

# VÝZNAM MAGNETICKÉ REZONANCE V DIAGNOSTICE KARCINOMU PROSTATY A PRVNÍ ZKUŠENOSTI S VYUŽITÍM MR SPEKTROSKOPIE

THE COMBINATION OF THE MR IMAGING, DWI AND MR SPECTROSCOPY ENABLES TO EXTEND THE METHOD PROVIDING THE INFORMATION ON CELL AND TISSUE METABOLISM

původní práce

Zuzana Ryznarová<sup>1,3</sup>  
Martin Horák<sup>1</sup>  
Jan Dvořák<sup>2</sup>  
Martin Mašek<sup>1</sup>  
Magdaléna Adamová<sup>1</sup>  
Miroslav Kašpar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Radiodiagnostická klinika 1. LF UK  
a FN Na Bulovce, Praha

<sup>2</sup>Ústav radiační onkologie 1. LF UK  
a FN Na Bulovce, Praha

<sup>3</sup>MR – Budějovická, MEDICON a.s.,  
Praha

Přijato: 15. 12. 2008.

## Korespondenční adresa:

MUDr. Zuzana Ryznarová  
MEDICON a.s. – MR Budějovická  
Antala Staška 1670/80,  
140 46 Praha 4  
e-mail: ryznarz@remet.cz

## ABSTRAKT

Ryznarová Z, Horák M, Dvořák J, Mašek M, Adamová M, Kašpar M. Význam magnetické rezonance v diagnostice karcinomu prostaty a první zkušenosti s využitím MR spektroskopie

**Cíl.** Posoudit možnosti diagnostiky karcinomu prostaty s využitím nových metod magnetické rezonance.

**Materiál a metoda.** Retrospektivně byla hodnocena MR vyšetření malé pánve se zaměřením na prostatu provedené v období leden 2006 až únor 2008. U všech pacientů bylo do základního protokolu zařazeno difúzně vážené zobrazení, u části pacientů bylo provedeno navíc spektroskopické měření. Všechna vyšetření byla provedena na stroji 1,5 T s použitím body-matrix a spine-matrix cívk. Endorektální cívka nebyla používána.

**Výsledky.** Ze 48 pacientů s karcinomem prostaty se u 25 pacientů (52,1 %) jednalo o T2 stadium, T3a stadium bylo u 8 pacientů (16,7 %), T3b u 11 pacientů (22,9 %) a u 4 pacientů šlo o pokročilý nález T4 stadium (8,3 %). Magnetická rezonance byla prováděna především s cílem upřesnění stagingu a pro plánování radioterapie, u několika pacientů bylo vyšetření provedeno s cílem primární detekce tumoru po předchozích několika negativních biopsiích.

**Závěr.** Doplněním prostého MR zobrazování o DWI a MR spektroskopii dochází k rozšíření metody o informace týkající se buněčného metabolismu orgánu či tkáně.

**Klíčová slova:** karcinom prostaty, MR zobrazení, MR spektroskopie, DWI.

## ABSTRACT

Ryznarová Z, Horák M, Dvořák J, Mašek M, Adamová M, Kašpar M. The combination of the MR imaging, DWI and MR spectroscopy enables to extend the method providing the information on cell and tissue metabolism

**Aim.** To evaluate options of the prostate carcinoma diagnostics by means of using new Magnetic Resonance methods.

**Materials and method.** The Magnetic Resonance Imaging (MR) of pelvis with a special focus on prostate performed between January 2006 and February 2008 was evaluated retrospectively. A diffusion-weighted imaging (DWI) was incorporated into the basic MR protocol with all patients. The MR spectroscopy was used with a few patients. All examinations were carried out by means of 1,5 T MR system with a body-matrix and spine-matrix coil. An endorectal coil was not used.

**Results.** Out of 48 patients diagnosed with prostate carcinoma, 25 patients (52.1%) were diagnosed with T2 stage, 8 patients (16.7%) with T3a stage and 11 patients (22.9%) with T3b stage.

Four patients had advanced form of T4. The MR was carried out for the purpose of staging preciseness and radiotherapy planning. The MR examination was performed on several patients for primary tumour detection after a few previous negative biopsies.

**Key words:** prostate carcinoma, MR imaging, MR spectroscopy, DWI.

## ÚVOD

Karcinom prostaty je nejrozšířenější u černé populace zemí Jižní Ameriky. V Evropě je poměrně vysoká incidence ve skandinávských zemích, zatímco nízký výskyt tohoto onemocnění je v Číně a v Japonsku. V USA je nejvyšší incidence u černé populace 100 případů na 100 000 obyvatel, u bělochů je to 70 případů na 100 000 obyvatel (1). V České republice je výskyt téměř poloviční. V roce 2005 připadalo 48 případů na 100 000 obyvatel (2).

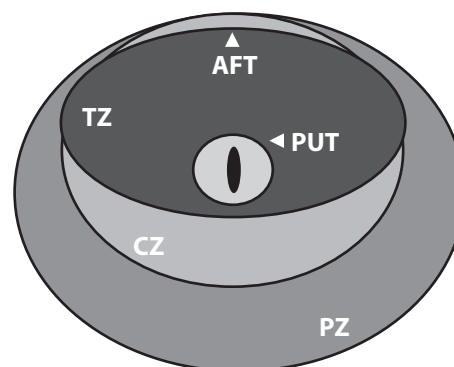
Výskyt karcinomu prostaty stoupá se zvyšujícím se věkem. U mužů ve věku 50 let je riziko mikroskopického výskytu karcinomu prostaty 42 %, riziko klinické manifestace pouze 10 % a riziko úmrtí na karcinom prostaty 3 %. Téměř polovina karcinomů prostaty se objevuje u mužů starších 75 let, nejvyšší mortalita je nad 85 let (1).

Magnetická rezonance (MR) je neinvazivní zobrazovací metoda, která se uplatňuje při diagnostice, stagingu a sledování efektu léčby karcinomu prostaty.

## ANATOMIE

Nejjednodušší model zonální anatomie prostaty (3) rozděluje žlázu na dva kompartmenty: periferní zónu a centrální žlázu. Periferní zóna tvoří největší část prostaty. V apexu zaujímá většinu žlázy, ve střední části představuje dorzální a dorzolaterální oblast. U mladých mužů tvoří 70 % objemu prostaty. Centrální žláza je tvořena centrální a tranzitorní zónou. Centrální zóna se nachází kraniálně v bázi prostaty a u mladých mužů tvoří 25 % tkáně. Na tranzitorní zónu připadá 5 % tkáně, jde o část obkružující proximální část uretry ventrálně a laterálně, přičemž ventrálně je periferní zóna přerušena pruhem fibromuskulárního stromatu (3, 4).

