

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2021

Tereza Nyklová

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

Tereza Nyklová

Studijní obor: Radiologický asistent 5345R010

ZOBRAZENÍ PROSTATY POMOCÍ MR

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Bc. Petra Smetáková

PLZEŇ 2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta zdravotnických studií

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Tereza NYKLOVÁ**
Osobní číslo: **Z18B0239P**
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Radiologický asistent**
Téma práce: **Zobrazení prostaty pomocí MR**
Zadávající katedra: **Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví**

Zásady pro vypracování

- Zpracovat seznam odborné literatury na vybrané téma
- Stanovit cíl kvalifikační práce
- Zpracovat teoretickou a praktickou část práce dle požadavků FZS
- Popsat metodiku praktické části
- Vypracovat diskuzi a závěr kvalifikační práce
- Dodržet formální úpravu kvalifikační práce dle požadavků FZS
- Dodržet citační normu

Rozsah bakalářské práce:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

- KOHLÍČEK, Jaromír. Prostata a pohlavní ústrojí muže. 2. vyd. Praha: Avicenum, 1991. 93 s. ISBN 80-201-0070-9.
- STLOUKALOVÁ, Zuzana. Anatomický atlas: orgány, systémy, struktury. 1. české vyd. Praha: Svojtka & Co., 2012. 439 s. ISBN 978-80-256-0739-8.
- SEIDL, Zdeněk. Radiologie pro studium i praxi. 1. vyd. Praha: Grada, 2012. 372 s. ISBN 978-80-247-4108-6.
- VOMÁČKA, Jaroslav. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 157 s. ISBN 978-80-244-4508-3.
- FITZPATRICK, John M. a KRANE, Robert J. The Prostate. 1. vyd. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1989. 449 s. ISBN 0-443-03558-X.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Bc. Petra Smetáková**
Katedra záchranářství, diagnostických oborů
a veřejného zdravotnictví

Datum zadání bakalářské práce: **1. června 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. března 2021**



PhDr. Lukáš Štich, MBA
děkan



Mgr. Stanislava Reichertová
vedoucí katedry

V Plzni dne 29. ledna 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 31. 3. 2021.



vlastnoruční podpis

Anotace

Příjmení a jméno: Nyklová Tereza

Katedra: Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví

Název práce: Zobrazení prostaty pomocí MR

Vedoucí práce: Ing. Bc. Petra Smetáková

Počet stran – číslované: 46

Počet stran – nečíslované: 17

Počet příloh: 10

Počet titulů použité literatury: 57

Klíčová slova: prostata, magnetická rezonance, karcinom prostaty

Souhrn:

Magnetická rezonance je moderní zobrazovací metoda s vysokou tkáňovou rozlišovací schopností, a proto je vhodná pro zobrazení měkkých tkání. Tato bakalářská práce se zabývá zobrazením prostaty pomocí magnetické rezonance. V teoretické části popisují anatomii prostaty, onemocnění prostaty se zaměřením na karcinom prostaty, možnosti vyšetření prostaty a teorii magnetické rezonance. Praktická část obsahuje kvantitativní metodu v podobě zpracovaných statistických dat a kvalitativní metodu, kterou tvoří kazuistiky.

Annotation

Surname and name: Nyklová Tereza

Department: Department of Rescue Services, Diagnostic Fields and Public Health

Title of thesis: Magnetic resonance imaging of prostate

Consultant: Ing. Bc. Petra Smetáková

Number of pages – numbered: 46

Number of pages – unnumbered: 17

Number of appendices: 10

Number of literature items used: 57

Keywords: prostate, magnetic resonance imaging, prostate cancer

Summary:

Magnetic resonance imaging is a modern imaging method with high tissue resolution and is therefore suitable for soft tissue imaging. This bachelor thesis deals with magnetic resonance imaging of the prostate. In the theoretical part I describe the anatomy of the prostate, prostate disease with a focus on prostate cancer, the possibility of prostate examination and the theory of magnetic resonance imaging. The practical part contains a quantitative method in the form of processed statistical data and a qualitative method, which consists of case studies.

Poděkování

Děkuji Ing. Bc. Petře Smetákové za odborné vedení práce, poskytování rad a cenné připomínky. Dále bych ráda poděkovala MUDr. Ing. Radku Tupému za poskytování klinických a materiálních podkladů, poskytování rad a trpělivost. V neposlední řadě děkuji mé rodině, která mě vždy podporovala a byla mi po celou dobu studia oporou.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK	11
ÚVOD.....	12
TEORETICKÁ ČÁST	13
1 PROSTATA A JEJÍ FUNKCE	13
1.1 Anatomie prostaty	13
1.2 Vnitřní stavba prostaty	14
1.3 Funkce prostaty	15
2 ONEMOCNĚNÍ PROSTATY	16
2.1 Benigní hyperplazie prostaty	16
2.2 Prostatitida	17
2.2.1 Akutní bakteriální prostatitida	18
2.2.2 Chronická bakteriální prostatitida	19
2.2.3 Syndrom chronické pánevní bolesti	19
2.2.4 Asymptomatická (histologická) prostatitida.....	20
2.3 Karcinom prostaty.....	20
2.3.1 Druhy karcinomů prostaty	21
2.3.2 Diagnostika karcinomu prostaty	21
2.3.3 PSA (prostatický specifický antigen)	22
2.3.4 Biopsie prostaty	23
2.3.5 Gleasonovo skóre	23
2.3.6 Příznaky	23
2.3.7 Rizikové faktory	23
3 RADIODIAGNOSTICKÉ MOŽNOSTI ZOBRAZENÍ PROSTATY	25
3.1 Ultrasonografie	25
3.1.1 Transrektální ultrasonografie.....	25
3.2 Nativní nefrogram.....	26
3.3 IVU (intravenózní vylučovací urografie).....	27
4 MAGNETICKÁ REZONANCE	28
4.1 Historie.....	28
4.2 Teorie magnetické rezonance	28
4.3 PI-RADS (Prostate Imaging-Reporting and Data System).....	30
5 ZOBRAZENÍ PROSTATY NA MR	32
5.1 Příprava pacienta.....	32
5.2 Multiparametrická magnetická rezonance (mpMR).....	33
5.3 Vyšetřovací protokol.....	34

5.4	Technika vyšetření	34
5.5	Kontrastní látky.....	35
5.5.1	Nežádoucí účinky KL.....	35
5.5.2	Kontraindikace podání KL	36
5.6	Kontraindikace MR vyšetření	36
PRAKTICKÁ ČÁST		39
6	CÍL PRÁCE	39
7	METODIKA	40
8	STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT	41
9	KAZUISTIKY	49
9.1	Kazuistika 1	49
9.2	Kazuistika 2	51
9.3	Kazuistika 3	53
DISKUZE		55
ZÁVĚR.....		58
SEZNAM LITERATURY		59
SEZNAM PŘÍLOH		65
PŘÍLOHY		66
Příloha 1- Vývoj incidence a mortality v čase u nádorů prostaty v České republice		66
Příloha 2- Věková struktura populace pacientů s karcinomem prostaty za rok 2018 v České republice		66
Příloha 3 – Histologické členění prostaty dle McNeala		67
Příloha 4 – Gleasonovo skóre.....		68
Příloha 5 – Nahodilé magnetické momenty protonů.....		69
Příloha 6 – Rovnoběžné uspořádání protonů ve statickém magnetickém poli.....		69
Příloha 7 – Kontraindikace MR.....		70
Příloha 8 – Sektorová mapa PI-RADS 2.1		71
Příloha 9 – Souhlasné stanovisko se sběrem informací ve FN Plzeň.....		72
Příloha 10 – Informovaný souhlas k vyšetření MR.....		73

SEZNAM ZKRATEK

ABP.....	akutní bakteriální prostatitida
BPH.....	benigní hyperplazie prostaty
CBP.....	chronická bakteriální prostatitida
CPPS.....	syndrom chronické pánevní bolesti
CT.....	počítačová tomografie
DCE.....	dynamické kontrastní zobrazení
DWI.....	difuzně vážené zobrazení
IVU.....	intravenózní vylučovací urografie
KL.....	kontrastní látka
LUTS.....	Lower Urinary Tract Symptoms (symptomy dolních cest močových)
mmol/kg.....	milimol na kilogram
mpMR.....	multiparametrická magnetická rezonance
MRS.....	MR spektroskopie
mT.....	militesla
NIH.....	National Institutes of Health
NMR.....	nukleární magnetická rezonance
PI-RADS.....	Prostate Imaging-Reporting and Data System
PSA.....	prostatický specifický antigen
T.....	tesla
TRUS.....	transrektální ultrasonografie
USG.....	ultrasonografie

ÚVOD

Prostata (předstojná žláza) je přídatná pohlavní žláza u mužů, která se s přibývajícím věkem zvětšuje. Prostata obepíná horní část močové trubice těsně pod močovým měchýřem a v důsledku jejího zvětšení začíná pacient pociťovat problémy s močením. Mezi nejčastější onemocnění prostaty patří benigní hyperplazie prostaty, prostatitida a karcinom prostaty.

Karcinom prostaty patří mezi druhé nejčastější maligní onemocnění u mužů v České republice a jeho incidence v posledních letech postupně roste. Stále častěji se zachycuje karcinom u mladších pacientů v nižších klinických stádiích, což je způsobeno zdokonalováním diagnostických metod a zavedením screeningu v podobě PSA testů. PSA (prostatický specifický antigen) je považován za nejvýznamnější nádorový marker karcinomu prostaty. Zvýšená hladina PSA však hned neznamená, že pacient má karcinom prostaty. Jeho hladina se totiž zvyšuje při všech patologických procesech probíhajících v prostatě.

Magnetická rezonance je v diagnostice karcinomu prostaty stále využívanější metodou. Magnetická rezonance se vyznačuje vysokou tkáňovou rozlišovací schopností, a proto je vhodnou volbou pro zobrazení prostaty. V dnešní době je považována za nej přesnější zobrazovací metodu, která detailně prostatu zobrazí. Je využívána k diagnostice, stagingu i sledování efektu léčby karcinomu prostaty.

TEORETICKÁ ČÁST

1 PROSTATA A JEJÍ FUNKCE

Prostata je součástí pohlavního ústrojí muže. Mužské pohlavní orgány rozdělujeme na vnější a vnitřní. Mezi vnější pohlavní orgány řadíme penis a šourek. Prostata spolu s varlaty, nadvarlaty, chámovodem a semennými vajíčky patří mezi pohlavní orgány vnitřní. (1)

1.1 Anatomie prostaty

Prostata (předstojná žláza) je přídatná pohlavní žláza u mužského pohlaví. Nachází se v malé pánvi kolem začátku močové trubice, těsně pod močovým měchýřem. Za normálních podmínek váží kolem 20-40 gramů. Díky umístění má prostata na močový měchýř velký vliv. Pokud se prostata zvětší, vzniknou poruchy funkce močového měchýře. (1) (2)

Prostata má tvar komolého, předozadně oploštěného kužele, jehož široká báze se opírá o močový měchýř. Pro lepší představivost se prostata tvarem a velikostí přirovnává k vlašskému ořechu. (2) (3)

Prostatu rozdělujeme na tři základní části. Těsně k močovému měchýři přiléhá basis prostatae (báze prostaty). Báze je horní široká část prostaty. Dopředu a dolů míří apex prostatae (hrot prostaty), který dosahuje k diaphragma urogenitale. Od báze k apexu probíhá prostatou močová trubice. Část prostaty s močovou trubicí nazýváme pars prostatica urethrae. Dál pokračuje urethra samostatně. (3) (4)

Vnitřek prostaty rozděluje urethra na dvě části. Preurethrální část je přední, menší a obsahuje slizniční kanálky. Tvoří zhruba 5 % prostaty. Zadní a větší část prostaty je retrourethrální část. (3)

Dále se na prostatě popisuje přední, zadní a laterální plocha. Facies anterior (přední plocha) je obrácena k symfýze. Fixaci se symfýzou zajišťují ligamenta puboprostatica a musculus puboprostaticus. Facies posterior (zadní plocha) je obrácena k rektu a lze ji per rectum nahmatat. Facies inferolateralis dextra et sinistra (laterální plochy) jsou šikmé, oblé plochy, které jsou obrácené zevně a kaudálně k musculus levator. K fascii svalu jsou připojeny vazivem. Mezi rectem a prostatou se nachází septum rectovesicale, což je vazivová ploténka o tloušťce 2 mm, kam jsou také zavzaty glandulae vesiculosae. (3)

Prostata je rozdělena na pět laloků. Každý lalok má svůj vývod, který samostatně ústí do močové trubice. Laloky rozlišujeme dle jejich umístění vzhledem k močové trubici. Na postranních úsecích prostaty se nachází lobus dexter et lobus sinister. Dále je zde malý nepárový přední lalok, lobus anterior. Střední lalok, isthmus prostatae, se nachází před močovou trubicí. Neobsahuje žlázy a je složen pouze z vaziva a svaloviny. Za urethrou, mezi průběhem obou ductus ejaculatorii, se nachází hluboce zanořený lalok, lobus medius. (3)

Povrch prostaty tvoří capsula prostatica, což je vazivový obal tvořen dvěma vrstvami. Vnitřní vrstva zvaná capsula propria je pevně srostlá s vazivem a s hladkou svalovinou prostaty. Zvenku na ni přiléhá žilní pletěň, plexus venosus prostaticus. Zvenčí obaluje prostatu a plexus prostaticus hustá vazivová vrstva, capsula periprostatica, která poutá prostatu k okolí. (3)

1.2 Vnitřní stavba prostaty

Prostatu tvoří hladká svalovina, vazivové stroma a 30–50 tuboalveolárních žláz. Tuboalveolární žlázy ústí do distálního segmentu prostatické části urethry pomocí 15-30 ductuli prostatici. Funkcí žláz je tvorba prostatického sekretu, který se při ejakulaci vypuzuje do urethry a tvoří 30 % objemu ejakulátu. Vnitřek žláz je vystlán jednořadým až víceřadým epitelem. Víceřadý epitel se skládá z bazálních a hlavních buněk, které mohou být kubické nebo cylindrické. Typ epitelu je závislý na sekreční aktivitě. Ve výstelce epitelu se mimo jiné vyskytují i endokrinní buňky. Stav epitelu je ovlivňován hormony a věkem. Průsvity žlázek mají různou šířku a jsou členěny malými řasami. V průsvitu žlázek se také mohou objevit prostatické konkrementy, což jsou koncentrické útvary vznikající ze složek sekretu a z odloupaných epitelových buněk. Jednotlivé žlázy jsou obklopeny vazivovým stromatem a hladkou svalovinou. Hlavní úlohou hladkých svalových buněk je vypuzení sekretu do močové trubice. Podle typu žláz, jejich polohy a klinických hledisek, členíme prostatu do několika zón. Dnes se nejčastěji používá členění dle McNeala. (viz příloha 3) (4) (5)

Největší část prostaty zaujímá *periferní zóna*, která tvoří přibližně 70 % hmotnosti žlázy. Nachází se v dolní, zadní a boční oblasti žlázy. Asi 25 % hmotnosti prostaty tvoří *centrální zóna* obsahující průchody ductus ejaculatorii a utriculus prostaticus. Jedná se o horní, klínovitou oblast prostaty. V proximální části urethry se nachází *periurethrální zóna*, což je úzký pruh urethrálních žláz v hladké svalovině těsně kolem močové trubice. V této zóně dochází ve vyšším věku k uzlovitému zbytnění tkáně, což způsobuje benigní

hyperplazii prostaty. Mezi periferní a periurethrální zónou se nachází *přechodná zóna*. Jedná se o dvě oblasti, které jsou po stranách proximální části urethry. Poslední zónou je *přední nežláznatá zóna*, která je tvořena fibromuskulárním stromatem. Každá ze zón je rozdílná. V každé zóně jsou žlázy jiného tvaru, které mají různou náchylnost k chorobám. (3) (6)

1.3 Funkce prostaty

Prostatické žlázy vylučují sekret, který tvoří 15-30 % objemu ejakulátu. Sekret z prostaty je tekutý a bezbarvý s kyselou reakcí (pH 6,4). V sekretu je obsažen zinek, který ovlivňuje metabolismus testosteronu v prostatě. Zinek se také v komplexu přikládá na buněčnou membránu spermií. Kromě zinku se v sekretu nachází kyselina citronová, prostaglandiny, polyaminy- spermin a spermidin, imunoglobuliny, kyselá fosfatáza a proteáza. Ve formě citrátů má kyselina citronová funkci pufru, který napomáhá udržovat pH daného prostředí. Prostaglandiny přispívají ke stimulaci dělohy, a zároveň tak podporují transport spermií. Na spermie má vliv také spermin, který ovlivňuje jejich motilitu a tudíž i schopnost oplození vajíčka. Řídnutí ejakulátu způsobuje proteáza. Prostata je velice sensitivní na hormony. Vliv na prostatu má 5- alfa- reduktáza, který ve stromatu prostaty přeměňuje testosteron v účinnější dihydrotestosteron. Dihydrotestosteron udržuje prostatu v činnosti a zajišťuje její růst v období dospívání. Se zvyšujícím věkem však prostata ztrácí schopnost dihydrotestosteron odbourávat, ten ve stromatu přibývá a dochází k růstu žlázek. Vzniká hyperplasie žláz, která omezuje vyprazdňování měchýře. (7) (5) (6)

V diagnostice mají velký význam dvě látky, které jsou v sekretu obsaženy. Těmi je prostatická frakce kyselé fosfatázy a prostatický specifický antigen (PSA), který působí jako proteáza. U karcinomu prostaty dochází k zvýšení hladiny těchto dvou látek v krvi. Hlavní funkcí PSA je zkapalnění koagulovaného semene štěpením semenogelinu. Spermie se tak zbaví koagula a získá svou typickou pohyblivost. (5)

2 ONEMOCNĚNÍ PROSTATY

Důležitou roli pro vznik onemocnění prostaty hraje věk. Mezi narozením a pubertou prochází prostata prvním stadiem vývoje. V tomto stadiu je označována za klidový orgán, protože neplní žádnou funkci a nemoci se u ní vyskytují zřídka. Prostata je tzv. „němá“. V mladém věku způsobují problémy pouze vrozené vady prostaty, které vznikají v důsledku poruchy vývoje embrya. Mezi nejčastější vrozené vady patří rozštěpy měchýře a močové trubice. (8)

Z prostaty se stává plnohodnotný orgán až v pubertě, tedy po dosažení 14. roku života. V tomto stadiu vývoje se u ní mohou objevit potíže, které se však do 20. roku života vyskytují zřídka. Mezi 20. a 40. rokem života se u prostaty objevují akutní či chronické záněty. Zásadní problémy s prostatou však řeší muži až ve vyšším věku, nejčastěji mezi 50. až 60. rokem života. V tomto období se objevují první problémy např. ve formě zvětšení prostaty. (8)

2.1 Benigní hyperplazie prostaty

Benigní hyperplazie prostaty (BPH) je nezhoubný růst prostaty vyskytující se u mužů ve vyšším věku. S BPH se však muži mohou setkat již ve věku 40 let, kdy se objevují první příznaky. Jedná se o nejčastější benigní onemocnění mužů. Výskyt BPH v populaci je zjišťován při autopsiích. Z nich vyplývá, že BPH postihuje 10 % 30letých pacientů a 20 % 40letých pacientů. Ve věkové skupině pacientů nad 60 let je 50-60% výskyt BPH. Nejvíce jsou postiženi pacienti věkové skupiny 70-80 let, u kterých je 80-90% výskyt BPH. Je tedy zřejmé, že s narůstajícím věkem narůstá i procento histologicky prokazatelné BPH. Hlavními faktory vzniku BPH je tedy stárnutí a především rodinná predispozice. (9) (10)

Ke vzniku benigní hyperplazie prostaty dochází v důsledku zvětšení laloků předstojné žlázy. Vrstva tkáně, která prostatu obklopuje, tomuto zvětšování brání, což způsobí utlačení prostatické části močové trubice a to následně vede ke zhoršenému odtoku moči. Stěna močového měchýře zesílí a k jeho stahům dochází i tehdy, pokud obsahuje malé množství moči. Pacient vyhledává lékaře ve chvíli, kdy se u něj začnou vyskytovat nepříjemné klinické projevy, jako je častější nucení na močení. (1) (11)

Příčina vzniku tohoto onemocnění není známá. Předpokládá se však, že vzniká kombinací hormonálních vlivů spolu s aktivitou kmenových buněk prostaty a patologií apoptózy. (10)

Nejčastějším klinickým projevem jsou symptomy dolních cest močových (LUTS – Lower Urinary Tract Symptoms). Přítomnost LUTS hned neznamena, že pacient trpí BPH. Dalšími příčinami LUTS mohou být obstrukce dolních cest močových, prostatitida či karcinom prostaty. Symptomy dolních cest močových rozdělujeme na obstrukční a iritační. Pacient s obstrukčními symptomy má opožděný nástup močení, přerušovaný a slabý proud moče. Celková doba močení se tedy prodlužuje. Mnohem nepříjemnější jsou pro pacienta iritační symptomy. Patří sem urgentní inkontinence, bolestivé a časté močení nebo noční močení. (9)

K diagnostice benigní hyperplazie prostaty je potřeba pečlivě odebrat anamnézu. Při odběru anamnézy se zaměřujeme především na onemocnění genitourinálního systému. Dále se provede digitální vyšetření per rectum (DRE – Digital Rectal Examination), kterým dokážeme určit velikost žlázy, její symetričnost a povrch. Pro správnou diagnostiku je důležité vyšetření moči a provedení testu na přítomnost PSA (prostatického specifického antigenu). Zvýšení hladiny PSA způsobuje zvětšení prostaty, zánět či karcinom. (9)

2.2 Prostatitida

Prostatitida neboli zánět prostaty je třetím nejčastějším onemocněním urogenitálního traktu mužů. Pro celý soubor onemocnění dnes používáme označení prostatický syndrom, neboť se jedná o několik onemocnění, která se navzájem překrývají klinickými projevy a způsobem léčby. Na rozdíl od BPH a karcinomu prostaty není onemocnění typické pouze pro starší muže, ale můžou se s ním potýkat muži všech věkových skupin. Jedná se o nejčastější urologický problém mužů mladších 50 let. Dle délky trvání příznaků dělíme prostatitidu na akutní a chronickou. U chronické prostatitidy přetrvávají symptomy alespoň 3 měsíce. Součástí syndromu mohou být i onemocnění, která nesouvisí přímo s prostatou, ale jsou součástí syndromu pánevní bolesti. Klasifikace prostatitidy je velice náročná. Ne vždy se totiž například bakteriální záněty musí týkat pouze prostaty, ale postihují také dolní cesty močové či jiné mužské pohlavní orgány (nadvarlata, semenné vajíčky). V praxi často dochází k postižení několika orgánů, která se projevují v různém časovém sledu a jiné intenzitě. Proto je velice těžké oddělit postižení prostaty od ostatních struktur. Nej-

novější klasifikaci prostatitid je klasifikace dle NIDDK/NIH (National Institute of Diabetes, Digestive and Kidney Diseases/National Institutes of Health). (12) (13) (14) (15)

Klasifikace prostatitid dle NIH umožňuje lékařům přesnější diagnostiku a účinnější léčbu. Prostatitidu klasifikujeme na základě potíží pacienta a z průkazu známek zánětu (leukocytů) a infekce (etiologického agens), která se nachází v sekretu vylučovaném žlázou. Dle NIH klasifikace rozdělujeme prostatitidu do čtyř kategorií: akutní bakteriální prostatitida, chronická bakteriální prostatitida, syndrom chronické pánevní bolesti, asymptomatická prostatitida. (12) (14)

