

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

Bakalárska práca

**Téma : Vývoj algoritmov zobrazovacích metód v diagnostike
kolenného kĺbu v rokoch 2001 – 2006 vo Fakultnej nemocnici v Motole.**

Spracoval : Peter Redlich

Vedúci práce : as. MUDr. Jiří Lisý CSc.

Odovzdal : 18. 08. 2008

Abstract

Knee joint is the biggest and the most complex joint of moving system. Its exceptionality embodies in difficult anatomical structure and static-dynamic function. Elongated human life and increased moving and sport activities lead to higher risk of knee joint injury.

In monitored period (2001 – 2006), imaging methods of knee joint examinations experienced immense development which would continue in near future. Native skiagraphic examinations remain an inseparable part of algorithm of imaging methods. Though, methods without the use of ionizing radiation: magnetic resonance and ultrasound gain ground. In monitored period, the number of examinations with magnetic resonance markedly increased and continuation of this trend can be expected. That is especially because this method is noninvasive and the diagnostic yield is considerable.

In 2001 to 2006, there were carried out totally 35 691 knee examinations for 23 602 667 points at total rate 21 006 565 Kč. Total number of native skiagraphic examinations is almost the same. I noted forceful growth of magnetic resonance examination in 2003 – 2006. The numbers of other examinations are without expressive changes. The total price of separate examinations is relatively the same but the total price of magnetic resonance examination is thanks to increasing number of examinations quite high. The results showed that despite of increasing number of magnetic resonance examinations, corresponding decrease of ionizing radiation examination doesn't happen.

Prehlásenie

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému : Vývoj algoritmov zobrazovacích metód v diagnostike kolenného kĺbu v rokoch 2001 – 2006 vo Fakultnej Nemocnici v Motole, spracoval samostatne len s použitím prameňov a literatúry uvedených v zozname citovanej literatúry.

Prehlasujem, že v súlade s § 47b zákona č. 111/1998 Zb. v platnom znení súhlasím s zverejnením svojej bakalárskej , a to v neskrátenej podobe v úprave vzniklej vypustením vyznačených častí archivovaných Zdravotně sociální fakultou elektronickou cestou vo verejne prístupnej časti databáze STAG prevádzkovej Juhočeskou univerzitou v Českých Budejoviciach na jej internetových stránkach.

V Českých Budejoviciach

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu práce as. MUDr. Jířimu Lisému CSc. za odborné vedenie bakalárskej práce, za mnoho cenných pripomienok pri jej vypracovaní.

Ďalej chcem poďakovať všetkým zamestnancom Kliniky zobrazovacích metód Fakultnej Nemocnici v Motole, ktorí sa podielali na vzniku tejto práce .

OBSAH

Úvod	6
1. Súčasný stav	7
1.1. Skiagrafia	7
1.1.1. Základné projekcie	7
1.1.2. Špeciálne projekcie	10
1.2. Skiaskopia	23
1.3. Klasická tomografia	24
1.4. Angiografia	25
1.5. Artrografia	25
1.6. Počítačová tomografia	28
1.6.1. Natívne vyšetrenie	28
1.6.2. CT artrografia	31
1.7. Magnetická rezonancia	31
1.7.1. Natívne vyšetrenie	31
1.7.2. Priama MR artrografia	35
1.7.3. Nepriama MR artrografia	37
1.8. Ultrazvuk	38
1.8.1. Rovinné zobrazenie	38
1.8.2. Trojrozmerné zobrazenie	40
1.9. Termografia	41
2. Cieľ práce a hypotéza	43
3. Metodika	44
4. Výsledky	45
5. Diskusia	49
6. Záver	51
7. Zoznam použitej literatúry	52
8. Kľúčové slová	54
9. Prílohy	

Úvod

Kolenný kĺb je najväčším a najzložitejším kĺbom pohybového aparátu. Jeho výnimočnosť spočíva v jeho zložitej anatomickej stavbe a staticko – dynamickej funkcii. Predlžujúci sa ľudský život a zvýšená pohybová a športová aktivita vedie k zvýšenému riziku poškodenia kolenného kĺbu.

V svojej práci som zhrnul svoje vedomosti, ktoré som získal štúdiom na Jihočeskej univerzite a skúsenosti z mojej praxe na Klinike zobrazovacích metód Fakultnej Nemocnice v Motole v rokoch 1999 – 2004.

Jednotlivé vyšetrovacie postupy uvádzam postupne, od najjednoduchších a finančne a časovo málo náročných až po zložité a značne finančne a časovo náročné. Tak ako ich popisuje uvedená literatúra a moje praktické skúsenosti z Kliniky zobrazovacích metód Fakultnej Nemocnice v Motole (ďalej len KZM FNM).

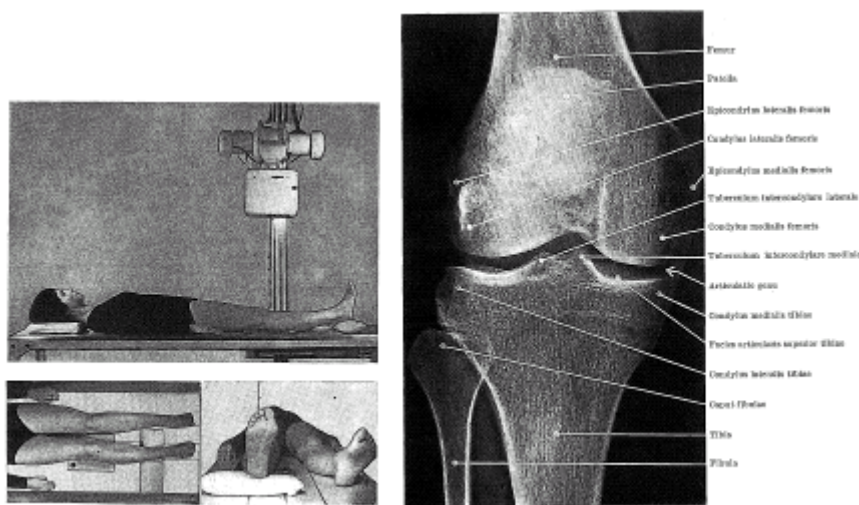
1. Súčasný stav

1.1. Skiagrafia

Skiagrafia je stále **základnou vyšetrovacou metódou** v diagnostike chorôb kolenného kĺbu. Je metódou všeobecne prístupnou, časovo a finančne nenáročnou. Základom skiografie je presne a správne technicky prevedená projekcia s správnym stranovým označením skiagramu a jasnými identifikačnými údajmi pacienta a zdravotníckeho zariadenia.

1.1.1. Základné projekcie

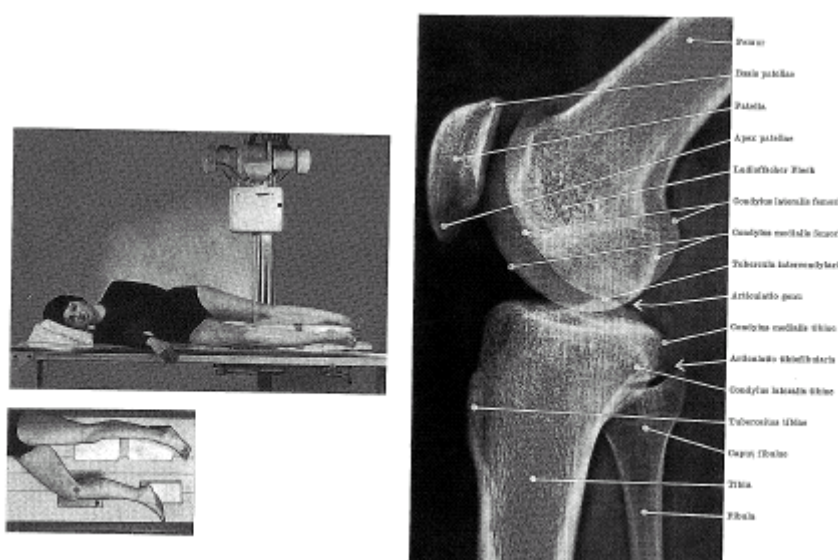
Základnou projekciou je projekcia **predozadná (ventrodorzálna)**, *obr.1* a projekcia **bočná (tibiofibulárna)**, *obr. 2*.



obr. 1. Predo zadná (ventrodorzálna) projekcia.

Pri predozadnej projekcii pacient leží (sedí) pohodlne na vyšetrovacom stole. Kolena má mierne od seba, tak aby sa mäkké časti kolien navzájom neprekrývali. Noha vyšetrovanej končatiny je mierne rotovaná dovnútra. Vzdialenosť ohnisko – film (ďalej len „ohnisková vzdialenosť“) je štandardne 100 cm. Kazetu s filmom (pamäťovou

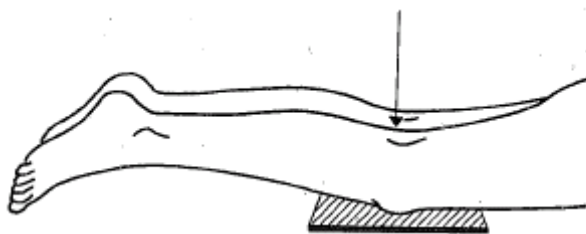
fóliou) formátu 18 x 24 cm, prípadne 24 x 30 cm umiestňujeme na výšku. Centrálny lúč smeruje kolmo na stred kazety, ventrodorzálne na dolný okraj pately. Na skiagrame musí byť zachytený rovnaký úsek distálneho konca femuru ako aj proximálny koniec tibiae a fibuly. Medzi najčastejšie chyby patrí neostrosť pri nedokonalom priliehaní kolena na kazetu (vyšetrovací stôl). Odrezanie distálneho konca femuru alebo proximálnej časti tibiae a fibuly. Exponovať môžeme priamo na kazety, prípadne použiť Bucky clonu vyšetrovacieho stolu (úprava expozičných hodnôt).



obr. 2. Bočná (tibiofibulárna) projekcia.

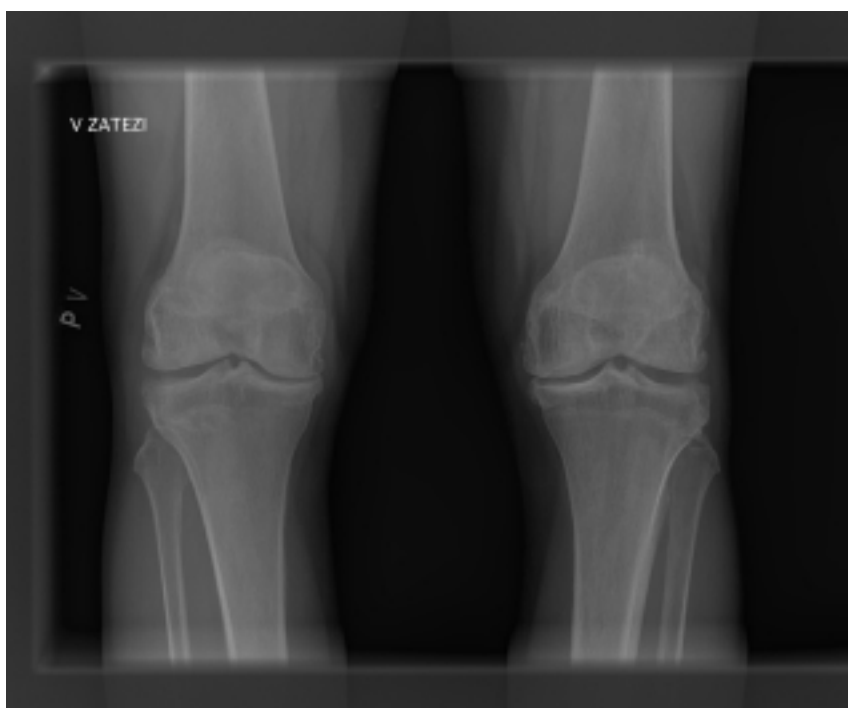
Poloha pacienta pri bočnej projekcii je podobná ako pri predozadnej projekcii. Pacient leží pohodlne na boku vyšetrovanej strany. Koleno leží fibulárnou stranou na kazete, prípadne na vyšetrovacom stole, mierne flektované v úhľe 150 stupňov. Päta je podložená podložkou (klinom), tak aby fibulárny kondyl doliehal tesne na kazetu (vyšetrovací stôl). Centrálny lúč smeruje na dolný okraj pately. Umiestnenie kazety a ohnisková vzdialenosť je rovnaká ako pri predozadnej projekcii. Na skiagrame majú byť oba kondyly femuru v superpozícii a patela v bočnej projekcii. Medzi najčastejšie chyby patrí nepresná bočná projekcia (kondyly sa nesuperponujú) a neostrosť pri nedostatočnom priliehaní kolena na kazetu (vyšetrovací stôl).

Medzi ďalšie základné projekcie patrí projekcia zrovnávacia a projekcia v záťaži. **Zadopredná (dorzoventrálna) zrovnávacia** projekcia. Projekciu používame hlavne na zobrazenie fossa intercondylaris femoris. Pacient leží pohodlne na bruchu, kolena mierne od seba v miernej semiflexii (eventuálne podložíme členky fixačným válcikom). Použijeme kazetu formátu 30 x 40 cm (35 x 43 cm) na šírku. Centrálny lúč smeruje kolmo na stred filmu medzi dolné okraje oboch patiel. Kĺbna štrbina oboch kolien musí byť na skiagrame symetricky zachytená spolu s proximálnymi časťami femuru, tibie a fibuly. Častou chybou je prekryvanie kĺbných plôch, nedostatočné otvorenie kĺbnej štrbiny (nedostatočná flexia kolena), *obr. 3*. Projekcia môže byť modifikovaná aj ako predozadná (ventrodorzálna).



obr. 3. Narys zapoprednej (dorzoventrálnej) zrovnávacej projekcii kolien.