Ke změnám zonální anatomie dochází s věkem. U mladých mužů je centrální žláza tvořena především centrální zónou. U starších mužů převažuje tranzitorní zóna, která postupně s věkem proliferuje a je podkladem benigní hyperplazie



Obr. 1. Schematické znázornění anatomie prostaty

AFT – přední fibromuskulární stroma; PUT – periuretrální tkáň; TZ – tranzitorní zóna; CZ – centrální zóna; PZ – periferní zóna

Fig. 1. Schematic demonstration of prostate anatomy

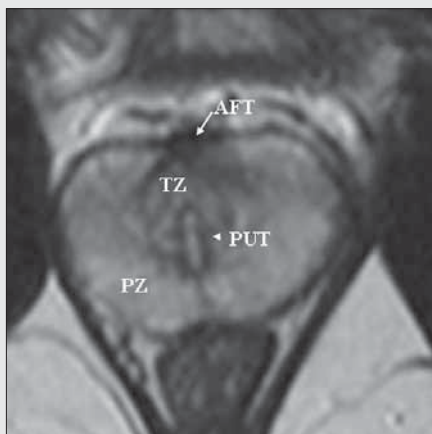
AFT – anterior fibromuscular stroma; PUT – periurethral tissue; TZ – transition zone; CZ – central zone; PZ – peripheral zone

prostaty. Postupně s proliferací tranzitorní zóny dochází ke kompresi centrální i periferní zóny. Centrální zóna atrofuje zároveň s věkem.

Oblast junkce tranzitorní a periferní zóny je označována jako pseudokapsula nebo chirurgická kapsula, aniž by šlo o skutečnou kapsulu. Je tvořena pouze komprimovanou tkání periferní zóny. Povrch prostaty je kryt fibrózní hyposignální kapsulou (obr. 1, 2).

## DIAGNOSTIKA

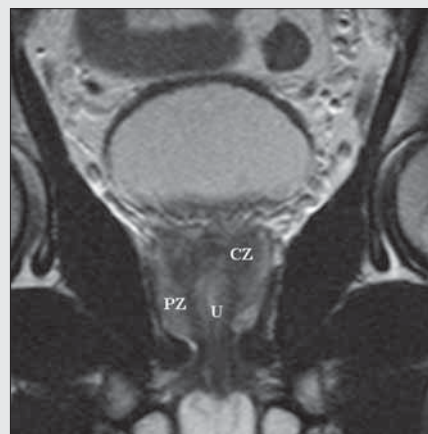
V rámci stagingu karcinomu prostaty je využíváno několik diagnostických metod. Mezi obligatorní vyšetření u karcinomu prostaty patří digitální vyšetření per rectum (DRE), stanovení hladiny prostatického specifického antigenu (PSA) v séru a indexu % free PSA (poměr free PSA/total PSA). Prostatický an-



▲ Obr. 2A



▲ Obr. 2B



▲ Obr. 2C

Obr. 2. T2 TSE, normální prostata

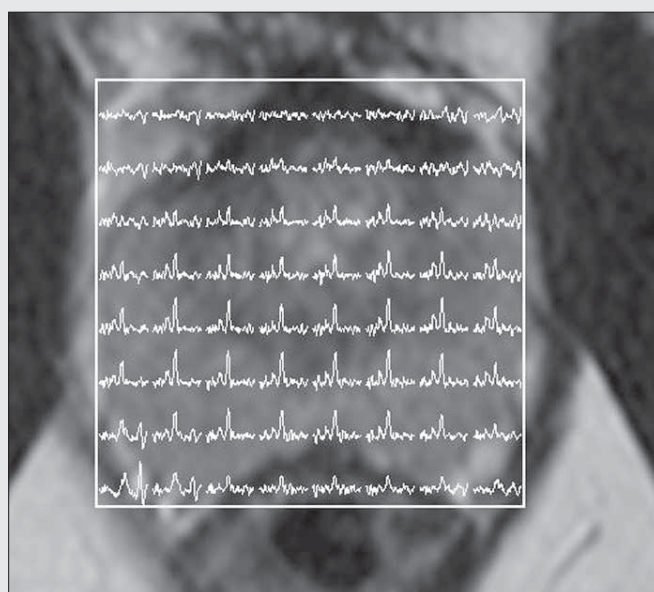
A – transversální řez normální prostatou ve střední třetině žlázy; B – transversální řez v oblasti base prostaty; C – koronární řez prostatou

AFT – přední fibromuskulární stroma; TZ – tranzitorní zóna; PUT – periuretrální tkáň; PZ – periferní zóna; CZ – centrální zóna; NV – neurovaskulární svazek; U – uretra

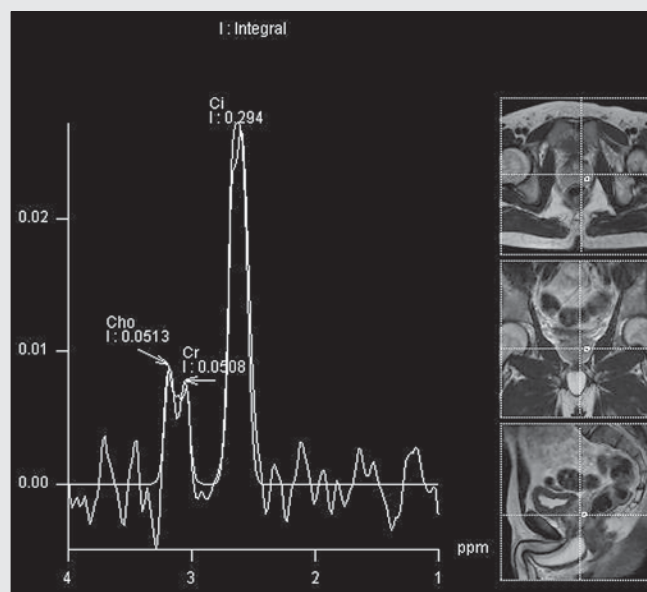
Fig. 2. T2 TSE, normal prostate

A – transversal section in the middle third gland; B – transversal section in the prostate base; C – coronal section

AFT – anterior fibromuscular stroma; TZ – transition zone; PUT – periurethral tissue; PZ – peripheral zone; CZ – central zone; NV – neurovascular band; U – urethra



▲ Obr. 3



▲ Obr. 4

Obr. 3. **Spektra získaná při H1 MR spektroskopii – chemical shift imaging (CSI); 3D zobrazení v rozsahu celé prostaty – normální spektrum**  
 Fig. 3. **Spectra received in H1 MR spectroscopy – chemical shift imaging of the whole prostate (CSI 3D) – normal spectrum**

Obr. 4. **Zobrazení jednotlivého voxelu při CSI**

Normální spektrum v periferní zóně prostaty – vysoký citrát (Ci); nízký cholin (Cho)

Fig. 4. **Demonstration of only one voxel in CSI**

Normal spectrum in peripheral zone. High citrate signal (Ci); low cholin signal (Cho)

