

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

Možnosti zobrazení zápěstí při onemocnění artritidou

Bakalářská práce

Michaela Šerá DiS

Vedoucí bakalářské práce
MUDr. Alena Štouračová

České Budějovice 2010

Poděkování

Ráda bych poděkovala MUDr. Aleně Štouračové za trpělivost, poskytnutí drahocenných rad a informací při zpracování mé bakalářské práce.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47 b z. 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, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses. cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis studenta

Wrist Arthritis Imaging Possibilities

Abstract

The bachelor's thesis with the topic „Options of wrist imaging in case of an arthritis disease is dealing especially with individual modalities helping in diagnosing the rheumatoid arthritis, and with respective algorithms. Advantages and disadvantages of available examination modalities are compared including sciagraphic and ultrasonic examinations and magnetic resonance imaging.

In this compendious thesis a survey of standards and protocols of imaging methods has been produced, providing their comparison from the frequency point of view. In addition, the issues of the examination time demands, of the patient's comfort and financial aspect of the given examinations are analyzed.

In the bachelor's thesis the image documentation of the FN Brno (Teaching Hospital) archive has been applied.

The entire processed data have their origin in the FN Brno, in the years 2007 – 2009.

Keywords

Rheumatoid arthritis, magnetic resonance, X-ray examination, ultrasonic

Obsah

1.	Úvod	9
2.	Cíl práce „hypotéza“	10
3.	Anatomie zápěstí	11
3.1.	Proximální řada	11
3.2.	Distální řada	12
3.3.	Klouby, kloubní spojení ruky	12
3.4.	Svaly předloktí	15
3.5.	Svaly ruky	19
3.6.	Šlachové pochvy na ruce	20
3.7.	Fascie ruky	21
3.8.	Cévy a nervy radiokarpálního skloubení	22
3.9.	Cévy a nervy karpometakarpálních a interkarpálních skloubení	22
3.10.	Funkce kloubů zápěstí	22
4.	Revmatoidní artritida	24
4.1.	Historie	24
4.2.	Epidemiologie	24
4.3.	Rizikové faktory	26
4.4.	Diagnostika revmatoidní artritidy	26
5.	Standardní vyšetřovací protokoly pro skiografii, ultrazvuk a magnetickou rezonanci	30
5.1.	Rentgenové vyšetření	30
5.2.	Ultrazvuk	33
5.3.	Ultrazvuk s použitím kontrastní látky	35
5.4.	Magnetická rezonance	37
5.5.	Vyšetřovací protokol na zápěstí pro přístroj Philips Achieva 1,5T	37
6.	Srovnání výsledků mezi jednotlivými vyšetřeními	42
6.1.	Metody a použité přístroje	42
6.2.	Četnost jednotlivých vyšetření v letech 2007 – 2009	42
6.3.	Diskuse	45

7. Závěr.....	47
Conclusion	49
Seznam použité literatury.....	51
Přílohy	52

Seznam zkratek

a.	artérie
Al:	hliník
AP:	anterioposteriorní/ předozadní
cm:	centimetr
Cor:	koronární vrstva
Cu:	měď
FFE:	fast field echo
FH:	foot head/ označení velikosti pole od nohy k hlavě
FN:	fakultní nemocnice
FOV:	field of view/ velikost pole
HLA:	hlavní lidský antigen
i.v. :	intravenózně
kg:	kilogram
KL:	kontrastní látka
kV:	kilovolt
mAs:	miliampérsekunda
MHz:	megahertz
ml:	mililitr
mm:	milimetr
mmol:	milimol
MR:	magnetická rezonance
ms:	milisekunda
NIS:	nemocniční informační systém
OK:	vzdálenost ohnisko – objekt
PIP:	proximální interfalangeární klouby
RA:	revmatoidní artritida
RC:	radiokarpální kloub
RL:	velikost
RTG:	rentgen

T1:	podélná magnetizace
T2:	příčná magnetizace
TE:	time to echo
TR:	time to repeat
TRA:	transverzální rovina
SAG:	sagitální rovina
3D:	trojrozměrný obraz

1. Úvod

Artritida je poměrně obecnou diagnózou týkající se zánětlivého postižení kloubů. Vzhledem k nejčastěji se vyskytující diagnóze revmatoidní artritida se ve své práci budu věnovat právě tomuto tématu.

Revmatoidní artritida byla dříve označována jako nemoc starších lidí. Vzhledem k přítomnosti velkého revmatologického centra v naší nemocnici často toto onemocnění vidáme i u mladších pacientů a není výjimkou, že revmatoidní artritida postihne pacienty mladší 20 let.

Podle mého názoru je to téma více než zajímavé vzhledem k rozsáhlým možnostem, jak toto onemocnění diagnostikovat. Ve své práci se snažím najít takovou metodu volby při diagnostice revmatoidní artritidy či obecně artritidy, která by byla přínosná jak z lékařského pohledu, tak z pohledu pacienta. Protože možností jak zobrazit postižení skeletu a měkkých tkání revmatoidní artritidou zápěstí se nabízí mnoho, zohledňuji všechna kritéria, která se jeví jako důležitá. Při diagnostikování revmatoidní artritidy je důležitá i role radiologického asistenta, který zodpovídá za kvalitu provedených snímků na skiagrafii a na magnetické rezonanci.

Všechny vyšetřovací algoritmy popsané v této souhrnné práci jsou aplikovatelné i na ostatní artritidy např. typu psoriatické, juvenilní atd.

2. Cíl práce „hypotéza“

Cílem této práce je vyhodnocení a určení nejpříjemnější diagnostické metody pro pacienty postižené revmatoidní artritidou z pohledu pacienta, lékaře i radiologického asistenta, který je odpovědný za kvalitu provedeného vyšetření. Z pohledu pacienta se budu zabývat především radiační zátěží, jeho pohodlím při vyšetření a časovou náročností vyšetření a z hlediska lékaře diagnostickou výtěžností vyšetření. Snahou je vytvořit ucelený pohled na používané diagnostické metody pro zobrazení zápěstí u těchto pacientů.

Hypotézou práce je předpoklad, že magnetická rezonance je ve FN Brno nejlepší metodou volby pro zobrazení zápěstí při artritidě.

3. Anatomie zápěstí

Zápěstí je velice složitým anatomickým systémem. Základem tohoto skloubení je 15 kostí, na které se váže mnoho svalů, šlach a šlachových pochev (viz. uvedeno níže). Z mechanického hlediska se jedná o velice přesný nástroj, umožňující velmi jemnou manipulaci ruky. Ruka je někdy též nazývána královským nástrojem člověka. Proto jakékoliv i drobné poškození tohoto „nástroje“ nás vyřazuje z mnoha běžně vykonávaných činností.

Ossa carpi – kosti zápěstí tvoří soubor osmi krátkých kostí, které jsou seřazeny do dvou řad (proximální a distální), kdy se každá řada skládá ze čtyř kostí.

3.1. Proximální řada

Tato řada vede od radiální k ulnární straně a skládá se z těchto kostí:

- Os scaphoideum – největší a klinicky nejdůležitější kost z proximální řady, která je umístěna na radiální straně. Na jejím radiálním okraji palmární plochy kosti je prominující hrbolek (tuberositas ossis scaphoidei), který je součástí vyvýšené a hmatné eminentia carpi lateralis. Většina povrchu této kosti je potažena kloubními chrupavkami, což znamená, že je zde velmi malá pravděpodobnost průniku cév do kosti.
- Os lunatum – uložena ulnárním směrem od os scaphoideum, která při pohledu z boku vypadá jako měsíc v první fázi. Podobně jako u os scaphoideum, většinu povrchu kosti i zde pokrývají kloubní chrupavky, a proto je zde málo míst pro prostup cév do nitra kosti.
- Os triquetrum – má podobu trojbokého jehlanu. Proximální ploška pro diskus radiokarpálního kloubu je nerovná a jen z části potažena chrupavkou.
- Os pisiforme – sezamská kost, která je palmárně připojena k os triquetrum a uložena ve šlaše musculus flexor carpi ulnaris. Tato kost je z dlaňové strany hmatná a je součástí eminentia carpi medialis. /1/

3.2. *Distální řada*

Ze směru radiálního k ulnárnímu nacházíme tyto kosti:

- Os trapezium – se nachází nejradiálněji z distální řady a jejím nejnápadnějším znakem je sedlovitá, poměrně velká plocha pro palcový metakarp. Na dlaňové straně se nachází hluboká rýha pro šlachu musculus flexor carpi radialis. Na radiálním okraji kosti se nachází drsnatina (tuberculum ossis trapezii), která slouží pro úpon thenarových svalů a částečně úponu retinakula.
- Os trapezoideum – nalezneme ji proti druhému prstu. Tato drobná kostička má dorzální širší drsnou plochu, která jako jediná není potažena kloubní chrupavkou a je to tedy jediné místo, kde do kosti mohou vstupovat cévy.
- Os capitatum – je největší ze všech karpálních kostí. Proximálně má caput ossis capitati, které zapadá do jamky, tvořené konkávními ploškami na os scaphoideum a lunatum.
- Os hamatum – je nejulárnější z kůstek tvořící distální řadu. Proximálně má vlnovitě prohnutou plošku pro os triquetrum, distálně dvojplošku pro 4. a 5. metakarp, jejíž osa je vychýlena ulárně od osy kosti. Do dlaně zde vybíhá velký hamulus ossis hamati, kde je ukončeno ligementum pisohamatum, což je koncový úsek šlachy musculus flexor carpi ulnaris. Svým tvarem, navíc konfigurací kloubních ploch a uspořádáním vazů vytvářejí tyto dvě řady kostí oblouk konkávní do dlaně, který ještě prohlubuje uložené vazivové retinaculum flexorum. Tím vzniká v oblasti karpálních kostí osteofibrózní tunel, jímž probíhají šlachy, nerv a cévy. /1/

3.3. *Klouby, kloubní spojení ruky*

Mezi klouby ruky patří několik za sebou jdoucích řad kloubů, které umožňují vykonávat zápěstím a rukou pohyby analogní kulovému kloubu, přičemž rotace není možná. Rotace je nahrazena tzv. cirkumdukci – postupná kombinace dukce, flexe a extenze v radiokarpálních kloubech. Systém kloubních štěrbin ručních kloubů spolu navzájem většinou komunikuje, ligamentózní zesílení jednotlivých kloubů rovněž není

navzájem oddělené. To vše jsou morfologické známky toho, že celý systém kloubů ruky funguje jako celek neboli funkční jednotka.

- *Articulatio radiocarpalis* – složitý kloub, kde se stýkají radius, discus articularis, os scaphoideum, os lunatum a os triquetrum. Podle geometrického zakřivení je radiokarpální kloub nejbližší kloubu ovoidnímu. Kloubní jamku zde tvoří facies articularis carpalis na distálním konci radia, tu ulnárním směrem doplňuje discus articularis (vazivově chrupavčitá destička s vrcholem u processus styloideus ulnae), který je svou základnou přichycený k okraji kloubní plochy na radiu a vrcholem je upevněný na processus styloideus ulnae. Hlavici radiokarpálního kloubu tvoří proximální kloubní plocha na os scaphoideum, os lunatum a os triquetrum. Všechny tyto kůstky jsou vzájemně spojeny a zpevněny pomocí ligamenta interossea.
- *Articulatio mediocarpalis* – kloubní spojení mezi distální a proximální řadou kostí zápěstí, jeho šterbina má tvar napříč položeného písmene S, takže na radiální straně kloubu tvoří hlavici os scaphoideum, jamku os trapezium a os trapezoideum. Na větší ulnární části kloubu tvoří hlavici caput ossis capitati a os hamatum, jamku os lunatum a os triquetrum. Kůstky, které tvoří mediokarpální kloub jsou mezi sebou spojeny na dorsální i palmární straně pomocí ligament. Kloub medio a radiokarpální mají svá kloubní pouzdra zesílena společnými ligamenty spojujícími sousední kůstky.
- *Articulationes ossis pisiformis* – patří mezi jednoduchý kloub, ve kterém se stýká ploška na os triquetrum a na os pisiforme. Kloubní plochy jsou rovné, pouzdro i vazy jsou tenké. Tento kloub je podepřen šlachou musculus flexor carpi ulnaris, která se upíná na os pisiforme, a dále pokračuje jako ligamentum pisohamatum.
- *Articulationes carpometacarpales* – spojení distální řady kostí zápěstí s bazemi kostí metakarpálních. Kloubní plochy II. – V. metakarpu jsou vesměs rovné, kloubní pouzdra jsou krátká a zesilují je ligamenta na dorzální i palmární straně. Dále je zesilují ligamenta, která běží přímo mezi sousedícími kostmi. Kloubní šterbina ulnární částitohoto skloubení je

většinou oddělena od zbylé části kloubu, radiální část kloubní štěrbiny komunikuje s kloubem mediokarpálním.