2.2.1 Akutní bakteriální prostatitida

První z kategorií NIH klasifikace je akutní bakteriální prostatitida (ABP). Diagnóza ABP je stanovena na základě klinického obrazu a fyzikálního vyšetření pacienta. Pro ABP je charakteristický nález bakterií a leukocytů v moči i v prostatickém exprimátu. Pro zpřesnění diagnózy můžeme vyšetření doplnit ultrasonografií močového měchýře a ledvin. (12) (16) (17)

ABP je náhlé a vážné horečnaté onemocnění, které se projevuje bolestí v suprapubické oblasti, perineální oblasti a v oblasti konečníku. Dále se vyskytují dysurické potíže. U pacienta se mohou vyskytovat iritační mikční potíže, jako je polakisurie (opakované vymočení malého množství moči v krátkých časových intervalech) nebo urgencye (únik moči). Obstrukční mikční potíže se vyznačují bolestivou mikcí a zeslabením proudu moči, které může při edému a spasmu přejít v močovou retenci (nechtěné zadržování moči). Mezi celkové příznaky, které toto onemocnění provází, patří horečka, zimnice, třesavka, únava, slabost a nauzea. U pacienta se také může vyskytovat schvácenost doprovázená tachykardií a tachypnoí. Eventuelně se může objevit hypotenze či septická reakce, při které je nutná okamžitá hospitalizace s komplexní terapií. (16) (12)

Při fyzikálním vyšetření zjišťujeme palpační bolest v oblasti podbříšku. Při vyšetření per rectum je prostata palpačně bolestivá, zvětšená, těstovitě prosáklá a má nepravidelný tvar. V některých případech se však vyšetření per rectum neprovádí vzhledem k výrazné bolestivosti prostaty. Vyšetření per rectum může mimo jiné způsobit další šíření infekce a následný vznik bakteriémie. (12) (16)

Vzácnou komplikací, která se může při ABP objevit je vznik abscesu. V takovém případě je lalok postižený abscesem zvětšený. Přítomnost abscesu se dá zjistit pomocí tran-

srektální ultrasonografie či při CT vyšetření malé pánve. Další komplikací může být přechod v chronickou bakteriální prostatitidu, což se stává v 5 % případů. Aby ABP nepřešla do chronického stadia, podáváme antibiotika po dobu 30 dnů. (16)

2.2.2 Chronická bakteriální prostatitida

S chronickou bakteriální prostatitidou (CBP) se často potýkají pacienti, v jejichž anamnéze se opakovaně vyskytují infekce močových cest. Nejčastější příčinou CBP jsou tedy recidivující infekce močových cest. Je zjištěno, že 25-40 % pacientů, kterým byla diagnostikována CBP, se v minulosti potýkali opakovaně s infekcí močových cest. Stejně jako při ABP, i CBP prokážeme laboratorním vyšetřením, při kterém se najdou leukocyty a bakterie v moči a v prostatických sekretech. Prostatitidu může prokázat i ultrasonografické vyšetření, avšak nedokáže rozlišit typ prostatitidy. (12)

Vzhledem ke své pomalé progresi a nespecifickým příznakům bývá diagnostika CBP obtížná. Stává se, že epizody akutní infekce střídají období, kdy jsou muži asymptomatictí. Většinou si však pacienti stěžují na iritační mikční potíže a bolesti v perianogitální oblasti. (12) (16) (13)

Léčba CBP spočívá v perorálním podávání antibiotik po dobu 4-6 týdnů. Ještě než nasadíme léčbu antibiotiky, je nutné odebrat moč a sekret z prostaty na kultivační vyšetření. Pokud se prokáže přítomnost leukocytů, je zahájena léčba. Po dvou týdnech hodnotíme účinnost léčby. (16)

2.2.3 Syndrom chronické pánevní bolesti

Tento typ prostatitidy se obvykle vyskytuje u mužů, kteří trpí bolestí při ejakulaci nebo dyskomfortem v oblasti perinea, varlat, penisu a třísle. Objevit se můžou také mikční potíže, sexuální dysfunkce a potíže při defekaci. Příznaky jsou často nespecifické, nejasné a časem ubývají na intenzitě, avšak syndrom chronické pánevní bolesti (CPPS) významně snižuje kvalitu života mužů. Etiologie CPPS není známa. V moči a v prostatickém extrimátu není totiž vždy prokázána přítomnost leukocytů a bakterií. V několika studiích se řešily psychologické faktory jako důležité predispoziční faktory pro vznik CPPS. U pacientů se můžou objevit příznaky CPPS poté, co byli vystaveni spouštěči v podobě traumatu, psychologické tísně nebo jiného stresoru. (12) (13)

Rozlišujeme dva typy syndromu chronické pánevní bolesti: zánětlivý typ a nezánětlivý typ. Pro zánětlivý typ CPPS je charakteristická přítomnost leukocytů ve spermatu ne-

bo v moči. Naopak při nezápětlivém typu CPPS se v moči ani ve spermatu leukocyty nevy-
skytují. (12)

Vzhledem k nejasné etiologii CPPS je léčba tohoto onemocnění obtížná, náročná
a dlouhodobá. Provádíme spíše symptomatickou terapii, při které potíže pouze zmírníme,
avšak zcela neodstraníme. Ke zmírnění symptomů u zápětlivého typu CPPS pomáhá léčba
fluorochinolony. Prokázán byl také přínos léčby alfa-blokátory. Kombinací fluorochinolo-
nů spolu s alfa-blokátory dochází k výraznému zmírnění symptomů. Mezi další možnosti
léčby řadíme masáže prostaty, rehabilitace pánevního dna, pravidelný pohyb a omezení
alkoholu a kořeněných jídel. (13) (16)

2.2.4 Asymptomatická (histologická) prostatitida

Asymptomatická prostatitida (AP) je charakterizována přítomností bílých krvinek
v prostatickém exprimátu a přítomností zápětu ve žláze s absencí jakýchkoli příznaků
a symptomů u pacienta. Jedná se o poměrně neobvyklý typ prostatitidy, jehož nález bývá
náhodný. Hlavním znakem je přítomnost bílých krvinek v prostatickém exprimátu a zvýše-
ná hladina PSA.

Vzhledem k absenci příznaků je léčba obvykle zbytečná. Někteří lékaři i tak na léč-
bu předepisují antibiotika. (13)

2.3 Karcinom prostaty

Karcinom prostaty je v současné době hned po nádorech kůže nejčastějším malig-
ním onemocněním u mužů. Karcinom prostaty nejčastěji vzniká multifokálně v periferní
oblasti prostaty a to zejména dorzolaterálně. V této oblasti se nachází přibližně 85 % všech
případů karcinomu prostaty. (18) (19)

Pro to, aby došlo k růstu prostatické tkáně, je nutná stimulace testosteronem a di-
hydrotestosteronem. Tyto hormony jsou také zodpovědné za vznik buněk CaP (karcinomu
prostaty). Pro karcinom prostaty platí, že je tvořen nahloučenými malými žlázkami, které
jsou téměř uniformní. Je tedy nutné věnovat větší pozornost žlázkám, které se výrazně liší
od okolní tkáně. Až 95 % karcinomů prostaty vzniká z buněk acinů. Zbytek karcinomů
prostaty nejčastěji vzniká z buněk duktů. (20)

Z epidemiologických dat je patrné, že incidence karcinomu prostaty v České repub-
lice se v posledním desetiletí neustále zvyšovala. I přes zvyšující se incidenci, mortalita
zůstává téměř nezměněna a k jejímu nárůstu nedochází. (viz příloha 1) Protože se délka

lidského života neustále prodlužuje, můžeme očekávat, že incidence karcinomu prostaty bude mít rostoucí tendenci i nadále.

2.3.1 Druhy karcinomů prostaty

Více jak 95% karcinomů prostaty tvoří z histologického hlediska adenokarcinomy. Nejčastější formou je *acinární adenokarcinom*. Ten se vyznačuje tím, že je přítomna pouze jedna vrstva buněk a chybí buňky bazální. V některých případech mohou být nádorové buňky téměř uniformní, což nám znemožňuje rozpoznat benigní žlázy od nádorových buněk. (19)

Agresivnější variantou adenokarcinomu prostaty je *duktální (endometroidní) karcinom*. Duktální typ karcinomu se u pacientů vyskytuje zřídka, tvoří zhruba 0,5 % adenokarcinomů prostaty. Většinou se vyskytuje ve smíšené formě s acinárním karcinomem. Tento typ karcinomu se nachází v oblasti prostatické části urethry nebo ve velkých periuretrálních prostatických vývodech. Na rozdíl od acinárního karcinomu duktální karcinom produkuje malé množství PSA. (21) (22)

Vzácným druhem karcinomu prostaty je *mucinózní adenokarcinom*. Tato varianta karcinomu tvoří zhruba 0,4 % všech adenokarcinomů prostaty. O mucinózní adenokarcinom se jedná tehdy, když 25 % objemu nádoru sestává pouze z extracelulárně uložených hlenových hmot. Mucinózní typ karcinomu je tvořen hlenem, kde jsou rozptýlené nádorové buňky. Součástí nádoru mohou být i zachované žlázy struktury. (22)

Sarkomatoidní karcinom je vzácnou formou karcinomu, který má špatnou prognózu. Medián přežití je 12 měsíců. Může vznikat buď jako primární tumor prostaty, nebo se vyvine z adenokarcinomu po radioterapii. Jedná se o vřetenobuněčný nádor. (21)

Dalším vzácným druhem je *lymfoepiteliální karcinom*, jehož solidní epiteliální ložiska a okolí jsou prostoupena lymfocyty. (22)

Další karcinomy prostaty, které se vyskytují vzácně, jsou: neuroendokrinní karcinom (malobuněčný karcinom), basocelulární adenokarcinom, intraduktální karcinom a adenoskvamózní karcinom. (23)

2.3.2 Diagnostika karcinomu prostaty

Doposud neznáme účinnou prevenci proti karcinomu prostaty a neumíme tak zabránit jeho vzniku. Proto je důležité diagnostikovat onemocnění v raném stadiu, kdy je karcinom ohraničen pouze na prostatickou žlázu a onemocnění lze vyléčit. Karcinom pro-

stavy lze včas detekovat pomocí testu PSA (prostatický specifický antigen), vyšetření per rectum a USG vyšetření. Na základě těchto vyšetření může být pacientovi doporučena biopsie prostaty. (24)

2.3.3 PSA (prostatický specifický antigen)

PSA je enzym (glykoprotein), který je produkován prostatickými epiteliálními buňkami. Je považován za nejlepší marker tumoru dnešní onkologie, i přesto, že není specifický pouze pro karcinom prostaty, ale pro celou prostatickou žlázu. PSA je vylučován do semenné tekutiny, kde slouží ke zkapalnění ejakulátu. Detekovat lze však jenom malá část PSA, která se přes narušenou architekturu prostatické žlázy dostane do stromatu a poté do séra. Hladina PSA se zvyšuje při různých onemocněních prostaty, jako je BPH, prostatitida a hlavně při karcinomu prostaty. (25) (26)

PSA se nachází v séru ve dvou formách. Může být ve formě volné (volné PSA), či ve formě vázané s alfa-1-antichymotrypsinem (ACT) nebo s alfa-2 makroglobulinem (MG). PSA v séru nejčastěji koluje ve vázané formě. Enzym PSA vázaný na ACT tvoří laboratorně detekovatelné PSA (cca 90 % stanovitelného PSA). Naopak komplex PSA s MG je laboratorně nedetekovatelný. Zbýlých 10% stanovitelného PSA tvoří volný PSA (fPSA). (21) (25)

Nejčastěji je PSA test využíván ke screeningu adenokarcinomu prostaty a při monitorování úspěchu léčby. PSA je specifickým enzymem pro celou prostatickou žlázu a ne pouze pro karcinom. Zvýšená hladina tedy nemusí ihned znamenat přítomnost karcinomu, ale může ji vyvolávat jiné onemocnění (BPH, prostatitida). Proto nastává problém při hodnocení hladiny PSA. Normální hladina PSA se pohybuje v rozmezí 0-4 $\mu\text{g/l}$. Někdy se však stává, že pacient s karcinomem prostaty má hladinu PSA v normálních hodnotách a naopak pacient bez karcinomu má hladinu PSA vyšší. Největším problémem je definovat hranici, nad kterou se hodnota enzymu PSA považuje již za zvýšenou. Mezinárodně byla hranice nastavena na hodnotu 4 $\mu\text{g/l}$. Avšak 20 % pacientů s karcinomem má hladinu PSA nižší než 4 ng/ml . Druhým problémem je tzv. diagnostická šedá zóna. Jedná se o nízkou specifitu PSA při hodnotách 4-10 $\mu\text{g/l}$. V těchto hodnotách se karcinom vyskytuje pouze u 25 % pacientů. (21) (27) (28)

2.3.4 Biopsie prostaty

Pokud hladina PSA a fyzikální vyšetření poukazují na přítomnost karcinomu, je pacient odeslán na biopsii prostaty. V dnešní době se provádí ultrasonograficky kontrolovaná biopsie. (21)

Biopsie prostaty je invazivní zákrok, který se provádí za účelem odebrání malých vzorků prostatické tkáně, které jsou poté odeslány na histologické vyšetření. Transrektální sonda je zavedena konečníkem do análního otvoru, což nám přesně zobrazí prostatu, semenné váčky, bází močového měchýře a konečník. Hlavní výhodou TRUS (transrektální ultrasonografie) je přesně cílené odebrání biopsických vzorků, které odebíráme pomocí tenké jehly. Většinou se odebírá 10-12 vzorků. (29)

2.3.5 Gleasonovo skóre

Odebrané vzorky prostatické tkáně se při histologickém vyšetření hodnotí pomocí Gleasonova skóre. Gleasonovo skóre slouží k určování stupně histologické diferenciaci karcinomu. Gleasonův gradingový systém popisuje architekturu, vzhled a velikost nádorových žlázek. Podle stupně diferenciaci jsou karcinomy následně klasifikovány do pěti stupňů od G1 (nejlépe diferencované) až po G5 (nejnižší stupeň diferenciaci). (viz příloha 4) Karcinom prostaty obsahuje většinou dva typy různě diferencovaných okrsků buněk. Na první místo se uvede stupeň nejvíce zastoupeného typu buněk a na druhém místě bude uveden stupeň druhého zastoupeného typu. Součtem těchto dvou stupňů získáme Gleasonovo skóre. Za příznivé skóre se označuje skóre v rozmezí 2-4 (dobře diferencovaný karcinom), střední riziko 5-7 (středně diferencovaný karcinom) a vysoké riziko 8-10 (špatně diferencovaný karcinom). (30)

2.3.6 Příznaky

V časném stadiu karcinomu prostaty nemusí být přítomny žádné příznaky nebo se vyskytují stejné příznaky jako při BPH či prostatitidě. Společným a nejčastějším symptomem těchto onemocnění je častější a obtížnější močení, které může doprovázet palčivá bolest. Tok moči je slabý či přerušovaný. Dalšími příznaky karcinomu prostaty jsou problémy s erekcí, bolestivá ejakulace nebo přítomnost krve v moči nebo spermatu. Některé pacienty mohou trápit revmatické obtíže (bolest v kříži, bolest kyčlí). (8)

2.3.7 Rizikové faktory

Vznik karcinomu prostaty je spontánní a dodnes neznáme jasný rizikový faktor. Existují však různé faktory, které se na jeho vzniku podílí. Mezi nejvýznamnější rizikové faktory řadíme věk, dědičnost a rasovou příslušnost. (18)

Hlavním rizikovým faktorem, který ovlivňuje incidenci karcinomu prostaty, je věk. Výskyt karcinomu prostaty roste s věkem rychleji, než jakýkoli jiný karcinom. Z grafu můžeme vidět, že na začátku 6. dekády věku byla incidence karcinomu prostaty v roce 2018 v České republice 84,78/100 000 mužů, na začátku 7. dekády 380,54/100 000 a na počátku 8. dekády věku vzrostla incidence již na 762,6/100 000 mužů. (viz příloha 2)

Dalším rizikovým faktorem je rasová příslušnost. Vyšší incidence karcinomu prostaty je popisována u Afroameričanů. U mužů japonské a hispánské příslušnosti je naopak incidence nižší. Nejvyšší hodnoty incidence karcinomu prostaty v Evropě jsou ve Francii, Švédsku a Belgii. (18)

Důležitou roli ve vzniku karcinomu prostaty hraje také genetická zátěž muže. Přibližně 10 % případů vzniká na dědičném podkladě. Pokud se v anamnéze mužských členů jedné rodiny vyskytuje karcinom prostaty, mluvíme o tzv. familiárním karcinomu prostaty. U muže, jehož otec či bratr byl nemocí postižen, má riziko vzniku karcinomu prostaty dvojnásobné. Pokud onemocní více jak dva přímí příbuzní, riziko vzrůstá 5-11krát. Pokud jsou karcinomem prostaty postižení 3 a více příbuzných nebo 2 příbuzní před dosažením 55. roku života, označujeme karcinom za hereditární. Většina karcinomů prostaty je však sporadických (85 %), které jsou diagnostikovány u mužů s negativní rodinnou anamnézou.

Mezi další rizikové faktory patří obezita, nedostatek pohybu, vysoká konzumace tuků, nedostatečný přísun vitamínů a kouření. (31)

3 RADIODIAGNOSTICKÉ MOŽNOSTI ZOBRAZENÍ PROSTATY

Mezi základní vyšetření prostaty patří tzv. vyšetření per rectum. Při tomto vyšetření zavádí urolog svůj ukazovák do konečníku pacienta. Protože se prostata nachází blízko konečníku, lze ji lehce nahmatat. Zkušený lékař je tímto způsobem schopen zhodnotit tvar, velikost i tvrdost prostaty a může objevit různé patologie prostaty. Při vyšetření per rectum se může odhalit hyperplazie, prostatitida i karcinom prostaty. U hyperplazie nahmatá urolog zvětšenou, hladkou a elastickou prostatu. U prostatitidy je prostata na hmat měkká a bolestivá. Naopak u karcinomu prostaty je prostata tuhá, asymetrická a nelze u ní nahmatat střední rýha. Najde-li vyšetřující lékař některý z těchto patologických nálezů, který neodpovídá normálnímu nálezu, je pacient odeslán na další speciální vyšetření, která slouží k zpřesnění diagnózy. (8) (32)

3.1 Ultrasonografie

Ultrasonografie (USG) je diagnostická zobrazovací metoda, která pracuje s ultrazvukem. Pro absenci rentgenového záření se jedná o oblíbenou metodu, kterou lze kdykoli opakovat. K ultrasonografickému vyšetření se používají piezoelektrické sondy o frekvencích 2-18 MHz. Vznik USG obrazu je založen na registraci odražených ultrazvukových vln od impedančního rozhraní, tedy od místa nacházejícího se na rozhraní dvou rozdílných prostředí. Mezi sondou a povrchem těla je za normálních podmínek vzduchová vrstva, která zhoršuje průchod vlnění do kůže. Proto je nutné sondu důkladně potříit gelem, abychom se vzduchové vrstvy zbavili. Vyšetřované orgány hodnotíme podle stupně jejich echogenity na USG obrazu. Struktury s tekutinou jsou hypoechogenní až anechogenní. Hypoechogenní místa jsou oblasti s malými intenzitami odrazů a na obraze se zobrazují šedě. Z anechogenních oblastí nepřicházejí žádné odrazy a zobrazují se černě. USG hraje důležitou roli při vyšetření močového měchýře, ledvin a prostaty. Na příčném řezu se prostata zobrazuje jako hypoechogenní struktura oválného tvaru. V periferní zóně je echogenita o něco vyšší. Vyšetření prostaty můžeme provádět transabdominálně nebo transrektálně. (32)

3.1.1 Transrektální ultrasonografie

Transrektální ultrasonografie (TRUS) je v dnešní době velmi využívaná metoda sloužící k vyšetření prostaty a především k diagnostice karcinomu prostaty. Nejenže doká-

že posoudit tvar a velikost prostaty, ale umožňuje i biopsii- odběr vzorku tkáně k histologickému vyšetření. (32)

Při TRUS se využívají vysokofrekvenční sondy, které zobrazí prostatu v několika rovinách. Dále se používá automatické zařízení k odběru tkáně. Sonda spolu s automatickým zařízením umožňuje bezproblémové opakování biopsie. USG v tomto vyšetření slouží k zaměření biotické jehly do míst prostaty, ze kterých chceme odebírat vzorky tkáně. Při TRUS neodebíráme vzorky pouze z ložisek, která jsou hmatná per rectum, ale i z míst, kde jsou ložiskové změny viditelné pouze ultrazvukem. Děláme tak systematický odběr z celé prostaty, při kterém je záchyt karcinomu prostaty vyšší.

3.2 Nativní nefrogram

Nativní nefrogram je vyšetření, které se provádí na skiagrafickém rentgenovém přístroji. Princip vyšetření je založen na schopnosti rentgenového záření pronikat lidským tělem, jehož tkáně rentgenové záření v různé míře absorbují. Zdrojem záření je rentgenka, což je evakuovaná skleněná trubice obsahující žhavenou katodu a wolframovou anodu. Na elektrody je přiváděno vysoké napětí. Vysoká teplota způsobuje termoemisi elektronů a vysoké napětí urychluje dopad elektronů na anodu. Zde elektrony ztrácí kinetickou energii, která se přemění z 0,1 % v energii fotonů rentgenového záření a z 99,9 % vzniká teplo. Anoda je chlazená vodou a rotuje, aby nedošlo k jejímu přehřátí. Fotony rentgenového záření vychází výstupním okénkem v krytu rentgenky. Výsledný obraz je zachycován na rentgenový film nebo detekční systém přístroje. (33)

Nativní nefrogram se provádí v AP (předozadní) projekci vleže na zádech v rozsahu od horního okraje ledvin až ke stydké sponě. Při tomto vyšetření je zhotoven prostý rentgenový snímek, na kterém jsou zobrazeny ledviny a vývodné cesty močové. (32)

Nativní nefrogram slouží především k posouzení velikosti, tvaru a uložení ledvin. Většinou platí, že pravá ledvina je uložena kaudálněji než levá ledvina. Větší stíny ledvin mohou být důsledkem oboustranné hydronefrózy nebo mohou poukazovat na polycystické onemocnění ledvin. Naopak malé stíny ledvin mohou poukazovat na svažštělé ledviny při pyelonefritidě. Dále lze na snímku zobrazit urolitiázu, která je rtg kontrastní. Nativní nefrogram však odhalí pouze 50-75 % kalcifikací v horních cestách močových. Kalcifikace v ledvině provází buď karcinom, nebo houbovitou ledvinu. U mužů se většinou jedná o prostatolitiázu v oblasti stydké spony, ojediněle se vyskytují kalcifikace v semenných cestách. (32) (34) (35)

Dále lze vidět jaterní stín či kontury psoatických svalů, které bývají při výskytu patologie zastřené. Při diagnostice karcinomu prostaty se zaměřujeme na změny na skeletu. Při karcinomu prostaty jsou typické osteoplastické metastázy nebo sklerotická depozita v karcinomu prostaty. (34)

3.3 IVU (intravenózní vylučovací urografie)

IVU (intravenózní vylučovací urografie) je rentgenové vyšetření ledvin a močových cest s intravenózním podáním jodové kontrastní látky. Z vyšetření získáme informace o sekreční činnosti ledvin a morfologii jejich dutého systému a vývodných cest močových. IVU provádí radiologický asistent vždy ve spolupráci s lékařem. (33)

Pacient by měl 48 hodin před vyšetřením dodržovat bezsezbytkovou dietu. Zhruba 2-3 hodiny před vyšetřením se doporučuje očistné klyzma. Radiologický asistent se také musí ujistit, zda se pacient těsně před vyšetřením vymočil. Vyšetření se provádí vleže a ještě než aplikujeme kontrastní látku, zhotovíme prostý snímek v AP (předozadní) projekci. Poté podáme KL i. v. a zhotovujeme snímky za 7, 14 a 21 minut od její aplikace. (36) (33)

IVU vyšetření dokáže zobrazit hypertrofii i karcinom prostaty. Hypertrofii prostaty můžeme při IVU nepřímo prokázat impresí na spodině močového měchýře. U karcinomu prostaty se při IVU utváří defekty v náplni spodiny močového měchýře, které většinou leží excentricky. (37)

K zobrazení prostaty můžeme využít i počítačovou tomografii (CT). CT však dokáže zobrazit pouze značně pokročilá stádia a pánevní lymfadenopatii. Vhodnou metodou pro zobrazení prostaty je především magnetická rezonance, o které podrobně pojednává kapitola 4 a 5.