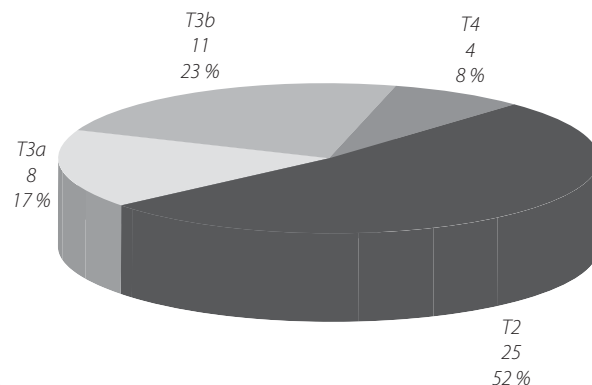
tigen se v séru vyskytuje ve formě volné (free) a vázané, jejich součet představuje celkové PSA (total). Jejich poměr – index free PSA/total PSA zvyšuje specificitu a senzitivitu vyšetření PSA. Do jisté míry umožňuje odlišit zhoubné a nezhoubné onemocnění prostaty. Při snížení indexu pod 10 % je maligní onemocnění prostaty vysoce pravděpodobné, naopak zvýšení indexu nad 25 % svědčí spíše pro onemocnění benigního charakteru.

Základní zůstává biopsie s odběrem minimálně 10 vzorků se stanovením Gleason skóre (součet gradingu dvou nejčastěji zastoupených vzorků) a transrektální sonografie. Jako fakultativní jsou považovány zobrazovací metody jako MR pánve, počítačová tomografie (CT) pánve a scintigrafie skeletu.

Na CT nelze tumor rostoucí v prostatické žláze diferencovat. Zobrazit na CT lze pouze značně pokročilá stadia (T3b, T4) a pánevní lymfadenopatii. Magnetická rezonance představuje díky vysoké tkáňové rozlišovací schopnosti vhodnou metodu pro zobrazení prostaty. V poslední době začíná scintigrafii konkurovat celotělové difúzní MR zobrazení a NaF<sup>+</sup> pozitronová emisní tomografie (PET).

V T1 vážených obrazech má prostata uniformní střední signál bez možnosti rozlišení zonální anatomie. Nejlepší zobrazení poskytují T2 vážené obrazy, na nichž má periferní zóna vysoký homogenní signál, zatímco centrální a tranzitorní zóna jsou lehce hyposignální. Při benigní hyperplazii dochází k uzlovité proliferaci převážně hyposignální tranzitorní zóny.

Tumorózní infiltrace se v T2 vážených obrazech projeví snížením signálu normálně hypersignální periferní zóny. Limitované je zobrazení tumoru v centrální žláze. Snížením signálu periferní zóny se neprojevuje pouze nádorová infiltrace



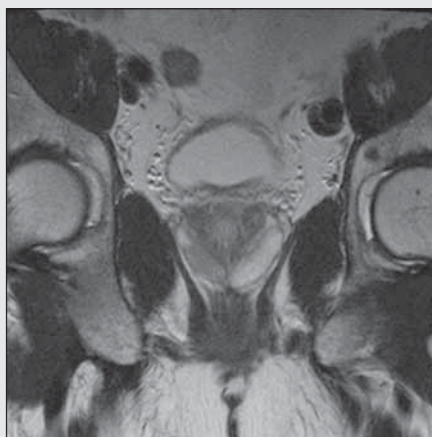
▲ Graf 1. **Pacienti vyšetřeni na magnetické rezonanci pro tumor prostaty**  
 Graph 1. **Patients examined on magnetic resonance due to prostate tumour diagnosis**

Tab. 1. **TNM klasifikace nádorů prostaty (2004)**

Table 1. **TNM classification of prostate tumours (2004)**

|     |                                                                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T1  | nádor nepalpovatelný, nejistitelný zobrazovacími metodami                                               |
| T2  | nádor omezen na prostatu*                                                                               |
| T2a | < než polovina laloku                                                                                   |
| T2b | > než polovina laloku                                                                                   |
| T2c | oba laloky                                                                                              |
| T3  | nádor se šíří přes pouzdro prostaty                                                                     |
| T3a | extrakapsulární šíření                                                                                  |
| T3b | infiltrace semenných váčků                                                                              |
| T4  | fixace nebo postižení okolních struktur: hrdlo měchýře, zevní sfinkter, rektum, levátory, stěna pánevní |

\* Invaze do apexu a do pouzdra prostaty se klasifikuje jako T2.



▲ Obr. 5A



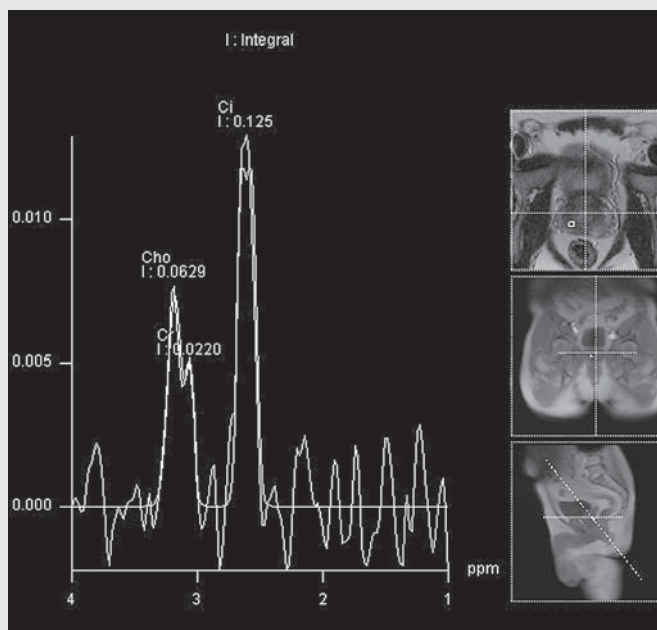
▲ Obr. 5B

### Obr. 5. Karcinom prostaty, stádium T2

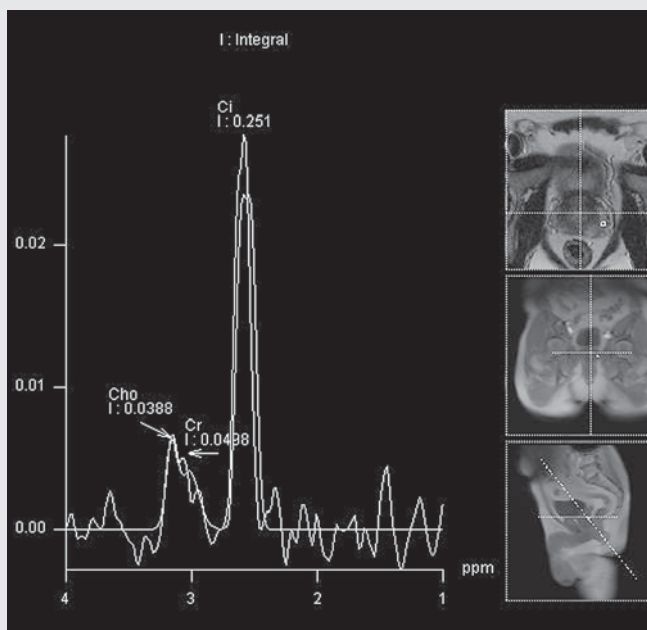
Magnetická rezonance (MR) u pacienta se zvýšeným PSA a negativním nálezem při předchozí biopsii prostaty. Na MR tumorózní ložisko v pravém laloku v periferní zóně, potvrzeno při rebiopsii. A – T2 TSE, koronární rovina; B – T2 TSE, transverzální rovina; C – spektrum v tumorózním ložisku v pravém laloku prostaty v periferní zóně; D – spektrum ve zdravé periferní zóně v levém laloku prostaty

