině, kdy lze dobře hodnotit patelu, chrupavku na její dorzální straně a retinakula. Další sekvencí je T2 gradient-echo sekvence s případnou saturací tuku k zobrazení chrupavky v transverzálních řezech a nebo T2 gradient-echo 3D sekvence, při které lze zhotovovat trojrozměrné rekonstrukce například v případě neurčitěho nálezu při předchozích měřeních (20).



Obr. 11: MRI - T₁ transverzální řez



Obr. 12: MRI – Flash 2D transverzální řez

3.1.6 MRI artrografie

MRI artrografie se v případě vyšetření femoropatelního kloubu provádí sporadicky, nicméně lze provést buď přímou metodou, kdy se paramagnetická látka aplikuje intraartikulárně nebo metodou nepřímou, při níž se kontrastní látka podává intravenózně. V obou případech se aplikuje paramagnetická látka Gd-DTPA. Rutinně se neprovádí, lze ji ale použít při diagnostice tumorózních nebo proliferativních zánětlivých lézí (23). Při přímé artrografii lze aplikovat do kloubní dutiny jen vodu, která má vysokou intenzitu v T2 vážených obrazech (na rozdíl od paramagnetických látek, které ovlivňují T1 vážené obrazy).

3.1.7 Ultrasonografie

Ultrasonografie je diagnostická zobrazovací metoda, která využívá odrazy ultrazvuku od tkání s různou akustickou impedancí. Ultrazvuk je mechanické vlnění a přenáší se jako vibrace částic prostředím (13).

Ultrasonografické vyšetření se ve stále větším množství využívá k zhodnocení poruch mukoskeletálního systému. V oblasti kolena lze posuzovat kloubní chrupavky, vazy, šlachy, menisky, synoviální cysty, svaly a přilehlé cévy. Vzhledem ke svému povrchovému uložení tedy lze pomocí ultrazvuku vyšetřit čtyřhlavý stehenní sval i patelní šlachu. V případě tendinitidy je šlacha zobrazena se sníženou echogenitou a nejasnými konturami oproti normálnímu stavu, kdy jsou okraje jasně definované. Rovněž ruptury patelní šlachy se zobrazují jako hypoechogenní úseky. Chronické tendinitidy bývají často spojeny s kalcifikacemi ve šlaše, v jejichž detekci je ultrasonografie vysoce senzitivní. Ultrazvukového vyšetření lze použít také k detekci plika syndromu, kdy se plika zobrazuje jako hyperechogenní zóna, která se při pohybu z extenze do 30° flexe přesouvá do femoropatelního prostoru. Vlastní femoropatelní prostor je nicméně pro vyšetření pomocí ultrazvuku nepřístupný, kvůli silnému akustickému stínu za patelou.

Ultrasonografie je metoda, jejíž diagnostická výtěžnost velice závisí hlavně na zkušenostech lékaře, který toto vyšetření provádí a také na kvalitě a rozlišovací schopnosti vlastního ultrasonografického přístroje.



Obr. 13: Sonografické všetření kolena

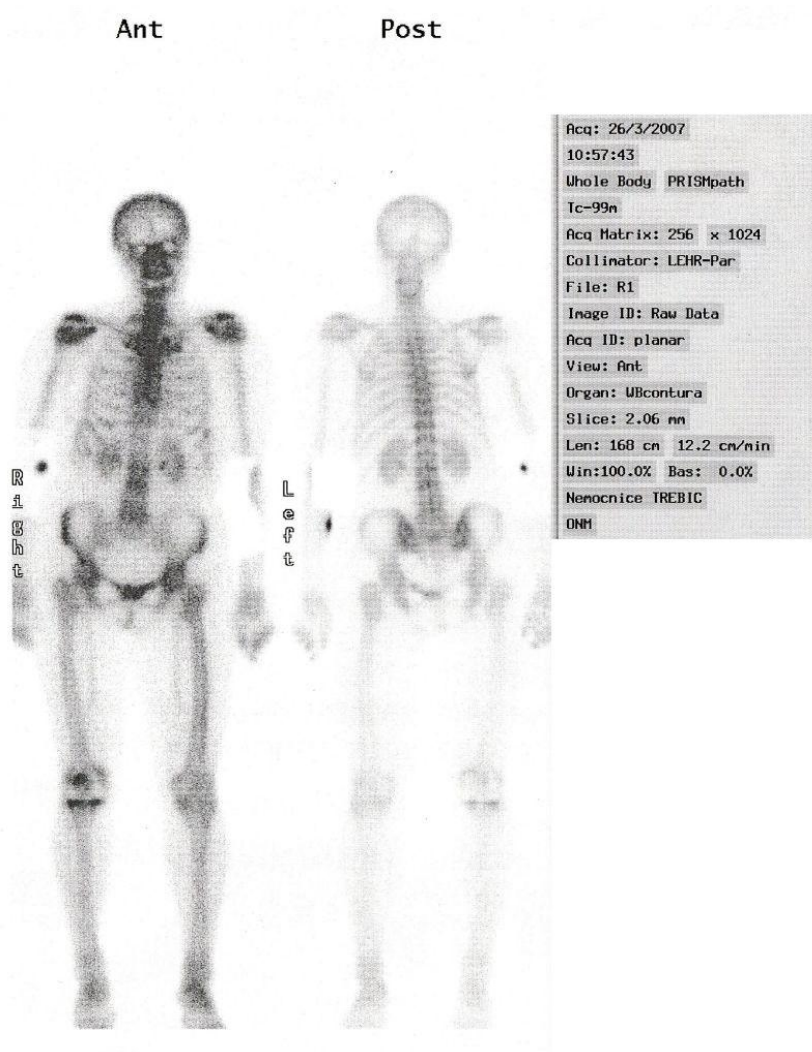
3.1.8 Scintigrafie skeletu

Radionuklidová scintigrafie skeletu je nukleárně medicínská zobrazovací technika, při které se do organismu aplikuje radiofarmakum a skelet se zobrazuje pomocí gamma kamery. Zobrazení lze provést buď planárními snímky nebo tomografickým zobrazením pomocí SPECT (jednofotonové emisní počítačové tomografii). Je to vyšetření funkční, které zobrazí časné metabolické změny kostní tkáně. Nejčastějšími radiofarmaky, které se v současnosti k zobrazování skeletu používají, jsou fosfátové komplexy, z nichž nejrozšířenějším je metylendifosfonát (MDP) značený ^{99m}Tc (21). Radiofarmakum se v případě scintigrafie skeletu aplikuje intravenózně a následně lze provést třífázovou scintigrafii, která zhodnotí distribuci radiofarmaka v časné fázi, ve fázi krevního poolu a v kostní fázi.

Patologické změny, jako je trauma, infekce, artritida nebo nádor zvyšují akumulaci radiofarmaka a tato místa se projevují jako horká ložiska. Nevýhodou této techniky v případě femoropatelních poruch je její nespecifita, takže se využívá v omezené míře. Na druhou stranu, oproti konvenční radiologii je velice senzitivní pro jemné kostní patologie, jako jsou stresové fraktury, které nemusí být na prostých

snímcích patrný. Kostní traumatické změny je možno detekovat už za 24 až 48 hodin po úrazu.