- *Articulatio carpometacarpalis pollicis* – tvoří samostatnou část skupiny kloubů uvedenou výše. Je to typický sedlovitý kloub, který umožňuje pohyby podle dvou na sebe kolmých os (flexe/ extenze a abdukce/ addukce). Kloubní pouzdro je zde volné a umožňuje velký rozsah pohybů.
- *Articulationes metacarpophalangeae* – patří mezi klouby jednoduché. Hlavici tvoří *caput ossis metacarpalis*, jamku proximální kloubní plocha na prvním článku prstů. Dorzální část hlavice je zakřivena kulovitě, zajišťuje extenzi prstů i abdukční a addukční pohyby. Volární části hlavic jsou zakřiveny válcovitě, umožňují pouze flekční pohyby. Hlavičky metakarpů jsou větší než jamky na prstních člancích. V každém postavení kloubu se část hlavice opírá pouze o měkké tkáně. Základním postavením je extenze. Kloubní pouzdro je tenké, volné a je zesíleno dobře vytvořenými ligamenta *collateralia*, kdy se tato ligamenta při flexi napínají a spolu s válcovitým zakřivením volární části kloubních ploch na hlavičkách metakarpů, které vylučují abdukci při flexi. Významně je tento kloub podepřen šlachami extenzorů a flexorů prstů.
- *Articulationes interphalangeae* – jsou to drobné klouby mezi jednotlivými články prstů. Kloubní pouzdra jsou zde volná, jemná a podepřená silnými šlachami, která běží na dorzální i volární straně kloubů. Klouby mají na bočních stranách dobře vytvořená ligamenta *collateralia*. Uspořádání kloubních ploch i silná ligamenta vylučují abdukci a addukci. /5/

3.4. Svaly předloktí

Svaly předloktí rozdělujeme podle jejich polohy do tří skupin: přední, zadní a zevní a dále do čtyř vrstev.

1) přední (volární) skupina svalů je tvořena čtyřmi svaly, které začínají společným caput commune na epicondylus medialis humeri a v jeho sousedství:

a) první vrstva

- Musculus pronator teres – se skládá ze dvou hlav caput humerale, který začíná od vnitřního epikondylu humeru a od septum intermusculare mediale. Druhá hlava se nazývá caput ulnare začínající od tuberositas ulnae vedle úponu musculus brachialis. Mezi oběma hlavami prochází nervus medianus. Tento sval jde šikmo k radiu a upíná se na jeho zevní straně. Místo jeho úponu bývá překryto svaly radiální skupiny. Jeho inervace je z nervus medianus.
- Musculus flexor carpi radialis – začíná ze společného bříška při epicondylus medialis humeri a v nestejně výši přechází v dlouhou šlachu, která je hmatná pod kůží. Na přechodu dlaně podbíhá retinaculum flexorum samostatným průchodem a klade se do rýhy os trapezium. Sval se upíná na bazi II. metakarpu. Jeho inervace je opět z nervus medianus. Spolu s musculus flexor carpi ulnaris flektuje v obou kloubech ručních. Společně s muscoli extensores carpi radiales provádí radiální dukci ruky a dále spolupracuje při flexi loketního kloubu.
- Musculus palmaris longus – drobný štíhlý sval, který ze společného začátku flexorů, přechází štíhlou šlachou přes retinaculum carpi a vyústí uje do palmární aponeurósy. Při sevření ruky do špetky za současné flexe je jeho šlacha dobře patrná. Inervace je z nervus medianus.
- Musculus flexor carpi ulnaris - má dvě hlavy, z nichž jedna začíná ze společného bříška na ulnárním epikondylu, od dorzálního okraje olekranonu a druhá od dorzální strany ulny. Obě hlavy jsou odděleny štěrbinou, kde probíhá kmen nervus ulnaris. Podél laterálního okraje šlachy musculus flexor carpi ulnaris se v dolní polovině předloktí objevují nervus et vasa ulnaria.

Šlacha se upíná na os pisiforme, dále pokračuje jako ligamentum pisohamatum a pisometacarpeum až na příslušné kosti. Inervace probíhá z nervus ulnaris. Spolu s musculus flexor carpi radialis ohýbá v kloubech ručních a spolu s musculus extensor carpi ulnaris provádí ulnární dukci ruky.

b) druhá vrstva

- Musculus flexor digitorum superficialis – skládá se ze dvou hlav. Caput humerale začíná kolem epicondylus medialis humeri a aponeuroticky na vnitřním okraji processus coronoideus ulnae. Jeho caput radiale je skryto pod svaly první vrstvy. Na radiu začíná distálně od tuberositas radii. Aponeurotický oblouk ohraničuje štěrbinu, ve které probíhá nervus medianus. Distálně se tento sval rozděluje ve dvě vrstvy (povrchová- šlachy pro III. a IV. prst, hluboká- šlachy pro II. a V. prst). Šlachy pro II. až V. prst vstupují pod retinaculum carpi do canalis carpi, odkud se rozbíhají k příslušným prstům. Inervace svalu je z nervus medianus. Hlavní funkcí svalu je flexe mezi proximálními a středními články prstů.

c) třetí vrstva

- Musculus flexor digitorum profundus – začíná od palmární strany ulny a od přilehlé části membrana interossea. Široká šlacha nejdříve většinou odděluje šlachu pro II. prst a pak se dělí ve šlachy pro II. – V. prst.. Z bříška vznikají čtyři šlachy, které procházejí skrze canalis carpi a končí na palmární straně koncových článků prstů. Sval je diploneurální, takže jeho radiální část inervuje nervus medikus a jeho ulnární část inervuje nervus ulnaris.
- Musculus flexor pollicis longus – začíná od radia a přilehlé části interossea. Téměř v celém svém rozsahu na předloktí je kryt musculus flexor digitorum superficialis. Šlacha probíhá retinaculum carpi, ve dlani se vtačuje mezi obě hlavy musculus flexor pollicis brevis a upíná se na posledním článku palce. Tento sval je inervován z nervus medianus a ohýbá kluby na palci.

d) čtvrtá vrstva

- Musculus pronator quadratus – je čtyřhranný plochý sval, který leží mezi distální čtvrtinou radia a ulny. Inervován je z nervus medianus.

2) zadní (dorsální) skupina svalů: tuto svalovou skupinu dále rozdělujeme na dvě vrstvy:

a) povrchová vrstva

- *Musculus extensor digitorum communis* – začíná šlašitě na laterálním epikondylu humeru. Svalové břicho se dále rozštěpí ve čtyři štíhlé šlachy, které mají průběh *retinaculum carpi dorsale*, odkud se dostávají na hřbet ruky a jdou na II. až V. prst. Sval je inervován *ramus profundus nervi radialis*.
- *Musculus extensor carpi ulnaris* – začíná od *epicondylus lateralis humeri*, od pouzdra loketního kloubu, dorzální hrany ulny a od silné povrchové fascie. Přes samostatný průchod pod *retinaculum carpi dorsale* se upíná na *tuberositas metacarpi V*. Inervace je stejná jako u předchozího svalu.

b) hluboká vrstva

- *Musculus abductor pollicis longus* – začíná od dorzální strany ulny a od přilehlé části *membrana interossea*, přetáčí se v táhlé spirále přes *radius* a překládá se při tom přes oba *musculi extensores carpi radiales*. Společně s nadcházejícím svalem podbíhá samostatným průchodem pod *retinaculum carpi dorsale*. Šlacha se upíná na bazi palcového metakarpu.
- *Musculus extensor pollicis brevis* – začíná od *radia* a běží s ním paralelně i dále distálně. Šlacha se upíná na proximálním článku palce.
- *Musculus extensor pollicis longus* – začíná od dorzolaterální plochy ulny a od *membrana interossea*. Jeho šlacha podbíhá samostatným průchodem *retinaculum carpi dorsale* a upíná se až na distální článek palce.
- *Musculus extensor indicis* – začíná od dorsální strany ulny distálně od předešlého svalu. Jeho šlacha podbíhá *retinaculum carpi dorsale*. Jde k distálnímu článku ukazováku, často splývá se šlachou *musculus extensor digitorum communis*.

Všechny svaly z této jsou inervovány z *nervus radialis*.

3) zevní (radiální) skupina svalů:

- *Musculus brachioradialis* – začíná od laterální strany humeru a od septum intermusculare laterále. Kryje další svaly z této skupiny a dále i úpon *musculus pronator teres* ze skupiny předních svalů. Vřetenovité břicho v polovině předloktí přechází v plochou šlachu, která se upíná na *processus styloideus radii*. Tato šlacha je dobře hmatná.
- *Musculus extensor carpi radialis longus* – začíná těsně distálně pod *musculus brachioradialis* na laterálním okraji a epikondylu humeru. Dlouhá šlacha podbíhá břicha *musculus abductor pollicis longus* a *musculus extensor pollicis brevis*, na zápěstí podbíhá šlachu *musculus extensor pollicis longus*. Sval se upíná na dorzální straně baze II. metakarpu.
- *Musculus extensor carpi radialis brevis* – začíná od *epicondylus lateralis humeri*, od *ligamentum collaterale* a *ligamentum anulace* loketního kloubu. Šlacha svalu podbíhá stejné šlachy jako u předchozího svalu a společně se šlachou předešlého svalu podbíhá *retinaculum dorsale*. Sval má úpon na dorzální straně baze III. metakarpu.

Oba svaly (*musculus extensor carpi radialis longus* a *musculus extensor carpi radialis brevis*) spolu s *musculus flexor carpi radialis* provádějí radiální dukci, spolu s *musculus flexor carpi ulnaris* provádějí dorzální flexi ruky.

- *Musculus supinator* – je velmi skrytý, viditelný pouze v případě, že se odtáhnou předchozí uvedené svaly laterálně. Skládá se ze dvou vrstev snopců (povrchové a hluboké), které jsou od sebe odděleny prostupem *ramus profundus nervi radialis*. Oba snopce se upínají na radiu, radiálně od *tuberositas radii* a distálně až k místu úponu *musculus pronator teres*. /5/

3.5. Svaly ruky

Na ruce nacházíme jednak šlachy svalů, které leží na předloktí, jednak svaly ruce vlastní. Tyto svaly rozdělujeme topograficky a funkčně do tří skupin.

1) svaly thenaru:

- *Musculus abductor pollicis brevis* – jeho průběh je od *retinaculum flexorum* a od *tuberculum ossis scaphoidei*. Tento sval se upíná na laterální sezamskou kůstku *metacarpophalangového* kloubu palce a na bazi proximálního článku palce. Za svého průběhu překrývá *musculus opponens pollicis*.
- *Musculus flexor pollicis brevis* – ohraničuje thenarový val proti dlaňové jamce. Povrchová hlava (*caput superficiale*) začíná od *retinakula*. Hluboká hlava (*caput profundum*) vede od *os trapezium*, *trapezoideum* a *capitatum* a vazů těchto kůstek. Sval se potom upíná na laterální sezamskou kůstku *metacarpofalangového* kloubu palce. V rýze mezi oběma hlavami tohoto svalu probíhá šlacha *musculus flexor pollicis longus*.
- *Musculus opponens pollicis* – začátek od *retinaculum flexorum* a od *tuberculum ossis trapezii*. Jeho úpon se nachází podél laterálního okraje palcového *metakarpu*. Téměř v celém svém rozsahu jej kryje *musculus abductor pollicis*.
- *Musculus adductor pollicis* – z této skupiny patří tento sval mezi nejmohutnější a nejhlouběji uložený. Má dvě hlavy:
 - o *Caput transversum*
 - o *Caput obliquum* – tento sval začíná od *os capitatum* a *os trapezoideum*. Obě části těchto svalů se spojují a upínají na mediální sezamskou kůstku *metacarpofalangového* kloubu palce.

Inervace všech uvedených svalů není jednotná. Všechny jsou inervovány z *nervus medianus* kromě celého adduktoru a hluboké hlavy flexoru, které inervuje *nervus ulnaris*. Funkce této skupiny svalů odpovídá jejich názvům.

2) svaly středního prostoru:

- Musculi lumbricales - začínají z radiálního obvodu jeho šlach v oblasti dlaně. Jsou čtyři tenké svaly, které přecházejí ve šlachy. Tyto šlachy se upínají do dorsální aponeurózy prstů.
- Musculi interossei - vyplňují prostory mezi metakarpy. Rozdělujeme je na dvě vrstvy, a to tři musculi interossei palmares a čtyři musculi interossei dorsales.

Inervace všech interosseálních svalů je z dlaňové strany, z nervus ulnaris.

Obrna mezikostních a lumbrikálních svalů se projevuje nemožností abdukovat a adduktovat prsty, nemožností flexe v metakarpofalangových kloubech a nemožností extenze v interfalangových kloubech. To má za následek tzv. drápovitou ruku.

3) svaly hypotermu:

- Musculus abductor digiti minimi – jeho začátek je od os pisiforme, ligamentum pisometacarpeum a od retinaculum flexorum. Úpon je na bazi proximálního článku malíku.
- Musculus flexor digiti minimi brevis - začíná od hamulus ossis hamati a od retinaculum flexorum, míří šikmo mediálně a jeho úpon je stejný jako u předchozího svalu.
- Musculus opponens digiti minimi – začíná na hamulus ossis hamati, uložen je pod předchozími svaly a jeho úpon je na mediální straně pátého metakarpu.
- Musculus palmaris brevis – podkožní sval, který začíná na mediálním okraji palmární aponeurózy a upíná se do kůže na mediálním okraji ruky.

Inervace je z nervus ulnaris a funkce svalů odpovídá jejich názvu. /5/

3.6. Šlachové pochvy na ruce

1) šlachové pochvy ve dlani a na prstech:

Ve dlani a na spodní straně prstů jsou šlachy ohybů obklopeny šlachovými pochvami- vaginae tendinum. Jsou to vazivové obaly, které jsou vyplněny malým množstvím kapaliny, podobné synovii.