### Fig. 5. Prostate carcinoma, stage T2

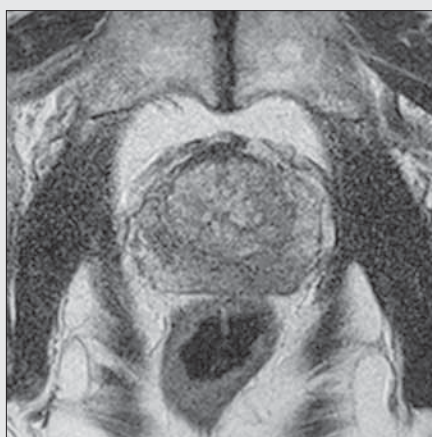
Patient with higher level of PSA and two previous negative biopsies. Tumour in the peripheral zone in right side lobe; confirmed by rebiopsy. A – T2 TSE, coronal section; B – T2 TSE, transversal section; C – spectrum from tumour in the right prostate lobe in peripheral zone; D – spectrum from healthy peripheral zone in the left prostate lobe



▲ Obr. 5C



▲ Obr. 5D



▲ Obr. 6A



▲ Obr. 6B

### Obr. 6. Karcinom prostaty, stádium T2

Hyposignální ložisko tumoru v levém laloku, tumor je omezen na prostatu. A – T2 TSE transverzální rovina; B – T2 TSE FS, snížení signálu v důsledku tumorózní infiltrace v periferní zóně levého laloku

### Fig. 6. Prostate carcinoma, stage T2

Hyposignal tumour in the left prostate lobe; tumour is localized in the prostate gland. A – T2 TSE, transversal section; B – T2 TSE FS; signal decreasing due to tumour infiltration in peripheral zone in the right prostate lobe

parenchymu. S podobným obrazem se setkáme u postbiopické hemoragie (vyšetřujeme minimálně 6–8 týdnů po biopsii), zánětlivé infiltrace, fibrózy po radioterapii a podobně reaguje žláza i na hormonální terapii.

Většina patologií prostaty má zonální distribuci. Téměř 70–80 % karcinomů prostaty roste v periferní zóně, nejčastěji postižená je oblast báze a apexu prostaty. V centrální zóně roste cca 10 % karcinomů, na tranzitorní zónu připadá kolem 20 % tumorů (5).

Výhodou difuzně váženého zobrazení (DWI) je krátká akvizice a vysoký kontrast mezi normální tkání a tumorem. V důsledku restrikce difuze extracelulární vody při infiltraci parenchymu žlázy hypercelulárním tumorem dochází ke snížení normálně vysokého signálu v ADC mapách (6, 7).

Slibnou metodou pro zvýšení specifity MR zobrazení se zdá být MR spektroskopie (MRS), která je schopna *in vivo* detekovat i malé množství metabolitů ve zkoumaném vzorku tkáně. V normální tkáni prostaty dochází k syntéze a hromadění citrátu. U karcinomu prostaty se hladina citrátu snižuje, u špatně diferencovaných nádorů při MR spektroskopii citrát prakticky chybí. Cholin je normální součástí fosfolipidů buněčných membrán. Jeho hladina se zvyšuje v jakékoliv proliferující tkáni. U tumorů prostaty se hladina cholinu zvyšuje, a to zejména u špatně diferencovaných nádorů (8). Dochází ke zvýšení poměru cholin/citrát (respektive cholin + creatin/citrát). V literatuře se popisuje jako možná malignita voxel, kde je poměr cholin + creatin/citrát nejméně 2× vyšší než v normální periferní zóně, velmi pravděpodobná malignita při poměru 3× vyšším (3, 6). Scheidler J. (9) uvádí možnou malignitu při poměru vyšším než 0,75 a pravděpodobnou malignitu při poměru vyšším než 0,86.

## METODA

V období leden 2006 až únor 2008 bylo provedeno 65 MR vyšetření malé pánve se zaměřením na prostatu. Vyšetření byli pacienti ve věku 38–86 let, nejvíce pacientů bylo ve věkové skupině 69–78 let celkem 51 pacientů. Retrospektivně byl hodnocen soubor pacientů s provedenou MR malé pánve se zaměřením na prostatu. V souboru byli pacienti s již ověřeným karcinomem prostaty se známým Gleason skóre a PSA, pacienti se zvýšeným PSA s negativním histologickým nálezem při systematické biopsii prostaty, pacienti po radikální prostatektomii s podezřením na lokální recidivu a pacienti s podezřením na recidivu v terénu ozářené prostaty po radikální radioterapii a hormonální terapii, u kterých došlo k biochemickému relapsu onemocnění (elevace PSA proti výchozí hodnotě po RT).

Všechna vyšetření byla provedena na přístroji Magnetom Avanto 1,5 T (Siemens, Erlangen, Německo) s použitím povrchové body-matrix a spine-matrix cívky.

Oblast celé pánve (nad bifurkací aorty) byla vyšetřena T1 váženými obrazy sekvence rychlého spinového echa (TSE) TR 500, TE 13 nebo sekvence gradientního echa FLASH TR 112, TE 4,8 s tloušťkou vrstvy 6 mm, FOV 350 mm, matice 256 × 154 a T2 váženými obrazy sekvence rychlého spinového echa (TSE) s tloušťkou vrstvy 6 mm, FOV 350 mm, TR 2050, TE 99 k vyloučení lymfadenopatie. Cíleně se zaměřením na prostatu byly provedeny T2 vážené obrazy sekvencí rychlého spinového echa (T2 TSE) ve třech rovinách (transverzální rovinu

skládáme kolmo na průběh uretry, koronární je rovnoběžná s průběhem uretry), tloušťka vrstvy 3 mm, FOV 200 mm, matice 256 × 256, TR 2050, TE 99. Do standardního protokolu byla zařazena sekvence T2 TSE s potlačením tuku v transverzální rovině se stejnými parametry jako předchozí a zobrazení difuze sekvencí SE echo-planar imaging (SE EPI) se třemi hodnotami b-faktoru (0, 500 a 1000 s/mm) a tloušťkou vrstvy 3 mm, matice 192 × 192, FOV 250 mm.