Nejdůležitější úlohou scintigrafie v dané problematice je její schopnost poskytnout informace o kostním metabolismu.



Obr. 14: Celotělová planární scintigrafie se zvýšenou aktivitou v oblasti pately

3.2 Kontraindikace k jednotlivým vyšetřením a limitace ze strany pacientů

Konvenční radiografie

Klasická radiografie je, zvláště v případě kolenních kloubů, kdy se aplikuje relativně malá dávka záření, šetrnou vyšetřovací metodou. Relativní kontraindikací je gravidita, nicméně v nezbytném případě lze, se souhlasem pacientky, vyšetření provést,

samozeřejmě s důkladným vykrytím oblasti břicha a pánve olověnou zástěrou a s vycloněním centrálního paprsku na co nejmenší možnou míru. Při takovýchto opatřeních absorbovaná dávka nepřesahuje povolené limity.

Komplikace může nastat v případě rigidity, bolestivosti nebo blokády kolenního kloubu, kdy pacient nemůže pokrčit koleno pro zhotovení axiálního snímku patel nebo přesného bočního snímku patel. Jinak jsou všechny projekce v případě dobré spolupráce pacienta snadno proveditelné.

Počítačová tomografie

Vzhledem k tomu, že v případě kolenního kloubu se většinou jedná o nativní vyšetření, odpadají kontraindikace ze strany jodových kontrastních látek. Nejvýznamnější kontraindikací tak zůstává, stejně jako u konvenční radiologie, gravidita. V případě CT se ale jedná, oproti prostým snímkům, o mnohem vyšší dávky ionizujícího záření. Kvůli této radiační zátěži je potřeba, aby provedení každého vyšetření na počítačovém tomografu předem zhodnotil jeho přínos lékař – radiolog, který může navrhnout jinou, šetrnější, zobrazovací metodu.

Limitací ze strany pacienta může být případný neklid a neschopnost v klidu podstoupit vyšetření. I zde, i když v menší míře než u magnetické rezonance, se mohou vyskytnout projevy klaustrofobie.

Magnetická rezonance

Zobrazování magnetickou rezonancí je neinvazivní vyšetření bez přítomnosti ionizujícího záření, nicméně k jeho provedení existuje několik zásadních kontraindikací. Jednoznačnou kontraindikací je přítomnost kardiostimulátoru, dále pak kochleární implantát nebo feromagnetické cévní svorky. Za kontraindikaci se považuje i první trimestr těhotenství. Naopak moderní osteosyntetický materiál, například z titanu, bývá kompatibilní s MRI, nicméně kvalita vyšetření v blízkosti tohoto materiálu se snižuje. Nevýhodou je oproti jiným technikám delší vyšetřovací čas, po který musí pacient zůstat v klidu. Relativní kontraindikací k provedení vyšetření je také klaustrofobie. Je nezbytné, aby vyšetřující personál na magnetické rezonanci byl seznámen s případnými riziky, které by mohly ohrozit pacienta v silném magnetickém poli.

Ultrasonografie

Vyšetření pomocí ultrazvuku je velice dobře snášeno, je to neinvazivní technika bez použití ionizujícího záření, takže obecně bývá doporučována u dětí a těhotných žen. V oblasti femoropatelárního kloubu je ovšem jeho využití značně omezené.

Scintigrafie

Vzhledem k tomu, že vyšetření na oddělení nukleární medicíny je spojeno s aplikací radioaktivní látky, největší riziko připadá opět na těhotné ženy. I když jsou stanoveny směrné hodnoty, které by měly optimalizovat aplikovanou dávku záření, v případě těhotných žen by se mělo důkladně zvážit, zda je nezbytně nutné toto vyšetření podstoupit. Personál by se měl pacientky ve fertilním věku před aplikací radiofarmaka vždy zeptat na případnou graviditu. Pokud je nezbytně vyšetření provést, je potřeba použít co nejšetnější preparáty. Rovněž u kojících žen by mělo být provedení radionuklidového vyšetření zváženo, v případě aplikace preparátů značených ^{99m}Tc, je potřeba na 4-12 hodin přerušit kojení, protože mnoho radiofarmak přechází i do mateřského mléka.

3.3 Přehled bodových ohodnocení jednotlivých vyšetření

V porovnávání cen účtovaných zdravotním pojišťovnám vycházím z vyhlášky 493 z roku 2005 Sb. (24). Tato vyhláška novelizuje vyhlášku 134/1998 Sb., která vydává seznam zdravotních výkonů s bodovými hodnotami. Uvádím seznam výkonů, které se vztahují k diagnostickému vyšetření femoropatelárního kloubu. Na základě této vyhlášky pak porovnávám a graficky znázorňuji ceny jednotlivých diagnostických metod a čas potřebný k jejich provedení.

Prostý snímek kolenního kloubu

89127	<i>RTG kostí a kloubů končetin</i>
	<i>Čas výkonu: 15 minut</i>
	<i>Body: 174</i>
	V případě kolenního kloubu včetně axiální projekce se kód vyšetření 89127 vykazuje dvakrát a bodové ohodnocení i čas výkonu se zdvojnásobují.

Arthrografie

89181	<i>Arthrografie, tenografie, bursografie</i>
	Skiaskopie a skiografie kontrastní látkou naplněných úseků kloubu. Navazuje na punkci kloubu. Oba kódy se sčítají i v případě, že celý výkon provádí radiodiagnostik.
	<i>Čas výkonu:</i> 20 minut
	<i>Body:</i> 491
09121	<i>Punkce parenchymatálního orgánu nebo dutiny</i>
	Výkon zahrnuje přípravu pacienta, punkci, zpracování materiálu.
	<i>Čas výkonu:</i> 25 minut
	<i>Body:</i> 205

Počítačová tomografie

89615	<i>CT vyšetření s větším počtem skenů (nad 30), bez použití kontrastní látky</i>
	Vyšetření s větším počtem skenů (nad 30), nelze vykazovat současně s výkonem CT vyšetření do 30 skenů, bez použití kontrastní látky.
	<i>Čas výkonu:</i> 40 minut
	<i>Body:</i> 1881

Magnetická rezonance

89713	<i>MR zobrazení hlavy, končetin, kloubu, jednoho úseku páteře (C, Th nebo L)</i>
	Vyšetření bez podání a nebo s podáním kontrastní látky.
	<i>Čas výkonu:</i> 60 minut
	<i>Body:</i> 4696

Ultrasonografie

09135	<i>UZ vyšetření pouze jednoho orgánu v několika rovinách</i>
	Při funkční diagnostice, i když se daný orgán vyšetřuje vícekrát, počítá se pouze jednou. Podmínkou výkonu je obrazová dokumentace.
	<i>Čas výkonu:</i> 15 minut
	<i>Body:</i> 125

Scintigrafie

47241	<i>Scintigrafie skeletu cílená třífázová</i>
	Vyšetření na planární gamma kameře. Při kombinaci s celotělovou scintigrafií skeletu resp. tomografií lze ZULP účtovat pouze jednou.
	Čas výkonu: 60 minut
	Body: 997
47271	<i>Kvantifikace výsledku statického scintigrafického vyšetření</i>
	Čas výkonu: 10 minut
	Body: 177

V této kalkulaci bodových hodnot jednotlivých diagnostických výkonů není zahrnuta položka nepřímé náklady – režie, která celkové bodové ohodnocení a tedy i cenu vyšetření navyšuje. Zdravotní pojišťovna hradí režii spojenou s poskytnutím ambulantní péče na základě času výkonu a minutové režijní sazby. K výkonům autorské odbornosti 809, (radiologie a zobrazovací metody) i k výkonům autorské odbornosti 407 (nukleární medicína) je přiřazena minutová režijní sazba ve výši 2,41 bodu za jednu minutu času výkonu. K hodnotě bodového ohodnocení tak musíme přičíst součin času a minutové režijní sazby. Celková hodnota se zaokrouhluje na celá čísla, směrem nahoru. Takto získané číslo vynásobíme hodnotou jednoho bodu, což je v současné době 0,89 Kč.