- Vagina tendinis musculi flexoris pollicis longi – její začátek je už proximálně od retinaculum carpi. Šlachu provází až k jejímu úponu na konečný článek palce.
- Vagina tendinum musculorum flexorum digitorum – začíná opět nad retinaculum carpi a obaluje zprvu šlachy pro II. – V. prst. Společný synoviální vak je označován jako saccus carpi medius, který pokračuje podél šlach určených pro malík až do oblasti vlastního prstu.
- Vaginae tendinum digitorum manus – vytvořena na volném prstu kolem ohýbačových šlach pro II. – IV. prst.

2) šlachové pochvy na přechodu do hřbetu ruky:

Povrchová fascie předloktí je při přechodu na hřbet ruky zesílena v retinaculum extensorum, odkud vybíhají septa k podélným hranám na distálním konci radia a k ulně. Tím v této oblasti vznikají osteofibrosní prostory, kudy probíhají šlachy extenzorů na hřbet ruky. Protože pohyby těchto šlach jsou při extenzi z flexe velké, jsou šlachy obaleny šlachovými pochvami.

- Vagina tendinum musculi abductoris pollicis longi et musculi extensoris pollicis brevis – společná pro oba svaly
- Vagina tendinum musculorum extensorum carpi radialis – opět společná
- Vagina tendinis musculi extensoris pollicis longi
- Vagina tendinum musculi extensoris digitorum communis et musculi extensoris indicis – společná pro oba svaly
- Vagina tendinis musculi extensoris digiti minimi
- Vagina tendinis musculi extensoris carpi ulnaris

Všechny šlachové pochvy příslušné osteofibrosní průchody na hřbet ruky přesahují. /5/

3.7. *Fascie ruky*

- Canalis carpi – osteofibrosní průchod, kterým se šlachy flexorů, nervy a cévy dostávají z předloktí do ruky. Dorzálně je canalis carpi ohraničen palmárními plochami karpálních kostí, spojených navzájem ligamentózním

aparátkem. Palmárně je canalis carpi ohraničen silným retinaculum flexorum, jehož příčně orientovaná vazivová vlákna spojují oba kraje oblouku tvořeného karpálními kostmi. Vchod do canalis carpi se nachází na distálním konci předloktí, z prostoru mezi šlachami flexorů a musculus pronator quadratus. Tento prostor se označuje jako Paronův prostor. /5/

3.8. Cévy a nervy radiokarpálního skloubení

- Tepny radiokarpálního skloubení přicházejí zepředu z anastomózy mezi a. radialis et a. ulnaris v distální části předloktí, ramus carpalis palmaris arteriae radialis et ramus carpalis palmaris arteriae ulnaris. Dále z větví arcus palmaris profundus. Vzadu z arteria interossea posterior et z ramus carpalis dorsalis arteriae radialis. Na boční strany skloubení přicházejí větévky z arteria radialis et arteria ulnaris.
- Žíly odstupují podél přívodných arterií.
- Nervy – větve z nervus medianus, laterálně z nervus radialis a mediálně nervus ulnaris. /1/

3.9. Cévy a nervy karpometakarpálních a interkarpálních skloubení

- Tepny vycházejí dorzální stranou z tepenných sítí v musculi interossei dorsales. Na palmární straně z arcus palmaris profundus.
- Žíly mají odstup podél přívodných arterií.
- Nervy pro dlaňovou stranu mají výstup z ramus profundus nervus ulnaris, pro hřbetní stranu výstup z nervus interosseus posterior. /1/

3.10. Funkce kloubů zápěstí

Všechna kloubní spojení fungují společně jako funkční celek. Středem celku je caput ossis capitati. Zápěstní klouby se pohybují jako kulovitý nebo elipsovitý kloub, kterému ale chybí rotace.

Pohyby zápěstních kloubů jsou palmární a dorzální flexe, s rozsahem 150 - 170°. Flexe a extenze v ručních kloubech probíhá téměř výlučně v řadě – radius, os lunatum,

os capitatum. Dále radiální a ulnární dukce o rozsahu 60°. Při dukčních pohybech ulnární dukce je dvakrát větší než dukce radiální. A karpální kůstky v jamce tvořené radiem a diskem se složitým způsobem posouvají. Při spojení pohybu flexe a dukce nám vzniká krouživý pohyb ruky, kterému říkáme cirkumdukce.

Za základní polohu zápěstních kůstek považujeme postavení zápěstí a prstů jako pokračování podélné osy předloktí. /1/, /5/

4. Revmatoidní artritida

4.1. Historie

První zmínky o revmatoidní artritidě jsou známy již před 3 – 5 tisíci lety v Americe. Je tedy možné, že onemocnění bylo do Evropy zaneseno podobně jako syfilis. /4/

Před koncem 17. století se revmatoidní artritida z důvodu malého množství dochovaného materiálu prokazuje jen velmi obtížně.

1800 Landre-Beauvais poprvé přesvědčivě popisuje revmatoidní artritidu. Je tedy možné, že se jedná o nové onemocnění, protože klinický obraz dny, osteoartrózy a ankylojící spondylitidy je znám několik tisíc let.

1859 Garroden poprvé použije pojem revmatoidní artritida, používá ho ale i pro polyartrózu.

1922 pojem revmatoidní artritida zahrnuje pouze zánětlivá onemocnění.

1958 dochází k oddělení spondylartritid.

V dnešní době ovšem řada autorů uvádí pod pojmem revmatoidní artritida více než jedno onemocnění. /4/

4.2. Epidemiologie

Z epidemiologických studií podle Arnettova schématu vyplývá, že prevalence onemocnění artritidou je 0,5 % až 1 % a incidence je 25 nových případů na 100 tisíc obyvatel, přičemž se tyto zvyšují s věkem. /9/

Vyšší prevalence je u některých etnických skupin v Americe, naopak nízká je u venkovského obyvatelstva v Africe. Kolem 1 % se vyskytuje u kavkazské populace v Evropě. /4/

Statistika uvádí, že v ČR trpí 8,5% mužů a 18% žen některou z mnoha druhů chronické artrózy či artritidy. Zhruba 0,1 % osob má revmatoidní artritidu. Postihuje častěji ženy a to v poměru 2-4 : 1 k mužům. V posledních letech se uvádí, že se výskyt onemocnění hlavně u žen snižuje a má méně závažné, destruktivní formy. /17/

Porovnání výskytu onemocnění ve sledovaném období ve FN Brno

Tabulka 4.1: Srovnání výskytu revmatoidní artritidy v letech 2007 až 2009

	2007	2008	2009
muži	10	9	9
ženy	52	53	38
celkem	62	62	47

Tabulka 4.2: Výskyt RA dle věku – rok 2007

	do 35 – ti let	do 50 – ti let	nad 50 let
muži	0	2	8
ženy	5	6	41
celkem	5	8	49

Tabulka 4.3: Výskyt RA dle věku – rok 2008

	do 35 – ti let	do 50 – ti let	nad 50 let
muži	0	2	7
ženy	6	7	40
celkem	6	9	47

Tabulka 4.4: Výskyt RA dle věku – rok 2009

	do 35 – ti let	do 50 – ti let	nad 50 let
muži	1	3	5
ženy	4	7	27
celkem	5	10	32

Z uvedených studií vyplývá, že revmatoidní artritida se může projevit v každém věku. Zatímco u mužů se její incidence zvyšuje s věkem, u žen se nejčastěji vyskytuje po 50. roce života.

Zajímavý je vliv genetického faktoru při sledování vývoje revmatoidní artritidy u jednovaječných a dvojvaječných dvojčat, přičemž výskyt u jednovaječných dvojčat je jednoznačně vyšší. Zde má výrazný podíl na genetické predispozici HLA – systém. /6/

4.3. **Rizikové faktory**

Zvažuje se soubor mnoha vlivů vnitřního i zevního prostředí, které různými mechanismy mohou přispět k vyššímu riziku onemocnění revmatoidní artritidou. Přesná příčina vzniku onemocnění revmatoidní artritidou však dodnes není známá.

1) Vliv pohlaví

žena : muž = 2-4 : 1

Z dlouhodobých studií vyplývá, že revmatoidní artritida má výrazně vyšší výskyt u žen než mužů.

2) Věk

Rheumatoidní artritida se může vyskytnout v každém věku. U mužů její incidence stoupá spolu s věkem, zatímco ženy nejvíce postihuje v 5. dekádě do 75 let věku, později výskyt opět klesá.

3) Genetické faktory

Genetický faktor vstupuje do popředí zejména při sledování vývoje revmatoidní artritidy u jednovaječných dvojčat. Zde se konkordantnost vývoje pohybuje kolem 30%. U dvojvaječných dvojčat je to pouze 5%.

Výrazný podíl na genetické predispozici má HLA – systém, kdy se podíl HLA genů odhaduje až na 40-50%. /6/

4.4. **Diagnostika revmatoidní artritidy**

Klinický obraz

- Rheumatoidní artritida se v zimních měsících vyskytuje 2krát častěji než v létě.
- Začátek onemocnění v 50 – 70% bývá plíživý.
- Asi u 15% pacientů je začátek akutní.

- Postižený kloub náhle oteče, bývá silně bolestivý, někdy může zarudnout, toto trvá několik hodin, jedná se tzv. palindromatický začátek.
- V konečné fázi onemocnění dochází ke ztrátě hybnosti v zápěstí až ankylózu kloubu.

Subjektivní příznaky

- Kloubní bolest, která má různou intenzitu, je výrazně horší po ránu.
- Kloubní bolest je většinou lokalizovaná ke kloubu s vyzářením do okolních tkání a svalů.
- Ranní ztuhlost, která obvykle trvá více než jednu hodinu a je způsobena především nahromaděním edému v místě zánětu během spánku.
- Celkové příznaky jako je únava, slabost, subfebrilie, porucha spánku, ztráta hmotnosti, někdy se objevují i deprese.

Objektivní příznaky

- Nejčastěji jsou postiženy metakarpofalangeální klouby (MCP), dále proximální interfalangeální klouby (PIP) a kloub radiokarpální (RC).
- Velké klouby jsou často postiženy až po malých kloubech.

Klinické příznaky

- Za základní klinický příznak považujeme kloubní otok (intraartikulární/periartikulární) a palpační bolestivost.
- Při intraartikulárním otoku se může objevovat i výpotek.
- Při přítomnosti otoku či palpační bolestivosti se kloub považuje za aktivní.
- Nad kloubem může být kůže teplejší.
- Velmi typické je symetrické postižení kloubů.
- Jako následek serozity, vaskulitidy nebo vznik uzlů se mohou objevit mimokloubní příznaky.
- V iniciálních fázích se otok objevuje hlavně v oblasti processus styloideus ulnae, což vede k omezení flexe.
- Místem patologického zánětlivého děje je synoviální výstelka v kloubech, šlachách a burzách.

- Chronická synovitida zapříčiňuje vznik erozí chrupavky a marginální kosti, což vede k následné destrukci kosti a defiguraci kloubu. Tyto kloubní destrukce můžeme prokázat klinickým nebo rentgenologickým vyšetřením.

Laboratorní změny

- revmatoidní faktory přítomné v séru
- u 2/3 pacientů je pozitivita revmatoidních faktorů
- leukocytóza
- zvýšená sedimentace
- vysoká koncentrace homocysteinu – hyperhomocysteinémie

Stadia pokročilosti onemocnění podle Steibrockera

- I. stadium: periartikulární osteoporóza, která se šíří do měkkých částí kloubu
- II. stadium: vznik kostních destrukcí a zúžení kloubních štěrbin
- III. stadium: deformace kloubu a hlavně subluxace
- IV. stadium: ankylóza /3/

Průběh nemoci často bývá velmi variabilní. Rozlišujeme několik základních typů, které ale mají různorodé modifikace a přechodné fáze. Mezi nejčastější průběh onemocnění řadíme polycyklický typ, kdy se střídají fáze akutní exacerpace, zvyšující a snižující se aktivita a občasné, různě dlouhé remise. Celkově ovšem RA s různou intenzitou progreduje. Tento typ průběhu onemocnění se vyskytuje u 70% pacientů.

Druhý nejčastější typ průběhu onemocnění je monocyklický průběh, kdy se nejméně jeden rok objevují remise. Tento typ průběhu má relativně dobrou prognózu a vyskytuje se u 20% pacientů.

Méně častý typ průběhu je typ trvale progresivní, který se objevuje asi v 10% případů. V tomto případě se někdy hovoří o maligním onemocnění, které má tendenci značně destruovat klouby. Progresivní typ lze rozdělit ještě do dvou skupin, do první skupiny patří pacienti, kteří na léčbu alespoň reagují. /10/

Kritéria pro remisi revmatoidní artritidy

- ranní ztuhlost, která netrvá déle než 15 minut
- žádná únava

- žádná bolest kloubu
- bez palpační bolesti
- bez otoku kloubu a kolem kloubu
- sedimentace, která u žen nepřesahuje 30 mm/h a u mužů 20 mm/h

Z těchto kritérií musí být nejméně pět splněno po dobu minimálně dvou měsíců.

Existují však výjimky, které určení remise vylučují. Sem patří:

- klinická manifestace aktivní vaskulitidy
- perikarditida
- pleuritida
- myozitida
- úbytek hmotnosti, teplota v souvislosti s revmatoidní artritidou

5. Standardní vyšetřovací protokoly pro skiografii, ultrazvuk a magnetickou rezonanci

Pro zobrazení zápěstí při diagnóze revmatoidní artritida existuje určitý algoritmus vyšetření, která na sebe navazují, případně se vzájemně doplňují.