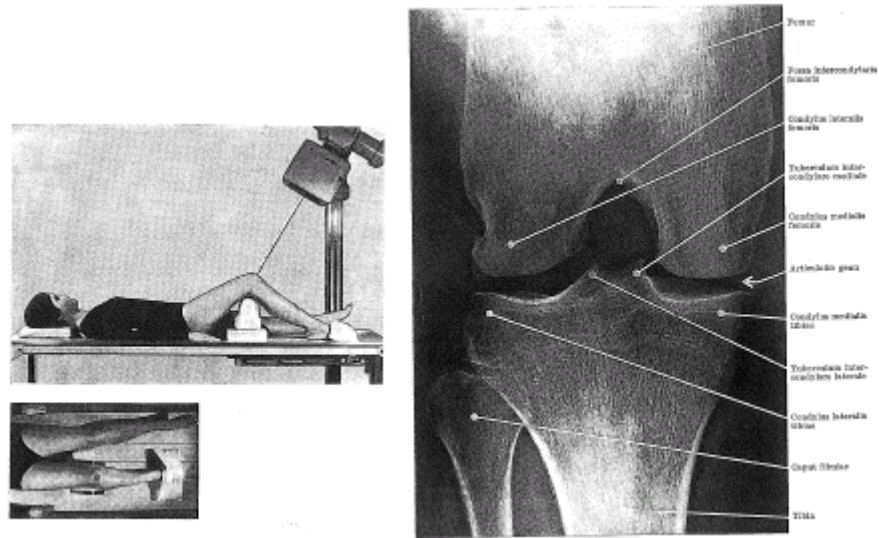
Kĺbnu štrbinu kolena môžeme zobraziť aj v záťaži (v stoje), **predozadnou (ventrodorzálnou)** projekciou horizontálnym centrálnym lúčom na kazetu formátu 24 x 30 cm (35 x 43 cm). **V stoje** lepšie zobrazíme zmeny zakrivenia kolenného kĺbu v zmysle varozity a valgozity. Centrácia je podobná ako pri predchádzajúcej projekcii, *obr. 4*.



obr. 4. Predozadná (ventrodorzálna) projekcia kolien v záťaži.

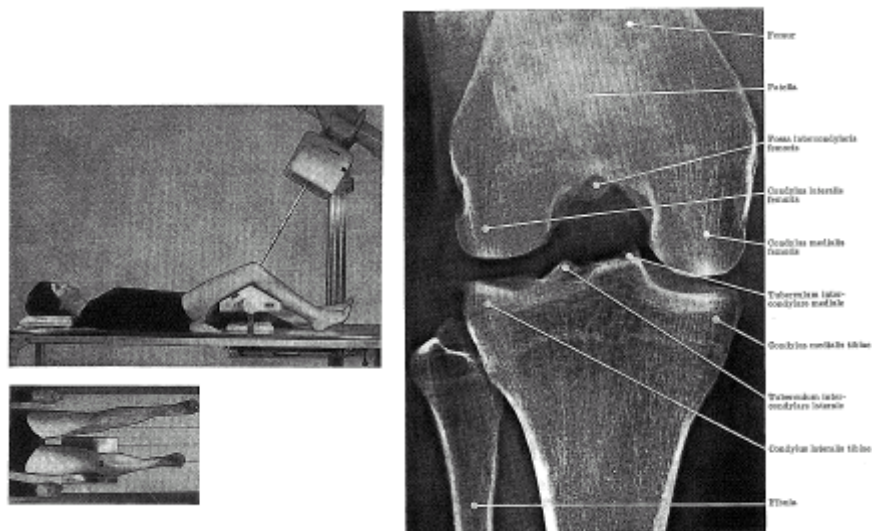
1.1.2. Špeciálne projekcie

Kvôli dorzálnemu sklonu kĺbnej štrbiny kolena je vhodné v **predozadnej (ventrodorzálna)** projekcii podložiť koleno tak, aby bolo ohnuté v úhľe 120 stupňov (semiflexia). Sklon centrálného lúču je 30 stupňov od vertikály, distoproximálne. Centrujeme na dolný okraj pately, *obr. 5*.



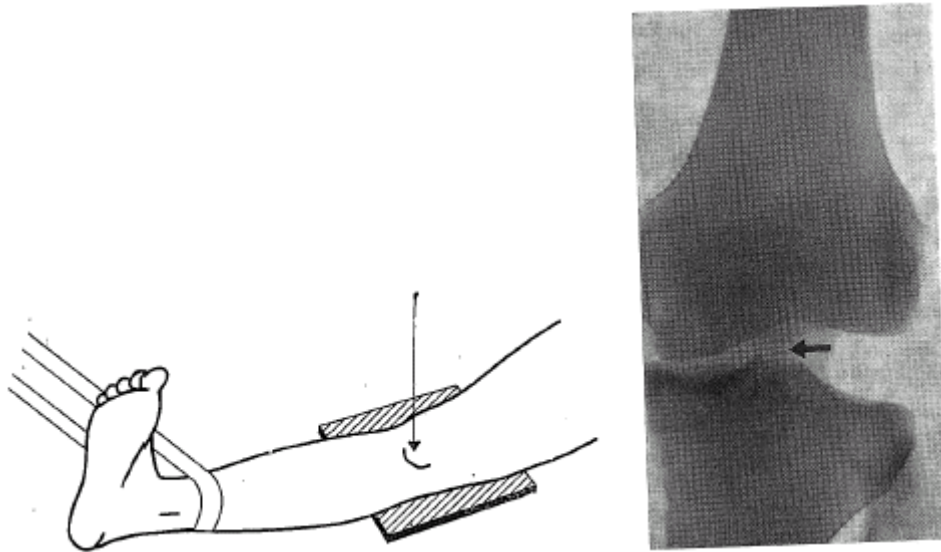
obr. 5. Predozadná (ventrodorzálna) projekcia v semiflexii.

Ďalšou alternatívou je tkz. **tunelová projekcia podľa Fricka** na znázornenie interkondylickej eminencie v semiflexii. Pacient leží pohodlne na chrbte. V podkolenej jamke je klín tak, aby koleno bolo mierne flektované v úhľe 60 stupňov. Centrálny lúč je sklonený distoproximálne 30 stupňou od horizontály, kolmo na dlhú os predkolenia. Centrujeme na dolný okraj pately na kazetu formátu 18 x 24 cm, 30 x 40 cm (zrovnávacie skiagramy). Je výhodné použiť flexibilnú alebo zakrivenú kazetu. Kĺbna štrbina musí byť zobrazená bez akejkoľvek superpozície kĺbnou plochou tíbie a femuru. Fossa intercondylaris je hlboká, eminentia intercondylaris tibie je prehľadná. Najčastejšou chybou je podobne ako u predchádzajúcej projekcii nedostatočné ohnutie kolena a tým prekrytie kĺbných plôch femuru a tibie, obr. 6.



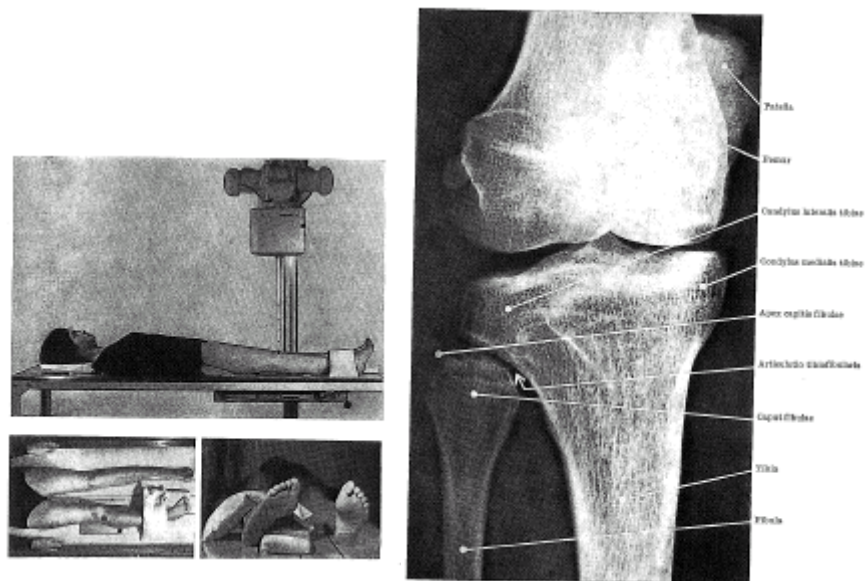
obr. 6. Tunelová projekcia podľa Fricka.

Pri úrazoch kolena s podozrením na roztrhnutie kĺbneho púzdra a väzov robíme tzv. **držané skiagramy v abdukcii a addukcii**. Pacient sedí prípadne leží pohodlne na chrbte na vyšetrovacom stole. Predkolenie je v distálnej časti ťahané fixačným zariadením, prípadne osobou fibulárne alebo tibiálne. Centrujeme kolmo do stredu kazety, ventrodorzálne na dolný okraj pately. Tibiálna, alebo fibulárna časť štrbiny je širšia než fibulárna, resp. tibiálna. Najčastejšou chybou je pohybová neostrosť pri ťahu na končatinu a nedostatočný ťah, *obr. 7*.



obr. 7. Nárys predozadnej projekcii kolena v abdukcii. Roztvorenie vonkajšej polovice kĺbnej štrbiny dané roztrhnutím puzdra a väzov na tejto ploche.

Ďalšou zo špeciálnych projekcií kolenného kĺbu je tzv. **projekcia na hlavičku fibuly**. Projekcia šikmá, predozadná (ventrodorzálna). Pacient sedí alebo leží pohodlne na chrbte na vyšetrovacom stole. Vyšetrované koleno je mierne natočené dovnútra približne 30 stupňov. Palec vyšetrovanej nohy smeruje k palcu nohy nevyšetrovanej. Hlavička fibuly vystupuje a je dobre hmatateľná. Centrujeme kolmo na stred kazety formátu 13 x 18 cm (18 x 24 cm) dorzoventrálne medzi dolný okraj pately a hrot fibuly. Hlavička fibuly musí byť odprojekovaná od tibie. Najčastejšou chybou je nedostatočné natočenie predkolenia, *obr. 8*.



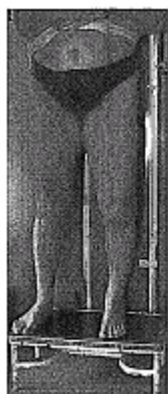
Obr. 8. Projekcia na hlavičku fibuly.

Koleno môžeme zobrazit' taktiež jeho natočením 45 stupňov dovnútra alebo vonku v prirodzenej extenzii. Obe **šikmé** projekcie robíme postupne na dve kazety formátu 18 x 24 cm (24 x 30 cm). Centrujeme kolmo na stred kazety, na dolný okraj pately. Projekcie slúžia k posúdeniu stavu tibiálneho plata hlavne u pourazových stavoch, kedy sa tibiálne plato dobre zobrazí, prípadne sa zobrazí jeho depresia, *obr. 9*.



Obr. 9. Šikmé projekcie kolena s natočením 45 stupňov.

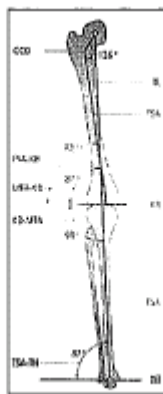
Špeciálne projekcie na dlhé formáty. **Projekcia na mechanickú os dolnej končatiny.** Používame kazety so špeciálnou zosilovacou fóliou tkz. vyrovnávacie fólie. Tieto fólie majú plynule stúpajúci zosilovací efekt od jedného konca k druhému. Časť s menším zosilnením ma spravidla značku mínus (-) a časť s väčším zosilnením plus (+). V tomto prípade aplikujeme väčšie zosílenie na oblasť pánve a menšie na oblasť členku. Pacient stojí na schodíku, chrbtom ku kazete 30 x 90 cm (30 x 120 cm), *obr. 10*. Ohnisková vzdialenosť je 2 m tak, aby bol zachytený femur aj talus v predozadnej projekcii, *obr. 11*. Spojnica stredu hlavice femuru a stredu talu tvorí mechanickú os dolnej končatiny tkz. Mikuliczovú líniu. Za fyziologických okolností prechádza stredom kolena, *obr. 12*. V prípade varóznej deformácie prechádza mediálne od kolena. Preťažená je vnútorná časť kolena, *obr. 13*. Pri valgóznej deformite prechádza laterálne od stredu kolena. Preťažená je vonkajšia časť kolena, *obr. 14*.



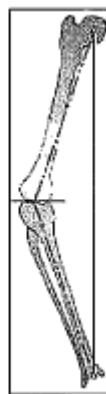
Obr. 10.



Obr. 11



Obr. 12.



Obr. 13.



Obr. 14.

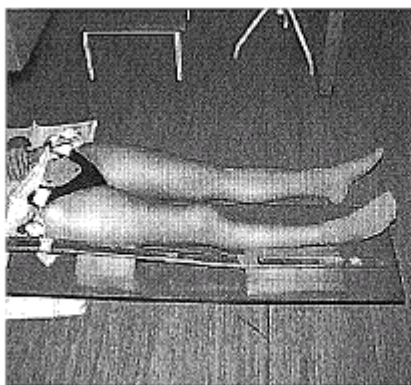
Na skiagrame môžeme merať stred hlavice femuru, stred talu, stred kolena, CD uhol femuru t.j. uhol ktorý zvierajú dlhé osy tibie a femuru, Q uhol (Quadriceps angle) t.j. uhol ktorý zvierá mechanická a anatomická os femuru. Podľa tohto skiagramu sa plánujú korekčné ostomie v oblasti kolena pri varóznych aj valgóznych deformitách.