3.4 Sledovaný soubor pacientů

Ve své práci sleduji soubor pacientů, kteří se od února do dubna 2007 podrobili vyšetření kolena magnetickou rezonancí na Radiologické klinice Fakultní nemocnice Brno Bohunice. Sleduji celkem 33 pacientů, z toho 14 žen a 19 mužů. Průměrný věk je 38,3 let. (U žen 41,4 let a u mužů 36 let). Nejmladší žena má 17 let, nejmladší muž má 16 let. Nejstarší žena má 68 let, nejstarší muž má 55 let. U všech pacientů předcházelo tomuto vyšetření zhotovení prostých snímků buď přímo na Radiologické klinice (12 pacientů) nebo v jiných zdravotnických zařízeních. U šesti pacientů vyšetření magnetickou rezonancí předcházelo ultrasonografické vyšetření.

4. VÝSLEDKY

Nálezy na MRI a US s ohledem na FP kloub	US	MRI
Normální nález bez patologií	1	4
Dysplazie pately	1	2
Normální nález FP kloubu + další postižení jiných částí kolenního kloubu (např. vazů, menisků)	0	2
Normální nález FP kloubu, dysplazie pately + další postižení jiných částí kolenního kloubu	1	9
Osteochondronekróza mediálního kondylu femuru	0	2
Osteochondronekróza laterálního kondylu + další postižení jiných částí kolenního kloubu	1	2
Chondropatie pately	0	1
Chondropatie pately + další postižení jiné části kolenního kloubu	1	9
Chondropatie pately + lateralizace pately + další postižení jiných částí kolenního kloubu	0	1
Chondropatie pately + vertikální fraktura pately	1	1

Tab. 1: Přehled zastoupení jednotlivých patologických nálezů ve sledovaném souboru pacientů.

U všech 33 pacientů sledovaného souboru byly nejprve zhotoveny prosté snímky kolenního kloubu. V šesti případech pak následovalo ultrazvukové vyšetření, na jehož základě bylo doporučeno vyšetření magnetickou rezonancí. U ostatních pacientů bylo MRI vyšetření indikováno bez provedení ultrazvukového vyšetření na základě klinického vyšetření a vyhodnocení prostých snímků. V tabulce je znázorněno, že pouze u čtyř pacientů byl výsledek vyšetření negativní. U dvanácti pacientů byla prokázána chondropatie, z toho jednou ve spojení s lateralizací pately a jednou s dalším postižením jiných částí kolenního kloubu. V jedenácti případech byla diagnostikována dysplastická patela. U jedenácti pacientů byl femoropatelární kloub beze změn, ale s postižením jiných částí kolenního kloubu (např. vazů nebo menisků). V jednom případě byla diagnostikována vertikální fraktura pately. U dvou pacientů byla popsána osteochondronekróza mediálního a u dalších dvou pacientů laterálního kondylu femuru.

Ve sledovaném souboru pacientů při hodnocení tvaru pately podle Wibergovy klasifikace mělo 12 pacientů patelu typu II, 11 pacientů patelu typu II/III, pět pacientů patelu typu III a 4 pacienti patelu typu IV. U jednoho pacienta nebyl tvar hodnocen.

U žádných z těchto pacientů nebylo indikováno CT vyšetření ani nebylo třeba indikovat třífázovou scintigrafii skeletu. I přesto, že sledovaný soubor pacientů je poměrně malý, ukázalo se, že počítačová tomografie není k diagnostice femoropatelních poruch rutinně používána.

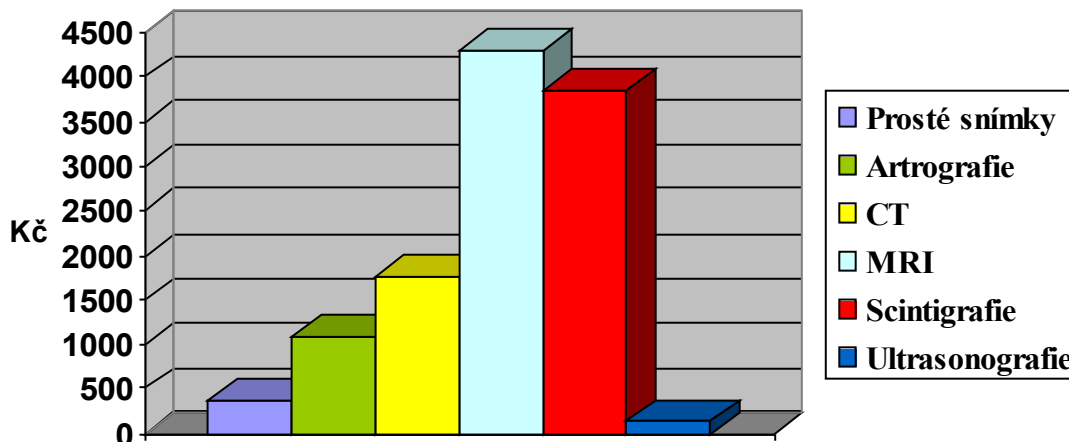
Prosté snímky ve třech projekcích (předozadní, bočný, axiální)	375,58 Kč
Arthrografie (včetně kontrastní látky a punkce kloubní dutiny)	1101,46 Kč
Počítačová tomografie	1760,42 Kč
Magnetická rezonance	4308,49 Kč
Scintigrafie	3852,66 Kč
Ultrasonografie	144,18 Kč

Tab. 2: Přehled finanční náročnosti jednotlivých zobrazovacích metod

V případě arthrografie posuzuji cenu s použitím neionické kontrastní látky Ultravist 300 (20 ml) v ceně 348,12 Kč. Celková cena je součtem cen punkce kloubní dutiny, samotného vyšetření a kontrastní látky. Předpokládám zde použití neionické látky Ultravist 300 (20 ml) v ceně 348,12 Kč.