Mezi standardní zobrazovací metody patří rentgenové vyšetření a ultrazvukové vyšetření. Mezi nadstandardní řadíme vyšetření na magnetické rezonanci. Na každé z těchto vyšetření ve fakultní nemocnici Brno je nutné, aby měl pacient vystavenou žádanku na požadované vyšetření. Na ultrazvukové vyšetření a vyšetření na magnetické rezonanci je potřeba se objednat, na skiografická vyšetření objednávka potřeba není.

Při příchodu pacienta na požadované vyšetření pracovníci evidence zkontrolují údaje na žádance. Žádanka musí obsahovat tyto náležitosti: rodné číslo, pojišťovnu, jméno a příjmení, razítko, podpis lékaře, diagnózu. Stejně údaje jsou kontrolovány i na kartičce pojišťovny, kde si ověřujeme i platnost pojištění.

5.1. Rentgenové vyšetření

Při vyšetření v revmatologii patří mezi základní algoritmus vyšetření konvenční rentgenové snímky ve standardních projekcích na skiografii. Standardně se provádí dvě základní projekce (předozadní a boční), které lze případně doplnit o další, jako například zobrazení při tzv. držených snímcích, nebo při posuzování krajních poloh kloubu, ale tyto projekce se dělají velmi zřídka.

Pro stanovení diagnózy revmatoidní artritidy musíme vždy provést srovnávací snímky rukou a nohou v obou základních projekcích (zadopřední projekce, boční projekce). Snímujeme na skiografickém vyšetřovacím stole, popřípadě u vertigrafu otočeného horizontálním směrem. Centrujeme kolmo na zobrazovaný systém, centrální paprsek míří na střed zadní strany vyšetřovaného zápěstí. Cloníme přesně na oblast zájmu.

V některých případech se doplňují snímky dalších kloubů.

Skiaskopie nám slouží při zobrazení cílených projekcí nebo posuzování funkčních změn kloubu. Používá se však velmi omezeně.

Předností skiagrafického vyšetření je dostupnost a okamžité přijetí pacienta. Není proto nutností se objednávat, čekací doby jsou relativně krátké a závisí na počtu dalších pacientů čekajících na jiná vyšetření na RTG.

Pacient při svém příchodu odevzdá žádanku k vyšetření. Jakmile je zavolán do kabinky, odloží si dlouhý rukáv, sundá si veškeré prstýnky, náramky, hodinky. U samotného vyšetření pacient stojí či sedí. Ruku s celým předloktím položí na zobrazovací systém tak, aby III. prst vyšetřované horní končetiny ležel v pomyslné prodloužené ose dlouhých kostí předloktí. Je to z důvodů přesného postavení kostí a kloubu, a zamezení jiných možných artefaktů. Po vyšetření si pacient, pokud je odeslán přímo z kliniky FN Brno, nemusí čekat na snímky ani jejich popis a odchází. Popis vyšetření je dostupný v nemocničním informačním systému (NIS). Vyšetření je tím značně zkráceno, celkový vyšetřovací čas je řádově 5 – 10 minut. Co se týče externích pacientů, tak ti si na popis snímků musejí čekat. V případě, že součástí pacientovy žádanky je i žádost o zapůjčení snímkové dokumentace, je mu záznam vyšetření vypálen na CD. Vyšetření včetně popisu trvá řádově 30 minut až 1 hodinu.

Obecná kritéria pro kvalitní zobrazení zápěstního kloubu

- správné označení snímku
- kontrola kvality přístroje
- poloha pacienta
- vymezení svazku záření
- ochranné krytí
- správné expoziční hodnoty
- optimální denzita snímku
- zápěstní kůstky jsou prokresleny v dlouhé ose zobrazení
- zápěstí musí být zobrazeno celé včetně bazí metakarpů a distální části předloktí
- zápěstí je zobrazeno bez flexe a dukce
- podmínky prohlížení snímků
- odmítnutí analýzy při kontrole nehodnotitelných snímků /8/

Výstupní podmínky hodnocení z hlediska kvality provedeného snímku

- diagnostické požadavky
- hledisko radiační dávky pacienta
- výběr techniky vyšetření /8/

Technické parametry předozadní projekce

- FOV: 18x24 cm na výšku
- OK: 100 cm
- ohnisko: malé
- filtrace: 2,7 mm Al + 0,0 mm Cu
- sekundární clona: ne
- hodnoty: 50 kV/ 2,5 mAs

Technické parametry boční projekce

- FOV: 18x24 cm na výšku
- OK: 100 cm
- ohnisko: malé
- filtrace: 2,7 mm Al + 0,0 mm Cu
- sekundární clona: ne
- hodnoty: 55 kV/ 4 mAs

Význam RTG vyšetření

- stanovení diagnózy
- zhodnocení stadia onemocnění
- zhodnocení dynamiky průběhu onemocnění
- zhodnocení terapeutické léčby, její účinky
- určení prognózy onemocnění

Výhody RTG

- snadná dostupnost vyšetření
- snadné porovnání všech výsledků
- vyšetření se řadí mezi finančně méně nákladné

- pro provedení snímku nejsou potřeba téměř žádné pomůcky

Nevýhody RTG

- nedokáže zachytit raná stadia onemocnění
- radiační zátěž pacienta, která se ovšem jeví jako spornou nevýhodou

Tabulka 5.1: obdržitelná dávka záření pro skiagrafický přístroj Definium 8 000

	Součin plochy a kermu [dGy x cm ²]	Efektivní dávka záření pro Definium 8 000 [μSv]
Předozadní projekce	0,089	0,018
Boční projekce	0,11	0,013

V tabulce je uvedena dávka záření, kterou pacient při skiagrafickém vyšetření obdrží. Tato efektivní dávka záření je průměrem zpracovaných hodnot ve FN Brno ve vybrané skupině pacientů. Dá se říci, že radiační zátěž se jeví pouze jako relativní nevýhodou, jelikož dávka, kterou pacienti obdrží je téměř zanedbatelná.

Kontraindikace

- gravidita

5.2. Ultrazvuk

Artrosonografie je založena na principu schopnosti ultrazvuku pronikat tkáněmi, odrazit se od jejich struktur a možnosti zobrazení těchto odrazů. Ultrazvuk se v homogenním prostředí šíří konstantní rychlostí, která je závislá na hustotě a pružnosti daného prostředí. Při průchodu ultrazvukového paprsku prostředím, které má rozdílnou akustickou impedanci, dochází na rozhraní těchto prostředí k lomu a odrazu ultrazvukových vln, tím ke vzniku obrazu. Vyšetření na ultrazvuku lze v případě nejasností kupř. odlišení tekutinové náplně kloubu od synovitidy doplnit o aplikaci kontrastní látky intravenosně.

Vyšetření na ultrazvuku začíná pro pacienta odevzdáním žádanky. Poté se pacient odebere do kabinky, kde si odloží tak, aby měl odhalenou část, kterou budeme vyšetřovat. Při vyšetření pacient leží na zádech nebo sedí.

Technické parametry

- ultrazvuková sonda: vysokofrekvenční, lineární
- frekvence: 17 MHz a 12 MHz
- poloha pacienta: vsedě, vleže
- hodnocení obrazu: stav kloubní dutiny, proliferace výstelky, výpotky, chrupavčité změny, změny na povrchu kosti usurace
- v případě aplikace kontrastní látky (5 ml SonoVue i.v.) k určení aktivity nemoci, odlišení výpotku a synovitidy

Indikace k vyšetření na ultrazvuku

- výpotek
- absces
- změna kostního povrchu
- léze chrupavky
- ruptura vazů
- synovialitida
- burzitida
- tenosynovitida
- cysta

Výhody ultrazvuku

- dostupnost vyšetření
- žádná radiační zátěž
- vyšetření lze provádět i u gravidních žen
- neinvazivní metoda vyšetření
- dobré zobrazení měkkých tkání
- možnost dynamického vyšetření postižené tkáně
- zobrazení osteofytů
- dlouhodobé sledování výsledků terapie

Nevýhody ultrazvuku

- nejednotný vyšetřovací algoritmus
- nízká specifita
- zobrazení pouze povrchu kostí
- akustická anizotropie
- odlišná interpretace nálezů

Ultrazvukem můžeme velmi dobře rozlišit intraartikulární změny od extraartikulárního edematózního zmnožení měkkých tkání.

U revmatoidní artritidy v časném stádiu lze nalézt drobný výpatek kloubu, který se jeví jako anechogenní. U časného stádia revmatoidní artritidy rovněž nacházíme postižení šlach extensorů a flexorů, hlavně musculus extensor carpi ulnaris. V ultrazvukovém obraze vidíme šlachu nepravidelně rozšířenou, bez jinak typické echostruktury a průběh šlachy bývá lemován pruhem tekutiny, která se jeví jako anechogenní. Jako hypoechogenní se jeví proliferativní synovialitida, která má za následek vyklenutí pouzdra. /6/

5.3. ***Ultrazvuk s použitím kontrastní látky***

K aplikaci kontrastní látky na ultrazvuku přistupujeme v případě nejasného nálezu nebo při podezření na časně stádium onemocnění revmatoidní artritidy. Radiologický asistent (zdravotní sestra) informuje o možné aplikaci kontrastní látky, o kontraindikacích a nenáročnosti vyšetření. Šum kontrastní látky umožňuje zesílení odrazivosti struktur, a tím dochází ke zlepšení kontrastu (výsledného obrazu).

Obečné vlastnosti kontrastních látek používaných na ultrazvuku

- netoxičita
- i. v. aplikace
- dostatečná životnost v krevním oběhu
- zvýšení kontrastu
- zobrazení v reálném čase

Při diagnostikování revmatoidní artritidy se ve FN Brno používá KL SonoVue. Jsou to mikrobubliny stabilizované fosfolipidy. Ve složení této kontrastní látky

nalezneme sulfur – hexafluid (SF₆), který eliminuje plyn cestou plicních kapilár. Tato suspenze vykazuje stabilitu více než 6 hodin. SonoVue je schopno zvýšit intenzitu signálu. Průměrná velikost bublin je 2,5 µm a více než 90% bublin je menší než 8 µm. Dále je také rezistentní na změnu tlaku.

Sonovue bylo v Evropě schváleno pro širokou škálu klinických aplikací, která zahrnuje např. kardiologii.

Tabulka 5.2: fyzikálně – chemické vlastnosti SonoVue

Koncentrace	100-500x10 ⁶ bublin/ml
Střední průměr	2.5 µm (8 µm)
SF ₆ objem	8 µl/ml
SF ₆ objem v 2,4 ml	0,02 ml
Osmolarita	290 mOs/Kg
Viskozita	2 mPa.s
pH	6-6,5
Stabilita po agitaci	6 hodin

Před vlastní aplikací do kubitální žíly je nutné SonoVue rozpustit a protřepat po dobu 20 sekund. Aplikujeme bolus, případně kontinuální infuzi za použití široké jehly, aby nedocházelo k destrukci bublin. Při jednorázovém podání používáme trojcestný ventil.

Vyšetřujeme pomocí 12MHz sondy, které odpovídá softwarové nastavení přístroje. Poté podáme intravenózně KL. V reálném čase pak sledujeme sycení tkání kontrastní látkou. Při časných stádiích revmatoidní artritidy dochází k výraznému sycení zmnožené kloubní výstelky v arteriální fázi - tyto pak ukazují na neovaskularizaci resp. novotvoření cév - dáno již známou skutečností produkce růstových faktorů při RA V případě vyšetřování drobných kloubů se užívá gelové předsádky. vyšetření lze zpracovat - vytvořit křivky sycení - které lze dále vyhodnotit - známe chování tkání při akutním a chronickém zánětu

5.4. **Magnetická rezonance**

Vyšetření na magnetické rezonanci stále patří vzhledem k zobrazovacím algoritmům mezi nadstandardní vyšetření. Na rozdíl od vyšetření na RTG však magnetická rezonance dokáže zachytit i velmi časná stadia onemocnění, lze ideálně detekovat artikulární a periartikulární změny v časném stadiu onemocnění.

Pro nejlepší zobrazení zápěstí pomocí magnetické rezonance je potřeba použití speciální magnetické cívky pro zápěstí.

Před vyšetřením na MR je velmi důležité znát pacientovu anamnézu. Je potřeba zjistit jeho osobní anamnézu, kde se musíme ptát na operace, které se týkají kovových implantátů, svorek, kardiostimulátoru. Ještě než pacient vstoupí na vyšetřovnu podepisuje souhlas s vyšetřením, případnými riziky a že se v jeho těle žádný kov nevyskytuje. Toto prohlášení by mělo být součástí žádanky k vyšetření. Dále si pacient před vstupem na vyšetřovnu musí v kabině odložit hodinky, kovové předměty (pásek, šperky, drobné z kapes), platební karty, mobilní telefon, z důvodu možného poškození.

Technické parametry

- vysoké prostorové a kontrastní rozlišení
- zobrazení: nejméně dvě roviny zobrazení – koronární a transverzální
- šíře vrstvy: 2 – 3 mm
- pomůcky: povrchové cívky, pevně fixované na vyšetřovanou oblast nebo flexibilní cívka přizpůsobivá tvaru vyšetřované oblasti
- kontrastní látka: i.v. podání 0,1 mmol/ kg hmotnosti nejčastěji gadolinium chelát

5.5. **Vyšetřovací protokol na zápěstí pro přístroj Philips Achieva 1,5T**

Na ovládací konzole přístroje vybereme oblast těla, kterou chceme vyšetřovat (horní končetinu), a specificky ruku a zápěstí.