Projekcia **dolnej končatiny na dlhý formát s merítkom.** Projekcia je dôležitá pri korekčných osteotómiach, ale aj pri zhotovení špeciálnych endoprotézach distálnej

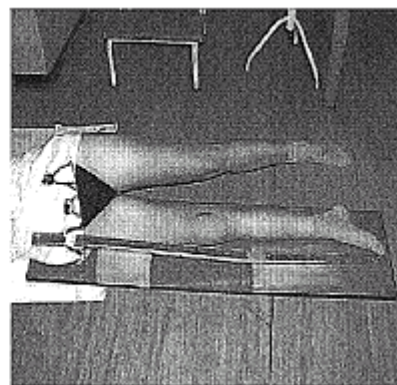
časti femuru alebo proximálnej časti tibiae ale aj iných indikáciach, napr. primárne zhúbne nádory kostí po rádioterapii, solitárne metastázy dolných končatín pri rozsiahlom poškodení kosti v okolí kĺbu, nezhubne nádory pri nemožnosti rekonštrukcie kostným štepom alebo cementom, pri zlyhaní normálnej endoprotézy. Ohnisková vzdialenosť je dosť veľká tak, aby sme zachytili celú dolnú končatinu, *obr. 15*. Formát kaziet je 30 x 90 (30 x 120 cm) s vyrovnávacou fóliou. Exponujeme zo vzdialenosti 2 m v predozadnej a bočnej projekcii, *obr. 16*. a *obr. 17*. Jednu alebo obe dolné končatiny.



Obr. 15.

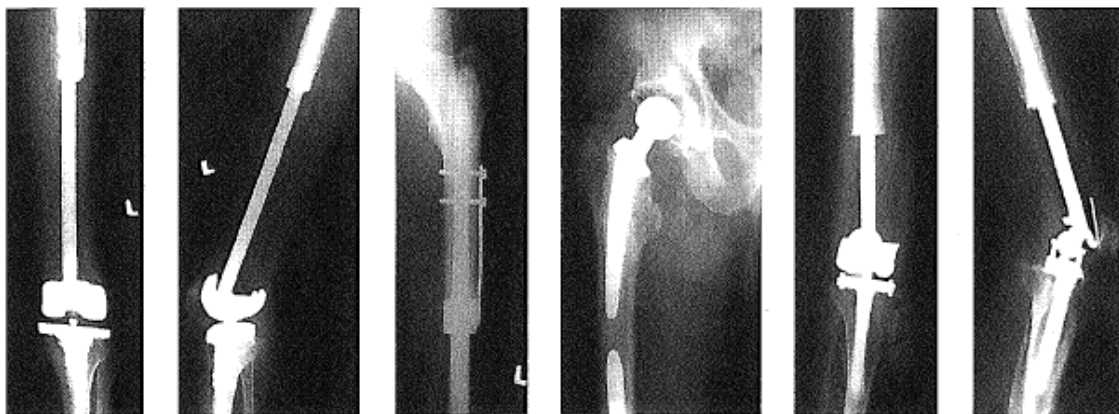


Obr. 16. Predozadná projekcia.



Obr. 17. Bočná projekcia.

Vedľa končatiny (medzi končatiny) musíme položiť a vypodložiť merítko, tak aby bolo v úrovni kostí, bez rizika ich skreslenia. Inak vznikne uhlová odchylka daná lomom zväzku žiarenia. Maximálne daná uhlová odchylka oproti skutočnosti je $\pm 0,5$ cm. Na základe skiagramu sa vyrobí endoprotéza „na mieru“, tak aby odpovedala skutočným rozmerom femuru. Týmto spôsobom vznikajú špeciálne tumorózne endoprotézy femuru a tibiae, *obr. 18*.

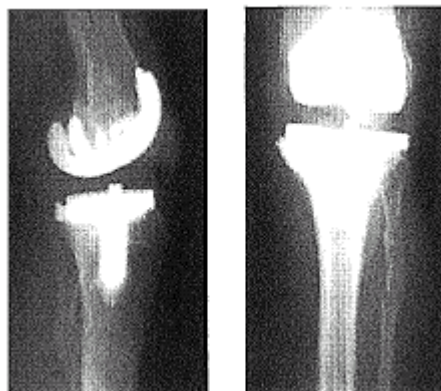


Obr. 18 Špeciálne tumorózne endoprotézy femuru a tíbie.

Pri cielenej totálnej endoprotéze kolenného kĺbu sa zavádza dlhá kovová tyč do femuru, je nutné zachytiť jeho celú dreňovú dutinu.

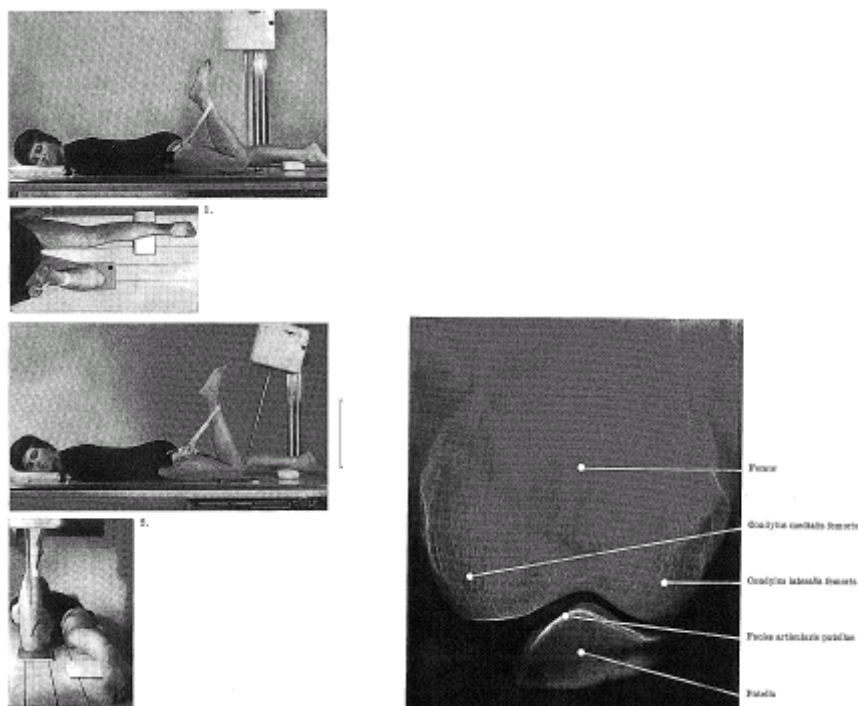
Špeciálne projekcie majú za úlohu zobrazit' vady a ochorenia v tejto oblasti, špecifikovať operačný výkon a dokumentovať odchýlky a biomechanické anomálie.

Súčasťou algoritmov zobrazovacích metód vyšetrení kolenného kĺbu sú aj **predoperačné, peroperačné a pooperačné vyšetrenia** pred alebo po plánovanej totálnej resp. parciálnej endoprotéze kolena. Exponujeme na dlhé formáty kaziet 24 x 30 cm prípadne dlhšie, podľa rozsahu endoprotézy, na lôžkovom oddelení resp. operačných sáloch. Pojazdným rentgenovým prístrojom pre skiagrafiu, tkz. C-ramenom. *obr. 19.*



Obr.19. Pooperačné vyšetrenie kolena.

Ďalšou špeciálnou projekciou je projekcia axiálna na posúdenie styčných plôch patelofemorálneho kĺbu. Projekcia **na patelu, axiálna, zadopredná (distoproximálna)**. Pacient leží pohodlne na bruchu. Vyšetrované koleno je v maximálnej flexii (predkolenie maximálne k stehnu) ťahané rukou, prípadne fixačným pásom. Exponujeme na kazetu formátu 13 x 18 cm (18 x 24 cm). Centrujeme kolmo na stred filmu na dolný okraj pately, distoproximálne v ose pately. Patela musí byť zobrazená axiálne, bez superpozície femurom, čo je aj najčastejšou chybou. Ak pacient nemôže koleno dostatočne flektovať, skloníme centrálny lúč tak, aby vždy prebiehal v ose pately, *obr. 20*.



Obr. 20. Axiálna, distoproximálna projekcia pately.

Ďalšou variantou tohoto vyšetrenia je **axiálna (distoproximálna)** projekcia pately horizontálnym lúčom. Pacient leží (sedí) pohodlne na vyšetrovacom stole. Vyšetrované koleno je v maximálnej flexii. Pacient rukami pridržiava kazetu formátu 13 x 18 cm (18 x 24 cm). Centrujeme kolmo do stredu filmu, distoproximálne horizontálnym lúčom na dolný okraj pately. Patela musí byť rovnako ako

u predchádzajúcej projekcii zobrazená bez superpozície femurom, čo býva častou chybou. Projekciu použijeme v prípade nedostatočnej flexie v kolene, alebo v prípade keď pacient nemôže ležať na bruchu, *obr. 21*.



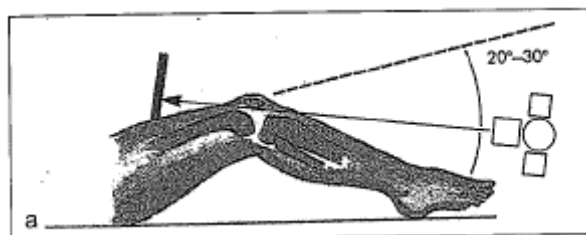
Obr. 21. Axiálna (distoproximálna) projekcia pately horizontálnym lúčom.

Opačnou projekciou je projekcia **proximodistálna**. Pacient kľučí, alebo sedí na päťách tak, aby flexia v kolenách bola maximálna. Kazeta je umiestnená pod kolenom. Centrujeme do stredu filmu v ose pately proximodistálne, resp. v úhľe 45 – 50 stupňov od vertikály, skloneným distálne, *obr. 22*. Patela musí byť zobrazená axiálne, bez superpozície femurom a jej štrbina je dostatočne odprojekovaná. Túto projekciu použijeme tam, kde nemôžeme použiť projekcie predchádzajúce.

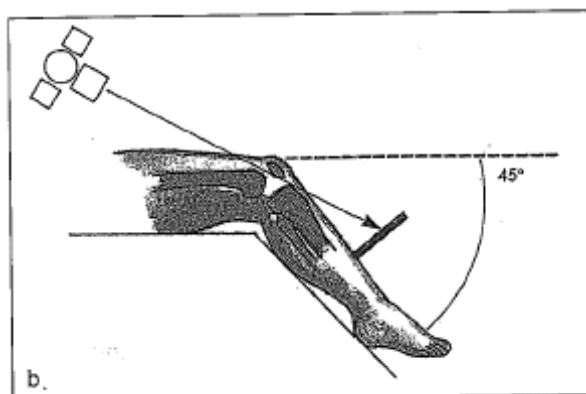


Obr. 22. Axiálna (proximodistálna) projekcia pately.

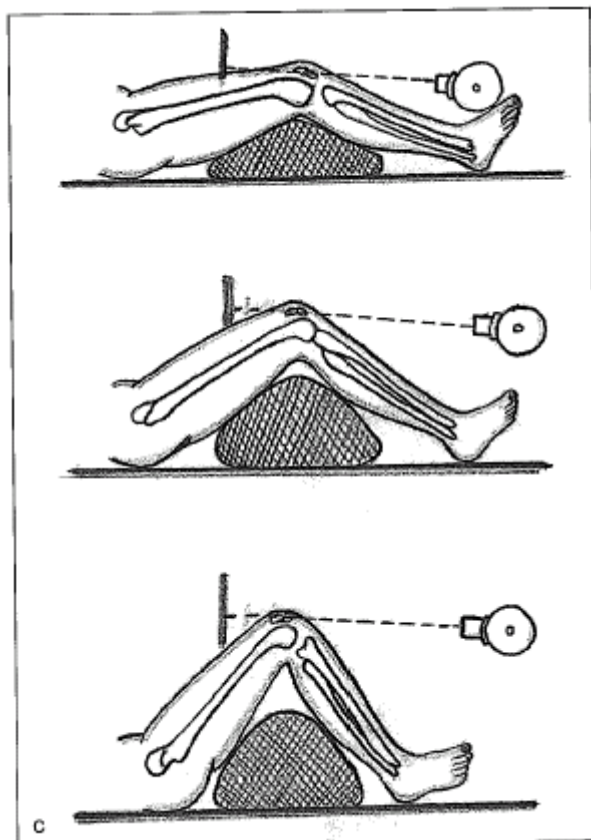
Medzi ďalšie projekcie femoropatelárneho kĺbu patrí, axiálna projekcia v 20 stupňovej flexii - **podľa Laurina**, obr. 23. V 45 stupňovej flexii - **podľa Merchanta**, obr. 24, alebo vo flexii 30, 60 , 90 stupňov – defilé pately **podľa Ficata**, obr. 25.



Obr. 23. Projekcia podľa Laurina.