4 MAGNETICKÁ REZONANCE

Magnetická rezonance se začala využívat k vyšetření prostaty od roku 1984. Zpočátku sloužila pouze k anatomickému zobrazení tkáně. Od té doby však prošla značným vývojem a tak vznikla multiparametrická MR, která dokáže zobrazit anatomii prostaty i její funkční a dynamické informace. (38)

4.1 Historie

Magnetická rezonance dnes patří mezi nenahraditelné zobrazovací metody využívané v lékařství. V medicíně se tato vyšetřovací metoda začala uplatňovat na konci 70. let. Zprvu se využívala pouze v analytické chemii (nukleární magnetická spektroskopie) a postupem času se stala rutinní zobrazovací metodou. (39)

Počátky magnetické rezonance sahají až do roku 1924, kdy W. Pauli objevil jaderný spin, a vznikla kvantová teorie. Jeho pokračovatelem se stal I. I. Rabi, jenž potvrdil jev nukleární magnetické rezonance a v roce 1938 zrekonstruoval první jednoduché NMR zařízení. Jeho přístroj v roce 1945 vylepšily nezávisle na sobě dvě skupiny vědců vedené F. Blochem a E. Purcellem. Tito vědci prováděli úspěšné pokusy s NMR u vzorků kapalin a pevných látek a jejich přístroj tak našel využití v chemické a fyzikální analýze. Za tento počin, o 6 let později, obdrželi Nobelovu cenu. K prvnímu využití NMR v medicíně dochází až v 70. letech 20. století. V roce 1971 R. Damadian dospěl ke zjištění, že se různé biologické tkáně chovají v NMR rozdílně. V roce 1977 získal R. Damadian patent na použití magnetické rezonance v medicíně a zrekonstruoval první celotělové MRI zařízení, přičemž publikoval první MR obraz lidského hrudníku. V roce 1987 vzniká MR angiografie zobrazující tok krve a v roce 1992 vzniká funkční magnetická rezonance. Na vývoji MR se podíleli i další vědci, kteří za své objevy získali Nobelovu cenu. Patří mezi ně Richard Ernst, který obdržel Nobelovu cenu v roce 1991 a Paul Lauterbur s Peterem Mansfieldem, kteří ji obdrželi v roce 2003. (39)

4.2 Teorie magnetické rezonance

Teorie magnetické rezonance je velice složitá, neboť spadá do oblasti kvantové fyziky. Pro zjednodušení se pojmy z kvantové fyziky převádí do klasické mechaniky. Nejdůležitějším a nejpoužívanějším pojmem je vektor. Vektor je fyzikální veličina, která určuje velikost, směr a počátek působení magnetického pole. (33)

Každé atomové jádro se skládá z protonů a neutronů. Kladně nabitě částice, protony, rotují kolem své dlouhé osy. Pohyb protonů kolem dlouhé osy se nazývá *spin*. Kolem pohybujícího se elektrického pole vzniká magnetické pole, které se nazývá magnetický moment. Atomová jádra, která obsahují lichý počet protonů, navenek vykazují magnetický moment. V magnetické rezonanci je nejvýznamnější vodík, který je obsažen až ve 2/3 lidské tkáně. Hojně je zastoupen především v tuku a ve vodě. Vodíkové jádro je tvořeno pouze jedním protonem. Jeho magnetický moment je dostatečně silný, a proto jej lze dobře změřit. V lidské tkáni se magnetické momenty navzájem ruší, protože osy protonů vodíku v těle se orientují nahodile. (viz příloha 5) Pokud ale protony umístíme do *statického magnetického pole*, které značíme B_0 , protony se uspořádají a jejich osy jsou rovnoběžné se siločárami B_0 . (viz příloha 6) Jednotka intenzity statického magnetického pole (B_0) se nazývá Tesla (T). Nejvíce se u přístrojů využívá intenzita 1,5T. Uplatňují se ale i přístroje o intenzitě magnetického pole 3,0T (7,0T). (33)

Kromě uspořádání protonů, statické magnetické pole způsobuje i tzv. *precesi*. Precese je rotační pohyb v transverzální rovině, po obvodu pomyslného kužele. Každý proton se otáčí po stejné dráze se stejnou rychlostí, přesto nerotují synchronně. To znamená, že každý proton se v jistém okamžiku nachází na jiném místě. (33)

Velikost magnetického momentu spinů je v porovnání s velikostí se siločárami B_0 extrémně malá. To lze však změnit tak, že se změní uspořádání protonů. Magnetický moment bude mít jiný směr než siločáry B_0 . Ke změně polohy protonu dojde tak, že zevnějšku dodáme protonu energii pomocí *vysokofrekvenčního elektromagnetického impulsu*. Takto dojde k *excitaci*. Proton získá větší energii a vychýlí se o 90° nebo 180° , dojde tedy k překlopení spinu. Tento fyzikální jev se nazývá *rezonance*. Poté, co vypneme radiofrekvenční impuls, nastává jev *relaxace*. Při relaxaci se proton vrátí do své původní polohy. Doba relaxace je delší než doba excitace. Proton při ději vydává energii ve formě elektromagnetického záření, které se pohlcuje v okolních tkáních. Elektromagnetická energie se pak převádí v cívce na povrchu těla na elektrickou energii, která se potom měří. *Echo* je příjem signálu magnetického momentu v relaxaci. (33)

Magnetizace v longitudinální rovině, která je při excitaci utlumena, se vrací postupně do normálu. Lze to popsat pomocí dvou relaxačních časů T_1 a T_2 . T_1 relaxační čas určuje nárůst podélné magnetizace na 63 % celkové původní hodnoty před vysláním radiofrekvenčního impulsu. T_2 relaxační čas je doba, kdy příčná magnetizace dosáhne 37 %

původní hodnoty. Dlouhý relaxační čas mají struktury s velkým obsahem vody. Krátký relaxační čas má naopak tuková tkáň, která obsahuje velké makromolekuly. (33)

V diagnostice MR je nutné lokalizovat polohu protonů v trojrozměrném prostoru. K tomu se využívají přídatná gradientní pole, která se vloží do hlavního statického magnetického pole ve třech na sobě kolmých rovinách x, y, z. Gradient Z určuje rovinu řezu. Gradient X je fáze precese a gradient Y je frekvence precese. Po zapnutí gradientních cívek lze docílit toho, že sílu B_0 změním tak, že v žádném místě v trojrozměrném prostoru nebude síla stejná. *Gradientní cívky* také určují rovinu řezu a šířku vrstvy. Síla gradientního magnetického pole je menší než B_0 a udává se v mT. Kvalita gradientů se určuje podle spádu síly a rychlosti (tzv. flue rate). Gradientní pole, které je silné má vysoký rozdíl mezi opačnými konci (př. 20 mT/m a 100mT/m). Rychlost působení gradientního pole ovlivňuje délku vyšetření. Větší síla umožní vyšší rozlišení a rychlejší registraci dat. (33)

4.3 PI-RADS (Prostate Imaging-Reporting and Data System)

PI-RADS (Prostate Imaging-Reporting and Data System) je skórovací systém, který se využívá k hodnocení a popisu multiparametrického vyšetření prostaty magnetickou rezonancí u pacientů s podezřením na karcinom prostaty. Jedná se o důležitý komunikační prostředek mezi onkology, urology, radiology a patology. (40) (41)

V roce 2019 byla publikována nová verze PI-RADS 2.1, kterou vypracovaly ACR (American College of Radiology), ESUR (European Society of Urogenital Radiology) a AdMeTech Foundation. Nová verze slouží ke zlepšení detekce, lokalizace, charakteristiky a rozdělení pacientů s podezřením na karcinom prostaty. (40)

Mezi hlavní cíle PI-RADS 2.1 patří zjednodušené a standardizované posouzení radiologického nálezu, stanovení minimálních akceptovatelných technických parametrů pro MR vyšetření prostaty, ulehčení cílené biopsie, stanovení jednoduché terminologie v obsahu radiologického nálezu, vytvoření kategorií podle úrovně podezření výskytu karcinomu prostaty či rizik s ním souvisejících. Tato kategorizace slouží pro selekci pacientů vhodných k biopsii, intervenci či observaci. Mezi další cíle patří sběr dat a monitoringu, vzdělávání radiologů v psaní nálezů a redukce variability v interpretaci obrazů a také zkvalitnění interdisciplinární komunikace s kliniky. Hlavním principem PI-RADS 2.1 je stanovit jednotlivé skóre pro každou modalitu a určit tak celkové skóre pro lézi. (42)

Nová verze PI-RADS 2.1 využívá pětibodovou škálu rizika přítomnosti karcinomu prostaty. Pětibodové skóre je založeno na pravděpodobnosti, že kombinace zjištěných změn při multiparametrickém vyšetření prostaty v T₂W (T2 vážené zobrazení), DWI (difuzně vážené zobrazení) a DCE (dynamické kontrastní zobrazení) souhlasí s přítomností klinicky významné nádorové léze v prostatické žláze. (42)

PI-RADS 2.1 kategorie:

- PIRADS₁- *velmi nízká* (přítomnost rizika klinicky signifikantního karcinomu je velmi nepravděpodobná)
- PIRADS₂- *nízká* (klinicky signifikantní karcinom je pravděpodobně nepřítomen)
- PIRADS₃- *střední* (přítomnost klinicky signifikantního karcinomu je nejednoznačná)
- PIRADS₄- *vysoká* (klinicky signifikantní karcinom je pravděpodobně přítomen)
- PIRADS₅- *velmi vysoká* (pravděpodobnost klinicky signifikantního karcinomu je vysoká)

Nová verze PI-RADS 2.1 nově zařadila hodnocení léze v centrální zóně a předním fibromuskulárním stromatu a došlo k revizi sektorových map. Nejnovější verze PI-RADS 2.1 zahrnuje celkem 41 sektorů- 38 oblastí prostaty a 2 oblasti pro semenné vajíčky a 1 segment pro membranózní část uretry. (viz příloha 8) (42) (41)

PI-RADS kategorie jsou založeny pouze na MR znacích, jiné faktory jako je hladina PSA, fyzikální nález či klinická historie nebereme v úvahu. Pro kategorie 4 a 5 se doporučuje biopsie, u kategorií 2 a 3 není biopsie vhodnou volbou. U kategorie PIRADS 3 se doporučuje zopakovat MR kontrola do 9-12 měsíců. (42)

5 ZOBRAZENÍ PROSTATY NA MR

Magnetická rezonance se vyznačuje vysokou tkáňovou rozlišovací schopností, a proto je vhodnou volbou pro zobrazení prostaty. Magnetická rezonance se využívá při diagnostice, stagingu a sledování efektu léčby karcinomu prostaty. (43)

5.1 Příprava pacienta

Pacientovi, který bude podstupovat MRI vyšetření je vypsána žádanka indikujícím lékařem. Na žádance musí být obsaženo jméno a příjmení pacienta, rodné číslo, zdravotní pojišťovna, požadovaná vyšetřovaná oblast a za jakým účelem danou oblast vyšetřujeme. Indikující lékař vypisuje také informace týkající se kontraindikací. Žádanku následně stvrdí svým podpisem, čímž nese plnou odpovědnost za správnost a pravdivost dané žádanky.

V den vyšetření se pacient dostaví na MR pracoviště. V čekárně mu radiologický asistent předá informovaný souhlas, který musí vyplnit a podepsat. (viz příloha 10) Tento formulář obsahuje dotazy týkající se kontraindikací k vyšetření. Po určité době je pacient zavolán do kabinky, kde předá radiologickému asistentovi vyplněný informovaný souhlas. Radiologický asistent pro jistotu zkontroluje ve formuláři kontraindikace k MR vyšetření a alergickou anamnézu. Pokud je vše v pořádku, personál poučí pacienta o průběhu vyšetření a vyzve ho, aby si odložil veškeré kovové předměty (šperky, hodinky, klíče, mince). Pacient si v kabině nechá také bankovní kartu, mobilní telefon, různé protetické pomůcky a naslouchátko. Pacient se svleče pouze do spodního prádla a oblékne si empír, který má připravený v kabině. Aby pacientovi nebyla zima, může si na sobě nechat ponožky.

Pacientovi je následně sestrou zavedena kanyla pro aplikaci kontrastní látky. Poté se pacienta ujímá radiologický asistent. Ten pacienta uloží na vyšetřovací stůl tak, že leží na zádech s rukama podél těla a hlava směřuje dovnitř gantry (tunelu). V případě klaustrofobie může pacient ležet i obráceně, na zádech nohama do tunelu. Potom přiloží na pacienta povrchovou cívku a centruje těsně nad symfýzu na oblast prostaty. Do ruky pacienta je vložen gumový balonek sloužící ke komunikaci s personálem. Pacient ho využívá pouze v případě nouze (nevolnost) k přivolání personálu. Nakonec jsou pacientovi nasazena sluchátka tlumící hluk, který vzniká během vyšetření. Délka vyšetření prostaty je zhruba 40-45 minut.

5.2 Multiparametrická magnetická rezonance (mpMR)

Pro diagnostiku ložisek karcinomu prostaty se v dnešní době nejčastěji používá multiparametrická magnetická rezonance s následnou fúzí, která zpřesní cílenou biopsii. Multiparametrická magnetická rezonance nám poskytne nejen anatomické informace v podobě T1 a T2 vážených obrazů, ale zajistí i funkční vyšetření prostřednictvím difúzně váženého zobrazení (DWI), dynamického kontrastního zobrazení (DCE) a eventuálně MRS (MR spektroskopie). Kombinací těchto metod získáme o prostatě morfologické, metabolické i molekulární informace. (44) (38)

Při T1-váženém zobrazení se na magnetické rezonanci nezobrazí zonální anatomie prostaty. Prostata, semenné včky a periprostatické žíly se při tomto zobrazení zobrazují hyposignálně a vypadají uniformně. Posterolaterální nervově cévní svazky jsou naopak hypersignální. Jejich zobrazení je důležité pro předoperační rozhodování v případě nervy šetřícího výkonu. V T1 vážených obrazech lze také dobře rozpoznat jednotlivé fasciální vrstvy, které prostatu obklopují. (44) (38)

T2-vážené zobrazení znázorňuje obsah vody v tkáni. Má vysoké rozlišení a dokáže přesně zobrazit zonální anatomii prostaty a semenných váčků. Periferní zóna a semenné včky jsou hypersignální. Naopak centrální a tranzitorní zóna jsou hyposignální. Nádorová ložiska jsou většinou hyposignální uvnitř hypersignální periferní zóny. Tvar karcinomu je kulatý či oválný. Intenzita signálu u karcinomu s vyšším Gleasonovým signálem je nižší. (44) (38)

DWI (difúzně vážené zobrazení) slouží k vyhodnocení difuze molekul vody ve zkoumané tkáni. Při DWI vyhodnocujeme tzv. b-value. Doporučovaná hodnota b-value je kolem 2000 s/m^2 . Abychom vyhodnotili difuzi molekul vody, musíme použít dvě odlišné b-value, z nichž se koeficient difuze vypočítá. Nejpoužívanějším koeficientem je ADC (apparent diffusion coefficient). Pokud zkombinujeme T2 obraz spolu s b-value, vznikne ADC mapa, která znázorňuje difuzi molekul vody ještě lépe. Normální prostatická tkáň se vyznačuje vyšším koeficientem difuze než tkáň karcinomu prostaty. Kombinace DWI a T2-vážených obrazů zvyšuje specificitu nálezu karcinomu prostaty. (44) (38)

DCE (dynamické kontrastní zobrazení) nastává po podání gadoliniové kontrastní látky (KL). Po podání KL se snímají rychlé sekvence v intervalech po 10 sekundách. Snímat začínáme 7 sekund před aplikací KL, aby byla zachycena i nativní fáze. Dále se skenuje během aplikace a po podání KL, kde se dynamicky sleduje sycení KL. Doba působení

KL ve sledované oblasti se pohybuje okolo 2 minut. DCE slouží k vyhodnocení kinetiky kontrastního syčení léze a dokáže tak identifikovat oblast hypervaskularizace. Tumor se vyznačuje rychlejším syčením kontrastem. (44)

MR spektroskopie využívá silné magnetické pole k vyhodnocení metabolické aktivity cholinu a citrátu. Díky této metodě lze identifikovat rozdíl v metabolismu prostatické tkáně při benigní hyperplazii prostaty, normální tkáně nebo karcinomu prostaty. V normální prostatické tkáni dochází k syntéze a vyznačuje se hromaděním citrátu. Pro karcinom prostaty je typické, že hladina citrátu klesá a zároveň dochází k elevaci cholinu. (38)

MR zobrazení spolu v kombinaci s MR spektroskopií se využívá k detekci tumorů v tranzitorní zóně prostaty. Toho se využívá převážně u pacientů, kteří jsou po opakovaných biopsiích, a jejich hodnota PSA roste. Kombinace těchto metod je tedy užitečná k vytipování podezřelých ložisek před cílenou biopsií. (38)

5.3 Vyšetřovací protokol

Ve FN Plzeň se k vyšetření prostaty používá magnetická rezonance s magnetickým polem 3 T. Vyšetřovací protokol se skládá ze zobrazení T2-váženými obrazy rychlého spinového echa (TSE T2) ve třech rovinách- transverzální, koronární, sagitální. Dále se skládá z T1-váženého obrazu v axiální rovině a difuzně váženého obrazu (DWI) v axiální rovině s výpočtem ADC map, které určují b-value. Dalším krokem je MR spektroskopie. Poté je podána kontrastní látka v dávce 0,2 mmol/kg. Po podání KL následuje dynamické zobrazení (DCE). Před aplikací KL se spustí akvizice dat 46 sérií T1-vážených obrazů gradientního echa (VIBE- volume interpolated breath-hold examination). (45)

5.4 Technika vyšetření

Na magnetické rezonanci lze prostatu zobrazit pomocí endorektální cívky nebo povrchové cívky. Nevýhodou endorektální cívky je, že pacientovi způsobuje dyskomfort, a proto se v dnešní době používá převážně cívka povrchová. Pokud bychom pominuli pacientův dyskomfort, endorektální cívka přináší i mnoho výhod. Endorektální cívka zvyšuje kvalitu zobrazení a také korelaci se stagingem preparátu radikální prostatektomie. Endorektální cívka může být tedy výhodou převážně na pracovištích, kde se nenachází 3 T MRI technika. Použitím endorektální cívky na 1,5 T MRI přístroji dosáhneme totiž takové kvality zobrazení, která je srovnatelná s kvalitou zobrazení na 3 T MRI přístroji s použitím po-

vrchové cívky. Pokud bychom použili endorektální cívku na 3 T MRI přístroji,lepší se detekce menších ložisek karcinomu prostaty. (46)

V dnešní době je prostata zobrazována pomocí povrchové cívky na magnetické rezonanci s magnetickým polem 3 T. Tato technika zajišťuje rychlejší vyšetření pacienta a dosahuje lepšího poměru signál/šum. Zvýší se tak kvalita zobrazení. (46)

Někteří odborníci doporučují používat povrchovou cívku k detekci a lokalizaci karcinomu prostaty a pro staging karcinomu prostaty doporučují cívku endorektální. (38)

5.5 Kontrastní látky

Kontrastní látky používáme za účelem zvýšení tkáňového kontrastu. KL využívané při magnetické rezonanci fungují na principu zesílení magnetického pole ve svém okolí.

Při vyšetření magnetickou rezonancí se nejčastěji používají kontrastní látky na bázi gadolinia. Jedná se o paramagnetický prvek, který zkracuje relaxační časy T_1 a T_2 . Samotné gadolinium je pro lidský organismus toxické, proto je pro medicínské využití nutná jeho vazba na stabilní chelát. Chelát si můžeme představit jako molekulu, která obaluje gadolinium a eliminuje tak jeho toxicitu. Tím, že kontrastní látka zkrátí čas T_1 , dává v T_1 vážených obrazech silnější signál z těch tkání, do kterých proniká. Kontrastní látka v T_1 váženém obrazu je tzv. hypersignální. (39)

Koncentraci kontrastních látek udáváme v mmolech. U modernějších koncentrovanějších KL je dávka 0,1 mmol/kg. U méně koncentrovaných KL je dávka 0,2 mmol/kg. K vyšetření prostaty se používají kontrastní látky Dotarem, Gadovist, Prohance a Clariscan, jejichž podání je intravenózní. (47)

5.5.1 Nežádoucí účinky KL

Většina kontrastních látek se vylučuje renální cestou. Nežádoucí účinky související s podáním kontrastní látky vznikají tedy v případě závažné poruchy funkce ledvin. Důsledkem špatné funkce ledvin dochází k pomalejšímu vylučování kontrastní látky ven z těla, při čemž se postupně uvolňuje gadolinium z vazby na chelát a stává se pro lidské tělo toxickým. V takovém případě hrozí riziko projevu vzácného onemocnění nazývaného *nefrogenní systémová fibróza* (NFS). Jedná se o vzácné a život ohrožující onemocnění, které se projevuje fibrózou kůže, pojiva, svalstva, srdce, jater a plic. (48) (49)

Při podání KL může také dojít ke vzniku akutní alergoidní reakce a to především u lidí s významnou alergickou anamnézou. Léčba se liší dle závažnosti a charakteru alergické reakce. Personál musí být obeznámen s tím, jak při projevu alergické reakce postupovat a na každém MR pracovišti musí být dostupné léky pro její zvládnutí. (49)

5.5.2 Kontraindikace podání KL

Používání gadoliniových kontrastních látek je kontraindikováno u pacientů s chronickým onemocněním ledvin (CKD) ve stadiu 4 a 5 (glomerulární filtrace, GF < 30 ml/min). Podání KL je dále kontraindikováno u pacientů s akutním renálním selháním, dialyzovaných nemocných a u pacientů v období transplantace jater. (50)

5.6 Kontraindikace MR vyšetření

Magnetická rezonance je neinvazivní vyšetřovací metoda, která dokáže detailně zobrazit měkké tkáně. Jelikož magnetická rezonance nevystavuje tělo ionizujícímu záření a nejsou známy žádné nežádoucí účinky magnetického pole, jedná se o jednu z nejbezpečnějších diagnostických metod. MR vyšetření není však zcela bez rizik a je tedy nutné, aby radiologičtí asistenti byli vyškoleni v oblasti bezpečnosti MR a mohli tak pacienty ochránit před možnými riziky.