Pro MR zápěstí používáme cívkou s označením C 3, což je nejmenší používaná cívka. Ve FN Brno používáme flexibilní cívku, která má řadu výhod. Jednou z nich je přizpůsobivost cívky na těle pacienta.

Samotné vyšetření začíná základním lokálním měřením – survey. Protože se jedná o malou oblast, obvykle provedeme 2 – 3 měření.

Jednotlivé sekvence na MR zápěstí

- T1 TSE COR
- PD SPAIR COR
- T1 TSE SAG
- T2 TSE TRA
- PDW TSE COR
- 3D WATS TRA
- 3D FFE OP COR

Vlastnosti jednotlivých sekvencí

- T1 TSE COR
 - o turbo-spin echo sekvence v koronární vrstvě
 - o poměrně dlouhý vyšetřovací čas, cca 6 minut
 - o počet řezů 18
 - o šířka řezu 2,5 mm
 - o TR 650 ms
 - o TE 22 ms
 - o FOV: RL 100 mm/ FH 100 mm/ AP 49 mm
- PD DR SPAIR COR
 - o proton-denzní sekvence v koronární vrstvě
 - o vážení podle protonové denzity
 - o vyšetřovací čas cca 4 minuty
 - o počet řezů 14
 - o šířka řezu 2,5 mm
 - o TR 2522 ms (shortest)
 - o TE 25 ms
 - o FOV: RL 100 mm/ FH 100 mm/ AP 49 mm

- T1 TSE SAG
 - o sekvence v sagitální rovině
 - o vyšetřovací čas cca 4 minuty
 - o počet řezů 20
 - o šířka řezů 3 mm
 - o TR 500 ms
 - o TE 15 ms
 - o FOV: RL 60 mm/ FH 120 mm/ AP 120 mm
- T2 TSE TRA
 - o sekvence v transverzální rovině
 - o vyšetřovací čas 5 minut
 - o počet řezů 18
 - o šířka řezu 3 mm
 - o TR 3644 ms
 - o TE 100 ms
 - o FOV: RL 120 mm/ FH 59 mm/ AP 120 mm
- PDW TSE COR
 - o sekvence v koronární rovině
 - o vyšetřovací čas 4 minuty
 - o počet řezů 12
 - o šířka řezu 3 mm
 - o TR 3500 ms
 - o TE 30 ms
 - o FOV: RL 100 mm/ FH 100 mm/ AP 100 mm
- 3D WATS TRA
 - o sekvence na potlačení signálu tekutiny, v transverzální rovině
 - o vyšetřovací čas 4 minuty
 - o počet řezů 60, které se vzájemně překrývají a lze z nich rekonstruovat 3D obraz
 - o TR 20 ms

- o TE 7,7 ms (velmi krátké)
 - o FOV: RL 110 mm/ FH 48 mm/ AP 110 mm
- 3D FFE OP COR
 - o fast field echo sekvence v koronární rovině
 - o vyšetřovací čas 4 minuty
 - o TR 19
 - o TE 12
 - o FOV: RL 120 mm/ FH 120 mm/ AP 45 mm

Celkový vyšetřovací čas zápěstí na magnetické rezonanci je 33 minut, provádí-li se nativně, v případě diagnózy RA doplňujeme vyšetření o T1 TSE sekvence nebo 3D WATS alespoň ve dvou rovinách po aplikaci kontrastní látky. Vyšetření je náročné polohově i pohybově, protože pacient musí ležet klidně na břiše s nataženou rukou směrem k hlavě. Pacientky, které mají objemnější prsy, musí ležet na zádech s rukou opět nataženou za hlavou. U velmi štíhlých pacientů lze vyšetření provést vleže na zádech s rukou položenou podél těla.

Výhody magnetické rezonance

- vysoká rozlišovací schopnost měkkých tkání
- možnost zobrazení ve třech na sebe kolmých rovinách
- dobré rozlišení cév
- žádná radiační zátěž
- stanovení časného stádia onemocnění

Nevýhody magnetické rezonance

- nižší dostupnost vyšetření
- vyšetření patří mezi finančně náročná
- časová náročnost
- dyskomfort pacienta
- nízká senzitivita tkání

Kontraindikace

- kardiostimulátor, neurostimulátor, kochleární implantát
- cizí tělesa z feromagnetických látek (endoprotéza, střepiny, cévní svorky, náhrady chlopní ...)
- první trimestr gravidity
- klaustrofobie
- obezita

6. Srovnání výsledků mezi jednotlivými vyšetřeními

6.1. Metody a použité přístroje

Možností jak zobrazit revmatoidní artritidu se nabízí několik. Ve Fakultní nemocnici Brno se provádí vyšetření na radiodiagnostické klinice. Na RTG se pro zobrazení používá přístroj Definium 8000 s přímou digitalizací. Na ultrazvuku se používá přístroj Philips IU 22 a přístroj na magnetické rezonanci je Philips Achieva se silou magnetického pole 1,5 T.

V období od roku 2007 do roku 2009 vyšetření ve FN Brno podstoupilo celkem 171 pacientů, kterým byla diagnóza revmatoidní artritidy potvrzena. Všichni pacienti byli ve sledování po dobu nejméně 3 let.

Všichni pacienti absolvovali alespoň jedno z uvedených vyšetření a dále pak kontrolní nebo navazující vyšetření.

6.2. Četnost jednotlivých vyšetření v letech 2007 – 2009

Tabulka 6.1: Počet RTG vyšetření v roce 2007

muži	7
ženy	28

V roce 2007 podstoupilo vyšetření na RTG celkem 35 pacientů, z toho 7 mužů a 28 žen. Někteří pacienti toto vyšetření podstoupilo během roku opakovaně, čím se zvýšila jejich doposud získaná radiační dávka záření. Opakování vyšetření se dělo přibližně v průběhu 3 až 6- ti měsíců.

Tabulka 6.2: Počet vyšetření na ultrazvuku v roce 2007

muži	3
ženy	9

V roce 2007 bylo na ultrazvuku vyšetřeno celkem 12 pacientů, z toho 3 muži a 9 žen. Zde pacienti opakovaně vyšetřováni nebyli.

Tabulka 6.3: Počet vyšetření na magnetické rezonanci v roce 2007

muži	2
ženy	13

V roce 2007 podstoupilo vyšetření na magnetické rezonanci celkem 15 pacientů, z toho 2 muži a 13 žen. I zde někteří pacienti byli vyšetřováni opakovaně.

Z uvedených tabulek vyplývá, že v roce 2007 bylo vyšetření na RTG nejčastěji zvolenou metodou vyšetření. Naopak nejméně častou metodou se zde jeví vyšetření na ultrazvuku.

Tabulka 6.4: Počet RTG vyšetření v roce 2008

muži	10
ženy	30

V roce 2008 se vyšetření na RTG podrobilo celkem 40 pacientů, z toho 10 mužů a 30 žen. Tomto obdobím bylo sledováno o 5 pacienty více než v předchozím roce. Opět se vyšetření některých pacientů periodicky opakovalo.

Tabulka 6.5: Počet vyšetření na ultrazvuku v roce 2008

muži	4
ženy	12

V roce 2008 bylo na ultrazvuku celkem 16 pacientů, z toho 4 muži a 12 žen. A i zde je nárůst počtu pacientů, tentokrát o 4.

Tabulka 6.6: Počet vyšetření na magnetické rezonanci v roce 2008

muži	2
ženy	15

V roce 2008 bylo na magnetické rezonanci vyšetřeno celkem 17 pacientů, z toho 2 muži a 15 žen. Oproti roku 2007 je zde navýšení o 2 pacienty a i zde se vyšetření u některých pacientů za půl roku zopakovalo.

Z uvedených tabulek opět vyplývá, že vyšetření na RTG bylo nejvíce frekventovanou metodou zobrazení, i když už je patrný nárůst počtu provedených vyšetření na magnetické rezonanci.

Tabulka 6.7 Počet RTG vyšetření v roce 2009

muži	10
ženy	19

V roce 2009 podstoupilo RTG vyšetření celkem 29 pacientů, z toho 10 mužů a 19 žen. Zhruba u jedné třetiny pacientů bylo nutné RTG snímky za půl roku zopakovat, čím vybraných jedinců opět narostla dávka záření.

Tabulka 6.8 Počet vyšetření na ultrazvuku v 2009

muži	15
ženy	37

V roce 2009 bylo na ultrazvuku vyšetřeno celkem 52 pacientů, z toho 15 mužů a 37 žen, jeden z pacientů byl vyšetřen opakovaně.

Tabulka 6.9: Počet vyšetření na magnetické rezonanci v roce 2009

muži	2
ženy	14

V roce 2009 bylo na magnetické rezonanci provedeno celkem 16 vyšetření, z toho u 2 mužů a 14 žen.

Zde je viditelný nárůst v počtu pacientů. I přes opakování vyšetření za půl roku se celková dávka záření nenavýšila.

Tabulka 6.10: srovnání všech tří uvedených metod

	RTG	Ultrazvuk	Magnetická rezonance
radiační zátěž	ano	ne	ne
časová náročnost	ne, vyšetření trvá cca 5minuty	ne, vyšetření trvá cca 15 minut	ano, celkový čas vyšetření 28 – 33 minut
komfort	ano, vyšetřujeme vsedě / vestoje	ano, vyšetřujeme vsedě / vleže	ne, vyšetřujeme vleže s rukou nataženou za hlavou
dostupnost vyšetření	snadná vyšetření lze provést i na poliklinice	normální	horší, MR není v každé nemocnici
finanční náklady kliniky na vyšetření	řádově desítky korun	řádově stovky korun	řádově tisíce korun

Tabulka 6.10 zpracovává obecné informace jednotlivých vyšetřovacích modalit. Informace se týkají radiodiagnostické kliniky

6.3. Diskuse

Z pohledu finančních nákladů kliniky se jeví nejlepší metodou volby RTG vyšetření. V diagnostikování revmatoidní artritidy se optimálním zdá vyšetření pomocí magnetické rezonance, protože magnetická rezonance má výborné prostorové rozlišení a je optimální pro zobrazení měkkých tkání. Je tedy schopná odhalit již časná stádia tohoto onemocnění, která nejsou při skiagrafickém vyšetření rozpoznatelná.

Pokud se ovšem zaměříme na pacienta, tak RTG vyšetření má hned několik výhod. Vyšetření není dlouhé, je vcelku komfortní a není nutné se na něj objednávat. Magnetická rezonance se z tohoto pohledu jeví jako nejméně vhodnou metodou, protože je nepříjemná z důvodu hluku, který vydává, pro některé pacienty je z důvodů kontraindikací neproveditelná a na vyšetření jsou čekací doby i v řádech týdnů. Za další nevýhodu považují pozici, ve které pacient musí ležet bez pohybu zhruba 30 minut.

Výhodným se jeví vyšetření ultrazvukem. Pro pacienta je komfortní co do polohy a doby vyšetření, která je poměrně krátká. Příznivá je i z hlediska finančního. Za nevýhodu lze považovat nemožnost kvalitně hodnotit kostní změny.

Při podezření na časně stádium onemocnění, které neodhalí skiagrafické vyšetření, můžeme na ultrazvuku i.v. aplikovat KL (SonoVue). Kontrastní látka nám podá informace o sycení tkání, kdy při časných stádiích onemocnění dochází k výraznému sycení zmnožené kloubní výstelky v arteriální fázi. Vyšetření lze zpracovat pomocí tzv. křivek sycení, které lékař dále vyhodnocuje. Pro lékaře kteří pomocí UZ s kontrastní látkou vyšetřují je nutná dobrá znalost anatomie a určité zkušenosti.

7. Závěr

Artritické postižení kloubů zápěstí lze zobrazit několika způsoby. Ve FN Brno jej zobrazujeme nejčastěji na RTG přístrojem Definium 8000 s přímou digitalizací, méně často pak ultrazvukovým přístrojem Philips IU 22 a magnetickou rezonancí přístrojem Philips Achieva se silou magnetického pole 1,5 T.

Cílem mé bakalářské práce bylo porovnání možností zobrazení zápěstí při onemocnění artritidou ve Fakultní nemocnici Brno a nalézt nejvhodnější metodu zobrazení.

Podle dostupných zdravotnických záznamů jsem porovnála počty vyšetřených pacientů na všech třech pracovištích Fakultní nemocnice Brno a v další fázi jsem se snažila dokázat, že vyšetření na magnetické rezonanci je nejlepší metodou volby pro zobrazení zápěstí při revmatoidní artritidě.

Na základě zpracovaného materiálu jsem došla k závěru, že magnetická rezonance, ačkoliv nám dává nejkvalitnější zobrazení kloubů zápěstí, pro Fakultní nemocnici Brno není nejlepší zobrazovací metodou, a to hned z několika důvodů. Hlavní důvod, proč magnetická rezonance není metodou první volby je ten, že zde nemáme k dispozici speciální vyšetřovací cívku pro zápěstí. Dalším důvodem proč nevyšetřujeme revmatoidní artritidu zápěstí na MR je velký počet pacientů v kombinaci s časovou náročností vyšetření.