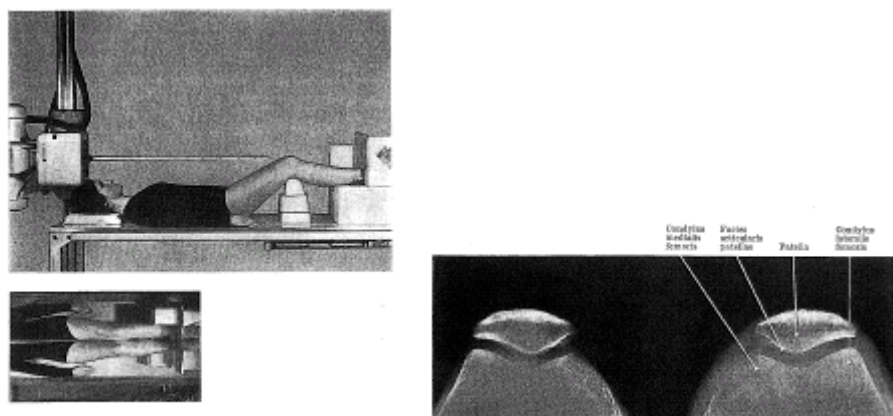


Obr. 24. Projekcia podľa Merchanta.



Obr. 25. Defilé pately podľa Ficata.

Defilé patel je zrovnávacie vyšetrenie femoropatelárnych kĺbov, ktoré podá informácie o tvare pately, femorálneho žliabku a ich vzájomnom vzťahu. Pacient sedí na vyšetrovacom stole a postupne flektuje obe kolená v úhľe 30, 60, 90 stupňov, *obr. 25*. Pacient si kazetu pridržiava rukami, prípadne ju fixujeme, *obr. 26*. Centrujeme kolmo na stred filmu, centrálnym lúčom skloneným v úhľe 10 stupňov od horizontály (distoproximálne) v ose patel. Pately musia byť zachytené axiálne, bez superpozície a ich kĺbna plocha odprojekovaná od femurov. Čo je častou chybou.

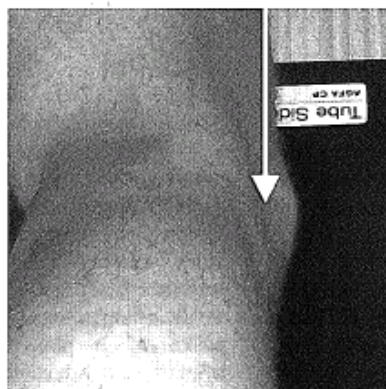


Obr. 26. Defilé patel horizontálnym lúčom.

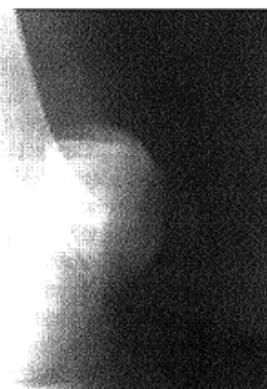
Patelu môžeme zobrazit' aj v zadoprednej (dorzoventrálnej) tangenciálnej projekcii **podľa Küchendorfa**. Pacient leží na bruchu. Koleno leží na vyšetrovacom stole v miernj flexii tak, aby s rovinou stolu zvieralo uhol 45 stupňov. Členok môžeme podložit', *obr. 27*. Centrujeme proximodistálne 25 – 30 stupňov na stred pately, *obr. 28*.



Obr. 27.



Obr. 28.



Obr. 29.

Basis patellae a margo lateralis sa premietajú mimo štruktúry kondylu femuru, *obr. 29*.

Zobrazenie pately v bočnej projekcii (tibiofibulárnej), je rovnaké ako pri vyšetrení kolena v bočnej (tibiofibulárnej) projekcii. Centrujeme viac dopredu od kondylu femuru do pately.

Pri každom skiagrafickom vyšetrení je veľmi dôležité u pacientov v reprodukčnom veku **vykrývať gonády vhodnými pomôckami a kolimovať užitočný zväzok žiarenia primárnymi clonami len na vyšetrovanú oblasť**. Zvláštnu pozornosť pri ochrane pred účinkami rentgenového žiarenia musíme venovať **tehotným ženám a deťom**.

1.2. Skiaskopia.

Peroperačné skiaskopické vyšetrenia kolenného kĺbu sa týkajú hlavne traumatológie. Asistencie pri osteosyntetických operáciach : dislokované a nedislokované fraktury femuru, tibie, fibuly alebo pately. Vyšetrenie sa robí pojazdným C – ramenom s televíznym zosilovačom rentgenového obrazu s možnosťou archivácie na film, resp. termoprint papier, *obr. 30*. Nezanedbateľná je aktívna účasť rádiologického asistenta pri týchto výkonoch.

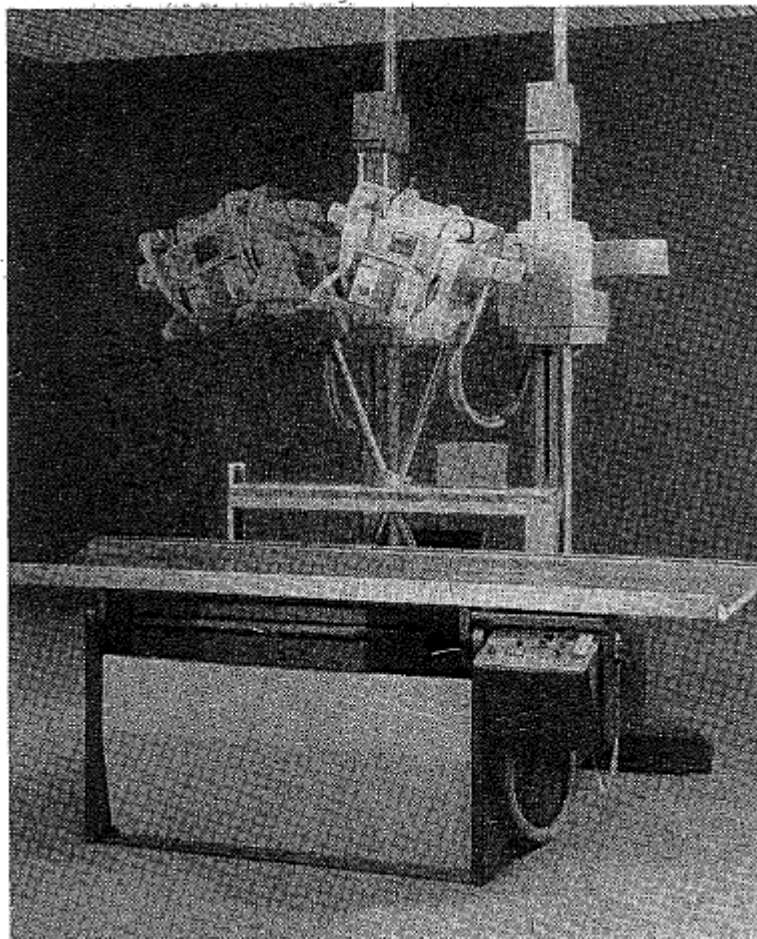


Obr. 30. C- rameno Ziehm 8000, Vista.

1.3. Klasická tomografia

Umožňuje skoro izolované zobrazenie určitej vrstvy objektu. V určitých hraniciach odstráni superpozíciu a sumáciu. Využíva pohybovú neostrosť k odstráneniu okolitých tkanív. Používala sa ako doplnok natívneho vyšetrenia kolenného kĺbu alebo spolu s artrografiou dvojitém alebo negatívnym kontrastom. Najčastejšie s priamym, lineárnym pohybom rentgenky a filmu, menej často s pohybom po zložitejšej dráhe (kruh, elipsa, hypocikloid), *obr. 31*. Tomografiu s malým úhľom kyvu (do 10 stupňov) nazývame zónografiou.

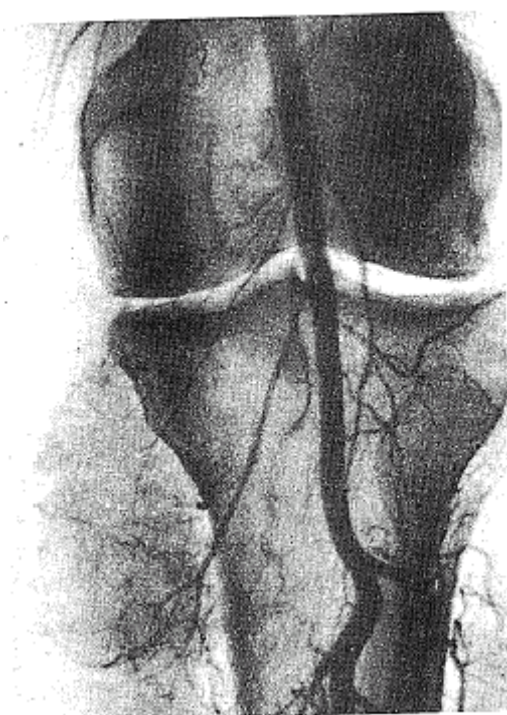
Táto metóda je však už zastaralá, nahradila ju počítačová tomografia a magnetická rezonancia.



Obr. 31. Tomograf pre lineárnu aj plošnú tomografiu použiteľný aj ako vyšetrovací stôl.

1.4. Angiografia

S rozšírením počítačovej tomografie a magnetickej rezonancie táto invazívna metóda ustúpila do pozadia. Občas sa používa pri nádorových procesoch skeletu končatín, menej často pri úrazových a poúrazových stavoch. Angiografia zisťuje predovšetkým krvné zásobenie nádoru. Vzťah nádoru k veľkým cievam pre prípadnú embolizačnú liečbu, *obr. 32. (14)*



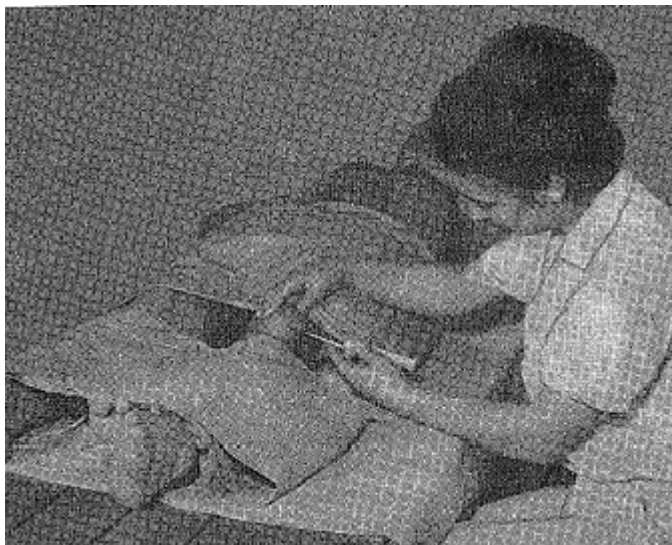
Obr. 32. Hemangiopericytom pod vnútorným kondylom tibie.

1.5. Arthrografia

Špeciálne kontrastné vyšetrenie dutiny kolenného kĺbu a jej obsahu **pozitívnu** alebo **negatívnu kontrastnou látkou**, prípadne ich **kombináciou** (dvojitý kontrast). Indikáciou sú hlavne úrazy a kontraindikáciou zápal.

Pozitívna arthrografia pozitívnu kontrastnou látkou, väčšinou vodného roztoku organicky viazaného jódu (Telebrix 300). Pred vyšetrením (0,5 hod) je vhodné podať 4 mg Dithiadenu per os. Pri výkone musíme dodržiavať prísne aseptické podmienky.

Pacient leží na chrbte s podloženou hlavou a uvoľnenými svalmi končatiny. Pričom je vhodné, aby pacient ležal na sterilnej podložke. Miesto vpichu zakryjeme sterilnou rúškou. Technika punkcie kolenného kĺbu sa môže líšiť prístupovou cestou, ktorú volíme na dosiahnutie synoviálneho priestoru, *obr. 32*.

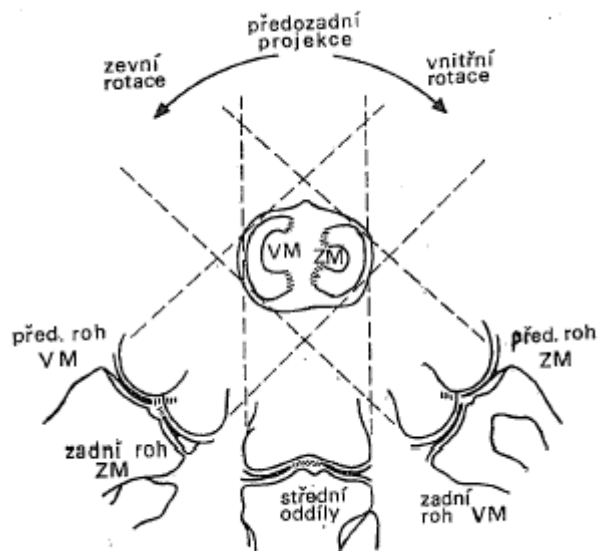


Obr. 32. Punkcia kolenného kĺbu z vonkajšej plochy u ležiaceho pacienta.