Potenciální vliv na organismus mohou mít při provozu MR přístroje tři druhy fyzikálních polí. Velmi silné *statické magnetické pole* (B_0) může mít teoreticky negativní vliv na lidský organismus: poruchy srdečního rytmu, změny ve vedení nervového vzruchu, změny kinetiky buněčných enzymů atd. Bylo však několikrát prokázáno, že statické magnetické pole s velikostí magnetické indukce až do 8 T nepředstavuje pro lidský organismus žádné riziko. Statické magnetické pole je nebezpečné v tom, že přitahuje a zrychluje feromagnetické objekty (nůžky, skalpely) směrem do středu přístroje a přeměňuje je tak na letící projektil, který může ohrozit pacienta i personál. *Proměnné gradientní pole* může stimulovat svaly a periferní nervy. Toto pole může způsobit např. patologické zrakové vjemy (fosfény). Pokud bychom použili extrémně strmé magnetické gradienty, mohlo by dojít k srdečním arytmiím či fibrilaci komor. Z tohoto důvodu jsou technické parametry gradientových systémů limitovány hygienickými normami. *Elektromagnetické pole* může potenciálně způsobit zahřívání tkání, zejména v přítomnosti masivnějších kovových implantátů (endoprotéz). Aby k této situaci nedošlo, jsou MR přístroje vybaveny kontrolními obvody, které regulují množství deponované energie. Její hodnota většinou nepřesahuje 1 W na 1 kg tělesné hmotnosti. (39)

Jednou z hlavních kontraindikací jsou kovové implantáty. Ty způsobují artefakty a mohou být nebezpečné, pokud dojde k jejich pohybu. Může dojít také k jejich zahřátí, při čemž hrozí popálení okolní tkáně. (49)

Podle nové terminologie dělíme kovové implantáty na tři skupiny. *MR bezpečné (safe)*, které neinteragují s magnetickým ani vysokofrekvenčním elektromagnetickým polem. *MR přípustné za určitých podmínek (conditional)*, u nichž je možná mírná interakce. Třetí skupinou jsou *MR nebezpečné (unsafe)* kovové implantáty, u kterých je nebezpečná interakce prokázána. (49) (51)

Kontraindikace rozdělujeme na absolutní a relativní.

Mezi *absolutní kontraindikace* patří kardiostimulátor, ponechané elektrody po deplanci kardiostimulátoru, cévní svorky z feromagnetického nebo neznámého materiálu, kovová tělesa v oku a elektronicky řízené implantáty. Závažné jsou tedy interakce elektromagnetického pole s kovovými implantáty. Největší problém nastává, pokud dojde k interakci elektromagnetického pole s implantáty vybavenými elektronickým zařízením, mezi které patří již zmíněné kardiostimulátory. Může dojít k tomu, že elektromagnetické pole poškodí jejich softwaru a přeruší jejich funkci. Nejenže dojde ke zničení velmi drahého zařízení, ale mohlo by to mít špatné následky i pro pacienta. Přítomnost kardiostimulátoru v elektromagnetickém poli by totiž způsobila, že stimulátor zamění signál vycházející z MR se signálem vycházejícím z myokardu a začal by pacienta neovladatelně stimulovat. Rozžhavené kovové částice by zároveň mohly perforovat srdeční stěnu. To by v některých případech mohlo vést až ke smrti pacienta. V dnešní době se většinou vyrábějí MR kompatibilní kardiostimulátory, ale i tak se jedná o komplikovanou proceduru, při které je nutná přítomnost specializovaného kardiologa a technika, který musí před vyšetřením kardiostimulátor přeprogramovat do bezpečného režimu. Velmi nebezpečné jsou také zmagnetizované kovové částice v srdci (chlopně, svorky), které dokážou vyvolat těžkou srdeční arytmií. Dále si musíme dávat pozor na přítomnost kochleárního implantátu (přístroj na podporu slyšení) a inzulínové pumpy. Inzulínová pumpa může vyzařovat vysokofrekvenční energii, která způsobí škodlivou interferenci zařízením v blízkosti. Dnes je možné inzulínové pumpy před MR vyšetřením odpojit. Kochleární implantáty, neuromodulační aparáty a infuzní pumpy jsou vybavené drahou elektronikou, která by se v MR přístroji mohla poškodit, což by způsobilo až milionovou škodu. (33)

Mezi relativní kontraindikace patří TEP, stenty, kavální filtry a svorky do 6 týdnů po implantaci, kovová cizí tělesa a klaustrofobie. V současné době se vyrábějí implantáty z materiálu, které jsou MR kompatibilní. Nehrozí tedy, že by došlo k abnormálnímu zahřátí nebo ke změně polohy. I nadále jsou však zdrojem artefaktů. (33)

Přehled všech absolutních a relativních kontraindikací lze vidět v příloze č. 7.

PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo porovnat výsledky testů PSA (prostatický specifický antigen), PHI (index zdraví prostaty) a poměru volného a celkového PSA s nálezem na magnetické rezonanci.

Dalším cílem bakalářské práce bylo zhodnotit význam a přínos magnetické rezonance v detekci karcinomu prostaty a jiných patologických procesů prostaty.

7 METODIKA

Pro zpracování praktické části bakalářské práce byla zvolena kombinace kvantitativního výzkumu a kvalitativního výzkumu.

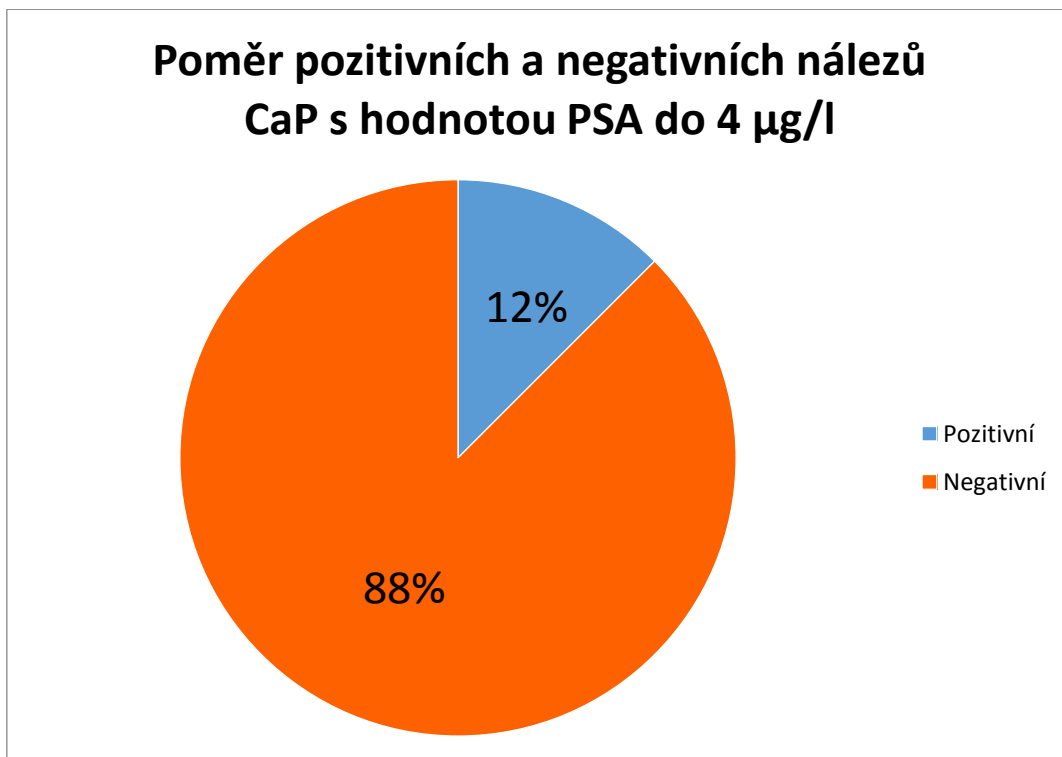
Do kvantitativního výzkumu byly zpracovány statistické údaje ze souboru 141 pacientů, kteří podstoupili MR vyšetření prostaty ve FN Plzeň v období od 1. 1. 2020 do 31. 8. 2020. V kvantitativním výzkumu bylo porovnáváno jak hodnoty PSA, PHI, PSAD a poměr PSA koreluje s nálezem na magnetické rezonanci. Dále bylo zjišťováno, jaký ze zkoumaných parametrů je v detekci karcinomu prostaty nejpřesnější.

V kvalitativním výzkumu byly zpracovány 3 kazuistiky. Kazuistiky zahrnují pacienty, kteří podstoupili vyšetření prostaty na magnetické rezonanci ve FN Plzeň v období od 1. 1. 2020 do 31. 8. 2020.

Souhlas s poskytnutím informací z databáze FN Plzeň udělila paní Mgr. Bc. Světluše Chabrová. (viz příloha 9)

8 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Graf 1 Celkový poměr pozitivních a negativních nálezů CaP na MR u pacientů s PSA do 4 µg/l

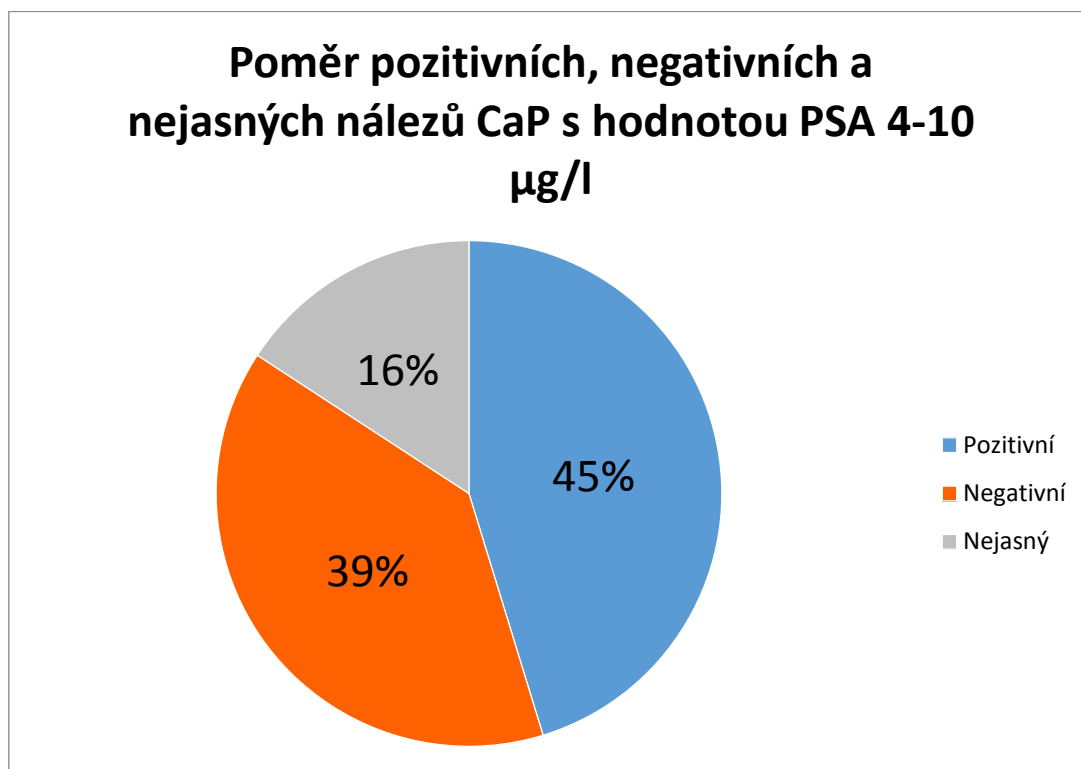


Zdroj: vlastní

V grafu 1 byl statisticky zhodnocen celkový poměr pozitivních a negativních nálezů karcinomu prostaty na magnetické rezonanci u pacientů, jejichž hodnota PSA se pohybovala ve fyziologických hodnotách 0-4 µg/l. Předpokládáme, že muži s fyziologickou hladinou PSA mají nižší pravděpodobnost výskytu karcinomu prostaty.

Zvýšená hladina PSA je hlavní indikací k vyšetření prostaty na MR, proto je vzorek pacientů s hladinou PSA do 4 µg/l malý. Z celkových 141 pacientů, kteří v období od 1. 1. 2020 do 31. 8. 2020 podstoupili ve FN Plzeň magnetickou rezonanci prostaty, jich pouze 8 mělo hladinu PSA do 4 µg/l. Z grafu je patrné, že karcinom prostaty byl nalezen pouze u 12 % pacientů s hladinou PSA do 4 µg/l. Z celkových 8 pacientů s normálním PSA měl pouze 1 pacient pozitivní nález karcinomu prostaty na MR.

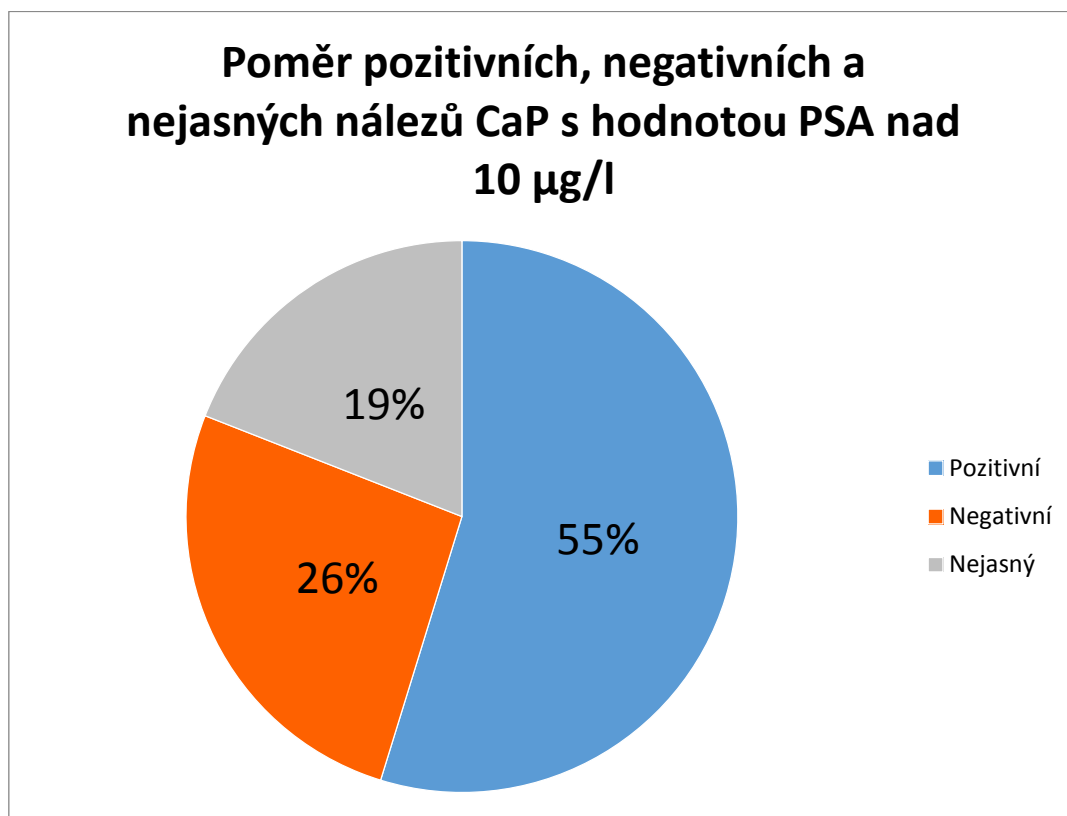
Graf 2 Celkový poměr pozitivních, negativních a nejasných nálezů CaP na MR u pacientů s PSA 4-10 $\mu\text{g/l}$



Zdroj: vlastní

V grafu 2 byl statisticky zhodnocen poměr pozitivních, nejasných a negativních nálezů karcinomu prostaty na magnetické rezonanci u pacientů, kteří měli hodnotu PSA v rozmezí 4-10 $\mu\text{g/l}$. Rozmezí hodnot mezi 4-10 $\mu\text{g/l}$ je tzv. šedá zóna, kdy je obtížné hovořit o snížené či zvýšené pravděpodobnosti výskytu karcinomu prostaty. Do zkoumaného vzorku bylo zahrnuto celkem 95 pacientů, jejichž hodnota PSA se pohybovala v rozmezí 4-10 $\mu\text{g/l}$. Z grafu je patrné, že pozitivní nález karcinomu prostaty byl shledán u 45 % pacientů. Do pozitivních nálezů byla zahrnuta ložiska popsána jako PIRADS skóre 4 či 5. Nejasný nález na MR byl shledán u 16 % pacientů. Za nejasný nález je považováno ložisko, které je popsáno jako PIRADS skóre 3. Negativní nález karcinomu prostaty byl shledán u 39 % pacientů. Za negativní byl považován nález, který byl popsán jako PIRADS skóre 1 či 2. Lze však vidět, že rozdíl mezi muži s karcinomem prostaty a bez karcinomu prostaty není markantní. To potvrzuje pravidlo, že hladina PSA se nezvyšuje pouze tehdy, pokud má pacient karcinom prostaty, ale zvýšení hladiny můžou způsobovat i jiná onemocnění jako je např. benigní hyperplazie prostaty či prostatitida.

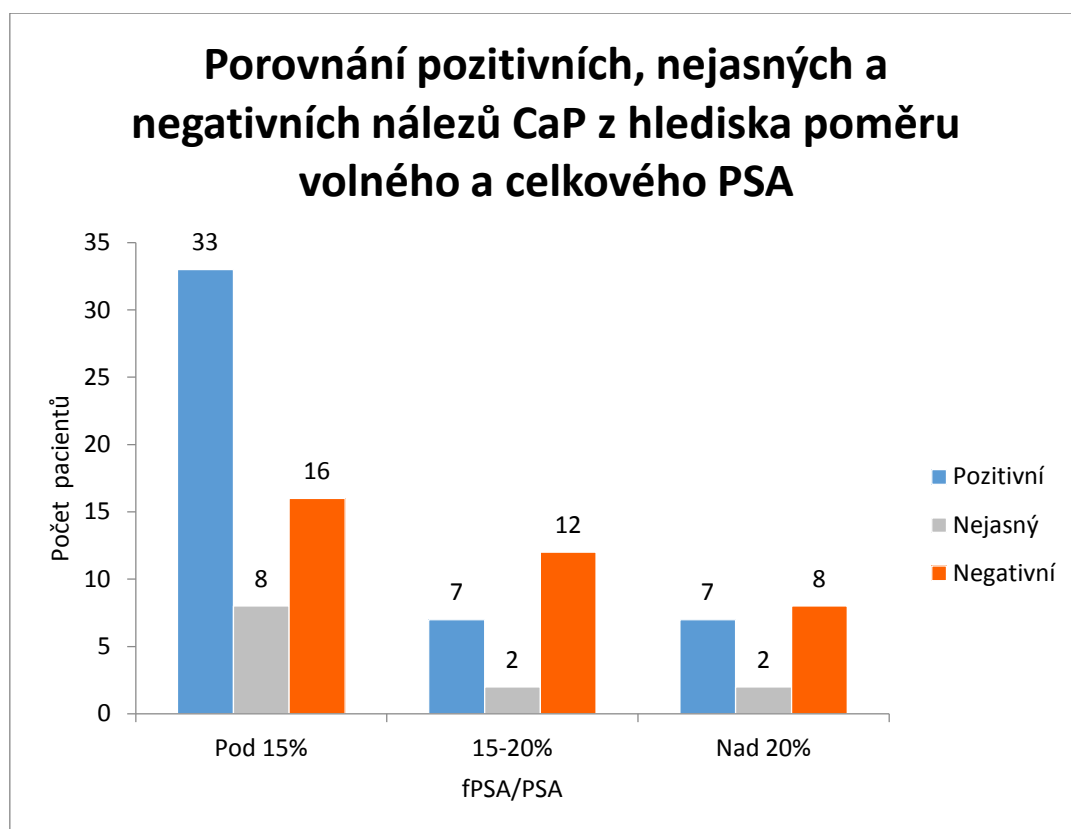
Graf 3 Celkový poměr pozitivních, negativních a nejasných nálezů CaP na MR u pacientů s PSA nad 4 µg/l



Zdroj: vlastní

V grafu 3 byl statisticky zhodnocen celkový poměr pozitivních, nejasných a negativních nálezů karcinomu prostaty na magnetické rezonanci u pacientů, jejichž hodnota PSA přesahovala hranici 10 µg/l. Předpokládáme, že vyšší pravděpodobnost výskytu karcinomu prostaty mají muži s hladinou PSA nad 10 µg/l. Do zkoumaného vzorku bylo celkem zahrnuto 42 pacientů, kteří měli hodnotu PSA nad 10 µg/l. Z grafu je patrné, že karcinom prostaty byl nalezen u 55 % pacientů s hladinou PSA nad 10 µg/l. Nejasný nález byl u 19 % pacientů a negativní nález karcinomu prostaty na MR mělo 26 % pacientů.

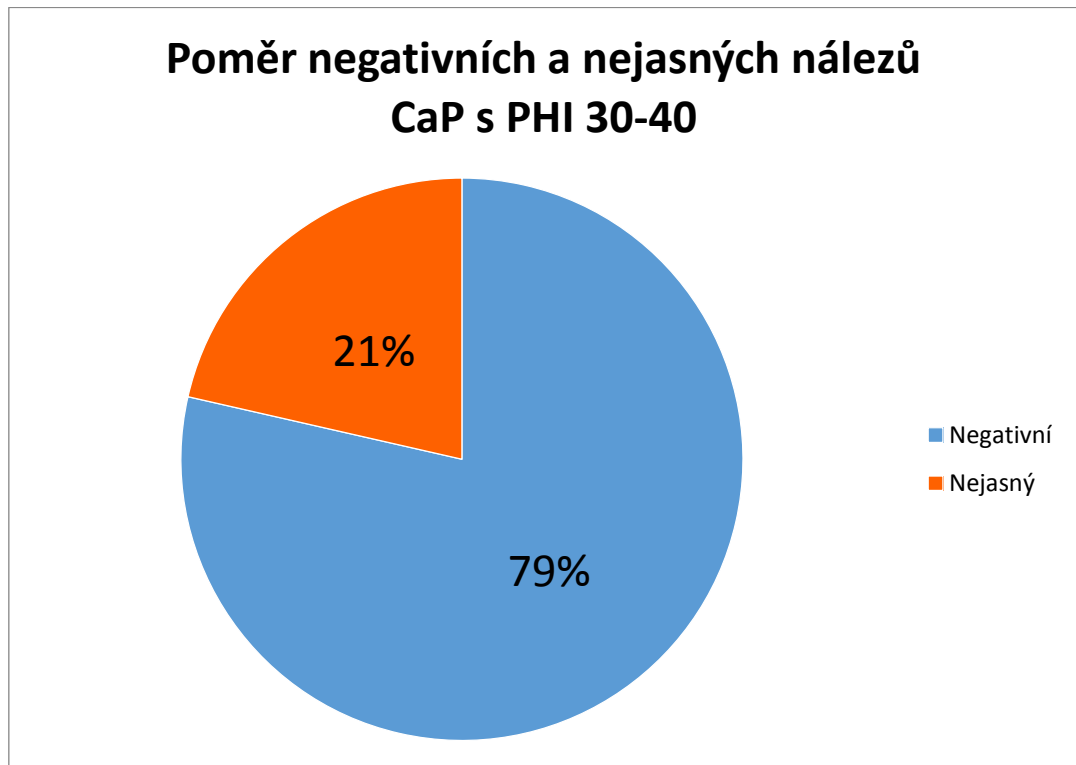
Graf 4 Porovnání pozitivních, nejasných a negativních nálezů CaP na MR z hlediska poměru volného a celkového PSA



Zdroj: vlastní

V grafu 4 byly porovnávány pozitivní, nejasné a negativní nálezy CaP na magnetické rezonanci z hlediska poměru volného a celkového PSA. Poměr fPSA/PSA je zjišťován u pacientů, jejichž PSA se pohybuje v šedé zóně (4-10 $\mu\text{g/l}$). Poměr fPSA/PSA napomáhá zpřesnit diagnostiku karcinomu prostaty. Při poměru menším 15% se pravděpodobnost výskytu karcinomu prostaty zvyšuje. Při poměru větším než 20% je pravděpodobnost karcinomu prostaty menší. Předpokládáme tedy, že u pacientů, jejichž poměr fPSA/PSA byl menší než 15 %, je pravděpodobnost pozitivního nálezu karcinomu prostaty větší. Porovnávala jsem celkem 95 pacientů, kteří podstoupili magnetickou rezonanci prostaty v období od 1. 1. 2020 do 31. 8. 2020 a jejichž hodnota PSA se pohybovala v rozmezí 4-10 $\mu\text{g/l}$ a byl u nich stanoven poměr fPSA/PSA. Z grafu je patrné, že z počtu 47 pacientů s karcinomem prostaty jich 33 mělo poměr fPSA/PSA menší než 15%. Potvrdila se tedy hypotéza, že pokud se poměr fPSA/PSA pohybuje pod 15%, pravděpodobnost karcinomu prostaty je vyšší.