Z pohledu pacienta se jedná především o relativně velký dyskomfort, který je způsoben hlavně vyšetřovací polohou a celkovým vyšetřovacím časem. Další nevýhodou pro pacienta je delší čekací doba na vyšetření.

Z bakalářské práce vyplývá, že optimální zobrazovací metodou ve Fakultní nemocnici Brno je skiagrafické vyšetření doplněné o UZ vyšetření. Na skiagrafické vyšetření není potřeba se objednávat, celkový čas vyšetření není dlouhý a i kontraindikací je, ve srovnání s magnetickou rezonancí, méně.

Před radiační zátěží je nutné se chránit používáním ochranných pomůcek (olověné zástěry) a cloněním na oblast zájmu.

RTG vyšetření bývá často doplněno o ultrazvukové vyšetření, které nám podá další informace o pacientově diagnóze i prognóze.

Pacienti z Fakultní nemocnice Brno byli ve sledování v období tří let.

Toto téma bakalářské práce nazvané „Možnosti zobrazení zápěstí při onemocnění artritidou“ pro mne bylo velmi poučné a přínosné, protože se zabývá problematikou, která se v dnešní době objevuje velmi často a není problémem pouze starší generace, ale bohužel se vyskytuje i u mladších pacientů, kterým by se radiační zátěž měla co nejméně navyšovat.

Conclusion

The arthritic disorder of joints can be displayed in several ways. In the Brno Teaching Hospital (FN Brno) we use the roentgen device called Definium 8000 with direct digitalization most frequently, less frequently Philips IU 22 ultrasonic instrument and magnetic resonance scanning by Philips Achieva instrument with 1,5 T magnetic field force are applied.

The objective of my bachelor's thesis has been the comparison of the wrist imaging method options in case of arthritis disorder in the Brno Teaching Hospital and to find the most suitable imaging method.

Referring to the available medical records, I have compared the numbers of examined clients in each of the three workplaces of the Brno Teaching Hospital and in the next step I have tried to prove that the examination by means of the magnetic resonance is the best option for the wrist scanning in case of rheumatoid arthritis.

Based on the material processed I have arrived to the conclusion that the magnetic resonance - despite of providing the best quality images of the wrist joints imaging – is not the best method option, in particular for more reasons. The main reason why the magnetic resonance is not a method of the first choice is that there is no special examination coil for wrists available here.

From the patient's point of view this is a relatively great discomfort especially due to the examination position and total examination time. Another disadvantage for the client is a longer waiting period for such examination.

It follows from the bachelor's thesis that for the Brno Teaching Hospital the sciagraphic examination completed by an ultrasonic examination is an optimum option. No advance booking for the sciagraphic examination is needed, the total examination time is not long and moreover, there are less contra-indications compared with magnetic resonance.

It is necessary to protect oneself against the radiation burden by application of the protection equipment (lead aprons) and shielding of the area of interest.

The X-rays examination is often completed by ultrasonic examination detailing additional information on the client's diagnosis as well as prognosis.

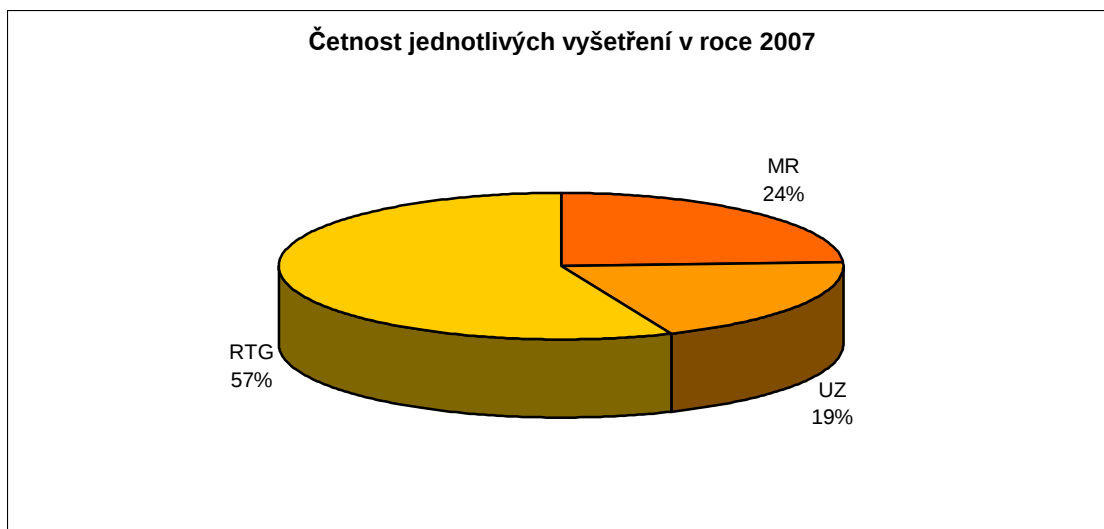
The clients from the Brno Teaching Hospital were monitored for the period of three years.

This topic of the bachelor's thesis titled „Options of wrist imaging in case of an arthritis disease“ has been very edifying and challenging as it deals with a very frequent problem of these days which is not a problem only of an older generation but unfortunately it appears also with younger patients to whom the radiation burden should be minimized as possible.

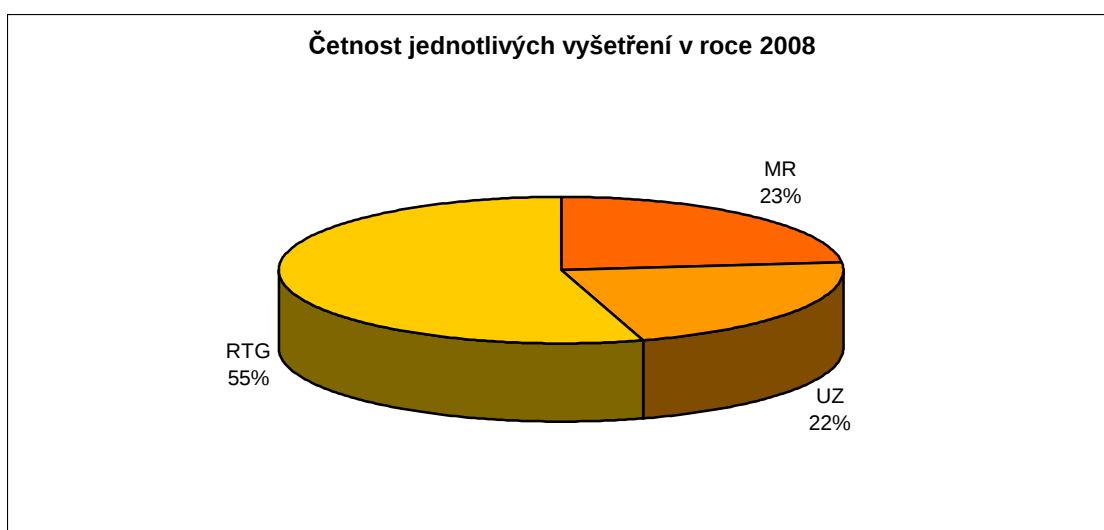
Seznam použité literatury

1. Čihák, R.; *Anatomie 1, Druhé, upravené a doplněné vydání*; Grada; 2. vydání; 2001; ISBN 80 – 7169 – 970 - 5
2. Dahnert, W.; *Radiology Review Manual*; LWW; 5, edition; 2003
3. Jacobson, J. A., Girish, G., Jiang, Y.; *Radiographic Evaluation of Arthritis: Inflammatory conditions*; 2008; vol. 248; num. 2
4. Pavelka, K., Rovenský J. a kolektiv autorů; *Klinická revmatologie*; Galen; 1. vydání; 2003; ISBN - 10: 80 – 7262 – 174 - 2
5. Petrovický, P. a spol.; *Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi, I. svazek pohybové ústrojí*; Osveta, 2001, ISBN 80 – 8063 – 046 – 1 (I. sv.) ISBN 80 – 8063 – 045 – 3 (soubor)
6. Seidl, Z., Vaněčková M., Gatterová, J.; *Časná stádia onemocnění revmatoidní artritidy: prospektivní studie hodnotící význam magnetické rezonance pro diagnostiku a predikci dalšího vývoje onemocnění*; Česká radiologie; 2008; roč. 62; č. 2
7. *Annals of the Rheumatic Diseases*; The EULAR Journal; 2005; vol. 64
8. *Praktická radiologie*, ročník 7, číslo 3, září 2002
9. <http://www.revmaticke-nemoci.cz>
10. <http://www.revmatoidni-artritida.nazory.cz/>
11. <http://www.attra.registry.cz>
12. <http://old.lf13.cuni.cz/studium/materialy/revmatologie/zanetliva.html>
13. www.medicinenet.com/rheumatoid_arthritis/article.html
14. www.wikiskripta.eu/index.php/revmatoidn%C3%AD_artritida
15. www.cls.cz/dokumenty2/os/t300.rtf
16. <http://prolekare.cz/ceska-revmatologie>
17. <http://www.bolestkloubu.cz/co-je-to-revmatoidni-artritida>

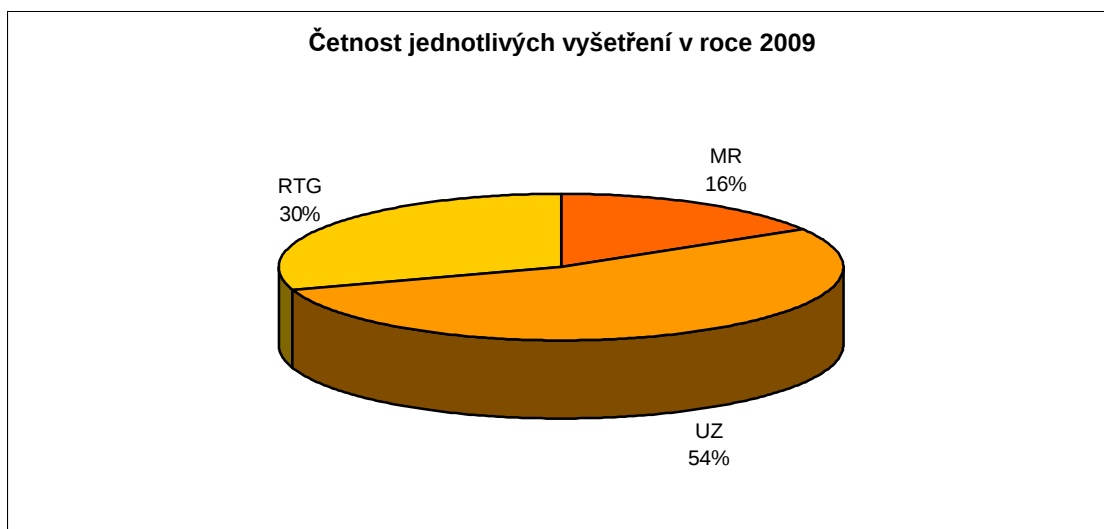
Přílohy



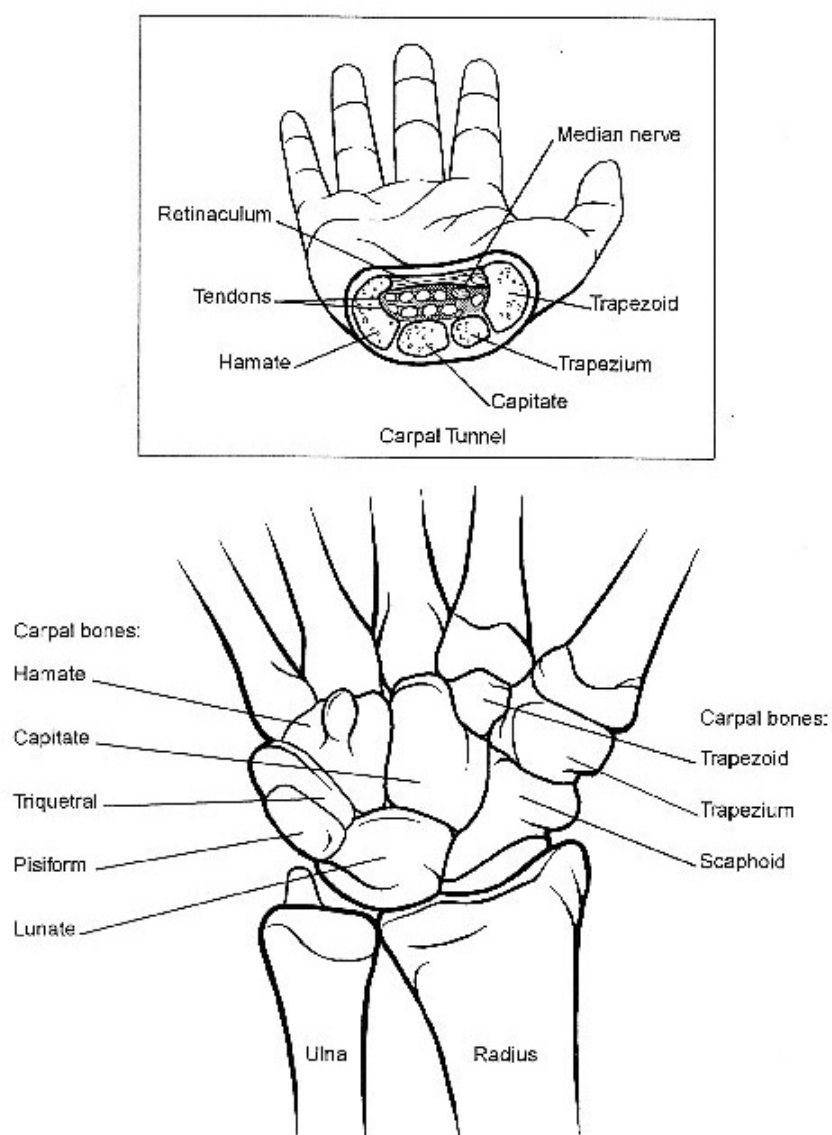
Graf 1: Četnost jednotlivých vyšetření v roce 2007