U 20 pacientů byl protokol doplněn MR spektroskopií CSI (chemical shift imaging) 3D, FOV 80 × 80 × 80 mm, VOI 40 × 40 × 40 mm, voxel 6,7 × 6,7 × 6,7 mm, TR 690, TE 120, průměrování (averages) 10, s potlačením signálu vody a tuku, automatický shimming, doba měření spektroskopie byla 16,17 minut. Postprocesingové zpracování bylo provedeno softwarem Spectroscopy (Siemens, Erlangen, Německo). Spektroskopické měření bylo hodnoceno jako nediagnostické, pokud byl poměr signál/šum menší než 1,5. Pokud bychom měli dodržovat doporučení Edelmana RR. a Clause FG. (3, 5) a za diagnostická považovali pouze měření s poměrem signál/šum vyšším než 5, bylo by použitelných jen 5 spektroskopických měření (25 %). Jako podezřelé byly na MR spektroskopii hodnoceny voxely, u kterých byl poměr cholin + creatin/citrát 2× vyšší než v normální periferní zóně u téhož pacienta (3, 6).

Dynamické kontrastní vyšetření bylo prováděno u pacientů po radikální prostatektomii (RAPE) se suspekci na lokální recidivu tumoru, v primárním stagingu prováděno nebylo. V případě dynamického kontrastního vyšetření používáme T1 váženou sekvenci 3D gradientního echa VIBE, 10 měření, se stanovením křivky sytění pomocí firemního softwaru „Mean Curve“.

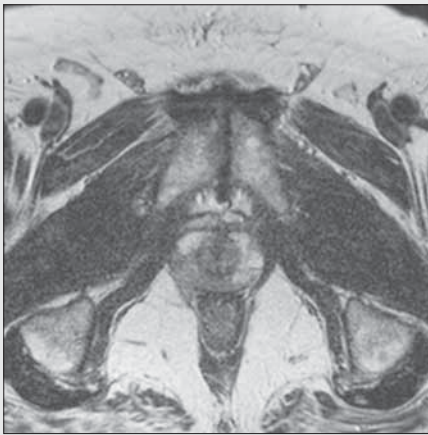
U tohoto souboru pacientů byla magnetická rezonance prováděna s cílem upřesnění stagingu a pro naplánování radioterapie. Pacienti před plánováním radioterapie byli vyšetřováni s vyprázdněnou ampulou rektu (glycerinový čípek) a s plným močovým měchýřem tak, aby poloha prostaty při MR vyšetření byla pokud možno stejná jako při plánovacím CT. Obě vyšetření probíhala ve stejný den, obrazy z obou modalit byly následně fúzovány pro radioterapii.

Při stagingu byla používána TNM klasifikace – 6. vydání 2002.

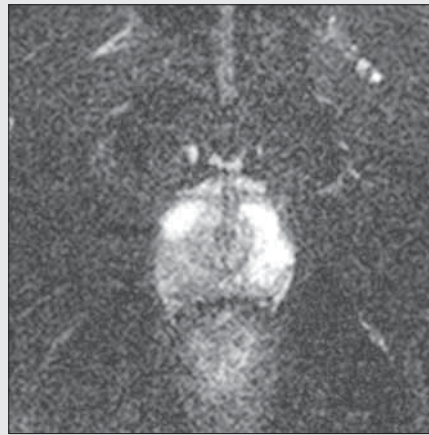
## VÝSLEDKY

Z celkového počtu pacientů 65 byl na MR patrný verifikovaný karcinom prostaty ve 48 případech. Sedm pacientů bylo vyšetřeno po radikální prostatektomii (RAPE), u nichž v 5 případech nebyla recidiva prokázána, ve 2 případech byly známky lokální recidivy. Po radikální radioterapii bylo vyšetřeno 7 pacientů, u 5 z nich bylo na základě spektroskopie vysloveno podezření na recidivu, která zatím nebyla ověřena bioticky. Pacienti vyšetřovaní pro jinou diagnózu než karcinom prostaty byli ze souboru vyřazeni.

Ze 48 (100 %) pacientů s prokázaným tumorem prostaty se ve 25 (52,1 %) případech jednalo o T2 stadium. Až na výjimky šlo o případy, které nebyly řešeny RAPE, a v závislosti na Gleason skóre pacienti podstoupili radioterapii případně i hormonální léčbu. V 19 (39,6 %) případech byl tumor zařazen do T3 stadia, z toho 8 (16,7 %) pacientů mělo T3a stadium bez známek infiltrace semenných váčků a 11 (22,9 %) pacientů mělo postiženo i semenné váčky – tedy T3b stadium. Ve 4



▲ Obr. 7A



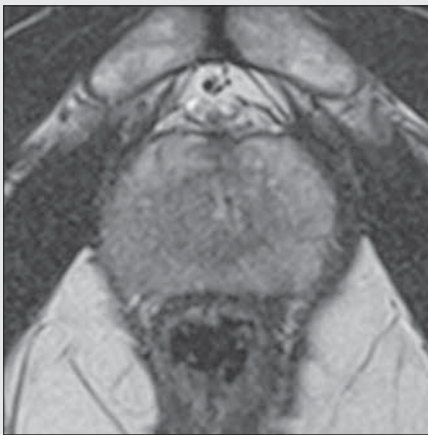
▲ Obr. 7B

**Obr. 7. Karcinom prostaty, stádium T3a**

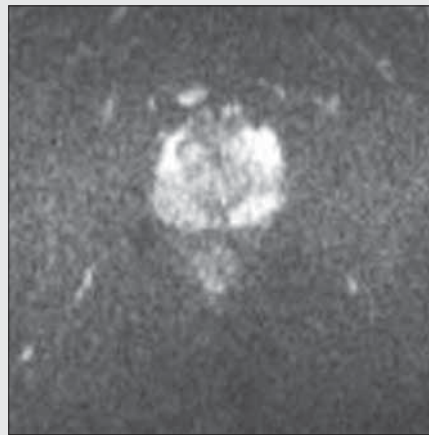
Známky extrakapsulárního šíření dorzálně v pravém laloku. A – T2 TSE transversální rovina; B – DWI, nízký signál v oblasti tumoru v pravém laloku

**Fig. 7. Prostate carcinoma, stage T3a**

Extracapsular spreading posteriorly in the right prostate lobe. A – T2 TSE, transversal section; B – DWI, signal decreasing in tumour infiltration