Graf 5 Celkový poměr negativních a nejasných nálezů CaP na MR s PHI 30-40

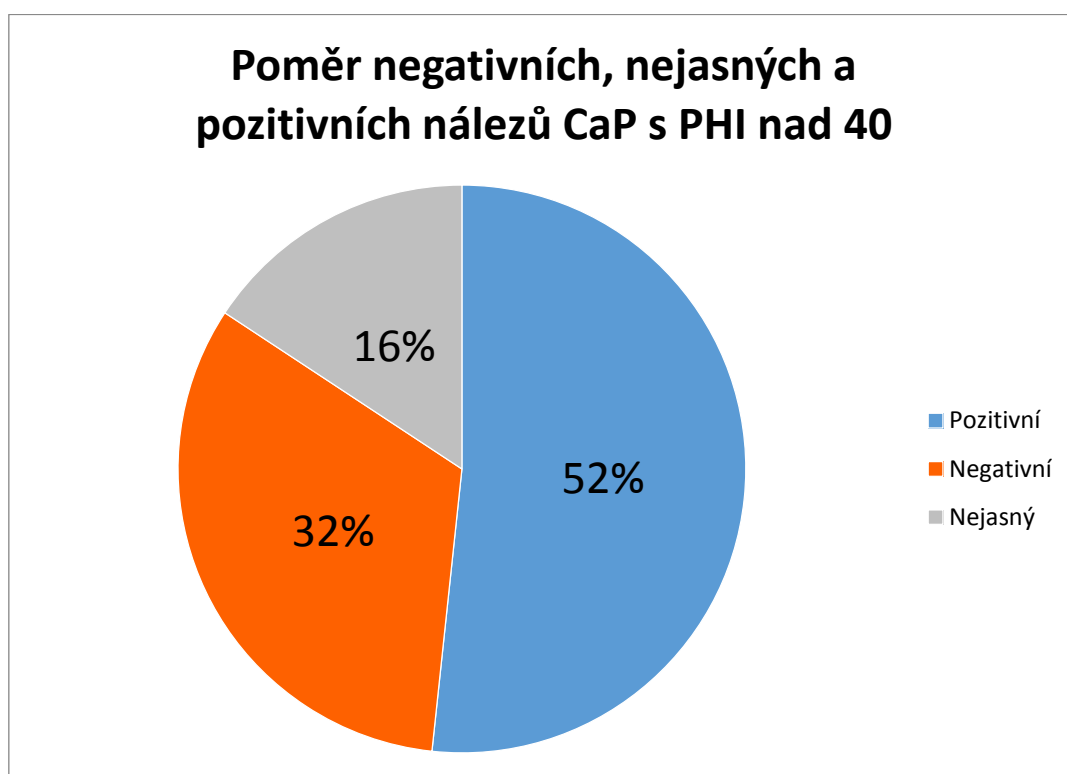


Zdroj: vlastní

Testování PSA zvýšilo záchyt karcinomu prostaty, ale přesto se jedná o nepřesnou metodu. K zpřesnění diagnostiky karcinomu prostaty se stanovuje PHI (Prostatic Health Index- Index zdraví prostaty). Vysoké hodnoty PHI souvisí s vyšším rizikem přítomnosti karcinomu a jeho agresivitou. Pro benigní hyperplazii je stanoveno PHI 0-30. Za šedou zónu PHI se považují hodnoty 30-40. Pro karcinom prostaty je stanoveno PHI nad 40. (52)

V grafu 5 byl statisticky zhodnocen poměr negativních a nejasných nálezů karcinomu prostaty na MR u pacientů s PHI 30-40. Předpokládáme, že pacienti s PHI do 40 mají nízkou pravděpodobnost výskytu karcinomu. V období od 1. 1. 2020 do 31. 8. 2020 podstoupilo MR prostaty pouze 14 pacientů, jejichž PHI bylo stanoveno do 40. U těchto 14 pacientů jsem porovnála poměr negativních a pozitivních nálezů karcinomu prostaty na MR. Z grafu je patrné, že 79 % pacientů (11 pacientů) mělo negativní nález karcinomu prostaty na MR a 21 % pacientů (3 pacienti) mělo nález nejasný. Ani u jednoho pacienta nebyl na MR nalezen karcinom prostaty. Potvrdila se tedy hypotéza, že u pacientů s PHI do 40 je riziko karcinomu prostaty velmi nízké.

Graf 6 Celkový poměr negativních, nejasných a pozitivních nálezů CaP na MR s PHI nad 40

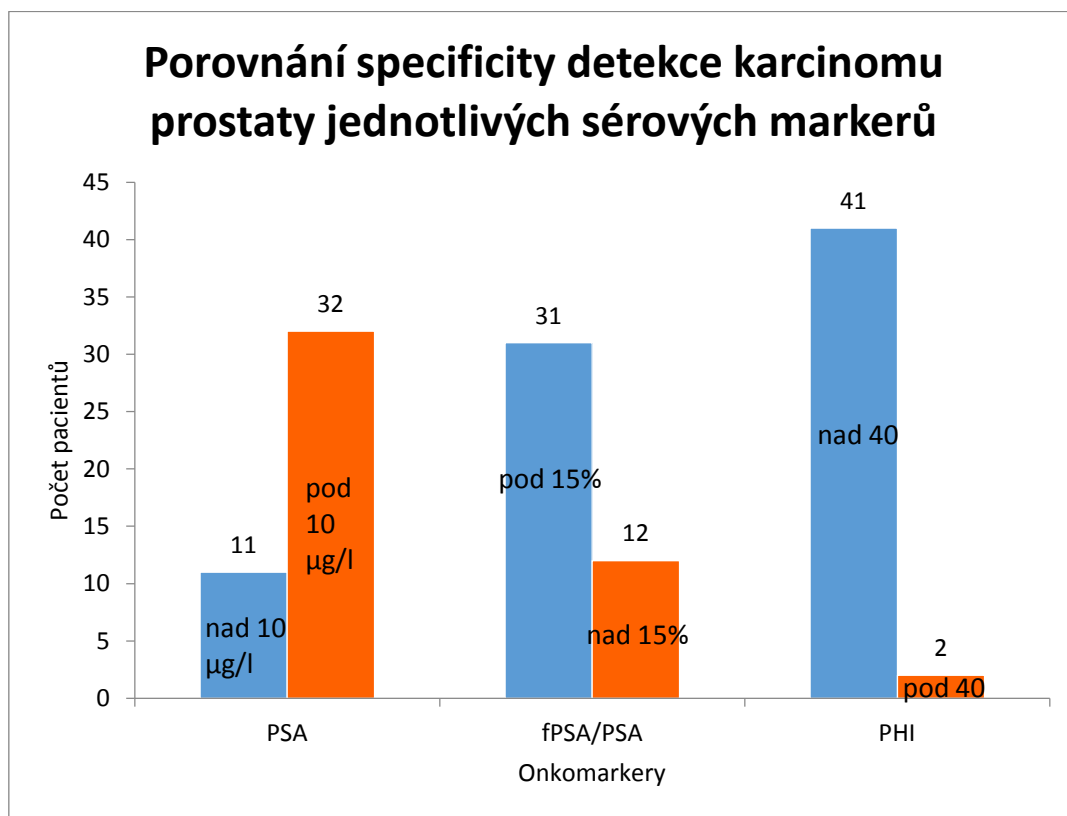


Zdroj: vlastní

	Medián PHI
Negativní	44
Pozitivní	62

V grafu 6 byl statisticky zhodnocen celkový poměr negativních, nejasných a pozitivních nálezů karcinomu prostaty na MR u pacientů s PHI nad 40. Do zkoumaného vzorku bylo celkem zahrnuto 89 pacientů, jejichž hodnota PHI byla nad 40. Z grafu je patrné, že u 52 % pacientů s PHI nad 40 byl pozitivní nález karcinomu prostaty, u 16 % pacientů byl nález nejasný a 32 % pacientů mělo negativní nález karcinomu. Nakonec byl vypočítán medián PHI u pacientů s karcinomem prostaty a u pacientů bez karcinomu. Medián PHI u pacientů s karcinomem prostaty vyšel 62 a u pacientů bez karcinomu prostaty byl medián PHI 44. Potvrdilo se tak, že medián PHI u pacientů s karcinomem prostaty je signifikantně vyšší oproti skupině pacientů bez karcinomu.

Graf 7 Porovnání specificity detekce karcinomu prostaty jednotlivých sérových markerů



Zdroj: vlastní

V grafu 7 bylo porovnáváno, který nádorový marker nejlépe koreluje s nálezem na magnetické rezonanci. Mezi sebou byla porovnávána specifita PSA, poměr PSA a PHI.

Pro každý marker byla stanovena rozhodná hladina, která zvyšuje pravděpodobnost pozitivního nálezu karcinomu prostaty na magnetické rezonanci. Dále bylo zhodnoceno, kolik pozitivních nálezů karcinomu prostaty se nacházelo u jednotlivých markerů pod hladinou a kolik nad hladinou. Do zkoumaného vzorku bylo celkem zahrnuto 43 pacientů. U těchto pacientů byly stanoveny všechny zde sledované markery- PSA, fPSA/PSA a PHI a nález karcinomu prostaty na magnetické rezonanci byl pozitivní.

Pro PSA byla určena rozhodná hladina 10 µg/l, po jejímž překročení se zvyšuje pravděpodobnost výskytu karcinomu prostaty. Z grafu je patrné, že ze 43 pacientů s karcinomem prostaty jich 32 mělo PSA pod 10 µg/l. U 11 pacientů byla hladina PSA nad 10 µg/l. Nejedná se o nejpřesnější ukazatel sledovaných markerů.

Pro poměr PSA byla stanovena rozhodná hodnota 15 %. Poměr PSA pod 15 % se považuje za velice podezřelý a je při něm zvýšená pravděpodobnost přítomnosti karcinomu

prostaty. Z grafu je patrné, že 31 pacientů s CaP mělo poměr PSA pod 15 %, zbylých 12 pacientů mělo poměr PSA nad 15 %.

Pro PHI byla stanovena hraniční hodnota 40. Hodnota PHI nad 40 je považována za rizikovou hodnotu pro přítomnost karcinomu prostaty. Z grafu je patrné, že PHI nejlépe koreluje s nálezem na magnetické rezonanci. Ze 43 pacientů jich 41 mělo PHI nad hodnotu 40. Pouze 2 pacienti měli PHI nižší.

9 KAZUISTIKY

9.1 Kazuistika 1

Muž, 80 let. Pacient byl indikován k MR vyšetření prostaty z důvodu elevace hladiny PSA na 17,9.

Pacient podstoupil MR vyšetření prostaty 16. 6. 2020. Vyšetření bylo provedeno na 3 T přístroji, nativně a po podání kontrastní látky. Po provedení MR vyšetření byla popsána prostata velikosti 39x32x34 mm, objemu 24 ml. Nativně v T2W obraze bylo popsáno neostře ohraničené ložisko v periferní zóně vpravo s přesahem do tranzitorní zóny v rozsahu apexu a střední třetiny prostaty o velikosti 24x18x18 mm. V DWI obraze byla patrná restrikce difuze v ložisku. Po podání KL došlo k časnému postkontrastnímu sycení. Povrch prostaty je vyklenutý. Extrakapsulární šíření není zřejmé. Semenné váčky, močový měchýř a rektum jsou popsány bez patologických změn. Nejsou přítomny zvětšené uzliny.

Závěr: V prostatě v pravé polovině bylo nalezeno ložisko karcinomu prostaty, které bylo dle kritérií PI-RADS 2.1 zařazeno do skupiny PIRADS 5 (pravděpodobnost klinicky signifikantního karcinomu je vysoká). Ložisko je bez přesahu přes kapsulu. Nejsou přítomny patologicky zvětšené uzliny v pánvi. Ložisko bylo označeno k cílené biopsii.

V červenci 2020 byl karcinom prostaty biopticky ověřen.

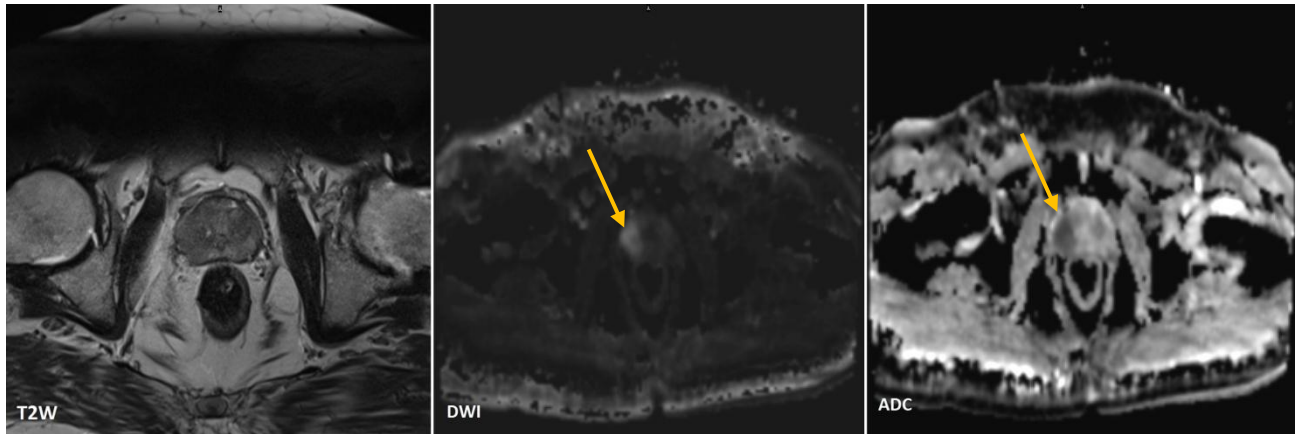
Diagnóza: C61 Acinární adenokarcinom prostaty biopticky verifikovaný v pravém laloku

Na základě výsledků MR vyšetření a biopsie byla pacientovi doporučena hormonální léčba s neoadjuvantním cílem, kterou zahájil 31. 7. 2020. Při hormonální léčbě byla aplikována intramuskulární injekce Diphereline.

V listopadu 2020 podstoupil pacient kontrolní MR vyšetření prostaty před plánovanou radioterapií. Prostata měla velikost 35x28x31 mm a objem 16 ml. Došlo k méně výraznému snížení difuze. Není patrná propagace tumoru do okolí. Semenné váčky jsou drobné. Močový měchýř a rektum jsou bez patologických změn.

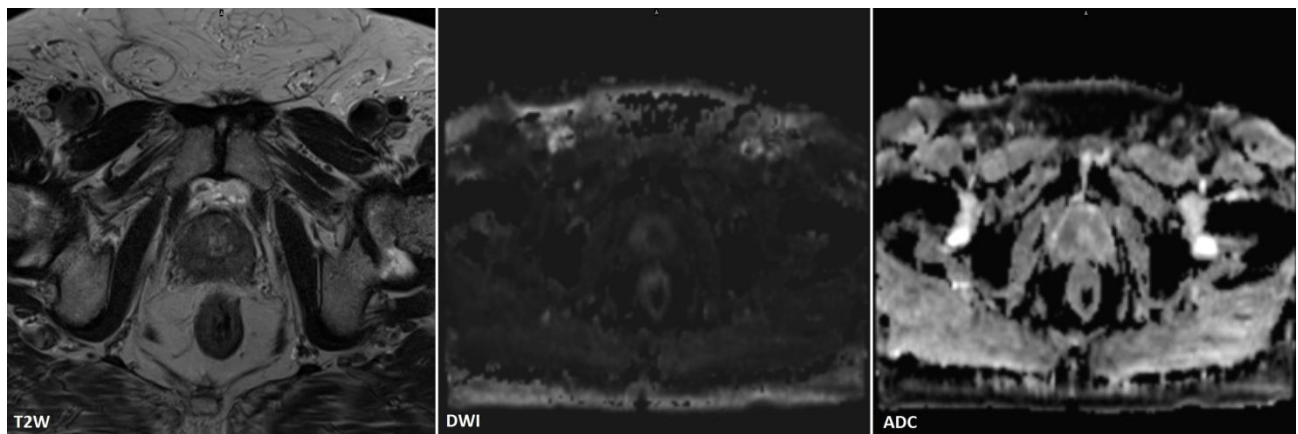
Pacienta následně čeká radikální radioterapie.

Obrázek 1, 2, 3: Před hormonální léčbou- tumor v pravé polovině prostaty



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 4, 5, 6: Po hormonální léčbě- zmenšení tumoru s redukcí restrikce difuze v tumoru



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

9.2 Kazuistika 2

Muž, 79 let, odeslán z urologické ambulance v roce 2012 na MR vyšetření prostaty z důvodu nálezu palpačně suspektního laloku vlevo. U pacienta byla také zjištěna elevace PSA na hodnotu 26, vysoké PSA free 11,09 a PHI 45,68. Pacient podstoupil dvakrát biopsii, která byla v obou případech negativní.

V listopadu 2012 bylo provedeno MR vyšetření prostaty nativně a po aplikaci kontrastní látky. Byla provedena i MR spektroskopie.

Byla popsána prostata velikosti 56x62x53 mm, objem asi 90 ml. Drtivá většina prostatického objemu byla tvořena uzlovitě hypertrofickou tranzitorní zónou. Periferní zóna je útlá a vytlačena na okraje. V DWI a ADC sekvenci mají některé uzly restringovanou difuzi. Spektroskopie je v celé prostatické žláze normální, bez odchylek v koncentracích metabolitů. V lineárních skenech mají křivky sycení lineární tvar (benigní nález). Močový měchýř, semenné vajíčky a rektum jsou bez patologických změn. Zvětšené uzliny v okolí žlázy ani v pánvi nejsou.

Závěr: nález je charakteru benigní hyperplazie, maligní změny nebyly zjištěny

V lednu 2013 byla pacientovi opět provedena biopsie, která vyšla znovu negativní. U pacienta je pravidelně sledována hodnota PSA.

V lednu 2017 bylo pacientovi opět provedeno MR vyšetření před biopsií z důvodu elevace PSA na hodnotu 28,75. V případě nálezu suspektního ložiska je žádáno o označení pro MR/TRUS fúzi.

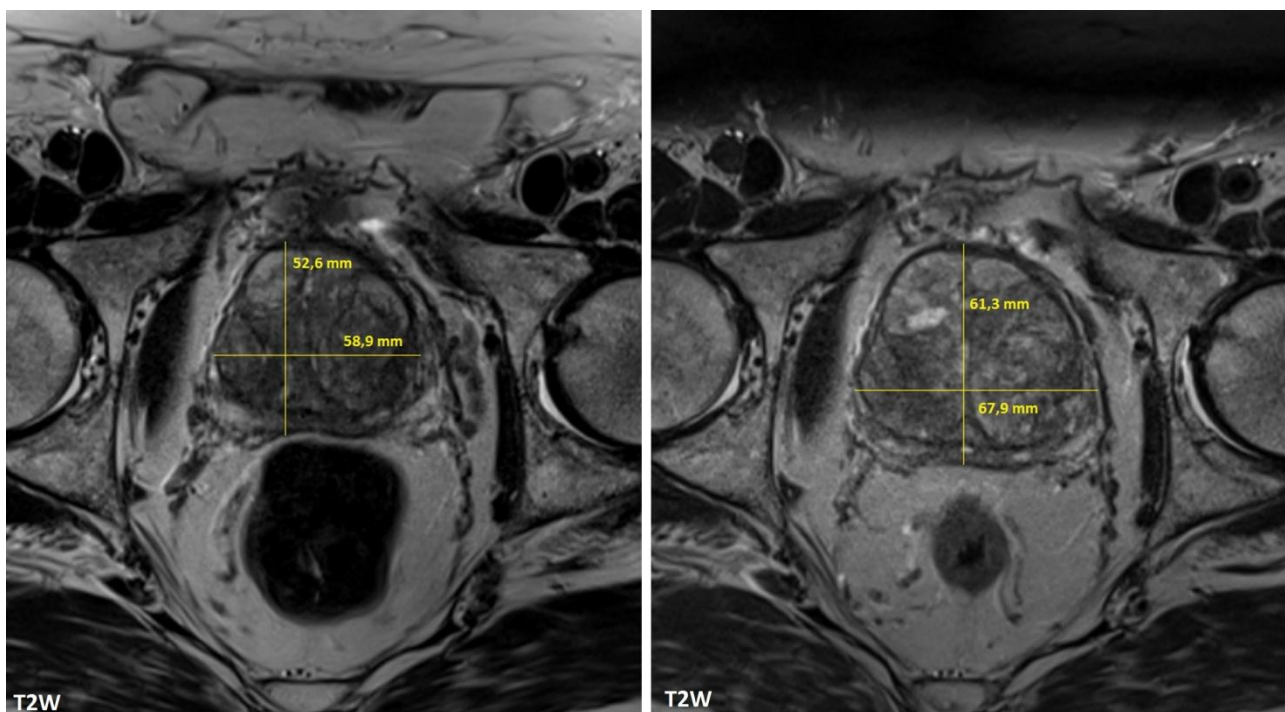
V porovnání s minulým vyšetřením došlo ke zvětšení prostaty. Prostata má velikost 65x55x58 mm s prominencí do baze močového měchýře, objem prostaty je 115 ml. Je viditelná nodulární a stromální přestavba žlázy. Na T2 váženém zobrazení jsou ve střední části apexu prostaty viditelné okrsky hypointenzity, ale bez zjevných T2 hyposignálních ložisek s restrikcí difuze. Postkontrastně v dynamice vyniká uzel v bazi pravého laloku v přechodné zóně ventrálně. V tomto místě byla spektroskopicky zvýšená hodnota cholinu a nížená hodnota citrátu vůči zbytku prostaty. Dle PIRADS kritérií byl nález zařazen do skupiny PIRADS 3 (přítomnost klinicky signifikantního karcinomu je nejednoznačná). Tento podezřelý nález byl označen k cílené biopsii.

V dubnu 2017 se provedla cílená rebiopsie prostaty pod MR/TRUS fúzí. Při biopsii bylo odebráno 10 vzorků. Ve tkáni prostaty byly zastiženy hyperplastické žlázy, materiál byl jinak bez maligních nádorových změn.

Hladina PSA pacientovi stále stoupá. V lednu 2020 dosahuje PSA hodnoty 38. Pacient podstupuje další MR vyšetření prostaty. V porovnání s minulým vyšetřením došlo ke zvětšení velikosti prostaty, jinak je však nález bez vývoje. Přesvědčivá ložiska charakteru karcinomu prostaty nejsou přítomna.

Pacient je pravidelně sledován kvůli elevaci PSA. V případě dalšího zvýšení hodnoty PSA by byl opět indikován k MR vyšetření, aby došlo k časnému záchytu maligního procesu.

Obrázek 7, 8: Porovnání prvního a posledního MR vyšetření prostaty- progresse velikosti prostaty (BPH)



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

9.3 Kazuistika 3

Muž, 71 let. Pacient byl v roce 2012 indikován k MR vyšetření prostaty z důvodu elevace PSA na 32. Biopsie byla negativní.