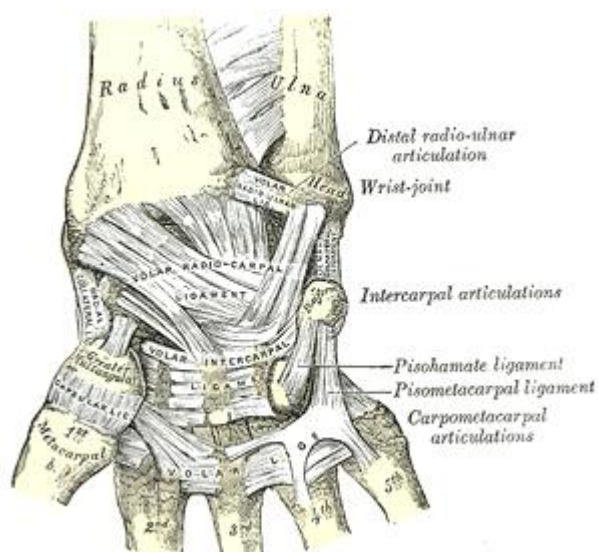
Graf 2: Četnost jednotlivých vyšetření v roce 2008



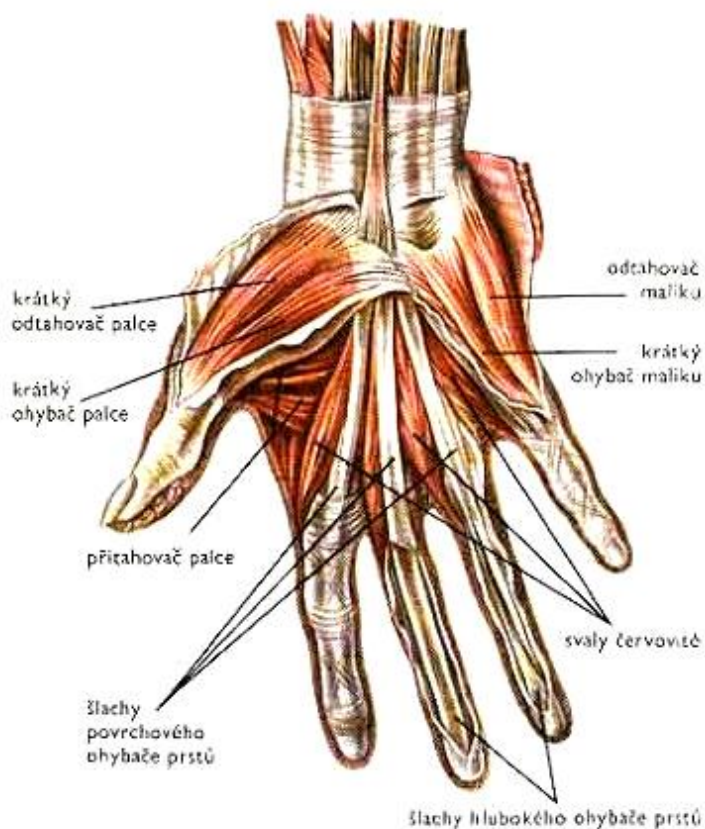
Graf 3: Četnost jednotlivých vyšetření v roce 2009



Obrázek 1: anatomie zápěstí - kosti



Obrázek 2: anatomie zápěstí - vazy



Obrázek 3: anatomie zápěstí - svaly



Obrázek 4: časně stádium revmatoidní artritidy /17/



Obrázek 5: pozdní stádium revmatoidní artritidy /17/



Obrázek 6: pokročilé stádium revmatoidní artritidy /17/



Obrázek 7: předozadní projekce na zápěstí



Obrázek 8: rentgenový snímek levého zápěstí v předozadní projekci



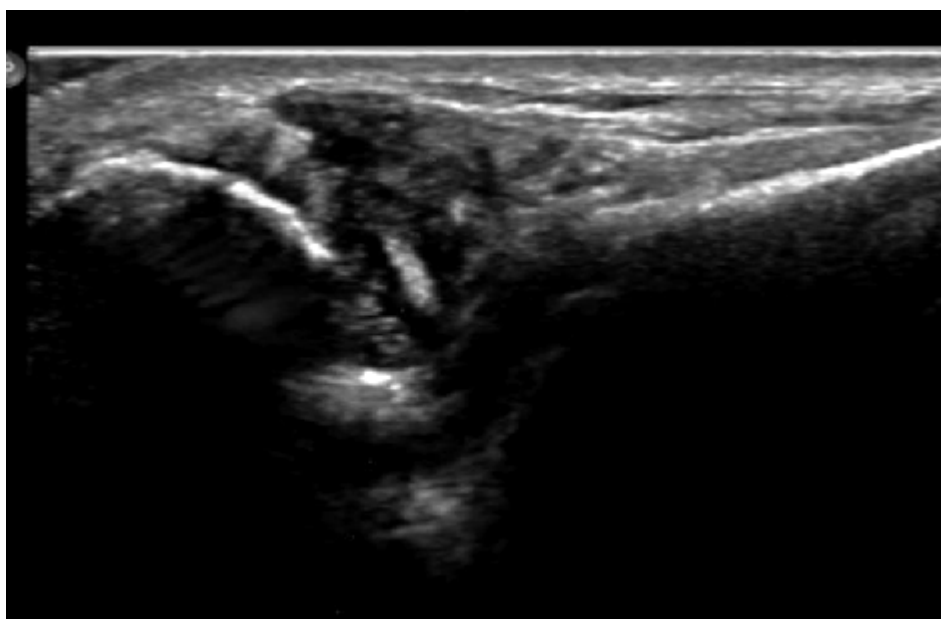
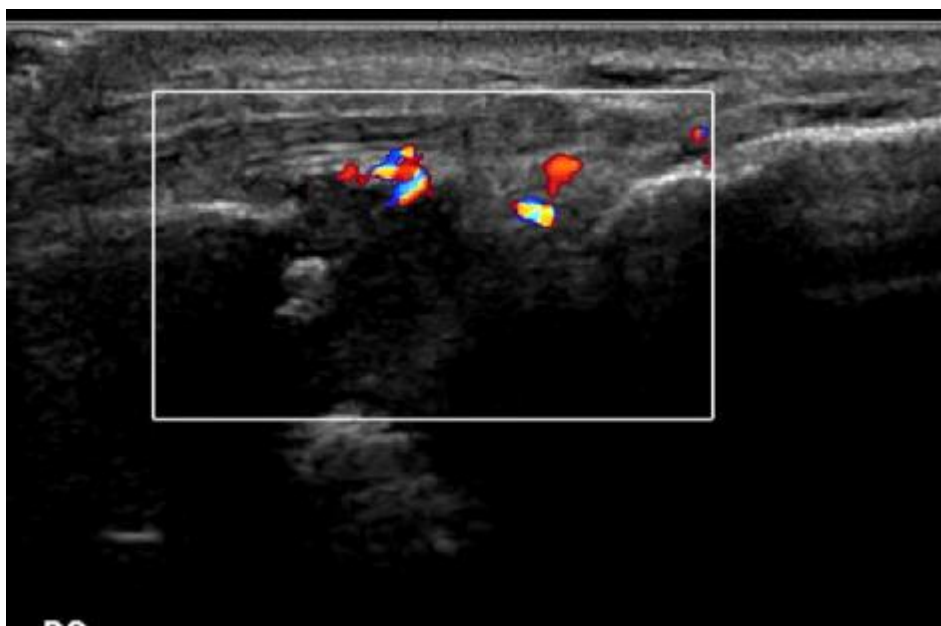
Obrázek 9: nastavení předozadní projekce pravé ruky při snímkování na filmový materiál



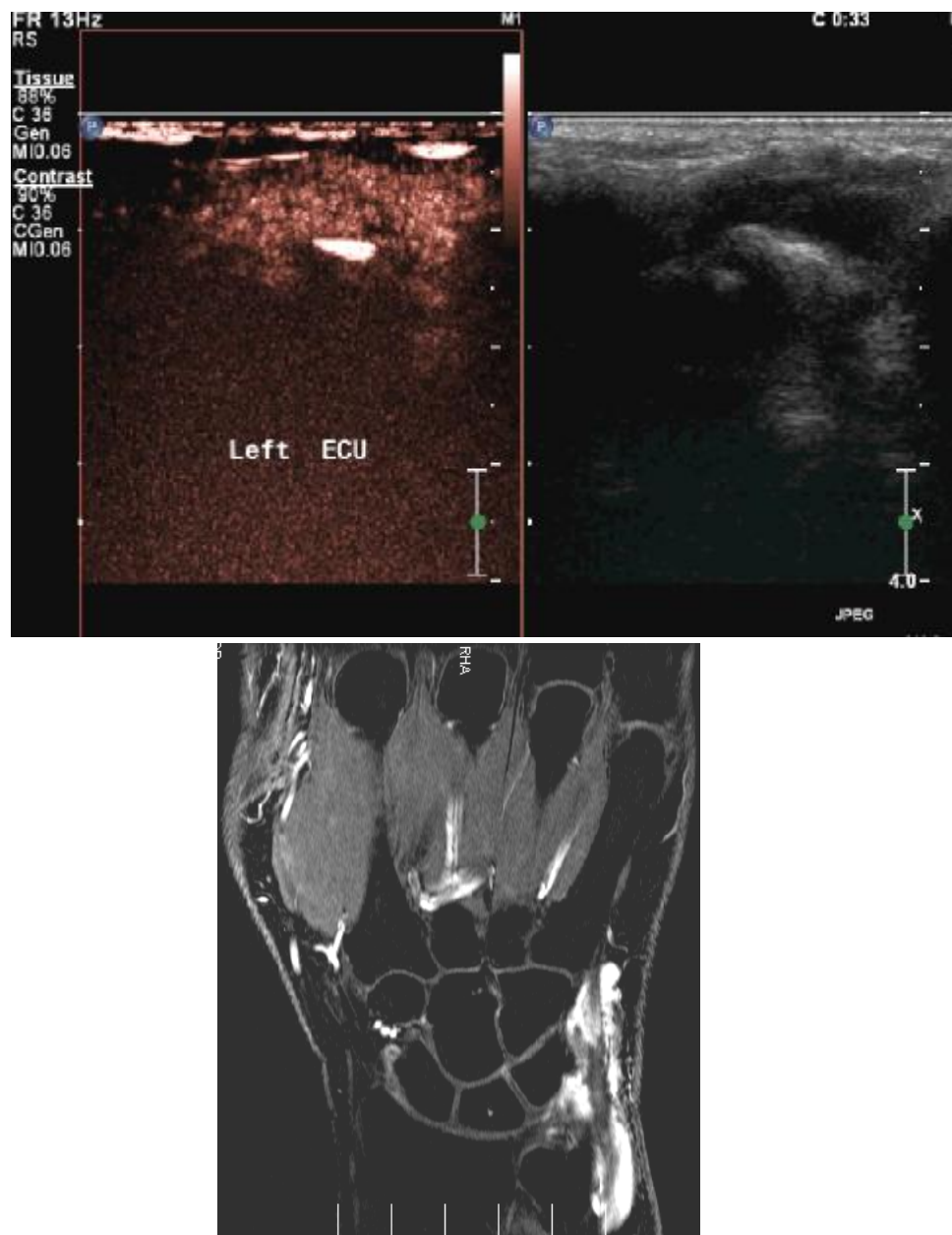
Obrázek 10: rentgenový snímek pravé ruky v předozadní projekci



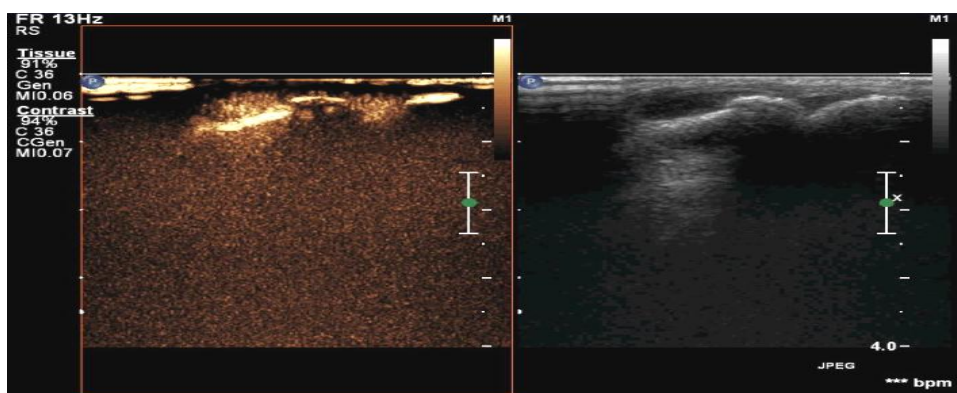
Obrázky 11-13: technika vyšetření zápěstí pod ultrazvukem