▲ Obr. 8A



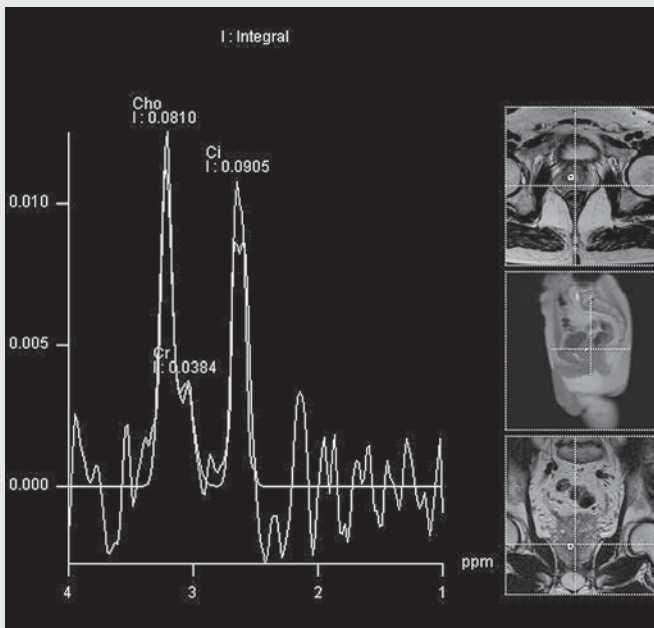
▲ Obr. 8B

**Obr. 8. Karcinom prostaty, stádium T3a**

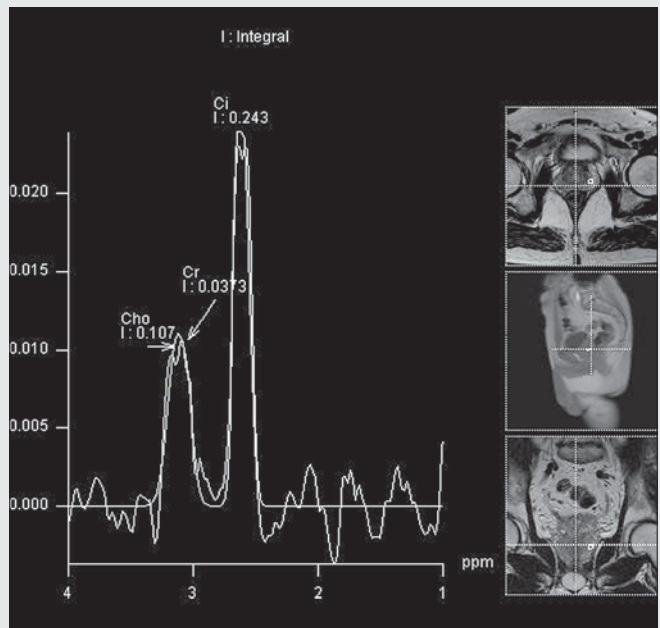
Vpravo dorzolaterálně známky extrakapsulárního šíření; které bylo potvrzeno při radikální prostatektomii. A – T2 TSE transversální rovina; B – DWI, v oblasti tumoru nízký signál v důsledku restrikce difuze vody; C – spektrum v tumorózním ložisku v pravém laloku prostaty – snížení citrátu vůči cholinu; D – spektrum v normální periferní zóně v levém laloku

**Fig. 8. Prostate carcinoma, stage T3a**

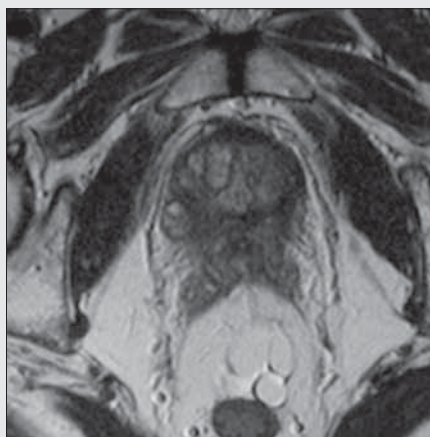
Signs of extracapsular spreading dorsolateral on the right side; which was confirmed by radical prostatectomy. A – T2 TSE, transversal section; B – DWI, signal decreasing due to water diffusion restriction; C – spectrum in tumour in the right prostate lobe. Increasing ratio cholin + creatin/citrate; D – spectrum in normal peripheral zone in the left prostate lobe



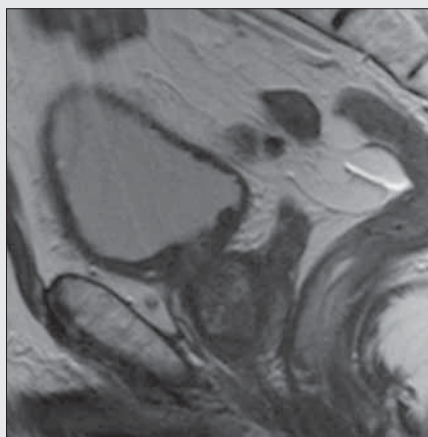
▲ Obr. 8C



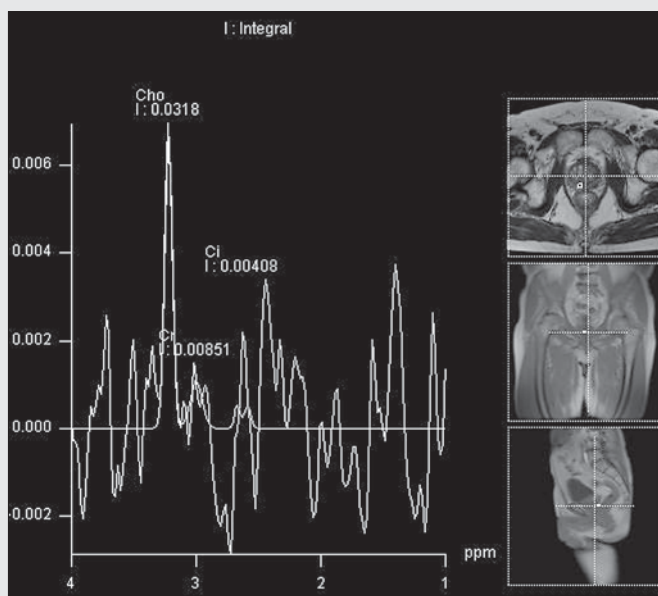
▲ Obr. 8D



▲ Obr. 9A



▲ Obr. 9B



▲ Obr. 9C

#### Obr. 9. Karcinom prostaty, stadium T3b

Tumor infiltruje oba semenné váčky. A – T2 TSE transversální rovina; B – T2 TSE sagitální rovina; C – spektrum v tumoru v periferní zóně prostaty

#### Fig. 9. Prostate carcinoma, stage T3b

Tumour infiltrates both prostate lobes. A – T2 TSE transversal section; B – T2 TSE sagittal section; C – spectrum in tumour in peripheral zone

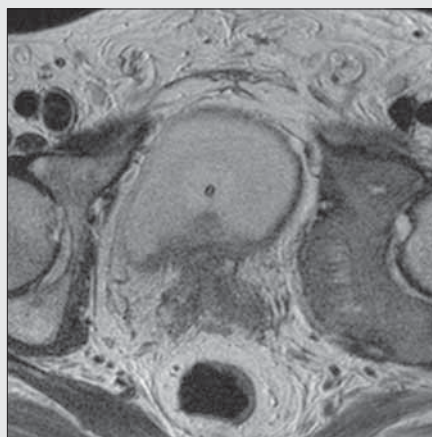
(8,3 %) případech se jednalo o pokročilý tumor se šířením do stěny močového měchýře nebo do levátorů T4 stadia.