V roce 2012 byla provedena magnetická rezonance prostaty na 3 T přístroji nativně a po aplikaci kontrastní látky. Na magnetické rezonanci bylo nalezeno suspektní ložisko vlevo ventrálně, které by dle dnešní klasifikace PIRADS 2.1 odpovídalo PIRADS skóre 3. Při rebiopsii bylo doporučeno zaměřit se na přední levou polovinu žlázy.

V roce 2013 pacient podstoupil rebiopsii prostatické žlázy, která vyšla opět negativní.

Z důvodu neustálé elevace PSA podstupoval pacient v letech 2014-2018 opakované kontroly a biopsie. Biopsie i nadále vycházely negativní a nálezy na magnetické rezonanci byly bez vývoje. Ve spektroskopii byly poměry metabolitů normální. Z tohoto důvodu byl nález hodnocen jako benigní.

V roce 2019 podstoupil pacient PET/MR vyšetření s podáním ^{68}Ga -PSMA-11 (ligandu prostatického specifického membránového antigenu). PSMA-11 je nejvyžívanější ligand, který vykazuje větší diagnostickou výtěžnost a zvyšuje tak počet detekovaných ložisek i u nízkých hodnot PSA. ^{68}Ga -PSMA-11 byl aplikován intravenózně v dávce 1,5 MBq/kg. Během podání a po podání je důležité hodnotit klinický stav pacienta.

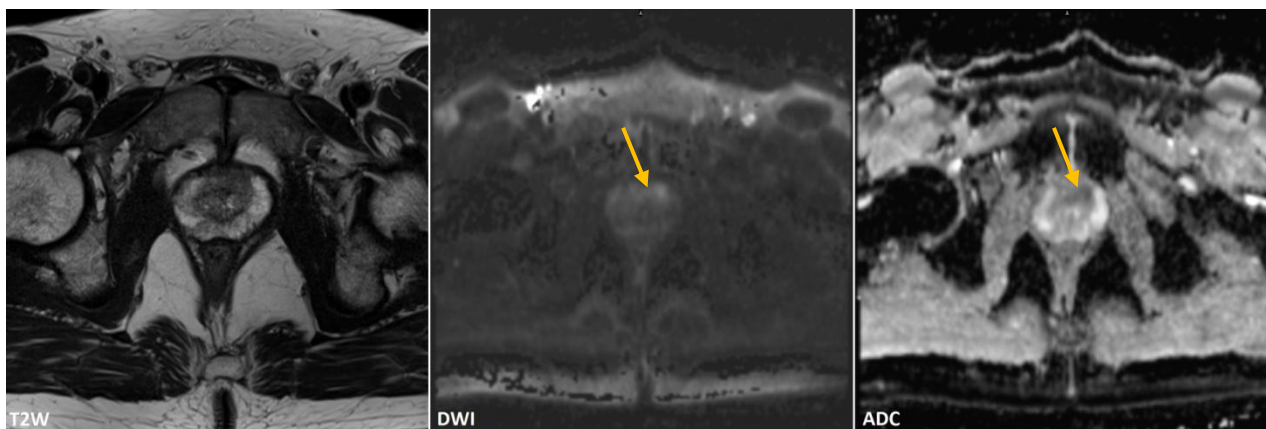
Až na PET/MR vyšetření byl nalezen jasný tumor. V přechodové zóně levého a částečně pravého laloku prostaty došlo k fokusu vysoké akumulace PSMA, který odpovídal hypointenznímu okrsku o velikosti 27 mm v apikálním a středním segmentu ventrálně.

Závěr: Karcinom přechodové zóny prostaty postihující ventrálně oba laloky, bez prorůstání přes pseudokapsulu. Bez známek generalizace.

V roce 2019 podstoupil pacient hormonální terapii a následně byl indikován k radikální radioterapii.

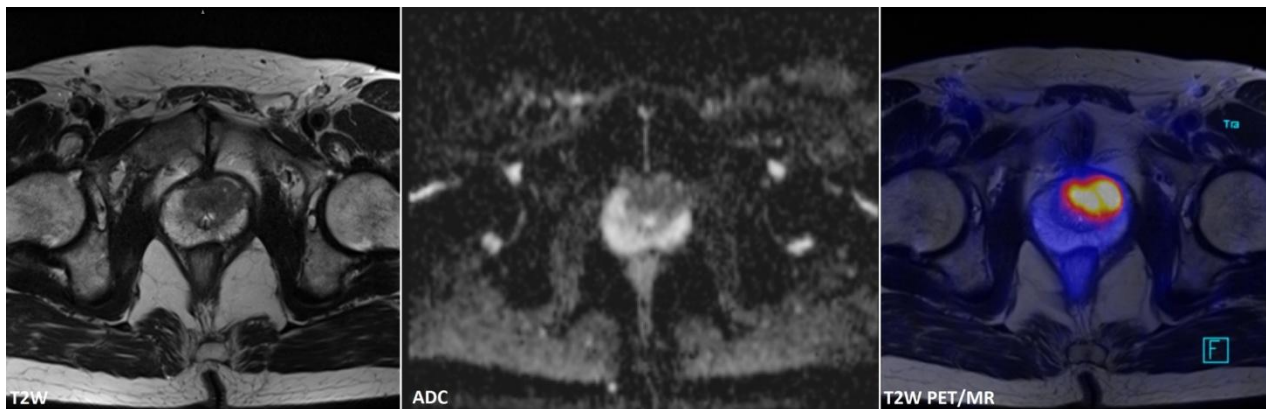
V roce 2020 podstoupil pacient MR vyšetření prostaty z důvodu plánování radikální radioterapie. Na MR byl vidět účinek hormonální terapie. Došlo k výraznému zmenšení objemu prostaty z 65 ml na 39 ml. Pro potřeby radioterapie bylo následně provedeno CT pánve.

Obrázek 9, 10, 11- První MR vyšetření prostaty- suspektní ložisko vlevo ventrálně



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

Obrázek 12, 13, 14- PET/MR vyšetření s podáním ⁶⁸Ga-PSMA-11- vysoká akumulace PSMA v tumoru v levém a částečně pravém laloku prostaty



Zdroj: WinMedicalc FN Plzeň

DISKUZE

Incidence karcinomu prostaty v České republice neustále roste, zatímco mortalita zůstává téměř stejná. Nárůst incidence karcinomu prostaty je dáván do souvislosti s rostoucím počtem nově zachycených případů pomocí vyšetření krve na hladinu PSA (prostatický specifický antigen) v rámci preventivních prohlídek u praktického lékaře či urologa. Nejedná se však o jednoznačný ukazatel karcinomu prostaty, a proto je důležité neustále hledat další biologické markery, které budou v záchytu karcinomu prostaty přesnější a zabráni se tak nadbytečným biopsiím. Biopsie prostaty jsou prováděny pomocí transrektální sonografie (TRUS). Jedná se o dobře dostupnou, finančně i časově nenáročnou metodu. Její nevýhodou je však relativně nízká senzitivita. Až v 70 % případů není schopna zacílit ložisko karcinomu a dochází tak k chybě v odběru. Nízká senzitivita vede k opakovaným biopsiím, čímž se zvyšuje morbidita i finanční náklady. (44)

V současnosti se nejčastěji využívá ve screeningu karcinomu prostaty zjišťování hladiny PSA (prostatický specifický antigen). Jedná se však o orgánově specifický marker, který není specifický pouze pro karcinom prostaty, ale i pro benigní buňky prostatické žlázy. Nepřesnost tohoto markeru způsobuje i to, že k elevaci PSA dochází s vyšším věkem. O nízké specificitě PSA dále nasvědčuje skutečnost, že neexistuje žádná dolní hranice, která by přítomnost karcinomu prostaty zcela vylučovala. Specificita PSA byla zjišťována v kvantitativním výzkumu, kde byla porovnávána hodnota PSA s nálezem na magnetické rezonanci. U PSA do 4 $\mu\text{g/l}$ by měly převažovat negativní nálezy karcinomu prostaty na MR. Tato hypotéza byla na základě zpracovaných dat potvrzena. Také nedostatečná specificita PSA se zde prokázala porovnáním poměru negativních, nejasných a pozitivních nálezů karcinomu prostaty na MR u pacientů s PSA 4-10 $\mu\text{g/l}$, což je rozmezí hodnot nazývaných šedá zóna. Bylo zjištěno, že z 95 zkoumaných pacientů mělo pozitivní nález karcinomu prostaty 45 % pacientů, negativní nález 39 % pacientů a nejasný nález 16 % pacientů. U hodnot PSA nad 10 $\mu\text{g/l}$ by měly převažovat pozitivní nálezy karcinomu prostaty. I tato hypotéza se zde potvrdila. Bylo porovnáváno 42 pacientů, z nichž 55 % mělo nález karcinomu prostaty na MR pozitivní. Nicméně procento negativních (26 %) a nejasných nálezů (19 %) je oproti pozitivním nálezům poměrně vysoké. Je důležité si uvědomit, že PSA se zvyšuje s věkem a že karcinom prostaty nevzniká až ve chvíli, kdy hodnota PSA přesáhne 4 $\mu\text{g/l}$. Řada nemocných tak může profitovat z časné diagnostiky již při nižších hodnotách PSA. Vyplatí se to zvláště u mladších mužů ve věku do 50 let nebo v rodinách,

kde se karcinom vyskytl u přímých příbuzných. U takových pacientů může být vhodné provést biopsii prostaty již při hodnotách 2,5 µg/l. Několik studií se dokonce zabývalo souvislostí mezi věkem a hladinou PSA. Bylo zjištěno, že existuje přímá souvislost mezi sérovou hladinou PSA a věkem pacienta. Ve snaze zvýšit senzitivitu vyšetření PSA byly stanoveny referenční meze pro určité věkové skupiny. Oesterling a kol. uvádějí rozmezí hodnot PSA na 0-2,5 µg/l u mužů ve věku 40 až 49 let, 0-3,5 µg/l u mužů ve věku 50 až 59 let, 0-4,5 µg/l u mužů ve věku 60 až 69 let a 0-6,5 µg/l u mužů ve věku 70 až 79 let. (53)

V bakalářské práci byla dále porovnávána specifická ostatních markerů odvozených od PSA, jako je F/T PSA (poměr volného a celkového PSA) a PHI (index zdraví prostaty). Zjištěním poměru volného a celkového PSA lze lépe odlišit maligní a benigní postižení prostaty při hodnotách celkového PSA 4-10 µg/l. Užitečnost stanovení poměru volného a celkového PSA se potvrdila při odhalování karcinomu prostaty. Catalona a kol. zjišťovali poměr volného a celkového PSA při hodnotách v rozmezí 4,1-10 µg/l. Bylo zjištěno, že pokud je poměr volného a celkového PSA menší než 15 % je pravděpodobnost nálezu karcinomu prostaty vyšší. (54) Tato skutečnost byla porovnávána i zde při zkoumání souboru 47 pacientů, kteří měli pozitivní nález karcinomu prostaty na MR a zároveň byl u nich zjištěn poměr volného a celkového PSA. Z výzkumu vyplývá, že z celkových 47 pacientů, jich 33 mělo poměr PSA pod 15 %. Bylo potvrzeno, že poměr volného a celkového PSA zvyšuje senzitivitu PSA testu a představuje tak užitečný parametr, který je schopný diferencovat benigní hyperplazii prostaty od karcinomu prostaty. Další nadějí pro zlepšení detekce karcinomu prostaty je tzv. PHI (index zdraví prostaty). Výhodou tohoto parametru je, že dokáže predikovat agresivitu karcinomu. Při porovnání specificity detekce karcinomu prostaty jednotlivých sérových markerů bylo PHI markerem, který nejvíce koreloval s nálezem na magnetické rezonanci.

V kvalitativní části bakalářské práce byl sledován přínos magnetické rezonance v detekci karcinomu prostaty na 3 kazuistikách. Magnetická rezonance dnes tvoří neodmyslitelnou součást při vyšetřování prostaty.

V dnešní době probíhá vyšetření magnetickou rezonancí v diagnostice karcinomu prostaty tak, jak ukazuje kazuistika č. 1. U pacienta byly sledovány hladiny PSA. Při elevaci PSA a laboratorním podezření na karcinom prostaty byl pacient indikován k vyšetření prostaty na magnetické rezonanci. Na MR bylo nalezeno ložisko, které bylo označeno k biopsii. Hlavní výhodou magnetické rezonance v dnešní době je, že se předchází zbyteč-

ným biopsiím. Při biopsii se využívá fúze obrazu z provedeného vyšetření magnetickou rezonancí prostaty a probíhajícího ultrazvukového vyšetření. Díky tomu lze bioptickou jehlu zavést přímo do podezřelého ložiska a biopsie je přesná. Do roku 2017 byla ve FN Plzeň prováděna necílená punkční biopsie prostaty, tzv. naslepo, pouze za kontroly sonografie. (55) K té byl pacient indikován na základě zvýšených hodnot PSA nebo na základě podezřelého nálezu při vyšetření prostaty per rectum. Při necílené punkční biopsii se často stávalo, že jehla nezasáhla ložisko, kde se nacházel tumor, a vyšla tedy negativní. V takovém případě nebylo potvrzeno onemocnění a následovaly další kontroly hladiny PSA, případně se prováděly další biopsie. Tuto problematiku ukazuje kazuistika č. 3. Pacient byl z důvodu elevace hladiny PSA v roce 2012 odeslán na biopsii prostaty, která vyšla negativní. Pacient podstupoval opakované biopsie 4 roky, vždy s negativním nálezem. Až poté, co podstoupil v roce 2018 PET/MR vyšetření, bylo nalezeno ložisko, které bylo označeno k cílené biopsii, která již potvrdila pozitivní nález. Tumor byl uložen vpředu ventrálně, což způsobilo, že bioptická jehla v předešlých letech danou oblast nezasáhla a vycházela tedy negativní. Na této kazuistice lze vidět, že za posledních let došlo v diagnostice karcinomu prostaty k rychlému vývoji a magnetická rezonance v něm hraje velkou roli.

Kazuistika č. 2 poukazuje na to, že magnetická rezonance neslouží pouze k lokalizaci karcinomu prostaty, ale dokáže jej naopak vyloučit a prokázat jiné onemocnění jako je např. benigní hyperplazie prostaty. Při pravidelných kontrolách na MR lze včasné zachytit případnou progresi daného onemocnění.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit, jak biologické markery zjišťované ze serologických testů korelují s nálezem na magnetické rezonanci a jakou roli hraje magnetická rezonance v detekci patologických procesů prostaty.

Nejvyužívanějším a praxí ověřeným onkologickým markerem je PSA (prostatický specifický antigen). Hlavním problémem PSA je jeho nízká specifita při hodnotách 4-10 $\mu\text{g/l}$. Vzhledem k této skutečnosti bylo objeveno větší množství pomocných parametrů (izoform PSA), které zvyšují specifitu PSA a předchází se tak zbytečným biopsiím. Onkologický marker PSA rozhodně nebude zcela nahrazen, ale v budoucnu budou jeho izoformy využívány jako pomocníky, které budou specifitu celkového PSA zvyšovat. Mezi ně patří například poměr volného a celkového PSA, jehož výhodou je, že dokáže odlišit karcinom prostaty od BPH i při nízkých hodnotách PSA. V tomto výzkumu bylo potvrzeno, že specifita tohoto markeru je vyšší než u celkového PSA. Nejlepším markerem s nejvyšší specificitou z výzkumu vyšel parametr PHI (index zdraví prostaty), který nejlépe koreloval s nálezem na magnetické rezonanci. Proto by bylo vhodné v praxi tyto markery zjišťovat u všech pacientů, aby došlo k zpřesnění diagnostiky karcinomu prostaty.

Magnetická rezonance je zobrazovací metoda, která má nezastupitelnou roli ve vyšetření prostaty. Využití multiparametrické rezonance v posledních letech výrazně zpřesnilo diagnostiku karcinomu prostaty a díky cílené biopsii se zvýšil záchyt karcinomu prostaty. Kromě cílené biopsie je magnetická rezonance využívána k přípravě ozařovacího plánu k radioterapii a umožňuje nám sledovat účinek hormonální léčby či radioterapie. Magnetická rezonance je v oblasti diagnostiky karcinomu prostaty zcela nezastupitelná.

SEZNAM LITERATURY

1. **STLOUKALOVÁ, Zuzana.** *Anatomický atlas*. Praha : Svojtka & Co., 2012. ISBN 978-80-256-0739-8.
2. **KOHLÍČEK, Jaromír.** *Prostata a pohlavní ústrojí muže*. Praha : Avicenum, 1991. ISBN 80-201-0070-9.
3. **ČIHÁK, Radomír.** *Anatomie 2*. Praha : Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4788-0.
4. **NAŇKA, Ondřej a ELIŠKOVÁ, Miloslava.** *Přehled anatomie*. Praha : Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-612-0.
5. **LÜLLMANN-RAUCH, Renate.** *Histologie*. Praha : Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3729-4.
6. **WEISS, Petr.** *Sexuologie*. Praha : Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2492-8.
7. **ZÁMEČNÍK, Libor.** *Praktická andrologie dospělých*. Praha : Mladá fronta, 2010. ISBN 978-80-204-2020-6.
8. **REUTER, Hans Joachim, EPPLE, Walter a REUTER, Matthias A.** *Prostata a její onemocnění*. Praha : Victoria Publishing, 1989. ISBN 80-85605-63-5.
9. **KLEČKA, Jiří, a další.** Benigní hyperplazie prostaty, diagnostika a současná farmakologická léčba. *Praktické lékařství*. [Online] 2010, **6**(1), 9-14 [Cit. 19. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/lek/2010/01/03.pdf>.
10. **VESELSKÝ, Zbyněk, a další.** Benigní hyperplazie prostaty a hypertenze. *Interní medicína pro praxi*. [Online] 2004, **6**(2), 89-91 [Cit. 20. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2004/02/09.pdf>.
11. **ČECHOVÁ, Marcela.** Léčba benigní hyperplazie prostaty z pohledu praktického lékaře. *Medicína pro praxi*. [Online] 2018, **15**(2), 66-70 [Citace: 20. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2018/02/02.pdf>.
12. **PORŠOVÁ, Martina, a další.** Prostatický syndrom. *Urologie pro praxi*. [Online] 2006, **7**(1), 24-27 [Cit. 20. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/uro/2006/01/06.pdf>.

13. **ALMUGBEL, Saad Khalid a ALMOHIDEB, Malik Abdulrahman.** Classification and treatment of prostatitis: a review of literature. *International Journal of Community Medicine and Public Health*. [Online] 2018, **5**(11) [Cit. 20. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.ijcmph.com/index.php/ijcmph/article/view/3764/2505>. ISSN 2394-6040.
14. **MATOUŠKOVÁ, Michaela.** Zánětlivá onemocnění prostaty, postavení alfa-blokátorů v léčbě symptomů onemocnění. *Urologie pro praxi*. [Online] 2003, **4**(4), 149-152 [Cit. 20. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/uro/2003/04/04.pdf>.
15. **BELEJ, Kamil.** Prostatický syndrom - I. část. *Urologie pro praxi*. [Online] 2007, **8**(2), 66-69 [Cit. 21. 11. 2020] Dostupné z: <https://www.urologiepropraxi.cz/pdfs/uro/2007/02/03.pdf>.
16. **PORŠOVÁ, Martina, PORŠ, Jaroslav a KOLOMBO, Ivan.** Prostatitidy – praktické poznámky k diagnostice a léčbě. *Urologie pro praxi*. [Online] 2018, **19**(2), 86-88 [Cit. 21. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/uro/2018/02/08.pdf>.
17. **NICKEL, J. Curtis.** Prostatitis. *Canadian Urological Association Journal*. [Online] 2011, **5**(5), 306-315, [Cit. 21. 11. 2020]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3202001/pdf/cuaj-5-306.pdf>.
18. **RUŠAROVÁ, Nikol a ŠTUDENTOVÁ, Hana.** Současné možnosti léčby metastatického kastročně rezistentního karcinomu prostaty. *Onkologie*. [Online] 2017, **11**(4), 200-204 [Cit. 1. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/xon/2017/04/09.pdf>.
19. **KURFÜRSTOVÁ, Daniela a KRÁL, Milan.** Adenokarcinom prostaty a hodnocení stupně jeho diferenciac: změny v hodnocení Gleasonova skóre od jeho vzniku po současnost a jeho význam pro praxi patologa a urologa. *Urologie pro praxi*. [Online] 2013, **14**(4), 157-159 [Cit. 1. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.urologiepropraxi.cz/pdfs/uro/2013/04/03.pdf>.
20. **NESVADBA, Marcel.** Karcinom prostaty z pohledu praktického lékaře. *Medicína pro praxi*. [Online] 2014, **11**(6), 254-256 [Cit. 1. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2014/06/03.pdf>.
21. **FIALA, Richard, ZÁŤURA, František a ŽENÍŠEK, Jaroslav.** *Adenokarcinom prostaty: od PSA k terapii*. Praha : StudiaGeo, 2001. ISSN 1211-0795.

22. **DVOŘÁČEK, Jan a BABJUK, Marek.** *Onkourologie*. Praha : Galén, 2005. ISBN 80-246-1108-2.
23. **POVÝŠIL, Ctibor a ŠTEINER, Ivo.** *Speciální patologie*. Praha : Galén, 2007. ISBN 80-246-1442-7.
24. **SOUČEK, Miroslav, ŠPINAR, Jindřich a VORLÍČEK, Jiří.** *Vnitřní lékařství*. Brno : Grada, 2011. ISBN 978-80-210-5418-9.
25. **LUKEŠ, M., a další.** Význam stanovení poměru volný prostatický specifický antigen/Celkový prostatický specifický antigen (f/t PSA) pro detekci karcinomu prostaty. *Česká urologie*. [Online] 1997, 1(2), 11-15 [Cit. 3. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.czechurol.cz/pdfs/cur/1997/02/03.pdf>.
26. **MORÁVEK, Petr.** Která vyšetření vedou k diagnóze karcinomu prostaty. *Urologie pro praxi*. [Online] 2015, 16(5), 214-217, [Cit. 3. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.urologiepropraxi.cz/pdfs/uro/2015/05/06.pdf>.
27. **ZÍMA, Tomáš.** *Laboratorní diagnostika*. Praha : Galén, 2007. ISBN 978-80-246-1423-6.
28. **LUKEŠ, Martin, ZÁLESKÝ, Miroslav a ZACHOVAL, Radomír.** Prostatický specifický antigen a karcinom prostaty. *Klinická onkologie*. [Online] 2001, 14(4), 114-119, [Cit. 3. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.linkos.cz/files/klinicka-onkologie/32/1245.pdf>.
29. **SOCHOROVÁ, Nataša a MIŠURDOVÁ, Božena.** Asistence sestry při biopsii prostaty. *Urologie pro praxi*. [Online] 2010, 11(1), 45-46, [Cit. 8. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/uro/2010/01/11.pdf>.
30. **ERTOY BAYDAR, Dilek a EPSTEIN, Jonathan I.** Gleason Grading System, Modifications and Additions to the Original Scheme. *Turkish Journal of Pathology*. [Online] 2009, 25(3), 59-70, [Cit. 8. 1. 2021]. Dostupné z: http://www.turkjpath.org/pdf/pdf_TPD_1385.pdf.
31. **KRÁL, Milan, a další.** Genetické riziko karcinomu prostaty. *Česká urologie*. [Online] 2010, 14 (3), 139-147, [Cit. 16. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.czechurol.cz/pdfs/cur/2010/03/03.pdf>.