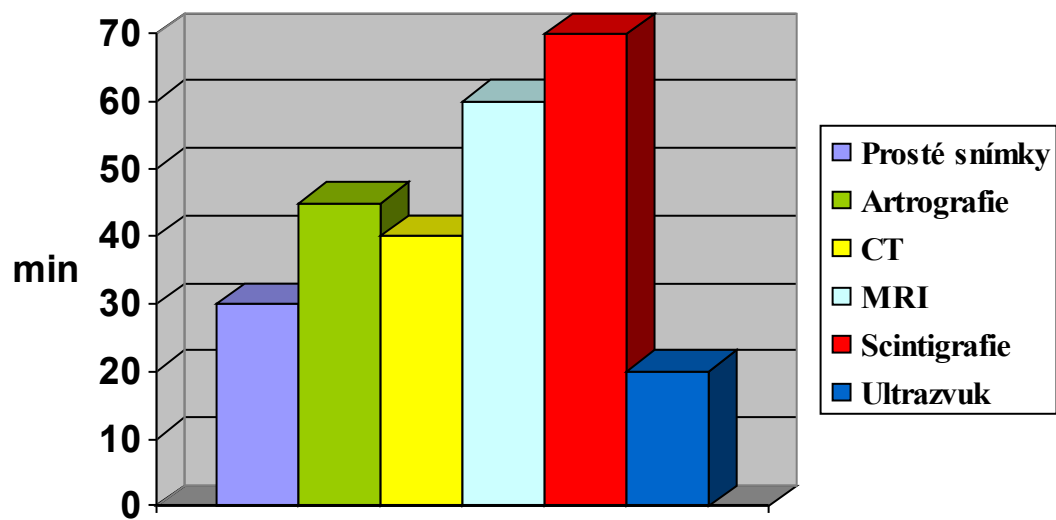
U vyšetření na počítačovém tomografu předpokládám, že bude zhotoveno pouze nativně, rovněž tak u magnetické rezonance uvádím cenu za nativní vyšetření bez použití paramagnetické substance.

U scintigrafie udávám cenu včetně radiofarmaka a kvantifikace výsledku statického scintigrafického vyšetření. Zde beru v úvahu použití radiofarmaka HDP, značeného ^{99m}techneciem a jeho aplikaci o celkové aktivitě 1150 MBq. Při ceně 2,31 Kč za 1 MBq je cena za 1150 MBq 2656,50 Kč.



Graf č.1: Srovnání cen diagnostických metod

V dalším grafu znázorňuji časovou náročnost jednotlivých metod, která vychází rovněž z vyhlášky 493/2005 Sb. a je udávaná v minutách. Čas výkonu vyjadřuje dobu, po kterou je pracoviště prováděním výkonu plně vytíženo. Čas prostých snímků uvádím jako součet časů dvou kódů 89127 (tedy předozadní, bočná a axiální projekce), u arthrografie jsou sečteny časy punkce kloubní dutiny a vlastního arthrografického vyšetření a u scintigrafie je celkový čas souhrnem vlastního vyšetření a kvantifikace výsledku statického scintigrafického vyšetření. Z hodnot zaznamenaných v tomto grafu vyplývá, že všechna vyšetření se pohybují řádově v desítkách minut, takže z hlediska pacienta se jedná o časově příliš nenáročné vyšetření, nicméně všechna vyžadují pacientovu spolupráci ke kvalitnímu provedení. S ohledem na časovou náročnost se tak nejproblematictější složkou stává horší dostupnost a popřípadě delší objednací doby zejména magnetické rezonance.



Graf č. 2: Srovnání časové náročnosti diagnostických metod

5. DISKUSE

Jak jsem zmínil už v úvodu své práce, v poslední době stále více přibývá pacientů s traumatickými nebo degenerativními poruchami femoropatelního kloubu, jejichž následky způsobují komplikace v běžném životě a jejichž léčba často bývá dlouhodobá a komplikovaná. Velice často se jedná o mladé lidi a zvláště chondropatie postihuje stále mladší jedince, v podstatě ještě v dětském věku a v období dospívání.

K diagnostice jednotlivých poškození lze použít více zobrazovacích metod s odlišnou diagnostickou výtěžností, s různou zátěží pro pacienta a samozřejmě také s jinými finančními nároky na jednotlivá vyšetření. Dalším důležitým faktorem je dostupnost jednotlivých vyšetřovacích modalit.

První a nejrozšířenější zobrazovací metodou, která se standardně používá při diagnostice femoropatelního poškození, jsou radiogramy v předozadní, bočné a axiální projekci. Jejich nespornou výhodou je snadná dostupnost. V každé okresní nemocnici je na radiologickém oddělení nepřetržitá pohotovostní služba, takže lékař má snímky k dispozici ve velice krátké době. Na základě radiogramů ovšem může jen velmi omezeně hodnotit struktury měkkých tkání kloubu, nicméně ve spojení s klinickým vyšetřením lze často už podle prostých snímků stanovit diagnózu. Pro radiologického asistenta je nezbytné, aby snímky zhotovoval v přesných, standardizovaných projekcích se správnými expozičními parametry. Zde upozorním na různé způsoby provedení axiálních snímků patel. Zatímco v zahraniční literatuře se jako nejčastější technika uvádí Merchantova projekce, která je rozšířená hlavně v USA (4), u nás není rutinně prováděna, právě pro nezbytný fixační držák kazety a dolních končetin. Nejčastěji se zhotovují axiální snímky dle Laurina nebo Jaroschyho.

Klasická artrografie na oblast kolena se dnes již téměř neprovádí, nicméně její provedení je možné tam, kde je kontraindikována magnetická rezonance. Její diagnostická výtěžnost je ve srovnání s MRI značně omezená. Rovněž tak Ficatovy snímky na pately, na kterých lze hodnotit dysplazie femoropatelního skloubení, jsou indikovány spíše ojediněle (5).

Převážně v zahraniční literatuře (4,9,10,19) se standardně vyskytuje CT vyšetření femoropatelního kloubu v extenzi a v různých stupních kolenní flexe. Pomocí něj lze

dobře zhodnotit případnou lateralizaci pately a posoudit vztah pately k femorálnímu žlábků napříč kolenní flexí. Toto vyšetření se u nás příliš neujalo a rutinně se neprovádí ani na klinikách (5). V české literatuře (7,20) není ani zmiňováno. Čeští lékaři z řad radiologů(5) i ortopedů (7) upozorňují na vysokou radiační zátěž. I já se domnívám, že vzhledem k této zátěži je, zvláště u mladých pacientů, dobré použít, pokud je to možné, jinou diagnostickou metodu. Ze zobrazovacích metod se tak zhotovují buď jen prosté snímky ve třech základních projekcích nebo vyšetření magnetickou rezonancí ve třech rovinách.

Ultrazvukové vyšetření na oblast pately má omezenou diagnostickou výtěžnost danou akustickým stínem za patelou. Nepatří tedy k rutinním vyšetřením femoropatelární oblasti, nicméně na některých pracovištích se provádí ultrasonografie kolenního kloubu a na jejím základě může být v případě nejasností indikována magnetická rezonance.