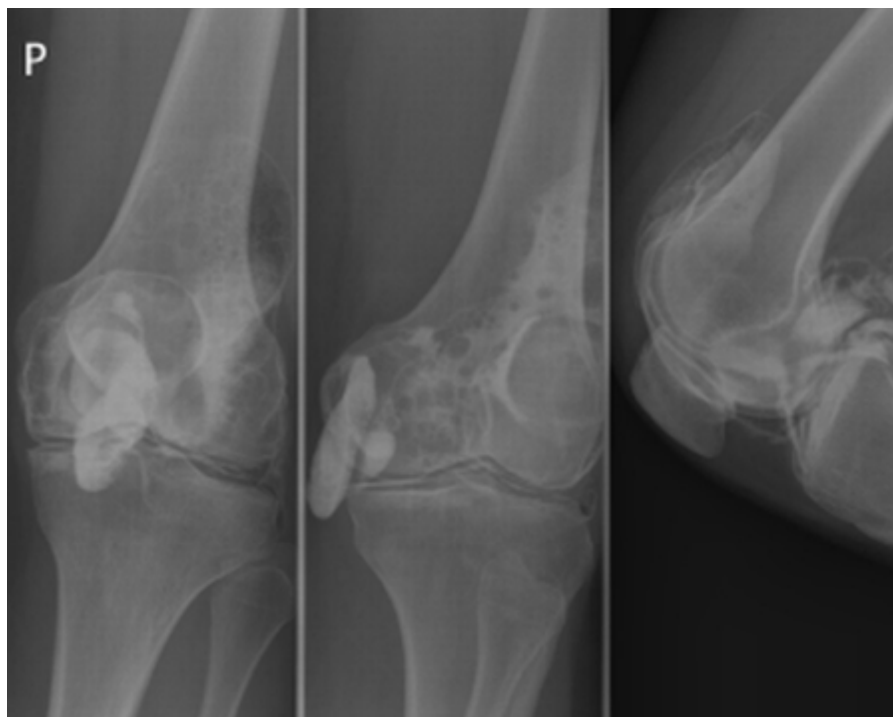
Vpich prevádzame vodorovne smerujúcou ihlou na sterilnej injekčnej striekačke s 5 –10 ml mesokainu (prokainu). O správnej polohe ihly v dutine kĺbu sa presvedčíme možnosťou odsatia synovie, eventuálne vstriknutím anestetika. Po dokonalom odstránení synovie aplikujeme 16 – 20 ml kontrastnej látky. Pri negatívnej artrografii aplikujeme až 120 ml vzduchu, kyslíka, hélia, dusíka a pod. Celkové množstvo kontrastnej látky sa riadi pocitmi pacienta.

Odstránime ihlu a koleno opakovane ohneme s náznakmi rotácie. Potom ovinieme koleno elastickým obvazom a po niekoľkých minútach prevádzame rentgenové vyšetrenie. Používame štyri základné projekcie. Vonkajšiu rotáciu 45 stupňov, neutrálnu rotáciu a vnútornú rotáciu 45 stupňov pri extenzii kolena a bočnú projekciu v 90 stupňovej flexii, *obr. 33*. Centrujeme kolmo na dolný okraj pately.

Arthrografia dvojitým kontrastom poskytuje obraz bohatý na podrobnosti, pôsobiaci plasticky, *obr. 34.*



Obr. 33. Časti vonkajšieho menisku (ZM) a vnútorného menisku (VM), ktoré sa zobrazia v predozadnej projekcii a oboch šikmých projekciách.



Obr. 34. Arthrogram kolenného kĺbu dvojitým kontrastom.

Možnou komplikáciou artrografie je infekcia kolenného kĺbu, alergické reakcie, celkové alebo miestne, na podanú kontrastnú látku, podráždenie synoviálnej výstelky.

Táto metóda je postupne **nahradzovaná** vyšetrením počítačovou tomografiou „CT artrografia“ a magnetickou rezonanciou „MR artrografia“.

1.6. Počítačová tomografia (CT)

1.6.1. Natívne vyšetrenie

Princípom zobrazenia je podobná klasickej tomografii. Vyšetrenie počítačovou tomografiou zobrazí vrstvy vyšetrovaného objektu v rovine kolmej na dlhú os tela (transverzálna rovina). V oblasti hlavy je možné sklopením gantry a zmenou polohy hlavy docieľiť vyšetrenie v semikoronárnej rovine. Digitálnym spracovaním údajov je možné vytvoriť obrazové rekonštrukcie v ďalších rovinách (sagitálna, koronárna), prípadne trojrozmerná rekonštrukciu obrazu (SSD, Volume rendering), pre lepšiu priestorovú orientáciu.

Hlavnými indikáciami pri vyšetrení kolena počítačovou tomografiou sú úrazy a komplexné zlomeniny. Pre zobrazenie skeletu kolena je vhodné použiť užšiu kolimáciu (2,5 mm a menšiu). Kostné tkanivo výrazným spôsobom absorbuje rentgenové žiarenia. Je nutné použiť tvrdé žiarenie v rozmedzí 30 –140 kV. Pre posúdenie mäkkých tkanív je výhodná dvojité rekonštrukcia hrubých údajov. Používajú sa dva rozdielne rekonštrukčné algoritmy. Jeden pre kosti a jeden pre mäkké tkanivá. Algoritmus s zvýraznením prechodov denzit, tzv. vysokofrekvenčný, je ideálny pre zobrazenie vnútornej architektúry kosti, zvyšuje však vplyv šumu a mäkké časti sa horšie hodnotia (CT, Ferda). Ideálny spôsob vyšetrenia a rekonštrukcie obrazu vo všetkých rovinách poskytuje multidetektorová počítačová tomografia (MDCT).

V súčasnej dobe na KZM FNM používajú prístroj CT Siemens Somatom 64 – Dual Source. Použitie dvoch rentgeniek výrazným spôsobom umožňuje skrátiť vyšetrenie a následnú rekonštrukciu údajov.

Štandardná vyšetrovacia poloha je na chrbte. Na uloženie pacienta do odpovedajúcej polohy môžeme použiť Boccolov vankúš (fixácia hlavy), *obr. 35* a opierku paží pacienta (fixácia tela), *obr. 36*.



Obr. 35. Boccolov vankúš. Obr. 36. Opierka paží pacienta. Obr. 37. Gantry prístroja.

Pacienta umiestnime nohami smerom do gantry, *obr. 37*. Túto polohu musíme zadať aj do vyšetrovacieho protokolu už pri registrácii pacienta. Po zhotovení topogramu vyberieme protokol vyšetrenia a naplánujeme jednotlivé vrstvy sekvencie a oblasť záujmu (ROI). Použijeme štandardný protokol na vyšetrenie kolena, *obr. 38*.

	Extremity	2 nd reconstr.
kV	120	
Effective mAs/ Quality ref. mAs*	100	
Rotation time	1.0 sec.	
Acquisition	64 x 0.6 mm	
Slice collimation	0.6 mm	
Slice width	4.0 mm	1.0 mm
Feed/Rotation	17.3 mm	
Pitch factor	0.9	
Increment	4.0 mm	0.7 mm
Kernel	B60s	B60s
CTDI _{vol}	7.2 mGy	
Effective dose	Male: 0.06 mSv Female: 0.04 mSv	

*Adjust the mAs value to the body region.

Obr. 38. Vyšetrovací protokol kolenného kĺbu.

Natívne helikálne vyšetrenie je doplnené rekonštrukciami v sagitálne a koronárnej rovine, *obr. 39 – 41*.



Obr. 39. Natívne helikálne vyšetrenie v transverzálnej rovine.



Obr. 40. Rekonštrukcia vyšetrenia v koronárnej rovine.



Obr. 41. Rekonštrukcia vyšetrenia v sagitálnej rovine.

V prípade komplikovaných zlomenín je možná trojdimenzionálna rekonštrukcia v troch rovinách (3 D).

1.6.2. CT artrografia

V súčasnej dobe sa toto vyšetrenie na Klinike zobrazovacích metód neprevádza. Natívne CT vyšetrenie kolenného kĺbu môže byť doplnené podaním kontrastnej látky intraartikulárne pod skiaskopickou kontrolou. Kontrastnú neiónovú látku podávame po lokálnom znecitlivení nariedenú lokálnym anestetikom v pomere 1 : 1. Objem kontrastnej látky pri jedнокontrastnom vyšetrení by nemal byť menší ako 10 a väčší ako 15 ml. Vyšetrenie je možné previesť aj po aplikácii vzduchu intraartikulárne dvojitým kontrastom. Nasleduje vyšetrenie počítačovou tomografiou, najlepšie helikálne (5).

1.7. Magnetická rezonancia (MR)

1.7.1. Natívne vyšetrenie

Zobrazenie magnetickou rezonanciou je založené na princípe zmien magnetických momentov atómových jadier v silnom statickom magnetickom poli po aplikácii silných rádiových pulzov. Indikáciou na vyšetrenie je hlavne podozrenie na traumatické alebo zápalové poškodenie kĺbu. Vyšetrenie magnetickou rezonanciou je podceňované pri patologických zmenách skeletu.

V súčasnej dobe vo Fakultnej nemocnici v Motole kolenný kĺb vyšetrujú na prístroji Esaote E-scan QX s permanentným magnetom s intenzitou magnetického poľa 0,2 T. Na vyšetrenie používame rigidné kruhové cievky (circular coil) alebo flexibilné, *obr. 42*. Pri štandardných rozmeroch kolena použijeme kolennú cievku *obr. 43*. Pri veľkých rozmeroch kolena, ramennú cievku, *obr. 44*.



Obr. 42. Flexibilná cievka.



Obr. 43. Štandardná kolenná cievka .



Obr. 44. Ramenná cievka.

Pri vyšetrení je veľmi dôležitá pohodlná poloha pacienta a fixácia kolena fixačnými pomôckami, obr.45.

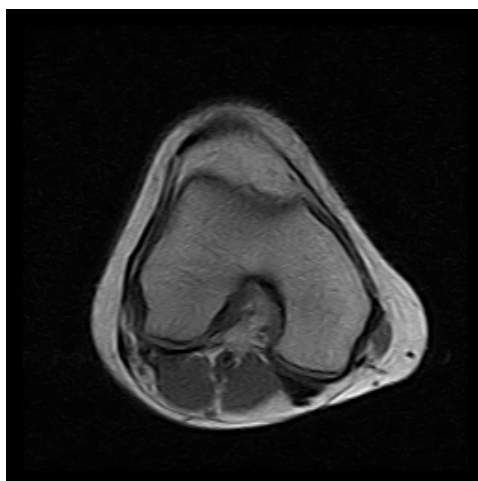


Obr. 45. Fixácia kolenného kĺbu fixačnými pomôckami.

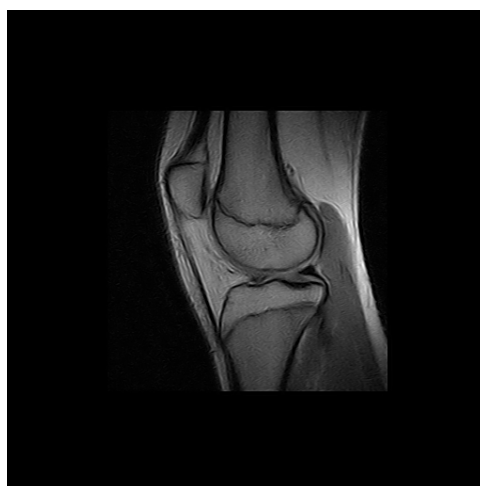
Základnou sekvenciu pri vyšetrení kolenného kĺbu je STIR (Short Tau Inversion Recovery) v sagitálnej rovine, doplnená T1 – SE (Spin Echo) v koronárnej a sagitálnej rovine. Prípadne 3D GE (3 Gradient Echo) na zobrazenie chrupavky, obr. 46.

	scan	thick	gap	slices	TE	TR	TI	FA	FOV	matrix	acq.	Hamming.	length	Q.F.
Sagittal Spin Echo T1	SAG	4.0	0.5	15	26	760			180x180	256x192	2	Low	4'54"	67
Transversal Turbo Spin Echo T2	TRA	4.0	0.5	17	80	3000			180x180	192x192	1	Low	5'42"	84
Transversal Turbo Multi Echo	TRA	4.0	0.5	17	28-90	2800			180x180	192x192	1	Low	5'19"	69
Coronal Gradient Echo T1	COR	4.0	0.5	12	18	540		75	180x180	192x192	2	Low	3'30"	81
Coronal Gradient Echo T2	COR	4.0	0.5	12	22	600		40	180x180	192x192	3	Low	5'48"	70
Coronal Gradient Echo STIR	COR	4.0	0.5	12	25	1160		75	200x180	192x160	2	High	5'36"	112
Sagittal Turbo Spin Echo, TE=50,	SAG	4.0	0.5	9	50	900			180x180	256x192	3	Low	5'06"	64
Trasversal 3D CE	TRA				30	34		65	180x180 x80	256x192 x80	1	Low	4'17"	96

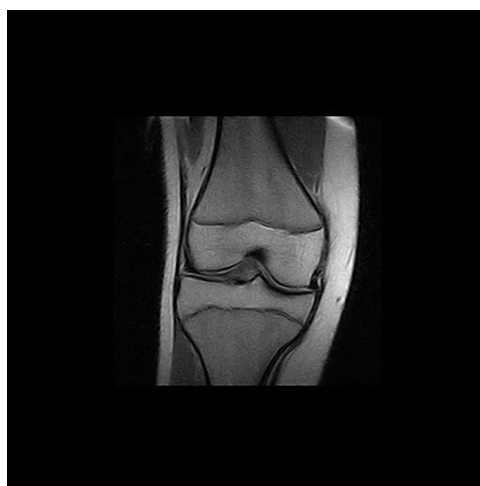
Obr. 46. Protokol pri vyšetrení kolenného kĺbu.



Obr. 47. Rekonštrukcia obrazu v transverzálnej rovine.



Obr. 48. Rekonštrukcia obrazu v sagitálnej rovine.