U 20 (100 %) pacientů byl základní protokol MR zobrazení a difuzního zobrazení doplněn o MR spektroskopii. Deset pacientů v tomto souboru mělo biopsicky prokázaný karcinom prostaty. Ve všech těchto případech byl při MR spektroskopii naměřen zvýšený poměr signálů cholin + creatin/citrát ve voxidech s tumorem (nízkým signálem v T2 vážených obrazech). Tento nález koreloval s nízkým signálem v DWI i ADC mapách. Šlo o pacienty převážně s vyšším stadiem tumoru (T3b a T4 v 7 případech, T2 ve 3 případech), kteří byli indikováni k radikální radioterapii. Nehodnotitelná byla 4 měření (20 %) z důvodu nedokonalého potlačení signálu vody (většinou šlo o pacienty po transuretrální resekci prostaty). V tomto souboru bylo 6 pacientů po radikální radioterapii s poklesem metabolitů v celé žláze na MR spektroskopii, u nichž byl v 5 případech v některých voxidech zjištěn zvýšený poměr cholin + creatin/citrát a bylo u nich vysloveno podezření na lokální recidivu. Po radikální radioterapii dochází ke změně signálu celé žlázy, periferní zóna se stává hyposignální v T2 vážených

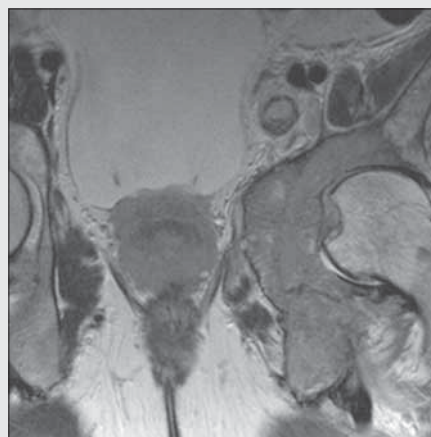
obrazech a hodnocení recidivy tumoru z těchto obrazů je velmi problematické.

Pokud bylo provedeno srovnání MR zobrazení (T2 TSE) s difuzně váženým zobrazením, lze konstatovat, že tumor patrný v T2 vážených sekvencích byl vždy jako hyposignální patrný i v DWI a ADC mapách (všechny tumory periferní zóny byly proti normální periferní zóně prostaty v DWI i ADC hyposignální). V několika případech nebyl tumor primárně detekován na T2 vážených sekvencích, ale byl zřetelný na ADC mapách. Toto ložisko se posléze podařilo vždy dohledat v T2 vážených sekvencích při dostatečném „vyoknění“ snímků. Difuzně vážené zobrazení může pomoci i při pochybnostech o extrakapsulárním šíření a zejména při podezření na infiltraci semenných váčků.

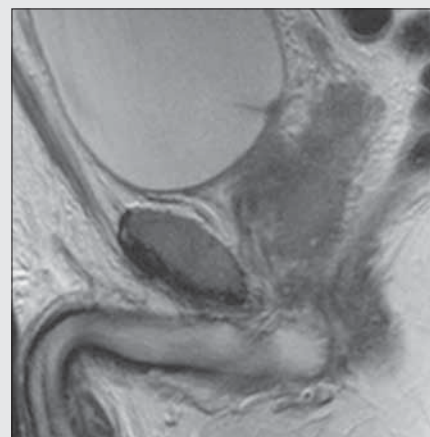
Prezentovaný soubor představuje především pacienty z Ústavu radiační onkologie FN Na Bulovce, kteří byli indikováni k léčbě radioterapií případně v kombinaci s hormonální léčbou. Výjimku tvoří dva pacienti (stadium T2), kteří podstoupili radikální prostatektomii.



▲ Obr. 10A



▲ Obr. 10B



▲ Obr. 10C

#### Obr. 10. Karcinom prostaty, stadium T4

Náhodně zachycený tumor prostaty při MR vyšetření levého acetabula. Tumor prorůstá do močového měchýře, infiltruje oba semenné vázky. Metastáza karcinomu prostaty do levého acetabula (biopsicky ověřeno). A – T2 TSE transverzální rovina; B – T2 TSE koronární rovina; C – T2 TSE sagitální rovina

#### Fig. 10. Prostate carcinoma, stage T4

Diagnosed during MR examination of left acetabulum; tumour infiltrates both seminal vesicula and urinary bladder wall. Skeletal metastasis in left acetabulum. A – T2 TSE transversal section; B – T2 TSE coronal section; C – T2 TSE sagittal section

## DISKUSE

Kombinace MR zobrazení s DWI a MR spektroskopií zvyšuje specifitu při detekci karcinomu prostaty (10). Snížení signálu v T2 vážených obrazech na MR je zcela nespecifické a kromě tumoru přichází v diferenciální diagnóze zánětlivá infiltrace, fibrózní přestavba, postbiopsická hemoragie, změny po radioterapii a hormonální léčbě.

Magnetická rezonance je vhodnou metodou pro lokální staging karcinomu prostaty. Při stanovení stadia tumoru je zcela zásadní posouzení extrakapsulárního šíření tumoru, tedy rozlišení mezi T2 a T3 stadiem. Mezi kritéria extrakapsulárního šíření v MR zobrazení patří asymetrie neurovaskulárního svazku, infiltrace neurovaskulárního svazku, vyklenutí kontury prostaty, nepravidelné spikulované okraje a obliterace rektoprostatického úhlu (5). Při infiltraci fibrózní kapsuly na povrchu prostaty dochází ke zvýšení normálně nízkého signálu kapsuly.

K tumorózní infiltraci semenných váčků (T3b) dochází buď přímým šířením tumoru z báze prostaty, nebo šířením podél d. ejaculatorius provázené snížením signálu ductu a snížením signálu semenných váčků. Změny signálu při infiltraci semenných váčků se podobně jako nádorová infiltrace parenchymu prostaty projeví snížením signálu v T2 vážených obrazech, DWI a ADC mapách. Dobré zobrazení semenných váčků poskytují sekvence s potlačením tuku.

Kombinace MR zobrazení a MR spektroskopie vede ke zvýšení senzitivity při detekci karcinomu prostaty (10). Kombinace obou metod umožňuje vytipování podezřelých ložisek před cílenou biopsií u pacientů s negativním nálezem předchozí systematické biopsie prostaty, kteří mají elevaci PSA, eventuálně současně s nepříznivým index free/total PSA.