Vyšetření pomocí magnetické rezonance je výborná neinvazivní diagnostická metoda k zobrazení měkkých částí kolenního kloubu. V posledních letech se stále více užívá i u nás a na některých pracovištích, zejména ve velkých nemocnicích, nahrazuje v mnoha případech diagnostickou artroskopii. Její výhodou je i to, že na rozdíl od artroskopie poskytne informace o stavu případné patologie na kosti pod chrupavkou, dobře se zobrazí měkké kostní komponenty – kostní dřev, edém kostní dřev, skryté zlomeniny atd. Na druhou stranu, artroskopie lépe ozřejmí iniciální stádia chondropatie a zároveň ihned umožní případný intraartikulární výkon (5). Z pozice radiologického asistenta se domnívám, že optimální stav by byl, pokud by případnému artrroskopickému zákroku předcházelo právě toto vyšetření.

V naší nemocnici (Nemocnice Třebíč) není magnetická rezonance na oblast femoropatelárního kloubu rutinně indikována, jednak kvůli její vyšší ceně, ale také kvůli nižší dostupnosti. Zde bych zmínil, že kraj Vysočina je jediným krajem v České republice, na jehož území není jediný přístroj pro vyšetřování magnetickou rezonancí. Pacienti z našeho regionu jsou tak nuceni za tímto vyšetřením cestovat do vzdálených míst. (Nejčastěji do Pardubic nebo Prostějova, obě města jsou od Třebíče vzdálena 128 km).

Scintigrafie skeletu je vysoce senzitivní zobrazovací metoda, která může různé patologie zachytit mnohem dříve než jiné diagnostické modalitty. Její cena je ve srovnání s jinými vyšetřovacími technikami vyšší, takže i z tohoto hlediska lékaři zvažují její indikaci. Její indikace je samozřejmě na místě při diagnostice kostních tumorů, ale také při podezření na patologickou zlomeninu. Oblast pately a femoropatelního kloubu ale nepatří mezi často vyšetřované oblasti. Její nevýhoda může být v horší dostupnosti, na rozdíl od nepřetržitého provozu na radiologickém oddělení.

Pokud budu posuzovat jednotlivé metody z hlediska časové náročnosti, tak se jedná ve všech případech o vyšetření, které lze provádět ambulantně, bez nutnosti nějaké speciální náročné přípravy. Časově je nejnáročnější třífázová scintigrafie skeletu, kdy se poslední akvizice provádí nejméně dvě hodiny po aplikaci radiofarmaka. U každého vyšetření samozřejmě záleží na zkušenostech personálu, který vyšetření provádí.

Vzhledem k tomu, že mezi pacienty převažuje mladší populace, se domnívám, že ekonomickou stránku věci by měla předcházet neinvazivita a co nejmenší radiační zátěž. Myslím si tedy, že v co největší míře by měla indikována zejména magnetická rezonance a ostatní speciální techniky, by měly být v případě femoropatelních potíží pečlivě zvažovány.

6. ZÁVĚR

Ve své práci jsem se zaměřil na indikaci různých zobrazovacích modalit při vyšetřování poruch femoropatelárního kloubu. Nejprve jsem stručně shrnul anatomické poměry dané oblasti a pak jsem se podrobněji zabýval jednotlivými zobrazovacími metodami nejen z oblasti radiologie, ale i nukleární medicíny. Velký prostor jsem věnoval konvenčním radiologickým technikám, které jsou stále nejčastěji užívanou vyšetřovací metodou. Zabýval jsem se rutinním používáním speciálních zobrazovacích metod v diagnostice traumatických a degenerativních poruch femoropatelárního kloubu. Nejčastější zobrazovací technikou, která je zároveň první v diagnostickém algoritmu, je zhotovení prostých snímků. Velice přínosnou metodou s ohledem na zobrazení chrupavky a měkkých částí je i přes svoji vyšší cenu magnetická rezonance. Z výsledků zkoumaného souboru pacientů ve spojení z poznatky získanými v odborné literatuře vyplývá, že tato metoda je i díky svoji neinvazivitě a absenci ionizujícího záření velmi užitečnou a to i přes svoji vysokou cenu. Naopak CT vyšetření ani scintigrafie zde nenachází tak široké uplatnění jako u jiných částí těla a při vyšetřování jiných patologií. Je to způsobeno nižší diagnostickou výtěžností ve spojení s vysokou radiační zátěží a vyšší cenou.

Tuto bakalářskou práci jsem se snažil psát tak, aby z ní mohli čerpat především radiologičtí asistenti a studenti oboru radiologický asistent, proto jsem přikládal velkou váhu právě principům jednotlivých metod a postupům při jejich provedení i obrazové dokumentaci. Přínosem mé práce je také zpřehlednění indikací možných zobrazovacích metod na oblast femoropatelárního kloubu.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BARTONÍČEK, J. - HEŘT, J. *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*, Praha: Maxdorf, 2004, ISBN 80-7345-017-8
2. BEACONSFIELD, T. et al. Radiological measurements in patellofemoral disorders. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, November 1994, no. 308, s. 18-28, ISSN 0009-921X
3. BERNAU, A. *Orthopädische röntgendiagnostik Einstelltechnik*, München: Urban & Schwarzenberg, 1982, ISBN 3-541-10211-X
4. BIEDERT, R. M. *Patellofemoral disorders, diagnosis and treatment*, West Sussex, England: Wiley, 2004, ISBN 0-470-85011-6
5. DRUGOVÁ B. Femoropatelární kloub, odpověď. (online) Platný e-mail: jirka.kolar@seznam.cz od bela.drugova@homolka.cz, 4. dubna 2007
6. DRUGOVÁ, B. Úrazy a onemocnění velkých kloubů (diagnostika s využitím zobrazovacích metod). *Zdravotnické noviny*, 2005, roč. 54, č. 12, příloha Lékařské listy, str. 15-16, ISSN 0044-1996
7. DUNGL, P. a kol. *Ortopedie*, 1. vydání, Praha: Grada Publishing, 2005, ISBN 80-247-0550-8
8. FALTUS, Z. Re: Femoropatelární kloub. (online) Platný e-mail: jirka.kolar@seznam.cz od zfaltus@zfaltus.cz, 19. března 2007
9. FOX, J. M. - DEL PIZZO, W. *The patellofemoral joint*, 1st edition, New York, USA: McGraw-Hill, 1993, ISBN 0-07-021753-X
10. FULKERSON, J. P. *Disorders of the patellofemoral joint*, 3rd edition, Baltimore, USA: Williams & Wilkins, 1997, ISBN 0-683-03392-1