32. **HANUŠ, Tomáš a MACEK, Petr.** *Urologie pro mediky.* Praha : Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-3008-3.
33. **VOMÁČKA, Jaroslav.** *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty.* Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4508-3.
34. **HORA, Milan.** *Urologie pro studenty všeobecného lékařství.* Praha : Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0857-X.
35. **KAWACIUK, Ivan.** *Urologie.* Praha : Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-627-7.
36. **HEŘMAN, Miroslav.** *Základy radiologie.* Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-2901-4.
37. **NEKULA, Josef.** *Radiologie.* Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2001. ISBN 80-244-0259-9.
38. **DOLEJŠOVÁ, Olga, a další.** Využití multiparametrické magnetické rezonance a srovnání s ostatními moderními zobrazovacími metodami v předoperační diagnostice karcinomu prostaty. *Česká urologie.* [Online] 2014, **18**(4), 300-309, [Cit. 30. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.czechurol.cz/pdfs/cur/2014/04/05.pdf>.
39. **VÁLEK, Vlastimil a ŽIŽKA, Jan.** *Moderní diagnostické metody. III.díl Magnetická rezonance.* Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 80-7013-225-6.
40. **BICKLE, Ian a CZARNIECKI, Marcin.** Prostate Imaging-Reporting and Data System (PI-RADS). *Radiopaedia.* [Online] 2019, [Cit. 8. 2. 2021]. Dostupné z: <https://radiopaedia.org/articles/prostate-imaging-reporting-and-data-system-pi-rads-1>.
41. **PERNICKÝ, Jan, a další.** Změny v hodnocení nálezů v prostatě pomocí klasifikace PI-RADS 2.1. *Česká radiologie.* [Online] 2020, **74**(1), 47-54, [Cit. 13. 2. 2021]. Dostupné z: http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad_2001_47_54.pdf.
42. **PI-RADS 2.1.** *American College Of Radiology.* [Online] 2019. [Citace: 13. 2. 2021]. Dostupné z: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/Pi-RADS/PIRADS-V2-1.pdf?la=en>.

43. **RYZNAROVÁ, Zuzana, HORÁK, Martin a DVOŘÁK, Jan.** Význam magnetické rezonance v diagnostice karcinomu prostaty a první zkušenosti s využitím MR spektroskopie. *Česká radiologie*. [Online] 2009, **63**(1), 80-88, [Cit. 29. 1. 2021]. Dostupné z: http://www.cesradiol.cz/dwnld/Ces_Rad_0901_80_88.pdf. ISSN 1210-7883.
44. **KUDLÁČKOVÁ, Šárka, ZÁŤURA, František a TŮDÖS, Zbyněk.** Cílená biopsie prostaty pomocí magnetické rezonance – 1. část. *Urologie pro praxi*. [Online] 2017, **18**(2), 69-72, [Cit. 26. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/uro/2017/02/05.pdf>.
45. **FERDA, Jiří, a další.** Zobrazení prostaty na 3T MRI u nemocných se zvýšenou hladinou PSA. *Česká radiologie*. [Online] 2012, **66**(1), 9-17, [Cit. 30. 1. 2021]. Dostupné z: http://www.cesradiol.cz/dwnld/CesRad_1201_9_17.pdf.
46. **ŠOBROVÁ, Alžběta, a další.** Komparace multiparametrické magnetické rezonance se silou magnetického pole 3 Tesla s transrektální sonografií naváděnou biopsií prostaty. *Česká urologie*. [Online] 2014, **18**(3), 225-233, [Cit. 30. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.czechurol.cz/pdfs/cur/2014/03/06.pdf>.
47. **NEKULA, Josef a CHMELOVÁ, Jana.** *Základy zobrazování magnetickou rezonancí*. Ostrava : Zdravotně sociální fakulta Ostravské univerzity v Ostravě, 2007. ISBN 978-80-7368-335-1.
48. **European Commission.** Gadolinium- vědecké závěry. *European Commission*. [Online] 2017, [Cit. 7. 2. 2021]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2017/20171123138674/anx_138674_cs.pdf.
49. **MECHL, Marek, a další.** Kontraindikace a rizika vyšetření pomocí magnetické rezonance. *Česká radiologie*. [Online] 2010, **64**(1), 69-75, [Cit. 7. 2. 2021]. Dostupné z: <http://www.crs.cz/media/File/pdf/RizikaaKIvysetrovaniMR.pdf>.
50. **MLADÁ, Jana a VACKOVÁ, Petra.** Kontrastní látky s obsahem gadolinia. *Urologie pro praxi*. [Online] 2011, **12**(3), 189-190, [Cit. 8. 2. 2021]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/uro/2011/03/12.pdf>.
51. **GHADIMI, M. a SAPRA, A.** Magnetic Resonance Imaging Contraindications. *StatPearls*. [Online] 2020, [Cit. 8. 2. 2021]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551669/>.

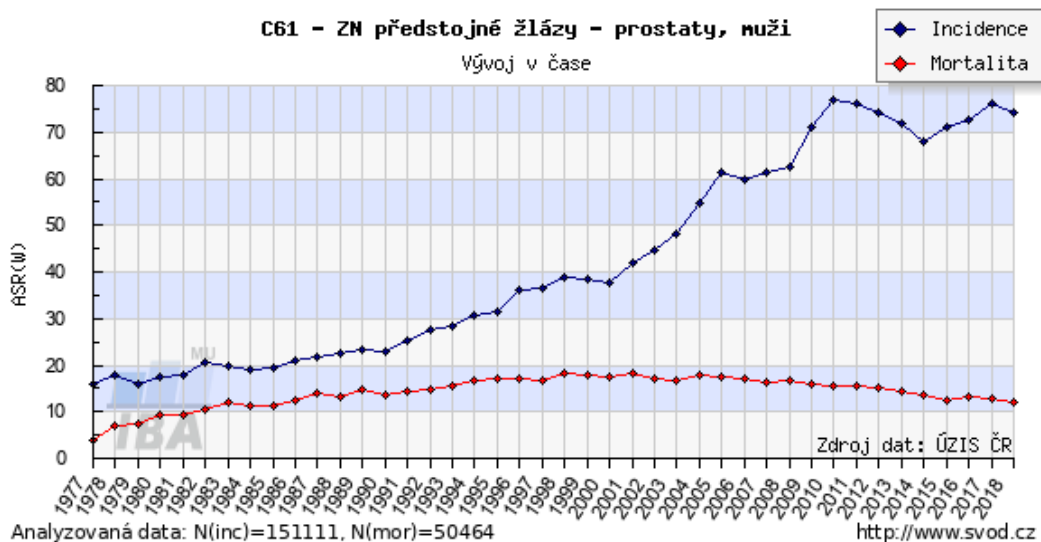
52. **KOPECKÝ, Josef, POVOVÁ, Jana a JANOUT, Vladimír.** Přínos (-2)proPSA a PHI pro diagnostiku karcinomu prostaty. *Urologie pro praxi*. [Online] 2015. [Citace: 29. 3. 2021.] <https://www.solen.cz/pdfs/uro/2015/03/04.pdf>.
53. **KOLOMBO, Ivan a PORŠOVÁ, Martina.** Prostatický specifický antigen (PSA)-situace v roce 2007. *Onkologie*. [Online] 2008, [Citace: 30. 3. 2021.] <https://www.onkologiecs.cz/pdfs/xon/2008/01/08.pdf>.
54. **PEŠL, Michael a ZÁMEČNÍK, Libor.** Prostatický specifický antigen a odvozené parametry. *Urologie pro praxi*. [Online] 2004, [Cit. 30. 3. 2021]. Dostupné z: <https://www.urologiepropraxi.cz/pdfs/uro/2004/02/05.pdf>.
55. **Fakultní nemocnice Plzeň.** Nová technologie zachytí nádor přesněji. [Online] 2017, [Cit. 30. 3. 2021]. Dostupné z: <https://www.fnplzen.cz/cs/node/457>.
56. **BALKO, Jan.** *Memorix histologie*. Praha : Triton, 2017. ISBN 978-80-7553-249-7.
57. **Diagnosis- grades and stages.** *Prostap DCS*. [Online] [Cit. 1. 1. 2021]. Dostupné z: <https://prostapdcs.co.uk/public/diagnosis/grades-and-stages/>.

SEZNAM PŘÍLOH

- [Příloha 1](#) - Vývoj incidence a mortality v čase u nádorů prostaty v České republice
- [Příloha 2](#) - Věková struktura populace pacientů s karcinomem prostaty za rok 2018 v České republice
- [Příloha 3](#) – Histologické členění prostaty dle McNeala
- [Příloha 4](#) – Gleasonovo skóre
- [Příloha 5](#) – Nahodilé magnetické momenty protonů
- [Příloha 6](#) – Rovnoběžné uspořádání protonů ve statickém magnetickém poli
- [Příloha 7](#) – Kontraindikace MR
- [Příloha 8](#) – Sektorová mapa PI-RADS 2.1
- [Příloha 9](#) – Souhlasné stanovisko se sběrem informací ve FN Plzeň
- [Příloha 10](#) – Informovaný souhlas k vyšetření MR

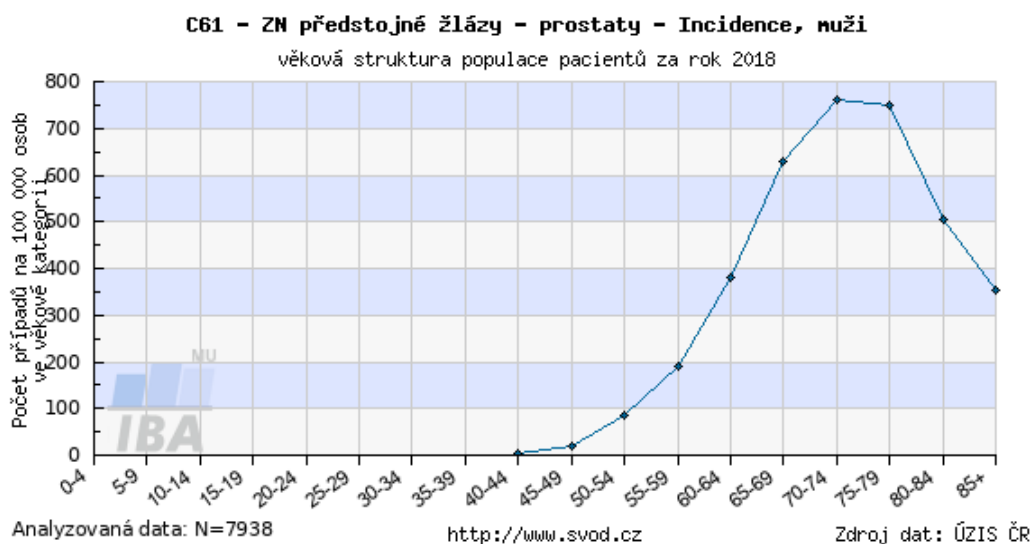
PŘÍLOHY

Příloha 1- Vývoj incidence a mortality v čase u nádorů prostaty v České republice



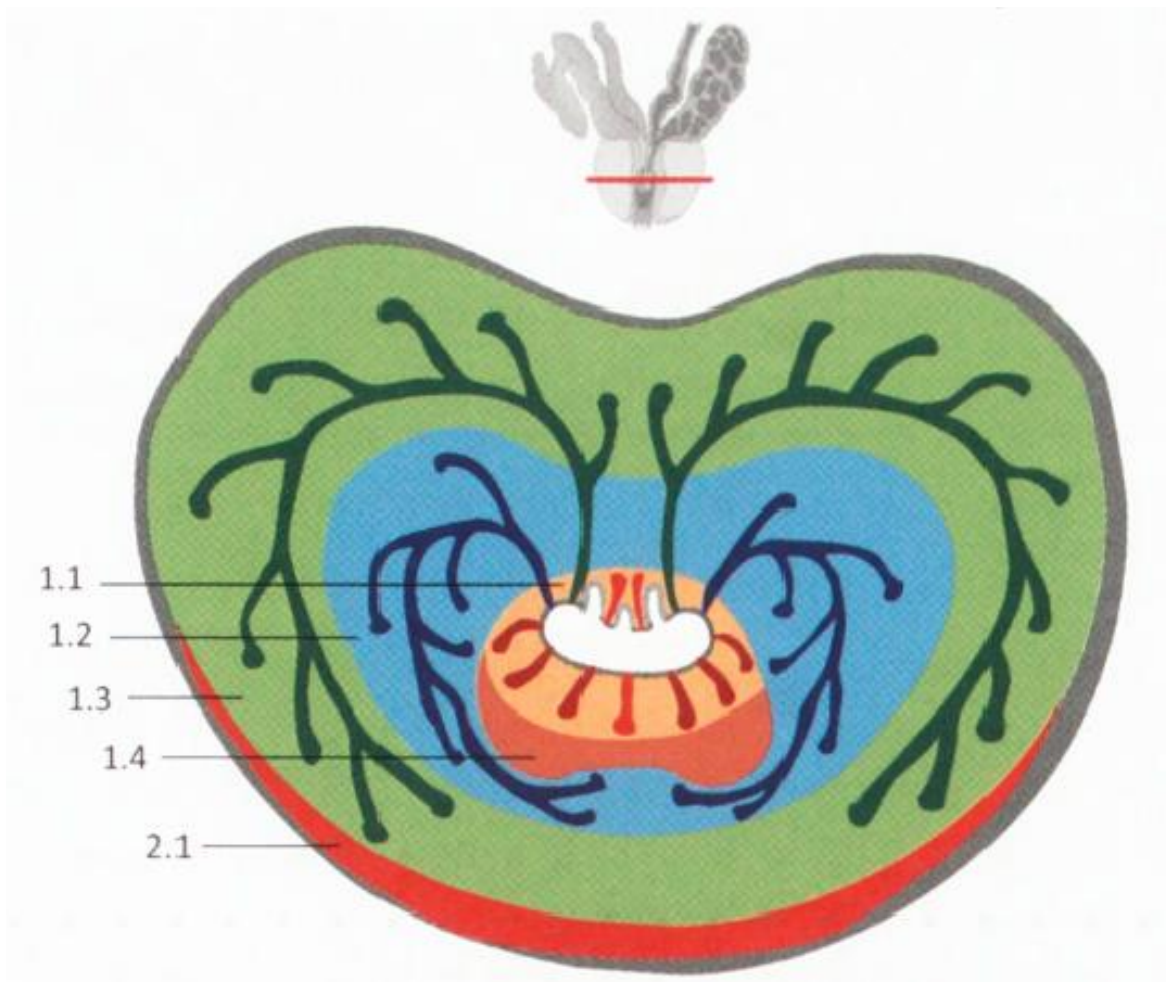
Zdroj: Graf C61 – ZN předstojné žlázy – prostaty, muži, svod.cz [online], [cit 3. 1. 2021], dostupné z: <http://www.svod.cz/>

Příloha 2- Věková struktura populace pacientů s karcinomem prostaty za rok 2018 v České republice



Zdroj: Graf C61 – ZN předstojné žlázy – prostaty – Incidence, muži, svod.cz [online], [cit 3. 1. 2021], dostupné z: <http://www.svod.cz/>

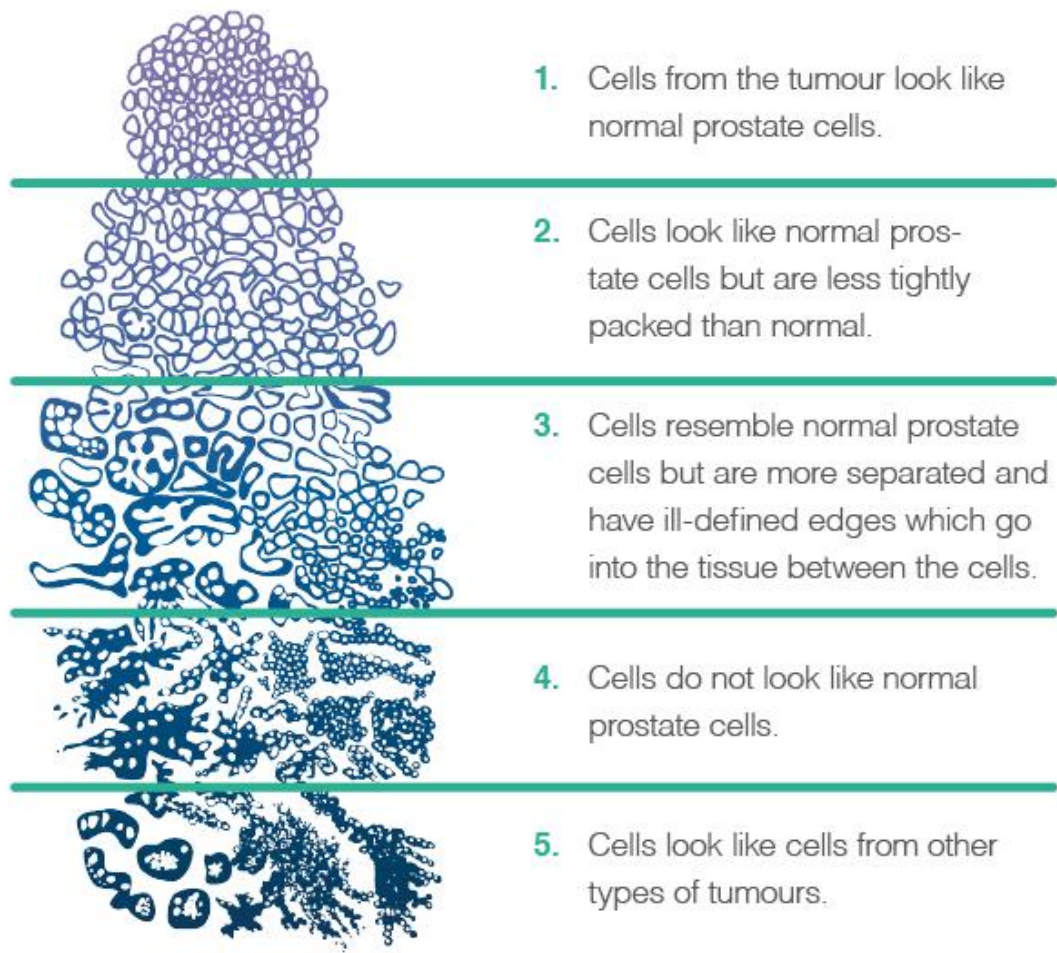
Příloha 3 – Histologické členění prostaty dle McNeala



periuretrální zóna, 1.2- centrální zóna, 1.3- periferní zóna, 1.4- přechodní zóna, 2.1- přední nežláznatá zóna

Zdroj: (56)

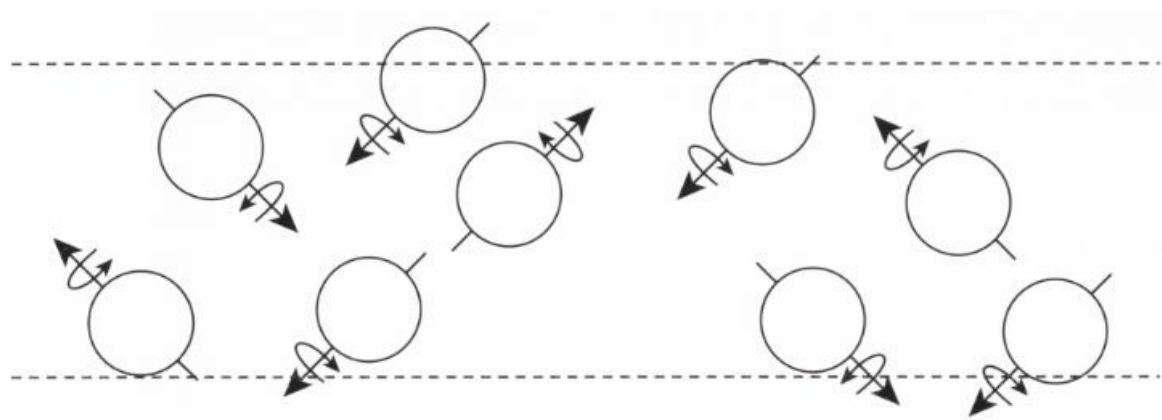
Příloha 4 – Gleasonovo skóre



Reprinted from Human Pathology, V23, Gleason DF, Histologic grading of prostate cancer: a perspective, p273–279, copyright (1992), with permission from Elsevier.