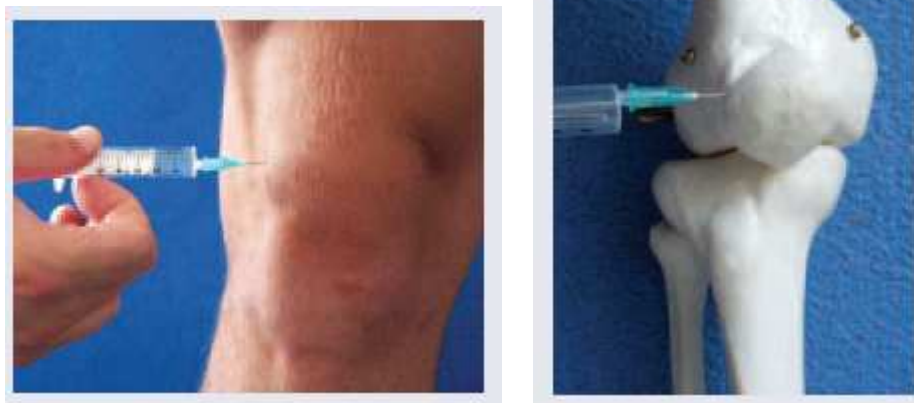


Obr. 49. Rekonštrukcia obrazu v koronárnej rovine.

1.7.2. Priama MR artrografia

V súčasnej dobe sa toto vyšetrenie na KZM FNM neprevádza.

Princípom vyšetrenia je priama aplikácia tekutiny do kĺbu. Použiť môžeme fyziologický roztok prípadne riedenú paramagnetickú kontrastnú látku. Riedenie kontrastnej látky musí byť nízke (1 : 200, kontrastná látka/ fyziologický roztok). Prípadne pod skiaskopickou kontrolou môžeme aplikovať malé množstvo jódovej kontrastnej látky. Pri aplikácii je nutné vyhnúť sa aplikácii vzduchu, pretože vzduchové bubliny môžu imitovať vnútrokĺbne telieska. Absolútnou kontraindikáciou artrografie je infekčná artritída, infekcia kože v mieste vpichu. Relatívnou kontraindikáciou je porucha zrážanlivosti krvi. Punkciu kolenného kĺbu robíme z patelofemorálneho prístupu z laterálnej strany, prípadne z mediálnej strany. Dôležité je odsasť synoviálnu tekutinu, ktorá môže zmeniť riedenie kontrastnej látky a tým výsledok vyšetrenia, *obr. 50.*



Obr. 50. Punkcia kolenného kĺbu z laterálneho prístupu.

Pri vyšetrení použijeme dedikovanú kolennú cievku alebo cievku flexibilnú, prípadne cievku viacanálovú.

Používame štandardné T1 vážené sekvencie, prípadne 3D techniky na posúdenie chrupavky kolena. Medzi najčastejšie indikácie priamej MR arthrografie patrí posúdenie abnormality chrupaviek, posúdenie meniskov po menisektómii, kĺbnych teliesok a synoviálnych pliek, *obr. 51. a 52.*



Obr. 51. Kolenný kĺb T1 obraz v koronárnej rovine. Šípka ukazuje na prítomnosť zmesi kontrastnej látky v kĺbnej štrbine.



Obr. 52. Obráz v koronárnej rovine sekvenciou FISP (gradient echo) 3D bez saturácie tukového tkaniva, avšak vďaka vysokému rozlíšeniu umožňuje presnejšie posúdiť povrch chrupavky.

Priama MR artrografia patrí medzi doplnkové invazívne vyšetrovacie metódy. Umožňuje získať informácie o dynamickom rozložení obsahu dutiny kĺbu a poskytuje lepšie kontrastné rozlíšenie jednotlivých štruktúr. Jedná sa o užitočné doplnenie natívneho vyšetrenia, ktoré môže priniesť dodatočné informácie.

1.7.3. Nepriama MR artrografia

Princíp nepriamej MR artrografie spočíva v intravenózne aplikácii paramagnetickej kontrastnej látky v dávke 0,2 ml / kg hmotnosti pacienta. Po aplikácii kontrastnej látky pohybuje pacient kĺbom minimálne 0,5 hodiny tak, aby kontrastná látka prenikla do výstelky kĺbu. Kolená vyšetrujeme v T1 sekvenciách s výhodou môžeme použiť saturáciu signálu z tukového tkaniva, *obr. 53.*



Obr. 53. T1 FS sekvencia 30 minút po podaní 20 ml paramagnetickej kontrastnej látky intravenózne – nepriama artrografia. Šípky ukazujú na abnormálne zmnoženú kĺbnu výstelku pri synovitíde.

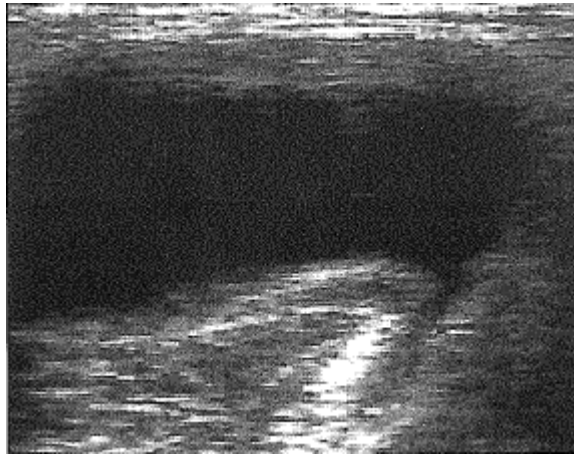
1.8. Ultrazvuk (UZ)

1.8.1. Rovinné zobrazenie

Dlhú dobu bolo možné hodnotiť „mäkké“ štruktúry kolenného kĺbu nepriamo s skiagramu. S príchodom nových zobrazovacích metód (magnetická rezonancia, ultrazvuk) je možné ich priame zobrazenie. Princípom ultrazvukového vyšetrenia je rozdielny odraz ultrazvukových vĺn na rozhraniach rôznych tkanív a ich záznam. Najčastejšie vyšetrujeme v B – móde, čo je štandardná vyšetrovacia technika. Používame lineárne sondy s rovnobežným vlnením, taktiež sektorové sondy s divergujúcim vlnením.

Kolenný kĺb vyšetrujeme z ventrálnej a laterálnej strany kolena. Vyšetrujeme suprapatelárny priestor, úpon kvadricepsu, pozdĺžne väzy, menisky, infrapatelárnu burzu, ligamentum patelae a patelu. Z dorzálnej strany popliteálny priestor, chrupavky na kondyloch, skrížené väzy a menisky.

Indikáciami sú hlavne výpotky, hematomy, poškodenie väzov, burzitídy, poškodenie chrupavky, Bakerove cysty, *obr .54*.

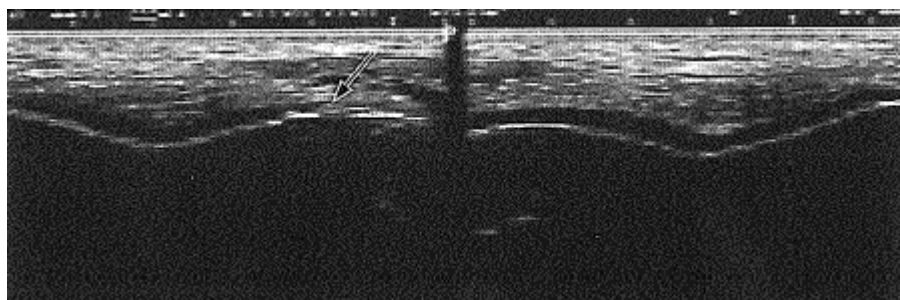


Obr. 54. Bakerova pseudocysta – anechogénna oblasť s komunikáciou k dutine kĺbu.

Spojenie cysty s kĺbnou dutinou je možné dokázať funkčným vyšetrením pri flexii kolena, kedy dôjde k vyprázdneniu obsahu cysty do dutiny kĺbu. Chrupavku kolena je možné zobrazit' len v miestach, ktoré neležia v ultrazvukovom tieni kosti. Najčastejšie v patelofemorálnom skĺbení. Chrupavka je anechogénna alebo hypoechogénna, *obr. 55*

Výhodou ultrazvukového vyšetrenia je jeho cena, dostupnosť, neinvazívnosť, možnosť opakovaného vyšetrenia a kontrola liečby.

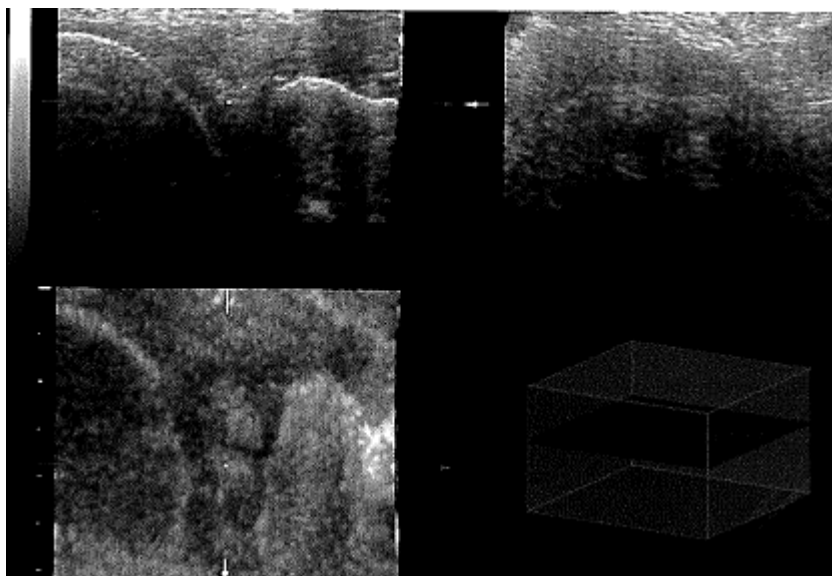
Nevýhodou je však jeho nízka špecificita pri vysokej senzitivite.



Obr. 55. Hyalinná chrupavka – anechogénna línia nad povrchom kosti, hyperechogénna kontúra.

1.8.2. Trojrozmerné zobrazenie (3D)

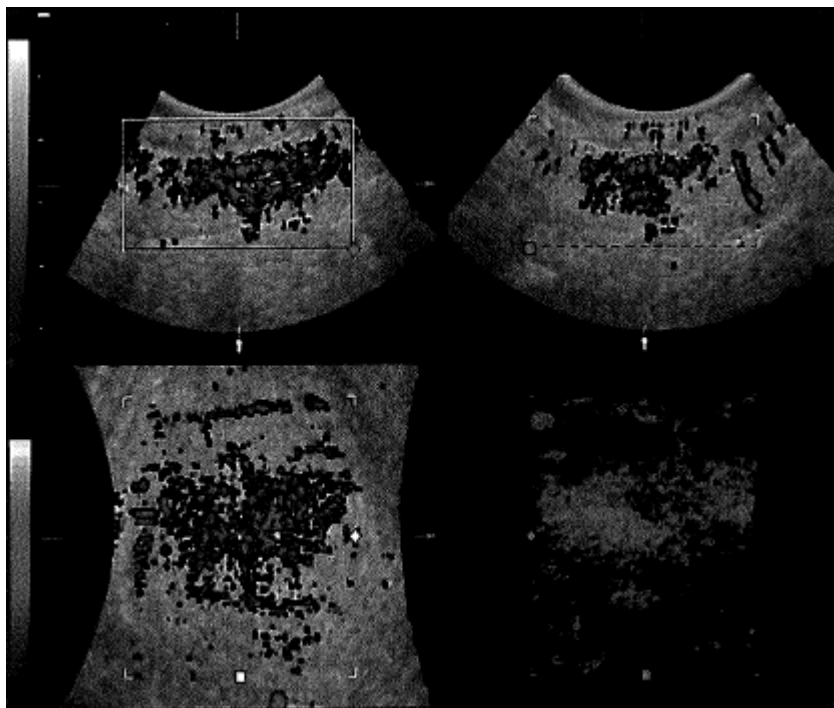
Trojrozmerné zobrazenie je pokračovaním rozvoja rovinného zobrazenia. Rovinné zobrazenie v B – mode je stále základným zobrazením v priestorovej orientácii a vychádzim v rovinových rekonštrukčných metódach (multiplanárne zobrazenie), *obr. 56.*



Obr. 56. Multiplanárne zobrazenie mediálneho menisku.

Priestorová rekonštrukcia využíva volume rendering metódu. Rozšírenie rovinných rekonštrukčných metód špeciálnymi imageprocessingovými postupmi na oblasť záujmu (ROI) s použitím získaných 3D objemových údajov. 3D zobrazenie

umožňuje posúdiť vzťah medzi patologickou štruktúrou a jej okolím včítane vaskularizácie zobrazenej 3D dopplerovskou metódou. Prípadne môžeme použiť rôzne postprocesingové módy napr. povrchový alebo transparentný, obr. 57.

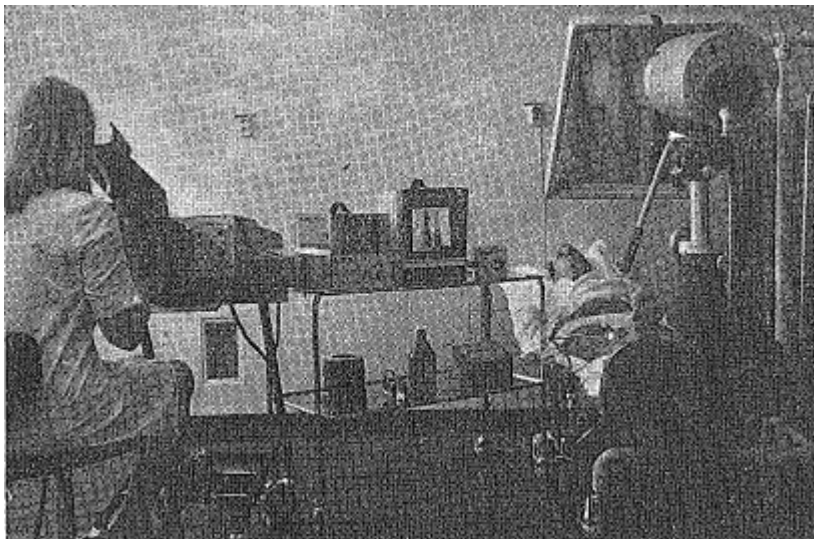


Obr. 57. Poškodený vnútorný postranný väz kolena – multiplanárne zobrazenie silovým dopplerom.