11. GATTEROVÁ, J. - KAŇKOVÁ, D. Rentgenové hodnocení patelofemorálního kloubu a jeho význam pro diagnostiku artrózy. *Fysiatrický věstník*, 1984, č. 5, s. 263 – 268,
ISSN 0072-0038
12. CHUDÁČEK, Z., *Radiodiagnostika*, Martin, SR: Osveta, 1993,
ISBN 80-217-0571
13. NEKULA, J. et al. *Radiologie*, 2. vydání, Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci, 2003,
ISBN 80-244-0672-1
14. NEWBERG, A. H. – SELIGSON, D. The patellofemoral joint: 30°, 60°, and 90° views. *Radiology*, no. 137, s. 57-61
15. Pediatric arthritis & other rheumatic diseases (online)
<http://www.lpch.org/DiseaseHealthInfo/HealthLibrary/arthritis/joint.html>, March 20, 2007
16. PETEROVÁ V., et al., Úrazy kolena, radiodiagnostika traumatu kolenního kloubu. *Diagnóza*, 2000, roč. 3, č. 32, str. 5-12,
ISSN 1212-3595
17. ROTMAN, I. – MACHOLD, P. *Příčiny a klasifikace úrazů a poškození při sportu* [online]. [cit.2003-12-20].
http://www.vpro.cz/mk/ucebni_texty/zdravoveda/zaklady_zdravovedy/texty/7.prevence_urazu.htm>
18. RYCHLÍKOVÁ, E. *Funkční poruchy kloubů končetin*, 1. vydání, Praha: Grada Publishing, 2002,
ISBN 80-247-0237-1
19. SCUDERI, G. R. *The patella*, 1st edition, Springer-Verlag New York, 1995,
ISBN 0-387-94371-4, ISBN 3-540-94371-4
20. TRNAVSKÝ, K. – RYBKA, V. *Syndrom bolestivého kolena*, 1. vydání, Praha: Galén, 2006,
ISBN 80-7262-391-5
21. URBÁNEK, J. *Nukleární medicína*, 3. vydání, Jilemnice, Gentiana, 2000,
ISBN 80-902133-9-1

22. VÁLEK, V. - ŽIŽKA, J., *Moderní diagnostické metody, III. díl, Magnetická rezonance*, 1. vydání, Brno: IDVZP, 1996,
ISBN 80-7013-225-6
23. VITÁK, T. – SEIDL, Z. – OBENBERGER, J. Technika vyšetření kolenního kloubu magnetickou rezonancí. *Praktická radiologie*, září 1998, roč. 3, č. 3, s. 9-11.,
ISSN 1211-5053
24. *Vyhláška č. 493/2005 Sb.* (online).
Platný http://www.mzcr.cz/data/c1803/lib/2005_493_vykony.pdf, [cit.2007-04-24].

8. KLÍČOVÁ SLOVA

Femoropatelární kloub

Skiografie

Počítačová tomografie

Magnetická rezonance

Scintigrafie

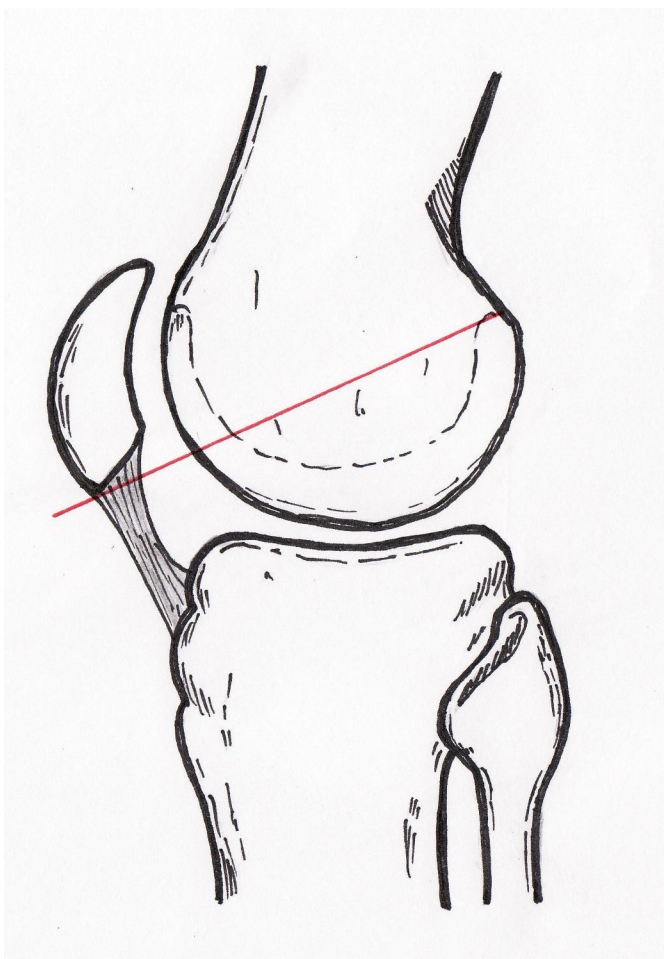
Ultrasonografie

9. PŘÍLOHY

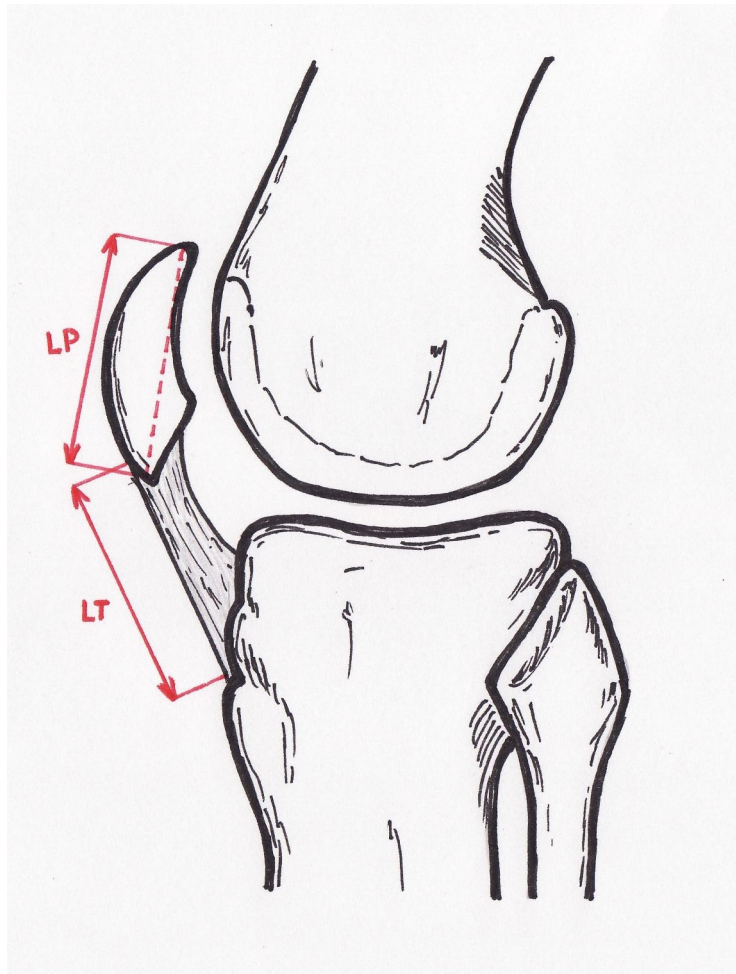
Měření vertikální pozice pately

Pro zhodnocení existuje několik metod, pomocí nichž se dá hodnotit vertikální úroveň pately (7,19).