U pacientů se suspekci na lokální recidivu tumoru po radikální prostatektomii využíváme dynamického kontrastního zobrazení se stanovením křivky syčení. Velmi problematické je zobrazení lokální recidivy u pacientů po hormonální terapii

a radioterapii. Za recidivu onemocnění je považován biochemický relaps onemocnění, kdy dochází k opětovnému zvyšování PSA. U těchto pacientů se jako perspektivní jeví metoda MR spektroskopie, což bude jistě předmětem dalších studií.

Magnetická rezonance umožňuje přesné zobrazení šíření tumoru na rozdíl od CT, které nadhodnocuje rozsah postižení. Samostatné použití MR zobrazení se uplatňuje při plánování radioterapie, kde je výhodou nepoužití rektální cívky, neboť prostata zůstává v podobné poloze jako při ozařování (odpadá problém dislokace prostaty rektální cívkou).

## ZÁVĚR

Hlavní význam zařazení magnetické rezonance do vyšetřovacího algoritmu karcinomu prostaty spočívá v detekci a stagingu karcinomu prostaty. Samostatné použití MR zobrazení se uplatňuje při plánování radioterapie.

MR spektroskopie je perspektivní metoda k vytipování podezřelých ložisek u špatně přehledné prostaty u pacientů se zvýšeným PSA a negativní histologickým nálezem předchozí biopsie před cílenou biopsií. MR spektroskopie se zdá být slibná u pacientů po radikální radioterapii při suspekci na lokální recidivu tumoru. Doplněním prostého MR zobrazování o MR spektroskopii dochází k rozšíření metody o informace týkající se buněčného metabolismu orgánu či tkáně.

Na základě těchto prvotních zkušeností jsme MR spektroskopii zavedli do základního protokolu MR vyšetření prostaty. Výjimkou jsou plánovací vyšetření u pacientů s dokončeným stagingem a pacienti po radikální prostatektomii. Difúzně vážené zobrazení přináší do MR zobrazení další informaci a vzhledem minimální časové náročnosti jej považujeme za vhodné doplnění celého algoritmu.

## LITERATURA

1. **Clements R. Prostate Carcinoma.** E-medicine 2007: [www.emedicine.com/radio/topic574.htm](http://www.emedicine.com/radio/topic574.htm)
2. Webový portál epidemiologie zhoubných nádorů v České republice, [www.svod.cz](http://www.svod.cz)
3. **Edelman RR.** Clinical Magnetic Resonance Imaging, third edition. Philadelphia: Elsevier 2006; 2910–2922.
4. **Semelka RC.** Abdominal Pelvic MRI, second edition. USA: Wiley-Liss 2006; 1179–1203.
5. **Claus GE, Hricak H, Hattery RR.** Pre-treatment Evaluation of Prostate Cancer: Role of MR Imaging and 1H MR Spectroscopy. Radiographics 2004; 24: 167–180.
6. **Choi JY, Kim KJ, Kim N, Kim W K, Choi KE, et al.** Functional MR Imaging of Prostate Cancer. Radiographics 2007; 27: 63–77.
7. **Kurhanewicz J, Swanson M, Nelson SJ, Vigneron DB.** Combined Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopic Imaging Approach to Molecular Imaging of Prostate Cancer. J Magn Reson Imaging 2002; 16(4): 451–463.
8. **Menard C, Smith CPI, Somorjai LR, Leboldus L, Patel R, et al.** Magnetic Resonance Spectroscopy of the Malignant Prostate Gland after Radiotherapy: A Histopathologic Study of Diagnostic Validity. Int J Radiation Oncology Biol Phys 2001; Vol 50, No 2: 317–323.
9. **Scheidler J, Hricak H, Vigneron DB, Yu KK, Sokolov DL, et al.** Prostate Cancer: Localization with Three-dimensional Proton MR Spectroscopic Imaging – Clinicopathologic Study. Radiology 1999; 213: 473–480.
10. **Reinsberg AS, Payne SG, Riches FS, Ashley S, Brewster MJ, et al.** Combined use of Diffusion-Weighted MRI and 1 H MR Spectroscopy to Increase Accuracy in Prostate Cancer Detection. AJR 2007; 188: 91–98.



399 Kč, Grada Publishing, 2009,  
1. vydání, 116 s., černobíle, 143×205 mm,  
brožované

Milan Cholt

### Sonografie velkých krčních cév Repetitorium ultrazvukové cévní diagnostiky a atlas nálezů na CD

Kniha je určena lékařům, kteří začínají s ultrazvukovou diagnostikou karotických a vertebrálních tepen nebo v ní sbírají první zkušenosti. Je doplněna bohatou obrazovou dokumentací sestávající z 360 názorných obrázků, která je celá uvedena na příloženém CD.

První část knihy přináší stručné repetitorium základů dopplerovské ultrazvukové diagnostiky. S využitím bohaté obrazové dokumentace (68 obrázků a grafů) jednoduše a srozumitelně objasňuje principy dvojrozměrného sonografického zobrazování a duplexního i barevného dopplerovského vyšetření. Značnou pozornost věnuje hemodynamickým zákonitostem se zvláštním zřetelem na cévní zásobení mozku. Druhou část knihy tvoří atlas patologických sonografických nálezů na velkých krčních cévách a okolí ve formě kazuistik 130 případů s 296 obrázky. Vycházejí z ultrazvukových obrazů pořízených při vyšetřeních nemocných a upravených tak, aby byly co nejpřehlednější. Každý obraz je opatřen podrobným popisem nálezu a podle potřeby doplněn označením skutečností hodných pozornosti. Všechna označení a doplnění obrazů jsou pak stručně a co nejsrozumitelněji vysvětlena v popisu.



590 Kč, Galén, 2009, 1. vydání,  
212 s., barevně, 155×225 mm,  
vázané

Olga Marečková, Vladimír Teplan, Otto Schück

### Gastroenterologická problematika v nefrologii

Gastrointestinální trakt a ledviny jsou metabolicky vysoce aktivní orgány, které ve vzájemné souhře zajišťují řadu vitálních funkcí. Poškození jednoho se může projevit i onemocněním druhého orgánu.

Tato ojedinělá publikace nabízí v úvodu přehled onemocnění, která vedou k současnému poškození ledvin a trávicího ústrojí, hlavním tématem monografie jsou však gastroenterologické komplikace u pacientů s onemocněním ledvin. Autorský kolektiv z našeho předního zdravotnického pracoviště v textu využívá a shrnuje své bohaté zkušenosti z posledních třiceti let lékařské praxe v oboru.

**Objednávky:** Galén, spol. s r.o., Na Bělidle 34, 150 00 Praha 5, tel. 257 326 178, fax 257 326 170,  
e-mail: [objednavky@galen.cz](mailto:objednavky@galen.cz), [www.galen.cz](http://www.galen.cz)