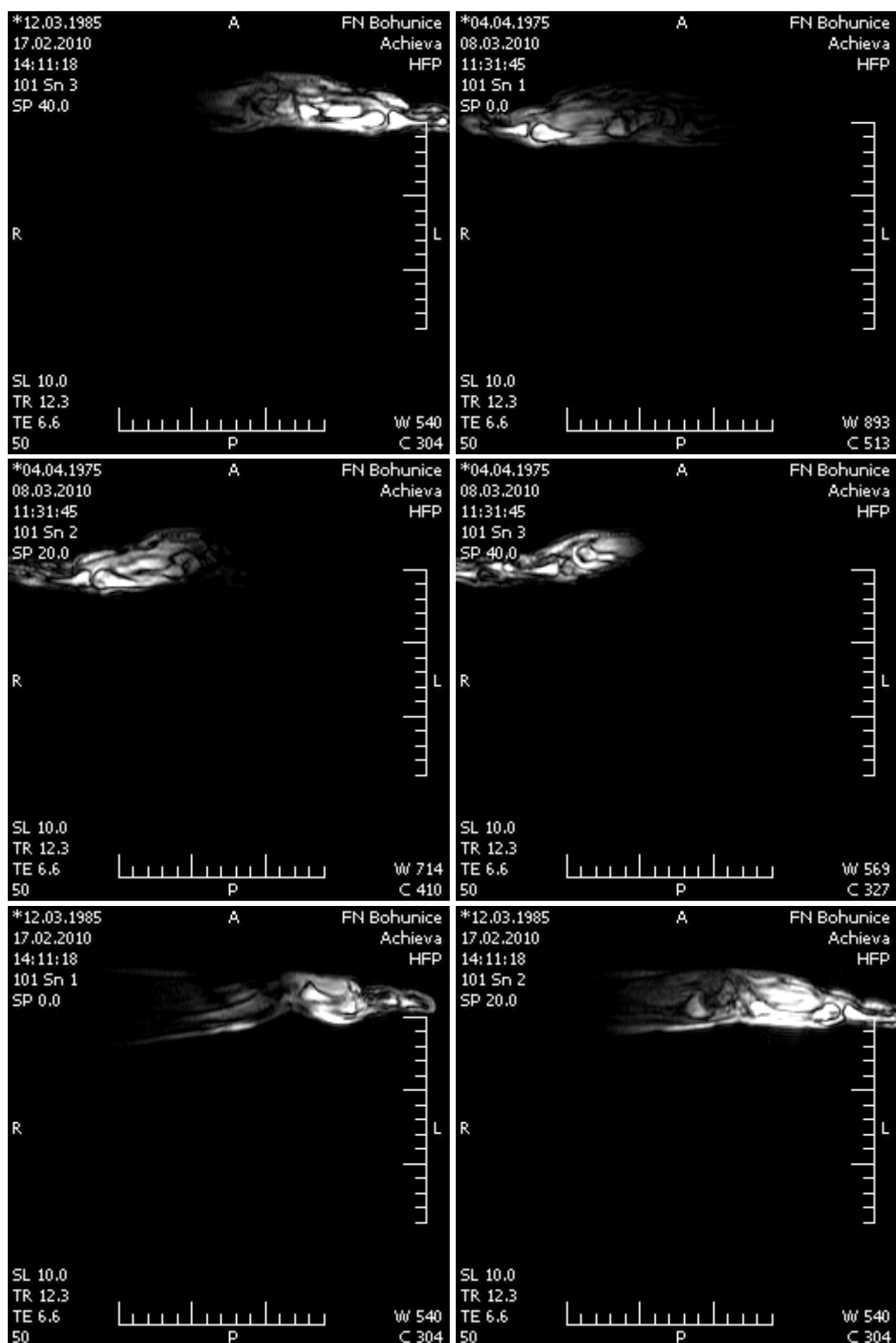
Obrázek 14-15: UZ vyšetření, zmnožení synoviální výstelky s akcentací perfuse při synovitidě



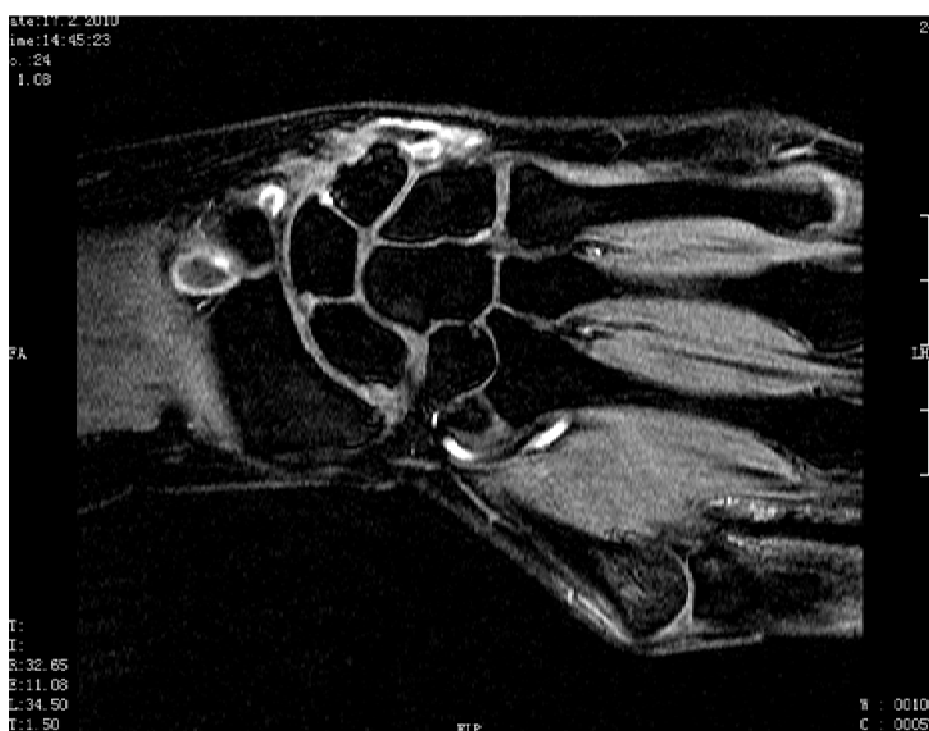
Obrázek 16-17: pacientka s chronickou RA, na UZ a MR zcela korelující nález zánětlivých změn s maximem v okolí m. extensor carpi radialis



Obrázek 18-19: obdobný nález u pacientky léčící se s juvenilní RA, pokročilá forma, změny na UZ a MR korelují, na UZ zachycen karpometakarp. kloub



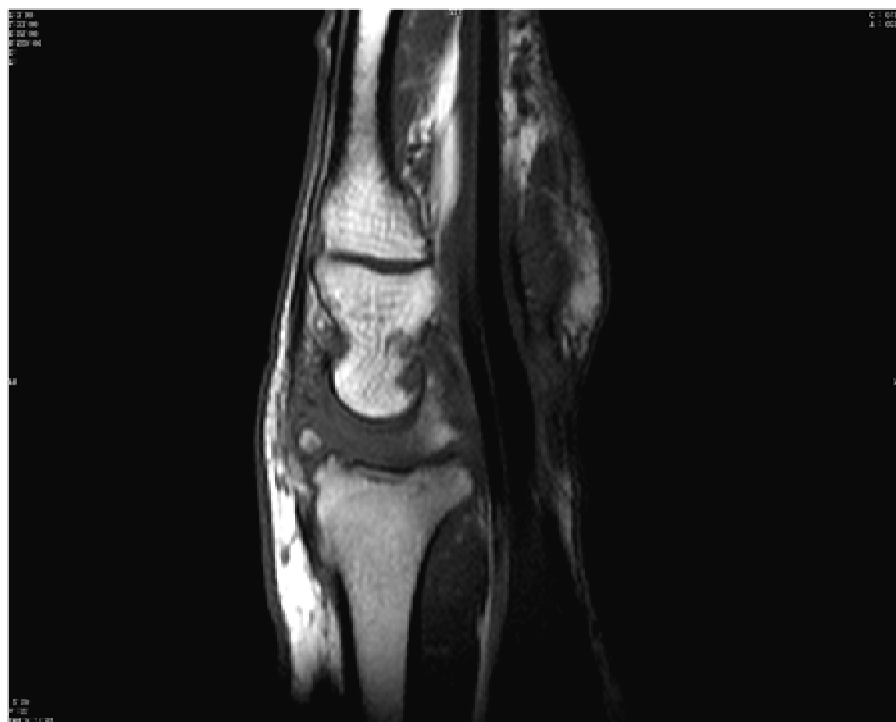
Obrázek 20: lokalizační skeny- survey pro oblast zápěstí



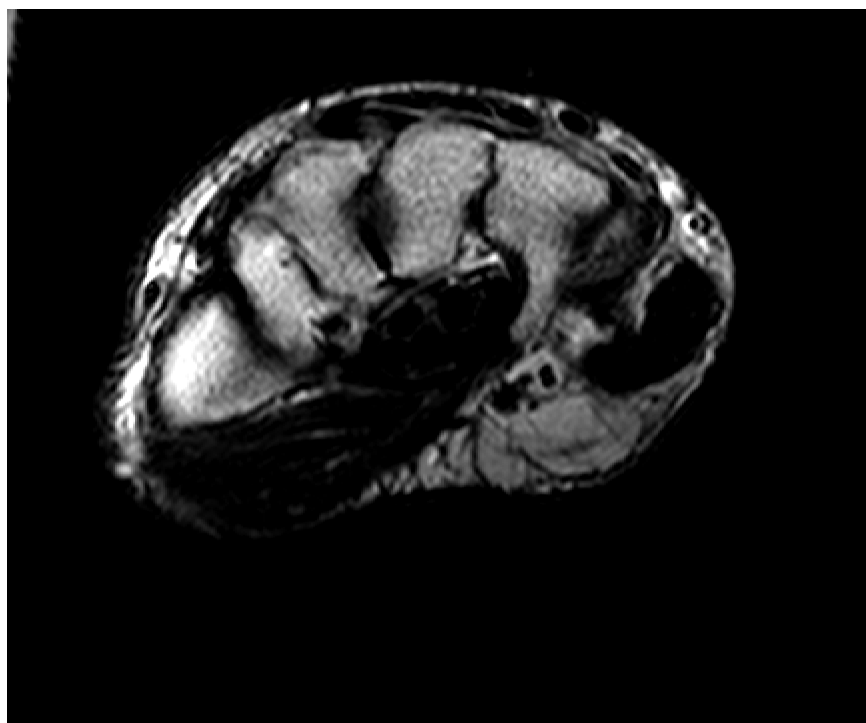
Obrázek 21: 3D WATS sekvence, koronární rovina, nativně



Obrázek 22: 3D WATS sekvence, koronární rovina, po aplikaci kontrastní látky i.v.



Obrázek 23: T1 TSE obrazy v sagitální rovině, nativně



Obrázek 24: T2 TSE obrazy v transversální rovině



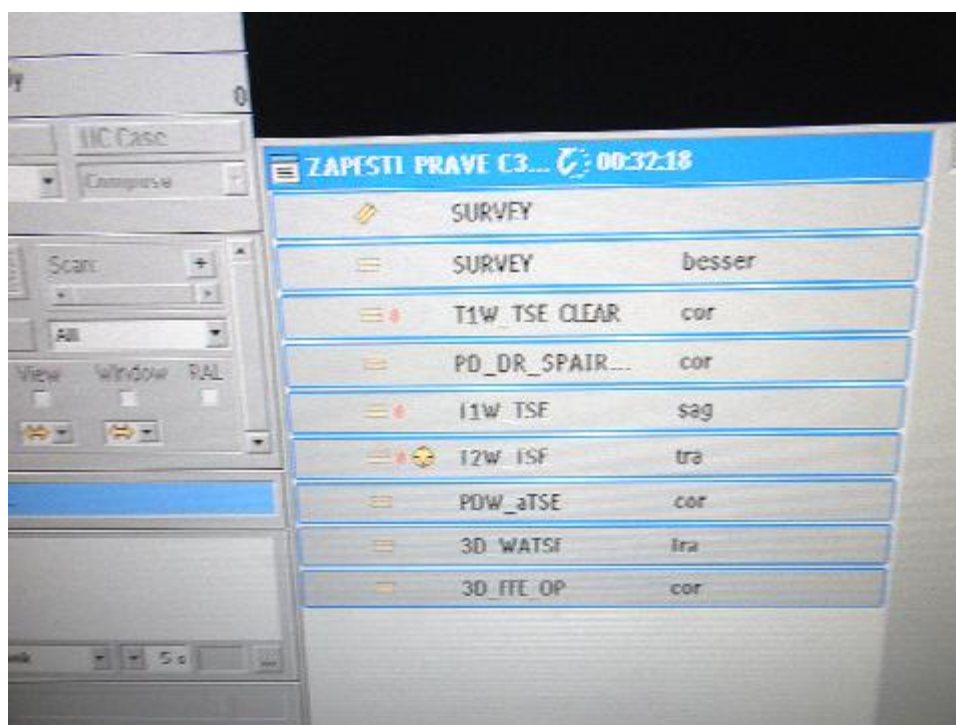
Obrázek 25: magnetická rezonance Philips Achieva 1,5 T ve FN Brno



Obrázek 26: flexibilní cívka používaná na MR



Obrázek 27: flexibilní cívka přiložená na pravé zápěstí



Obrázek 28: základní vyšetřovací protokol pro zápěstí na MR