1.9. Termografia

Termografia je moderná zobrazovacia metóda. **Princíp** tejto vyšetrovacej metódy spočíva v registrácii rozdielnych teplôt a vzhľadu izotermických tepelných plôch na povrchu tela., ktoré sa vytvárajú nezávisle na pigmentácii. Dochádza k spontánnej emisii infračerveného žiarenia. Infračervené žiarenie detekuje špeciálna kamera bez dotyku s povrchom tela. Kamera vzniklý elektrický signál prevádza na fotografický papier (termogram). Plochy čiernobieleho obrazu vyjadrujú rôzne teploty pozorovaného povrchu tela. Biele plochy sú teplé a čierne studené. Mnoho patologických procesov mení emisiu infračerveného žiarenia z kože a orgánov tela.

Ideálnym objektom termografie sú zápaly a nádory, kde dochádza k ložiskovému zvýšeniu teploty. Napriek tomu sa pri vyšetrení kĺbných zápalov používa termografia zriedka, *obr. 58*.



Obr. 58. Termografické vyšetrenie dolných končatín.

2. Cieľ práce a hypotézy

Cieľ práce je zhrnúť stav vývoja algoritmov zobrazovacích metód v diagnostike kolenného kĺbu v rokoch 2001 – 2006 na KZM FNM. Popísať jednotlivé vyšetrovacie metódy od jednoduchých, časovo a finančne menej náročných až po zložité, časovo a finančne náročné. Táto práca môže slúžiť k edukácii rádiologických asistentov v systéme celoživotného vzdelávania a ako podklad pre vytvoreniu písomných postupov pre aplikáciu lekárskeho ožiarenia s využitím ionizujúceho žiarenia (štandardy) pre jednotlivé pracoviská.

Predpokladám, že sa hypotéza potvrdí. Napriek stúpajúcemu počtu vyšetrení magnetickou rezonanciou nedochádzalo k adekvátnemu úbytku vyšetrení ionizujúcim žiarením. Porovnal som počet jednotlivých vyšetrení, ceny za jednotlivé vyšetrenia a celkové náklady na vyšetrenia.

Verím, že s príchodom nových vyšetrovacích metód (magnetická rezonancia a ultrazvuk), dôjde v blízkej budúcnosti k adekvátnemu úbytku vyšetrení ionizujúcim žiarením a k zníženiu kolektívnej efektívnej dávky.

V práci som sa zamerlal na natívne skiagrafické vyšetrenia, skiagrafické vyšetrenia s použitím kontrastnej látky, natívne vyšetrenia počítačovou tomografiou, natívne vyšetrenia magnetickou rezonanciou a ultrazvukové vyšetrenia.

3. Metodika

Počet jednotlivých vyšetření som získal z archívu KZM FNM z programu UNIS. Jednotlivé vyšetrenia sú chronologicky zaznamenané (2001 – 2006). Vyšetrenia sú zastúpené kódmi Všeobecnej zdravotnej poisťovni (89127, 89181, 89615, 89713, 01935).

Cena za vyšetrenie, teda **cena za bod** je veľmi komplikovane zistiteľná. Každá poisťovňa má inú hodnotu bodu. Hodnota bodu sa mení každý štvrt' rok a vypočítava sa podľa referenčného obdobia z minulého roku. Taktiež záleží na bonusoch a malusoch podľa toho či nemocnica presiahla 103 – 105 percent počtu vyšetrení z predchádzajúceho roku alebo naopak nedosiahla 90 percent počtu vyšetrení z predchádzajúceho roku. Tým pádom je možné všeobecne povedať, že hodnota bodu sa pohybuje od 0,90 do 1,10 Kč/bod. V tejto štatistike je hodnota bodu stanovená na 0,89 Kč/bod.

Do súboru na potvrdenie hypotézy bolo zaradených **35 691 vyšetrení** z KZM FNM. Vyšetrenia boli prevedené **v rokoch 2001 až 2006**. Za tieto vyšetrenia bolo získaných **23 602 667 bodov** v celkovej hodnote **21 006 565 Kč**. Vyšetrenia som zaznamenal do tabuľky a spočítal, *tab.1*. Z výsledných hodnôt som spracoval grafy.

Na spracovanie údajov som použil program **Microsoft Word 2007** a **Microsoft Excel 2007** pre študentov a domácnosti.

4. Výsledky

Tab. 1. Prehľad jednotlivých vyšetrení v rokoch 2001 až 2006.

rok	kód VZP	počet výkonov	počet bodov	body celkom	cena za výkon	cena celkom
2001	89127	5 752	187,34	1 077 580	166,74	959 088,48
2002	89127	7 033	191,86	1 349 351	170,76	1 200 955,08
2003	89127	6 187	191,73	1 186 234	170,64	1 055 749,68
2004	89127	6 605	191,71	1 266 245	170,63	1 127 011,15
2005	89127	6 225	191,62	1 192 835	170,55	1 061 673,75
suma		31 802	954	6 072 244	849	5 404 478
2001	89181	14	504,40	7 062	448,92	6 284,88
2002	89181	5	517,71	2 589	460,77	2 303,85
2003	89181	6	516,00	3 096	459,24	2 755,44
2004	89181	13	517,51	6 728	460,59	5 987,67
2005	89181	5	516,62	2 583	459,80	2 299,00
suma		43	2572	22 057	2 289	19 631
2001	89615	5	1719,12	8 596	1 530,02	7 650,10
2002	89615	5	1754,49	8 772	1 561,50	7 807,50
2003	89615	1	1754,07	1 754	1 561,13	1 561,13
2004	89615	5	1757,51	8 788	1 564,19	7 820,95
2005	89615	12	1762,31	21 148	1 568,46	18 821,52
suma		28	8748	49 057	7 785	43 661
2001	89713	246	4530,03	1 114 387	4 031,73	991 805,58
2002	89713	296	4640,28	1 373 523	4 129,85	1 222 435,60
2003	89713	890	4630,14	4 120 825	4 120,83	3 667 538,70
2004	89713	1 050	4624,57	4 855 799	4 115,87	4 321 663,50
2005	89713	1 290	4642,01	5 988 193	4 131,39	5 329 493,10
suma		3 772	23067	17 452 726	20 530	15 532 936
2001	01935	18	141,14	2 541	125,62	2 261,16
2002	01935	3	144,29	433	128,42	385,26
2003	01935	9	144,3	1 299	128,43	1 155,87
2004	01935	8	144,21	1 154	128,35	1 026,80
2005	01935	8	144,61	1 157	128,71	1 029,68
suma		46	719	6 583	640	5 859
celkom		35 691	36 060	23 602 667	32 093	21 006 565

89127 – RTG kostí a kĺbov končatín

89181 – Artrografia, tenografia, burzografia

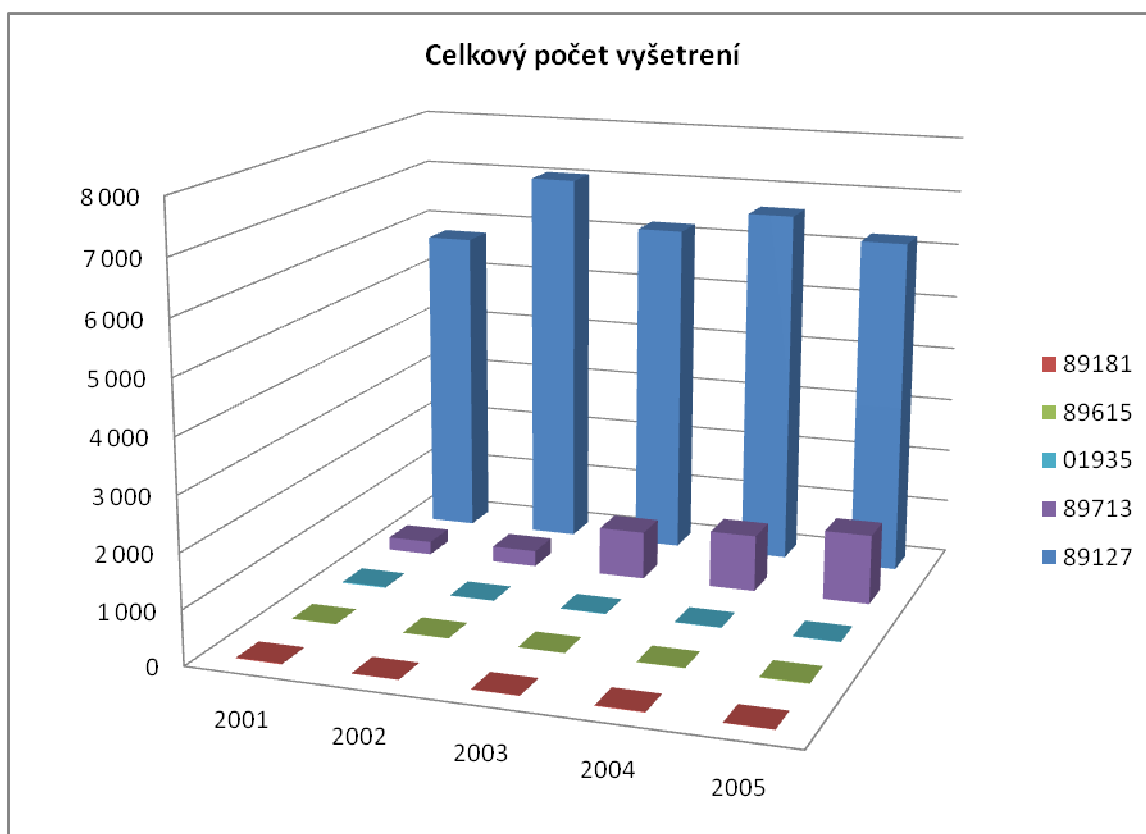
89615 – CT vyšetrenie s väčším počtom skenov (nad 30) bez kontrastnej látky

89713 – MR zobrazenie hlavy, končatín, kĺbu, jedného úseku chrbtice

01935 – UZ vyšetrenie jedného orgánu v niekoľkých rovinách

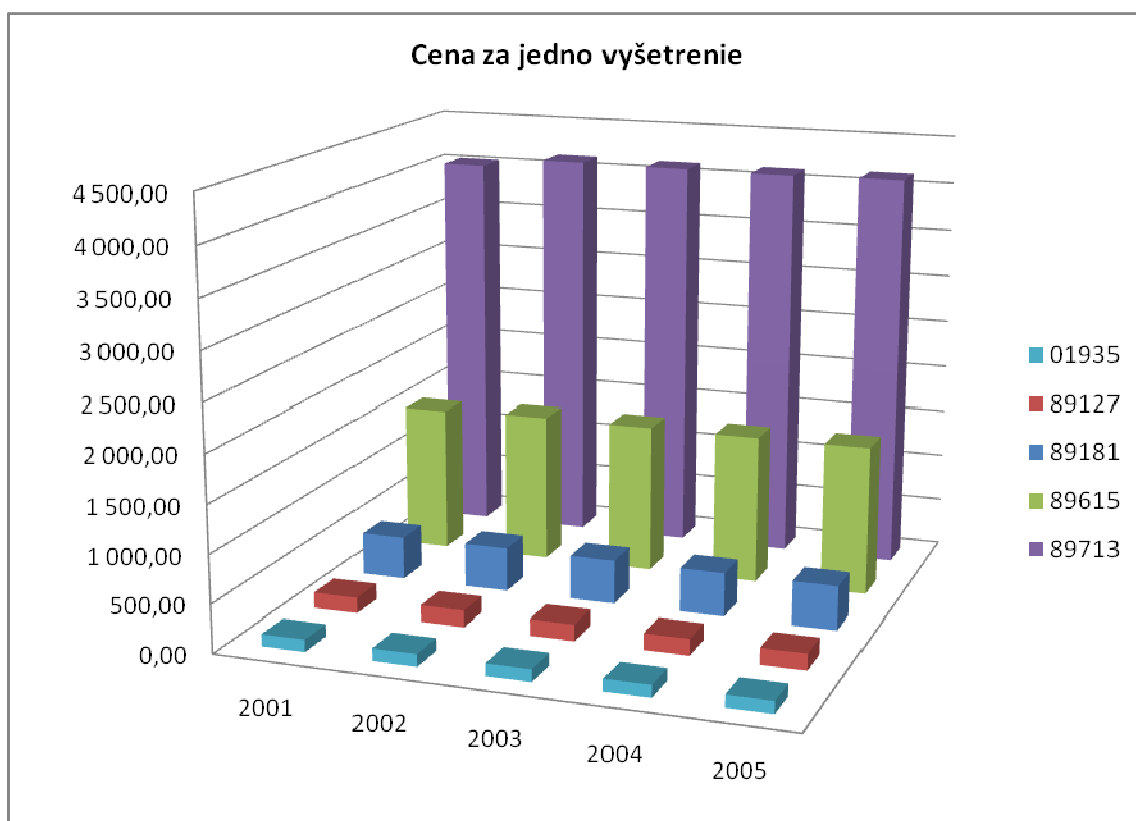
Celkový počet vyšetření. Z tabuľky (*tab.1.*) je jasný relatívne rovnaký počet natívnych skiagrafických vyšetrení v rokoch 2001 - 2006 (kód 89127) a prudký nárast natívnych vyšetrení magnetickou rezonanciou (kód 89713) v rokoch 2003 až 2006, kedy boli zakúpené nové prístroje pre magnetickú rezonanciu. Počty ostatných vyšetrení (89181, 89615, 01935) sa výrazne nemenia, prípadne stagnujú, *graf 1.*

Graf 1.