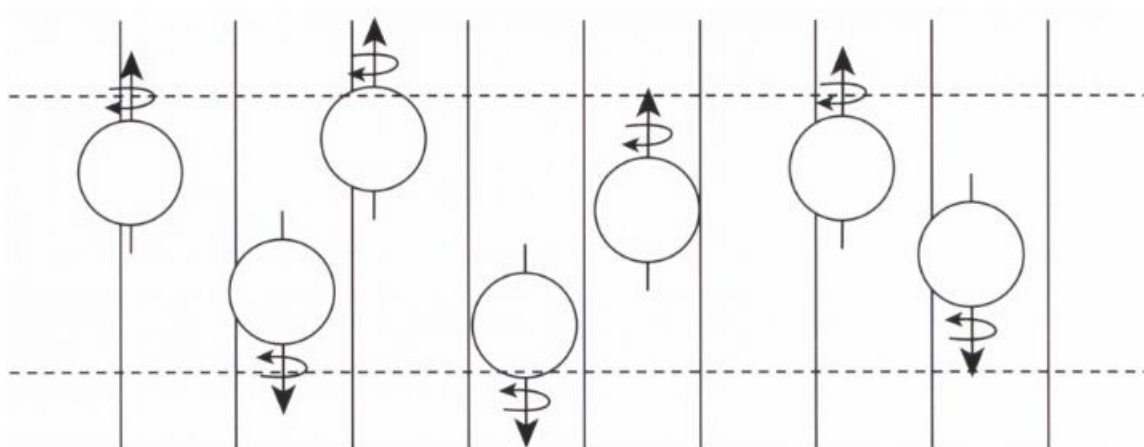
Zdroj: (57)

Příloha 5 – Nahodilé magnetické momenty protonů



Zdroj: (33)

Příloha 6 – Rovnoběžné uspořádání protonů ve statickém magnetickém poli



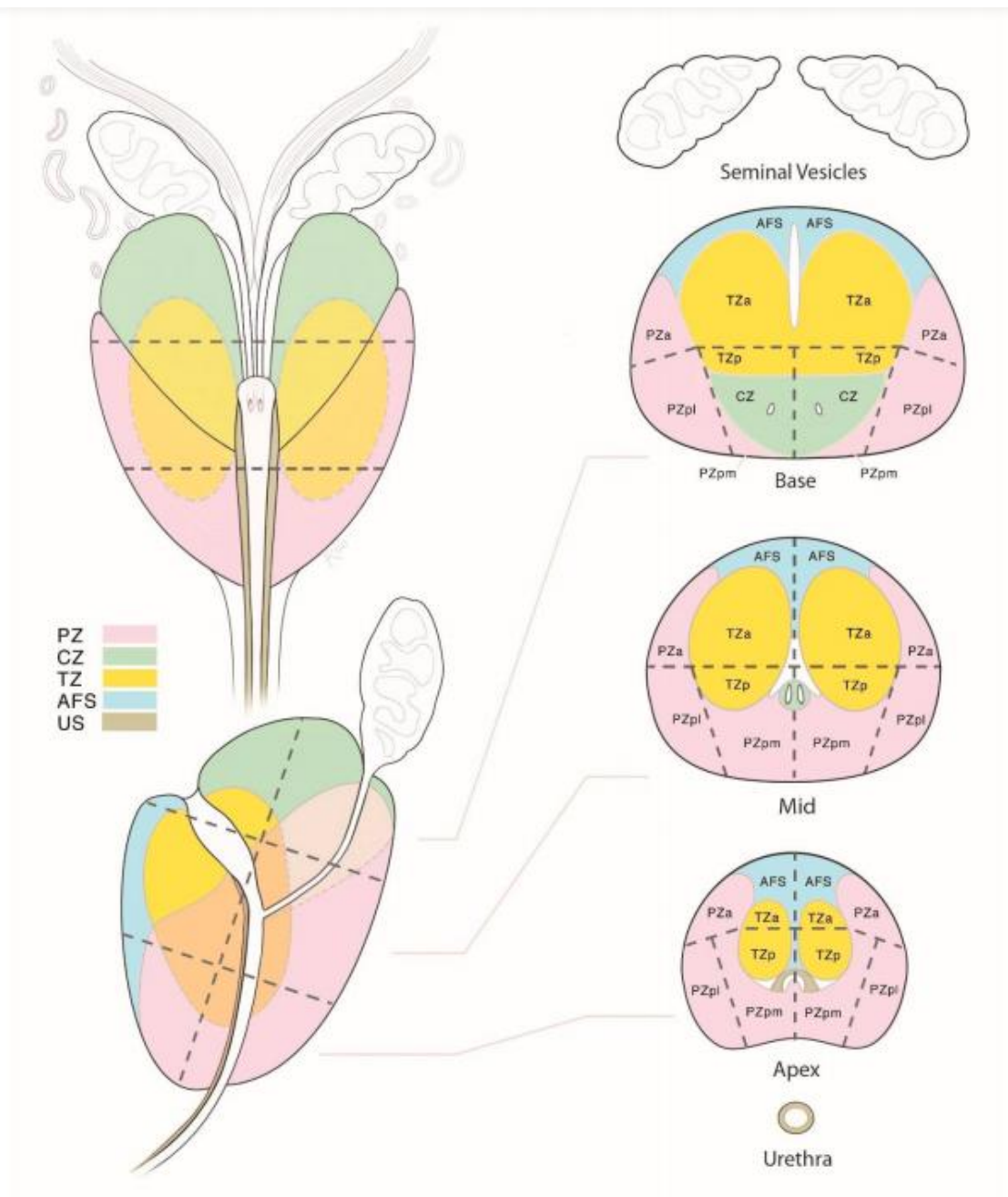
Zdroj: (33)

Příloha 7 – Kontraindikace MR

Absolutní kontraindikace	Relativní kontraindikace (potenciálně nebezpečné)	Bezpečné	Není kontraindikace
implantovaný kardiostimulátor nebo defibrilátor (ICD)	stenty (cévní výztuže), žilní filtry, kovový embolizační materiál a okludery méně než 6 týdnů po implantaci, pokud není písemně doložena jejich MR kompatibilita	stenty (cévní výztuže), žilní filtry, kovový embolizační materiál a okludery 6 a více týdnů po implantaci	písemné potvrzení výrobce implantátu o jeho plné MR kompatibilitě (kdekoli v těle pacienta) s písemným potvrzením operátéra, který jej implantoval
ponechané elektrody po de-plantaci kardiostimulátoru nebo defibrilátoru	kloubní náhrady, osteosyntetický materiál a dentální implantáty méně než 6 týdnů po implantaci, pokud není písemně doložena jejich MR kompatibilita	kloubní náhrady, osteosyntetický materiál a dentální implantáty 6 a více týdnů po implantaci, bez známek uvolňování (bez ohledu na použitý materiál)	nitroděložní tělíska (IUD)
aneurymatické cévní svorky (klipy), pokud není písemně doložena jejich MR kompatibilita	kloubní náhrady a osteosyntetický materiál se známkami uvolňování	náhrady srdečních chlopní s výjimkou cíleně udané MR nekompatibility	stenty (cévní výztuže), žilní filtry, kovový embolizační materiál a okludery, pokud lze písemně doložit plnou MR kompatibilitu (bez ohledu na dobu implantace)
elektronické implantáty (kochleární, inzulínová pumpa atd.), pokud není písemně doložena MR kompatibilita		neaneurymatické chirurgické cévní svorky (hemostatické klipy) 6 a více týdnů po implantaci	
kovová cizí tělesa z jiného než prokazatelně nemagnetického kovu: – intrakraniálně – intraorbitálně		svorky na žlučových cestách 6 a více týdnů po operaci	

Zdroj: (49)

Příloha 8 – Sektorová mapa PI-RADS 2.1



Zdroj: (42)

Příloha 9 – Souhlasné stanovisko se sběrem informací ve FN Plzeň



FAKULTNÍ NEMOCNICE PLZEŇ
Útvar náměstka pro ošetrovatelskou péči
Edvarda Beneše 13, 305 99 Plzeň - Bory
alej Svobody 80, 304 60 Plzeň - Lochotín
IČO 08669806 tel.: 377 401 111, 377 103 111

Vážená paní
Tereza Nyklová
Studentka oboru Radiologický asistent
Fakulta zdravotnických studií - Katedra záchranářství, diagnostických oborů a veřejného zdravotnictví
Západočeská univerzita v Plzni

Povolení sběru informací ve FN Plzeň

Na základě Vaší žádosti Vám jménem Útvaru náměstkyně pro ošetrovatelskou péči FN Plzeň **uděluji souhlas** se sběrem informací o zobrazovacích metodách, používaných u pacientů *Kliniky zobrazovacích metod (KZM)* FN Plzeň. Informace budete získávat v souvislosti s vypracováním Vaší bakalářské práce s názvem „Zobrazení prostaty pomocí MR“.

Podmínky, za kterých Vám bude umožněna realizace Vašeho šetření ve FN Plzeň:

- Vrchní radiologický asistent KZM souhlasí s Vaším postupem.
- Vaše šetření osobně provedete.
- Vaše šetření nenaruší chod pracoviště ve smyslu provozního zajištění dle platných směrnic FN Plzeň, ochrany dat pacientů a dodržování Hygienického plánu FN Plzeň. Vaše šetření bude provedeno za dodržení všech legislativních norem, zejména s ohledem na platnost zákona č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování, v platném znění.
- Sběr informací pro Vaši bakalářskou práci budete provádět v době Vašich, školou schválených, praktik, **pod přímým vedením MUDr. Ing. Radka Tupého, Ph.D., vedoucího lékaře KZM FN Plzeň.**
- Obrazové, popř. i další údaje ze zdravotnické dokumentace pacientů, které budou uvedeny ve Vaší práci, musí být zcela anonymizovány.
- Po zpracování Vámi zjištěných údajů poskytnete zdravotnickému oddělení / klinice či organizačnímu celku FN Plzeň závěry Vašeho šetření, pokud o ně projeví oprávněný pracovník ZOK / OC zájem a budete se aktivně podílet na případné prezentaci výsledků Vašeho šetření na vzdělávacích akcích pořádaných FN Plzeň.

Toto povolení nezakládá povinnost zdravotnických pracovníků s Vámi spolupracovat, pokud by spolupráce s Vámi narušovala plnění pracovních povinností zaměstnanců, jejich soukromí, či pokud by spolupráce s Vámi zaměstnanci pociťovali jako újmu. Účast zdravotnických pracovníků na Vašem šetření je dobrovolná.

Přeji Vám hodně úspěchů při studiu.

Mgr. Bc. Světluše Chabrová
manažerka pro vzdělávání a výuku NELZP
zástupkyně náměstkyně pro oš. péči

Útvar náměstkyně pro oš. péči FN Plzeň
tel.: 377 103 204, 377 402 207
e-mail: chabrovas@fnplzen.cz

6. 11. 2020

Zdroj: FN Plzeň

Příloha 10 – Informovaný souhlas k vyšetření MR



FAKULTNÍ NEMOCNICE PLZEŇ

Edvarda Beneše 13, 305 99 Plzeň - Bory
alej Svobody 80, 304 60 Plzeň - Lochotín
IČO 00669806 tel.: 377 401 111, 377 103 111

INFORMOVANÝ SOUHLAS

RYŠETŘENÍ MAGNETICKOU REZONANCÍ

Pacient/ka: _____ Naroden/a: _____
titul jméno příjmení

Rodné číslo (číslo pojištěnce): _____ / _____ Kód ZP: _____

Bydliště: _____

Zákonný zástupce: _____ Vztah: _____
titul jméno příjmení (např. matka, otec, opatrovník aj.)

Naroden/a: _____ Bydliště: _____
(liší-li se od bydliště pacienta/ky)

Vážená paní, vážený pane, vážení rodiče,

na základě klinického vyšetření zdravotního stavu Vám/Vašemu dítěti doporučil ošetřující lékař **vyšetření magnetickou rezonancí (MR vyšetření)**.

Máte právo svobodně se rozhodnout o postupu při poskytování zdravotních služeb Vaší osobě (Vašemu dítěti), pokud jiné právní předpisy toto právo nevylučují. K provedení navrhovaného zdravotního výkonu je potřeba Vašeho souhlasu. Pro usnadnění rozhodnutí Vám chceme podat následující informace.

Důvod provedení výkonu

Jde o vyšetření **nejpřesnější zobrazovací metodou**, která může přinést dokonalý obraz možných chorobných změn ve vyšetřovaném orgánu Vašeho těla a ošetřujícímu lékaři umožnit výběr té nejučinnější léčby.

Alternativy (jiné možnosti) výkonu / léčby

Údaje o tom, zda navrhovaný zdravotní výkon má nějakou alternativu (jinou možnost) a zda máte možnost si zvolit z několika alternativ, Vám/Vašemu dítěti poskytl ošetřující lékař/ka, který doporučil provedení tohoto zdravotního výkonu.

Příprava k výkonu

Vyšetření se provádí v silném magnetickém poli, je nebolestivé a nevyžaduje u dospělých a větších dětí žádnou přípravu.

Výjimkou je vyšetření střev (MR enterografie, kolonografie), které vyžaduje dokonalé vyprázdnění střevního obsahu před vyšetřením.

U malých dětí se vyšetření provádí v celkovém znecitlivění (v narkóze, v uspání) z důvodů zamezení rušivých pohybů. Příprava k vyšetření pomocí MR se pak řídí pokyny anesteziologa, specialisty na podání narkózy.

K vyšetření přicházejte bez nenalíčení, bez řasenek a make-upu, pudrů a vlasových gelů apod. Po příchodu do čekárny magnetické rezonance se v klidu posadte a vyčkejte vyzvání ke vstupu do odkládací kabinky. Můžete si v duchu zatím připravit odpovědi na následující otázky, které Vám ještě v kabině před vlastním vyšetřením položí vyšetřující laborant. Otázky je nutné z důvodu Vašeho bezpečí pravdivě zodpovědět, protože silné magnetické pole může poškodit nebo dislokovat (změnit umístění v těle) všechny kovové předměty, které Vám kdy byly vpraveny do těla, a to nejspíše účelově při některém z operačních zákroků (např. kovové svorky apod.)

Pravidelně kladené otázky

- máte zavedený kardiostimulátor/defibrilátor (tj. přístroj, voperovaný pod kůži, který řídí činnost ano ne srdce) nebo Vám byl takový přístroj vyjmut a byly ponechány na místě jeho elektrody?
- jste po operaci umělého kloubu nebo zlomeniny některé kosti? ano ne
- máte v srdci umělou srdeční chlopuň? ano ne
- máte v těle voperovanou inzulínovou pumpu? cévní výztuž (stent)? žilní filtr? kovový embolizační materiál (okluder = ucpávku)? ano ne

Tento formulář ani žádná jeho část nesmí být reprodukovány, publikovány a šířeny žádným způsobem a v žádné podobě bez výslovného svolení vedení FN Plzeň.



FAKULTNÍ NEMOCNICE PLZEŇ

Edváarda Beneše 13, 305 99 Plzeň - Bory
alej Svobody 80, 304 60 Plzeň - Lochotín
IČO 00669806 tel.: 377 401 111, 377 103 111

Pacient/ka:

Rodné číslo:

- jste po jakékoli operaci (např. srdečního by-passu s kovovými klípsy, operaci mozku, cév, oka, ledvin, po zlomenině kostí atd.)? ano ne
- víte, že byste měli mít kdekoli v těle kovový předmět (jehlu, drát, dlahu, kovovou střešinu)? ano ne
- byl/a jste někdy zraněn/a kulkou, šrapnelem, broky, střepinami granátu? ano ne
- máte oční protézu? ano ne
- léčíte se na nějakou chorobu ledvin? ano ne
- máte ušní (kochleární) naslouchadlo? ano ne
- máte zavedený kavální filtr (filtr do dolní duté žíly)? ano ne
- máte zavedený metalický stent? ano ne
- máte na těle tetování nebo permanentní make-up? ano ne
- máte zubní protézu z kovu? ano ne
- máte v těle jinou protézu? ano ne
- máte kovovou střešinu v oku? ano ne
- pracoval/a jste jako kovodělník? ano ne
- máte v těle piercingové (kovové ozdoby) kroužky? ano ne
- trpíte alergií na nějakou látku, věc nebo potravinu? ano ne
- byl/a jste již někdy vyšetřen/a magnetickou rezonancí? ano ne
- máte implantovaný elektronický přístroj? ano ne

Speciální dotazy pro ženy

- máte zavedené intrauterinní tělísko (nitroděložní antikoncepci)? ano ne
- jste těhotná? pokud ano, kolik týdnů? ano ne

Postup při výkonu

Po vstupu do přípravné kabinky budete vyzván/a k odložení vašeho svrchního oděvu, abychom vyloučili přítomnost jakéhokoli kovového předmětu v magnetickém poli. Budete vyzváni k odložení podprsenky, paruky, vlasenek, pinet, vlasových jehlic, špendlíků, svorek apod., všech kovových peněz a mincí, kreditních karet, náprsních tašek, brýlí, prstenů a šperků. Pokud budete nalíčený/á, budete vyzván/a k odstranění make-upu. Na požádání Vám poskytneme empírový plášť.

Před vlastním vyšetřením budete požádán/a o podpis na žádanku, kterým stvrdíte, že jste byl na výše uvedené okolnosti dotázán. Nevyhovění výše uvedené přípravě bude důvodem k odmítnutí provedení vyšetření.

Po splnění výše uvedeného budete uveden/a do vyšetřovny, kde již působí magnetické pole. Laborant Vás pohodlně uloží většinou na záda (při vyšetření prsů, konečnicku a některých kloubů na břicho) na připravený výsuvný vyšetřovací stůl a vyšetřovanou část těla uloží buď do kruhové cívkou (hlava, krk, končetiny) nebo na rovnou cívkou (páteř, ostatní vyšetřované okruhy těla). Budete požádán/a, abyste po celou dobu vyšetření, která se pohybuje mezi 30 - 45 minut, klidně ležel/a, pravidelně dýchal/a, nesmrkal/a, nepolykal/a a neškrabal/a se. Vyšetření bude prováděno velkým hlukem, který způsobují přístrojové součásti.

Tento hluk je normálním úkazem a neměl by Vás znepokojovat. Budete-li si přát chrániče sluchu, laborant Vám je poskytne. Bude-li povaha vyšetření vyžadovat aplikaci kontrastní látky, bude Vám do loketní žíly zavedena nitrožilní kanyla.

Poté budete zavezen/a na lůžku do dlouhého tunelu, což může vyvolat i nepříjemné pocity. Ujišťujeme Vás, že po celou dobu vyšetření je tunel zásobován čerstvým vzduchem z ventilátoru, personál Vás po celou dobu vyšetření sleduje kamerou a jste s ním spojeni prostřednictvím mikrofonu. Do ruky Vám vložíme speciální tlačítko, které můžete použít v případě jakýchkoli nepříjemných pocitů, jež nezvládáte potlačit. Náš personál má možnost Vás během několika vteřin vyvézt z tunelu.

Rizika a možné komplikace výkonu

Během vyšetření se může objevit tzv. panická reakce, tj. strach z uzavřeného prostoru, úzkost, tíseň, neklid. Z těchto důvodů máte možnost zmáčknutím speciálního tlačítka, uloženého trvale ve Vaší ruce, ohlásit vyšetřujícímu personálu tuto obtíž. Personál se bude akutním problémem ihned účinně zabývat.

Tento formulář ani žádná jeho část nesmí být reprodukována, publikována a šířena žádným způsobem a v žádné podobě bez výslovného svolení vedení FN Plzeň.



FAKULTNÍ NEMOCNICE PLZEŇ

Edvarda Beneše 13, 305 99 Plzeň - Bory
alej Svobody 80, 304 60 Plzeň - Lochotín
IČO 00669806 tel.: 377 461 111, 377 103 111

Pacient/ka:

Rodné číslo:

Výskyt alergických reakcí (například dechová tíseň, pokles krevního tlaku) na kontrastní látky používané při vyšetření magnetickou rezonancí je velmi vzácný, ujišťujeme Vás však, že jsme plně i na tuto eventualitu připraveni a včas léčebně zakročíme. Pokud by se po ambulantním vyšetření s kontrastní látkou dostavily projevy alergie (kožní vyrážka, nevolnost, dušnost) až po opuštění naší nemocnice, okamžitě kontaktujte č.155.

Chování po výkonu, možná omezení

Po vyšetření budete odveden/a zpět do kabinky. Pečlivě si přezkontrolujte všechny odložené věci. Po oblečení budete moci buď sám/a, nebo s doprovodem sestry či jiné doprovázející osoby, odejít zpět na nemocniční oddělení nebo domů. MR vyšetření Vás/Vaše dítě nijak neomezí v obvyklém způsobu života.

Kojící matky po aplikaci kontrastní látky přeruší kojení na 24 hodin (je proto vhodné před vyšetřením nasbírat na tuto dobu mléko do zásoby). Během 24 hodin se kontrastní látka vyloučí z těla.

Jakékoli Vaše otázky v souvislosti s MR vyšetřením zodpoví vyšetřující laborant nebo ošetřující/ vyšetřující lékař.

Dovolujeme si Vás informovat, že na poskytování zdravotních služeb v naší nemocnici se mohou podílet osoby získávající způsobilost k výkonu povolání zdravotnického pracovníka nebo jiného odborného pracovníka, a to včetně nahlížení do zdravotnické dokumentace. Přítomnost těchto osob při poskytování zdravotních služeb můžete odmítnout a jejich nahlížení do zdravotnické dokumentace můžete během svého léčení zakázat. Bližší informace Vám na vyžádání poskytne ošetřující lékař.

PROHLÁŠENÍ PACIENTA/KY (ZÁKONNÉHO ZÁSTUPCE)

Byl/a jsem seznámena s údaji o účelu, povaze, předpokládaném prospěchu, následcích a možných rizicích navrhovaných zdravotních služeb (zdravotního výkonu).

Byl/a jsem seznámen/a s alternativami (jinými možnostmi) navrhovaných zdravotních služeb (zdravotního výkonu), s jejich výhodami a riziky a měl/a jsem možnost si jednu z alternativ zvolit (pokud tato možnost volby existuje a pokud výkon nepodléhá zvláštním právním předpisům).

Byl/a jsem seznámen/a s možnými omezeními v obvyklém způsobu života a v pracovní schopnosti po poskytnutí zdravotních služeb (po zdravotním výkonu) a s možnými očekávanými změnami zdravotního stavu a zdravotní způsobilosti.

Byl/a jsem seznámen/a s léčebným režimem, vhodnými preventivními opatřeními a s možnými kontrolními zdravotními výkony.

Byl/a jsem poučen/a o právu svobodně se rozhodnout o postupu při poskytování zdravotních služeb mé osobě (mému dítěti), pokud jiné právní předpisy toto právo nevylučují.

Nezamířel/a jsem žádné mně známé údaje o mém zdravotním stavu (o zdravotním stavu mého dítěte), které by mohly nepříznivě ovlivnit moji léčbu (léčbu mého dítěte) či ohrozit mé okolí, zejména rozšířením infekční choroby.

Souhlasím s nezbytným použitím omezovacích prostředků, jejichž účelem je odvrácení bezprostředního ohrožení života, zdraví nebo bezpečnosti mé osoby (mého dítěte) v souvislosti s poskytováním zdravotních služeb (prováděním zdravotního výkonu).

Prohlašuji, že mi byla poskytnuta podrobná informace o implantovaném zdravotnickém prostředku podle zvláštního právního předpisu. (Toto prohlášení se týká pouze pacientů s implantovaným zdravotnickým prostředkem.)

Prohlašuji, že jsem byl/a poučen/a o možnosti odvolání tohoto informovaného souhlasu a beru na vědomí, že případné odvolání souhlasu nebude účinné, pokud již bude započato provádění zdravotního výkonu, jehož přerušeni může způsobit vážné poškození zdraví nebo ohrožení života mého (mého dítěte).

V případě výskytu neočekávaných komplikací vyžadujících neodkladné provedení dalších zákroků nutných k záchraně života nebo zdraví souhlasím, aby byly provedeny veškeré další potřebné a neodkladné výkony nutné k záchraně života nebo zdraví.

Prohlašuji, že jsem mohl/a klást doplňující otázky, na které mi bylo řádně odpovězeno, a že jsem informacím a poučení plně porozuměl/a a souhlasím s poskytnutím navrhovaných zdravotních služeb (zdravotním výkonem).

Informace uvedené v tomto souhlasu s poskytnutím zdravotních služeb týkající se nezletilého pacienta (pacienta zbaveného způsobilosti k právním úkonům) byly tomuto pacientovi poskytnuty přiměřeně jeho rozumové a volní vyspělosti.

**FAKULTNÍ NEMOCNICE PLZEŇ**Edvarda Beneše 13, 305 99 Plzeň - Bory
alej Svobody 80, 304 60 Plzeň - Lochotín
IČO 00669806 tel.: 377 461 111, 377 103 111

Pacient/ka:

Rodné číslo:

POSOUZENÍ ZPŮSOBILOSTI NEZLETILÉHO PACIENTA NEBO PACIENTA S OMEZENOU SVĚPRÁVNOSTÍ K VYSLOVENÍ SOUHLASU:

(vyplní lékař/ka poskytující údaje a poučení)

- Pacient/ka **je** rozumově a volně vyspělý/á k vyslovení souhlasu s poskytnutím navrhovaných zdravotních služeb.
- Pacient/ka **není** rozumově a volně vyspělý/á k vyslovení souhlasu s poskytnutím navrhovaných zdravotních služeb.
- _____
- Kontraindikace nezjištěny.

Indikující lékař poskytující údaje a poučení:

jmenovka (hůlkovým písmem nebo razítkem) ZOK podpis

Radiologický asistent poskytující údaje a poučení:

jmenovka (hůlkovým písmem nebo razítkem) ZOK podpis

Provádějící lékař poskytující údaje a poučení:

jmenovka (hůlkovým písmem nebo razítkem) ZOK podpis

V Plzni dne: _____ v _____ hodin

_____ podpis pacienta/ky nebo zákonného zástupce

Vyplňte v případě, že se pacient/ka nemůže s ohledem na svůj zdravotní stav podepsat (např. pro úraz horní končetiny):**Současný zdravotní stav pacienta/ky nedovoluje, aby podepsal/a tento souhlas, protože:****Způsob projevu vůle (souhlasu):**

- kývnutím hlavy gestem: _____ očima jinak: _____

Svědék: _____

jméno a příjmení podpis (není-li svědek zaměstnancem FN, uveďte se adresu a datum narození)

Vyplňte v případě, že pacient/ka (zákonný zástupce) odmítl/a souhlas podepsat:**Pacient/ka (zákonný zástupce) odmítl/a tento souhlas podepsat.**

Lékař/ka (zdravotnický pracovník) poskytující údaje a poučení:

jmenovka (hůlkovým písmem nebo razítkem) ZOK podpis

Svědék: _____

jméno a příjmení podpis (není-li svědek zaměstnancem FN, uveďte se adresu a datum narození)

Tento formulář ani žádná jeho část nesmí být reprodukovány, publikovány a šířeny žádným způsobem a v žádné podobě bez výslovného svolení vedení FN Plzeň.