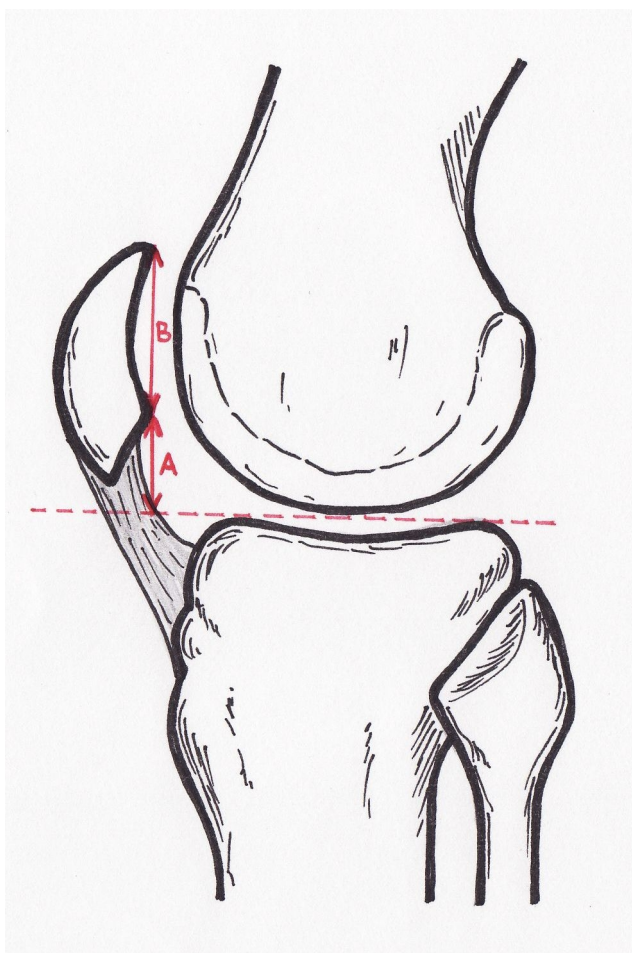
1. Blumensaatova technika – Na přesném bočním snímku je vedena linie stropem interkondylického prostoru (Blumensaatova linie). Horní pól pately by měl být přibližně na úrovni této linie.



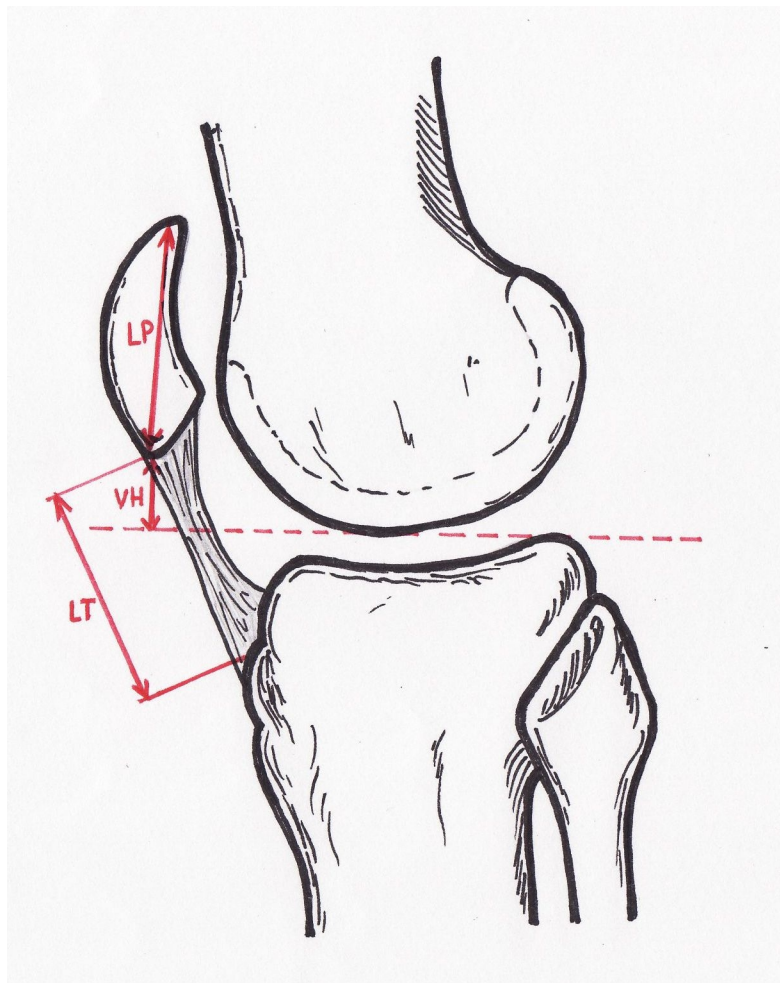
2. Insallův-Salvatiho index – toto je nejčastěji používaná metoda k měření úrovně pately. Vychází z předpokladu, že délka ligamentum patellae a délka pately jsou shodné. Normální hodnota poměru je tedy $1 \pm 0,2$. V případě patella alta je poměr délky pately k délce ligamentum patellae menší než 0,8, v případě patella baja pak větší než 1,2.



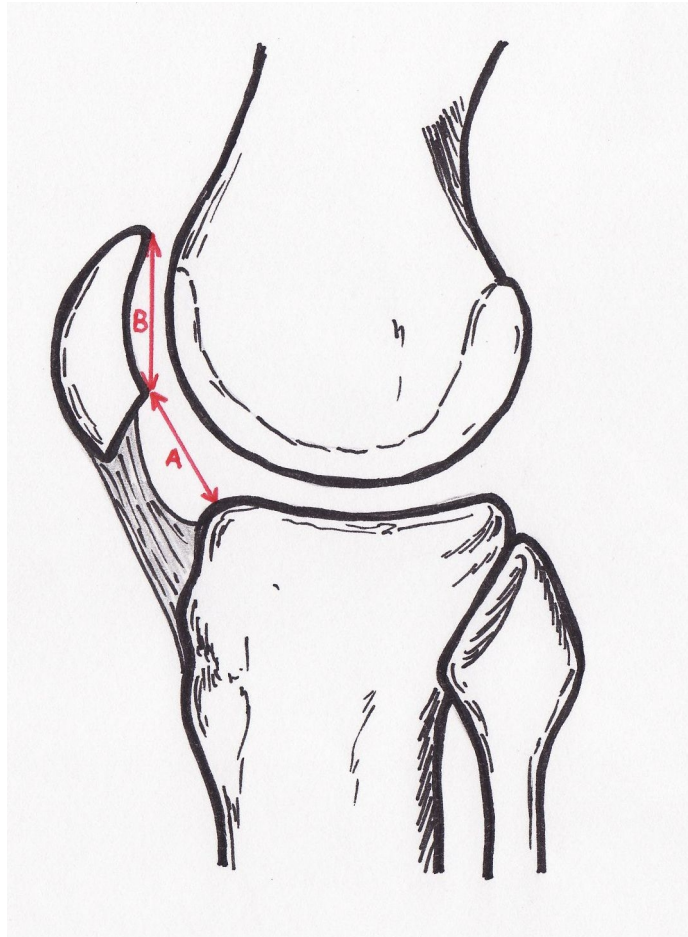
3. Blackburnův-Peelův index – hodnota tohoto indexu se určí poměrem vzdálenosti mezi tibiálním plató a distálním okrajem kloubní plochy pately k délce této kloubní plochy. Fyziologická hodnota tohoto indexu je 0,80. Při hodnotách vyšších než 0,95 lze stav posoudit jako patella alta, při hodnotách nižších než 0,65 patella baja.