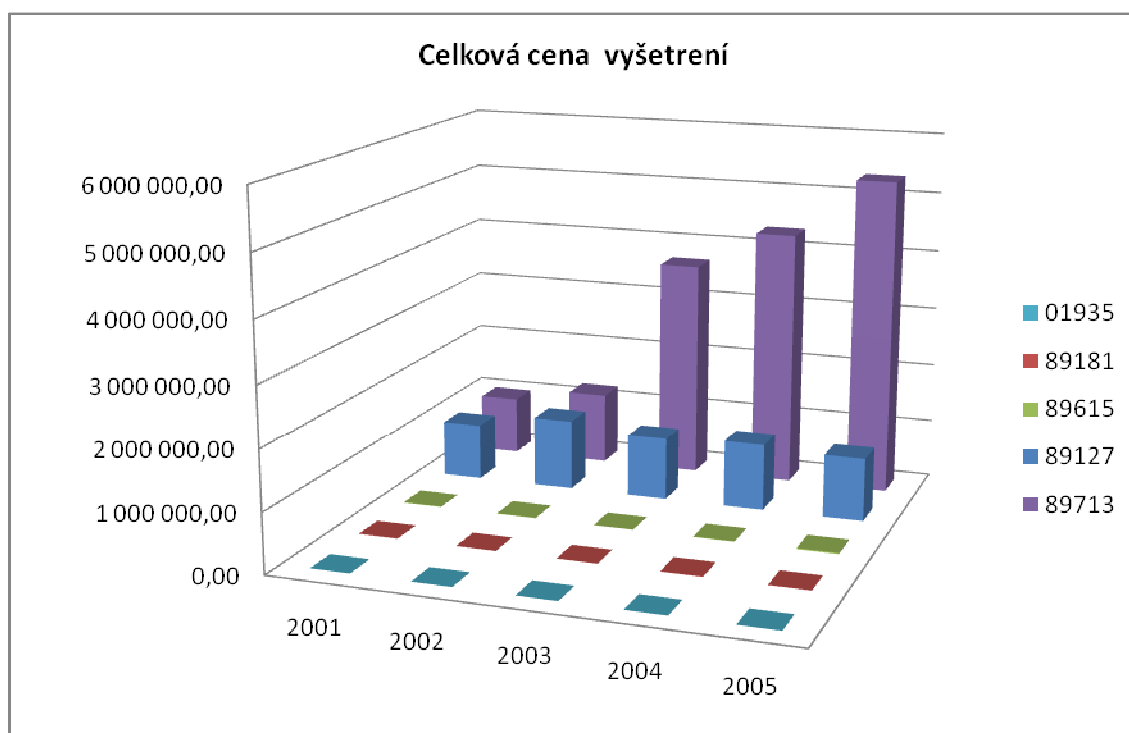
Cena za jednotlivé vyšetrenia sa v čase skoro vôbec nemenila, *graf 2.*

Graf 2.



Celková cena vyšetření je relativně rovnaká, avšak celková cena vyšetření magnetickou rezonanciou je kvůli vysokému nárastu počtu vyšetření značně vysoká, graf 3.

Graf 3.



5. Diskusia

Natívne skiagrafické vyšetrenie kolenného kĺbu je stále základnou vyšetrovacou metódou (3, 4, 12) realizovateľnou v rôznych modifikáciách. Základné projekcie sú predozadná a bočná podľa potreby doplnená o projekcie axiálne na patelu (3, 4, 12). Súčasťou algoritmov zobrazovacích metód sú aj špeciálne projekcie na patelu podľa Fricka, Laurina, Merchanta, Ficata a Kuchendorfera aj keď ich použitie v praxi nieje časté. Vynechať nemôžeme ani prevažne ortopedické projekcie na mechanickú os dolnej končatiny a projekcie na dlhý formát s merítkom a ďalšie.

Kontrastné skiagrafické vyšetrenie kolenného kĺbu (artrografia) je indikované hlavne pri traumatickom poškodení meniskov alebo mäkkých tkanív kĺbu (3, 14). V praxi ju však postupne nahradilo natívne vyšetrenie magnetickou rezonanciou (14), prípadne priama a nepriama MR artrografia a CT artrografia.

Vyšetrenie počítačovou tomografiou má nenahraditeľné miesto. Hlavnými indikáciami tohto vyšetrenia sú úrazy a komplexné zlomeniny kĺbu so zložitou architektúrou (5) ale aj nádorové procesy kostí a ich okolia (14). Ďalšou možnosťou tohto vyšetrenia je intraartikulárne podanie kontrastnej látky (5) do kolenného kĺbu (CT artrografia). Výhodou tohto vyšetrenia je jeho rýchlosť, väčšia dostupnosť a nižšia cena vyšetrenia, *graf 2*. Nevýhodou je vyššia radiačná záťaž, *príloha č.1*.

Vyšetrenie magnetickou rezonanciou sa javí ako veľmi perspektívne vyšetrenie. Kolená patria medzi najčastejšie vyšetrované kĺby (11) a magnetická rezonancia medzi najefektívnejšie zobrazovacie postupy pri vyšetrení kĺbov (14). Svedčí o tom aj stúpajúci počet natívnych vyšetrení, *graf 1*. Nové informácie pri sporných a nejasných nálezoch nám môže priniesť priama MR artrografia (11). Výhodou vyšetrenia magnetickou rezonanciou je jej väčšia citlivosť pri zobrazení mäkkých tkanív, možnosť zobrazenia v ľubovoľnej rovine a nulová radiačná záťaž, *príloha č. 2*. Nevýhodou a kontraindikáciou tohto vyšetrenia je prítomnosť kovových materiálov v tele pacienta. Vyšetrenia trvá dlhší čas a je dražšie, *graf 2*.

Vyšetrenie ultrazvukom má mnoho výhod. Je relatívne lacné, *graf 2*., dostupné, neinvazívne, umožňuje dynamické vyšetrenie postihnutého tkaniva, dá sa

ľubovoľne opakovať a tým sledovať výsledok liečby (6). Kladie však vysoké nároky na znalosti a skúsenosti vyšetrujúceho. Najnovším trendom je trojrozmerné (3D) vyšetovanie. Táto technika otvára nové možnosti pri zachytení objemovej informácie (12).

6. Záver

Zobrazovacie metódy pri vyšetrení kolenného kĺbu v poslednom období prekonali obrovský rozvoj, ktorý bude v blízkej dobe určite pokračovať. Natívne skiagrafické vyšetrenia sú aj naďalej neoddeliteľnou súčasťou algoritmov zobrazovacích metód. Do popredia sa však dostávajú nové zobrazovacie metódy bez použitia ionizujúceho žiarenia : magnetická rezonancia a ultrazvuk. V období 2003 až 2006 výrazne stúpol počet vyšetrení magnetickou rezonanciou a dá sa očakávať, že tento trend bude pokračovať. Hlavne preto, že toto vyšetrenie je neinvazívne, diagnostická výťažnosť značná.

Napriek stúpajúcemu počtu vyšetrení magnetickou rezonanciou nedochádza k adekvátnemu úbytku vyšetrení ionizujúcim žiarením. Hypotéza bola potvrdená.

7. Zoznam použitej literatúry

1. E-SCAN XQ, *User Manual*. Genova : Esaote S.p.A. 2002.
2. DIETZE, R., KÖCHER, E. *Physik und Praxis der Röntgenaufnahmetechnik*. Dritte Auflage. Jena : VEB GUSTAV FISCHER VERLAG, 1977. 785 s. Lizenznummer 261 700/96/77.
3. DRUGOVÁ, B., KOLÁŘ, J. *Moderní radiodiagnostika chorob měkkého kolena*. Praha : Avicenum / zdravotnické nakladatelství, 1974.
4. DUNGL, P. a kolektiv. *Ortopedie*. 1.vyd. Praha : Grada Publishing, 2005. 1280 s. ISBN 80-247-0550-8.
5. FERDA, J., NOVÁK, M., KREUZBERG, B. *Výpočetní tomografie*. 1.vyd. Praha : Galén, 2002. ISBN 80-7662-172-6 (Galén).
6. GATTEROVÁ, Jindřiška. Možnosti použití ultrazvukových vysokofrekvenčních sond v diagnostice nejčastějších revmatických onemocnění. *Zdravotnické noviny*. Praha, Revmatologický ústav : 1999, roč. 48, č. 14, s.11.
7. CHUDÁČEK, Zdeněk. *Angiografie v onkologii*. Praha : Avicenum, 1985. 08-013-85.
8. KOZÁK, J. Speciální projekce v ortopedii. *Praktická radiologie*. Hradec Králové : 2001, roč. 6, č. 1, s. 9 - 11. ISSN 1211 – 5053.
9. KOZÁK, J., HOZMANOVÁ, K. Speciální projekce v ortopedii – díl III. *Praktická radiologie*. Hradec Králové : 2001, roč. 6, č. 4, s. 4 - 5. ISSN 1211 – 5053.
10. SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. 2. doplněné vydání. Praha : Avicenum, 1976. 605 s. 08-013-76
11. ŠPRLÁKOVÁ – PUKOVÁ, A., MECHL, M. Příma MR artrografie. *Česká radiologie*. Brno : 2007, roč. 61, č. 1, s. 54 – 62.
12. TRNAVSKÝ, K., RYBKA, V., et al. *Syndrom bolestivého kolena*. 1. vyd. Praha : Galén, 2006. 225 s. ISBN: 80-7262-391-5.
13. TŘETINOVÁ, D., VOJTYLOVÁ, M. RTG projekce kostí a sklopení horní a dolní končetiny. *Praktická radiologie*. Praha : 2006, roč. 11, č. 3, s. 4 – 5. ISSN 1211 – 5053.
14. VYHNÁNEK, Luboš a kol. *Radiodiagnostika Kapitoly z klinické praxe*. Praha : Grada Publishing, 1998. 473 s. ISBN 80 – 7169 – 240 – 9.

15. SIEMENS AG, *Somatom Definition Návod na použitie*. Nemecko : 2006.
16. Česká radiologická společnost. Dokumenty.
<http://www.crs.cz/index.php?art=dokumenty-writing.html>, Juni 30, 2008.
17. Hrazdira, Ivan. Ultrazvuk.
<http://lhrazdira.wz.cz/ultrazvuk-writnig.html>, Juni 30, 2008
18. Rentgen bulletin, září : 2001.
<http://www.suro.cz/cz/publikace/lekarskeozareni/rentgen9-2001.pdf-writig.html>, Juni 30, 2008.

8. Klíčové slová

algoritmus, artrografia, cena, magnetická rezonancia, počítačová tomografia, ultrazvuk, skiografia

9. Prílohy

Vyšetřovací metoda	Typické efektivní dávky (mSv)	Ekvivalentní počet snímků při rtg vyšetření plic	Přibližná doba, za kterou by člověk obdržel ekvivalentní dávku ozáření z přírodních zdrojů ²⁾
rentgenologická vyšetření			
Končetiny a klouby (kromě kyčlí)	< 0.01	< 0.5	< 1.5 dne
Zuby ³⁾	0.02	1	3 dny
Plice (jeden PA snímek)	0.02	1	3 dny
Lebka	0.07	3.5	11 dní
Mamografie (screening) ⁴⁾	0.1	5	15 dnů
Kyčel	0.3	15	7 týdnů
Pánev	0.7	35	4 měsíce
Hrudní páteř	0.7	35	4 měsíce
Břicho	1.0	50	6 měsíců
Bederní páteř	1.3	65	7 měsíců
Polykací akt	1.5	75	8 měsíců
CT hlavy	2.3	115	1 rok
IVU	2.5	125	14 měsíců
Vyšetření žaludku	3	150	16 měsíců
Střevní pasáž	3	150	16 měsíců
Irigoskopie	7	350	3.2 roku
CT hrudníku	8	400	3.6 roku
CT břicha nebo pánve	10	500	4.5 roku
nukleárně - medicínská vyšetření			
Plicní ventilace (Xe-133)	0.3	15	7 týdnů
Plicní perfuze (Tc-99m)	1	50	6 měsíců
Ledviny (Tc-99m)	1	50	6 měsíců
Štítná žláza (Tc-99m)	1	50	6 měsíců
Kosti (Tc-99m)	4	200	1.8 roku
PET hlavy (F-18 FDG)	5	250	2.3 roku
Dynamické scintigrafie myokardu (Tc-99m)	6	300	2.7 roku

Príloha č. 1. Typické hodnoty efektivných dávok pre vybrané vyšetrenia (18).

Třída	Typická efektivní dávka (mSv)	Příklady
0	0	ultrazvuk, MRI
I	<1	snímky končetin, hrudníku, pánve
II*	1-5	IVU, vyšetření bederní páteře, nukl. medicínská vyšetření (například scintigram skeletu), CT hlavy a krku
III	5-10	CT hrudníku a břicha, nukl. med. (např. srdce)
IV	>10	některá nukl. med. vyšetření (např. PET)

* Do tohoto pásma II spadá průměrná roční dávka z přírodního pozadí ve většině zemí Evropy (podle UNSCEAR1993 je to hodnota 2,38 mSv/rok).

Príloha č. 2. Klasifikácia typických hodnôt efektívnych dávok (18).