4. Norman, Egund a Ekelund – k hodnocení vertikální pozice pately je potřeba zhotovit bočný snímek v maximální extenzi, s kontrakcí m. quadriceps a vnější rotací nohy o 10-15° pro superpozici femorálních kondylů. Parametry (vertikální pozice pately, délka pately, délka patelární šlachy) se vyjadřují k výšce lidského těla a lze tedy vypočítat relativní výšku pately. Tímto měření nám může ozřejmit další biomechanické poměry femoropatelárního kloubu.



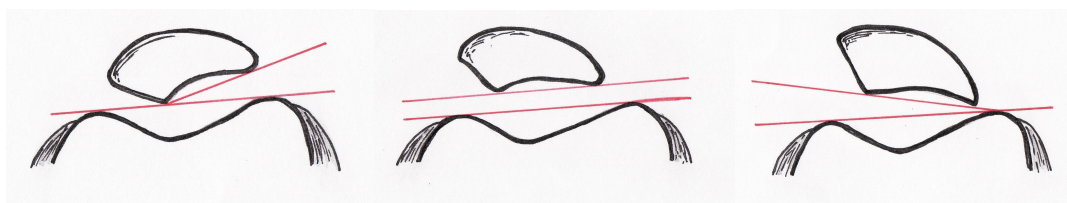
5. Caton-Linclair – vertikální úroveň pately je měřena jako poměr vzdálenosti mezi anterosuperiorní hranou tibie a distálním koncem kloubní plochy pately k délce této kloubní plochy.



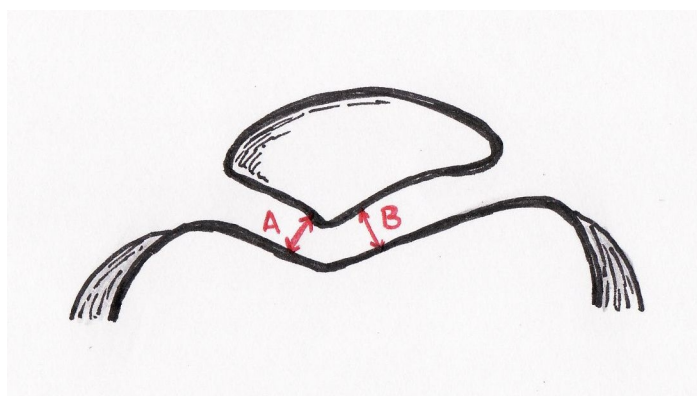
Radiologická měření na axiálním snímku

Z axiální projekce lze získat hodnoty různých kvantitativních měření, které pomohou určit případné patologie v uložení pately. (7,10,19)

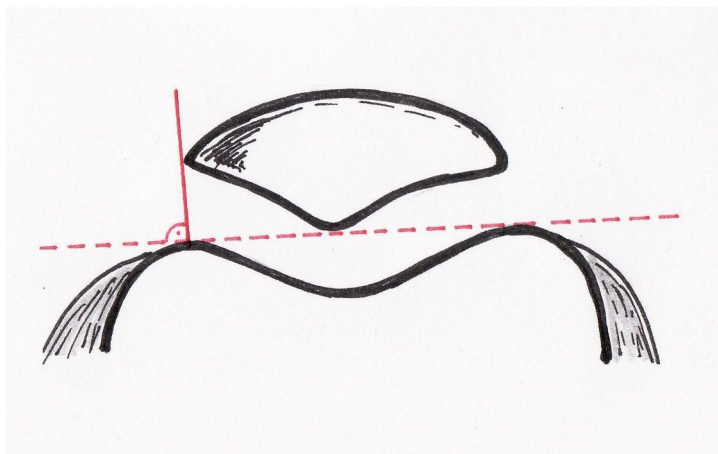
1. Laterální femoropatelní úhel – je to úhel, který svírá linie spojující oba kondyly femuru s linií spojující oba okraje laterální fasety pately. Tento úhel je u normálního nálezu otevřen laterálně. I když měření tohoto úhlu bývá použito i k posouzení subluxace pately, tak je především indikátorem abnormálního laterálního náklonu (rotační dislokace) pately. K posouzení subluxace je přesnější použít měření úhlu kongruence.



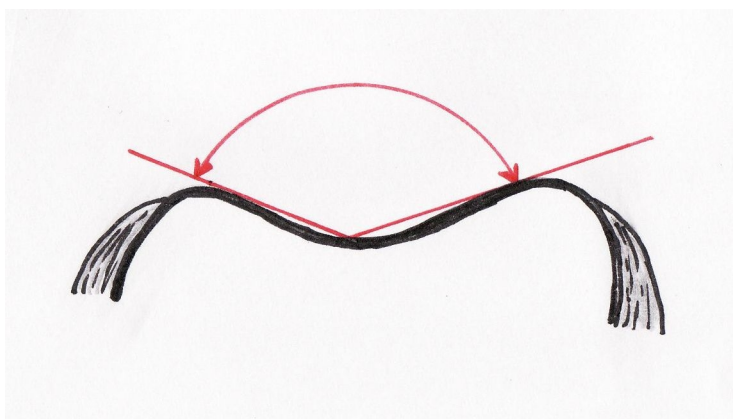
2. Femoropatelní index – pomocí něj se hodnotí šířka kloubní štěrbiny pod oběma fasetami. Na mediální straně se měří nejkratší vzdálenost mezi crista patellae a mediálním kondylem femuru, na laterální straně jako nejkratší vzdálenost mezi laterální fasetou a laterálním kondylem. Poměr hodnot z mediální a laterální strany nám dává výslednou hodnotu. Pokud je poměr M/L větší než 1,6, svědčí to pro hyperpresi pately.



3. Laterální posun pately – přes vrcholy obou kondylů vedeme linii a k ní uděláme kolmici v místě vrcholu mediálního kondylu. V případě normálního stavu se mediální okraj pately dotýká kolmice. Pokud je mediální okraj pately posunut laterálně, nasvědčuje to její subluxaci.



4. Úhel femorálního žlábků – je to úhel, který svírají dvě linie, které vedou z nejnižšího bodu femorálního žlábků k nejvyšším bodům mediálního a laterálního kondylu femuru. Jeho průměrná velikost je $138^\circ (\pm 6^\circ)$. Měření tohoto úhlu může poskytnout informaci o relativní hloubce femorálního žlábků. V případě hypoplazie laterálního kondylu se hodnota úhlu zvětšuje a tím se zvětšuje i náchylnost k subluxaci pately.



5. Kongruenční úhel – nejprve vytvoříme úhel femorálního žlábků a vytvoříme referenční linii, která rozděljuje tento úhel na dvě poloviny. Další linii vedeme z nejnižšího bodu femorálního žlábků k crista patellae. Tyto dvě linie spolu svírají kongruenční úhel. Jestliže je spojnice femorálního žlábků a crista patellae laterálně od referenční linie, úhlu je připsána kladná hodnota, v opačném případě hodnota záporná. Při normálním nálezu by hodnota kongruenčního úhlu měla být $-6^\circ (\pm 6^\circ)$. Na základě tohoto úhlu lze posuzovat případnou subluxaci pately.

