

Protokol vyšetření

Na pracovišti KRNM FN Brno se k vyšetření využívá hybridní stroj PET/MR Signa 3T GE Healthcare. Využívá PET detektory na bázi lutecia s vysokou detekční účinností a polovodičové fotonásobiče s vysokým časovým rozlišením umožňujícím time of flight (TOF) rekonstrukci s kraniokaudálním pokrytím 25 cm. MR využívá statické magnetické pole o indukci 3T, 2 povrchové cívky a páteřní cívku.

Pacient je před vyšetřením informován o režimových opatřeních, která jsou svázána s aplikací radiofarmaka FDG (fluorodeoxyglukóza). Postup a protokol vyšetření je sjednocen. Po aplikaci radiofarmaka o aktivitě 3 MBq/kg a 50minutové akumulaci je zahájeno vlastní vyšetření, které je rozděleno do několika kroků s maximálně efektivním využitím vyšetřovacího času. Po umístění pacienta do vyšetřovacího přístroje se začíná akvizicí cílených MR dat v oblasti pánve v sagitální rovině a zároveň se plánuje simultánní náběr PET a necílených MR dat, který je rozdělen do pěti anatomických, po sobě následujících, lokalit v kraniokaudální ose. Vlastní náběr PET dat se tak realizuje po 60 minutách od aplikace radiofarmaka. Zahrnuta je oblast od báze lebni po proximální stehna. Náběr dat probíhá postupně v několika krocích, současně se v průběhu 3minutové akvizice získávají souběžně PET data, MR data pro korekci útlumu záření (MRAC), morfologické T1-vážené sekvence se separací signálu tuku a vody použitím Dixon techniky a T2-vážené spin echo sekvence k získání maxima informací. PET data pro oblast horního břicha jsou z důvodu synchronizace s dechem snímána po dvakrát delší dobu, tato doba navíc je využita pro náběr dalších MR obrazů – difuzně vážené sekvence (DWI), která je pak cenným podkladem pro hodnocení případných jaterních lézí. Po ukončení náběru společných PET a MR dat trupu (18 minut) pak následuje cílené MR vyšetření zaměřené na oblast jater s dynamickým náběrem dat ve více postkontrastních fázích po podání hepatospecifické gadoliniové kontrastní látky.

Dále je cíleně vyšetřena oblast pánve pro provedení cíleného T a lokálního N stagingu dle aktuálních standardů. Během tohoto vyšetření se provádí další cílené PET vyšetření k upřesnění lokální metabolické aktivity a k zajištění ideální fúze cíleného MR vyšetření a cílené PET

části. Nakonec se provádí hepatospecifická fáze zobrazení jater ve dvou rovinách.

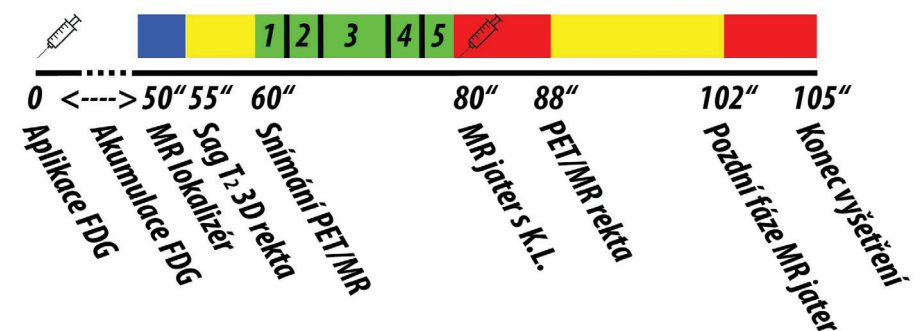
Přesné časové rozložení je zobrazeno na obr. 1, který znázorňuje časovou osu. Celkový čas, který pacient stráví samotným PET/MR vyšetřením, se pohybuje okolo 55 minut. Zcela zásadní je dodržení správných parametrů MR části vyšetření tak, aby mohl být proveden popis ve stejné kvalitě jako při běžném MR vyšetření (5). PET/MR vyšetření se tak stává ekvivalentem 3 vyšetření: PET/CT, MR jater a MR rekta. Parametry jednotlivých sekvencí jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Cílem vyšetření je provést komplexní zhodnocení a provedení TNM stagingu během jednoho vyšetření.

Cílená magnetická rezonance pánve má za úkol provést detailní zhodnocení tumoru s ohle-

dem na následnou péči, rozhodnutí o adjuvantní chemoterapii, radioterapii či zvolení typu chirurgické resekce. Vyšetření na PET/MR je identické s cíleným vyšetřením MR pánve, bez kterého se v současnosti léčba pacientů s karcinomem rekta neobejde. Profituje však z možnosti fúze s PET částí, kdy je možné přesně zobrazit metabolicky aktivní léze. Pro vlastní zhodnocení tumoru (Obr. 2) je velmi důležité určit přesný rozsah tumoru a stanovit hranici pro chirurgické účely, cirkumferenční resekční okraj (5, 6). Hybridní vyšetření s fúzí PET a MR dat (nejlépe z cíleného PET a MR vyšetření) je velmi výhodné i pro hodnocení po léčbě, při restagingu, kdy na prostém MR vyšetření může být velmi obtížné odlišit poterapeutické změny od rezidua tumoru a mnohdy tak dochází k nadhodnocení lokálního nálezu. Bez možnosti PET dat, se v tomto případě

Obr. 1. Časová osa PET/MR vyšetření rekta od aplikace radiofarmaka po konec vyšetření. Modrá část představuje trupový MR lokalizér pro základní plánování. Následuje žlutá oblast cíleného MR snímání rekta v sagitální rovině a souběžného plánování PET/MR vyšetření. Zelená část představuje samotné PET/MR vyšetření trupu v 5 krocích. Následuje červená oblast cíleného vyšetření jater s aplikací hepatospecifické MR kontrastní látky, žlutá oblast cíleného PET/MR rekta v dalších rovinách a na závěr odložené hepatospecifické zobrazení jater



Tab. 1. Použité sekvencí v průběhu PETMR vyšetření rekta a jejich základní parametry

PET/MR trupu		
Sekvence	Vel. voxelu [mm]	Podrobnosti
PET	2,3*2,3*2,75	3 min, 3 MBq/kg, OSEM rekonstrukce, 28 subsetů, 2 iterace, TOF + PSF
MRAC	2,0*3,9*5,2	T1 LAVA Dixon, korekce útlumu záření
Ax T1	0,83*0,83*2,2	T1 LAVA Dixon, zadržený dech
Ax T2	0,98*0,98*6	T2 SSFSE, volné dýchání
Ax DWI-IR	1,95*1,95*8	DWI SSEPI, trigování s dechem, b = 50 + 800 s/mm ²
MR jater		
Ax T1	0,83*0,83*2,2	T1 LAVA Dixon, zadržený dech
Ax T2	0,98*0,98*6	T2 FRFSE Dixon, trigování s dechem
Cor T1	0,98*0,98*2,2	T1 LAVA Dixon, zadržený dech
PET/MR rekta		
PET	2,3*2,3*2,75	9 min, 3 MBq/kg, OSEM rekonstrukce, 32 subsetů, 3 iterace, TOF + PSF
Sag T2 3D	0,6*0,6*0,6	T2 3D CUBE, TR = 2500 ms, TE = 115 ms
Ax T2	0,51*0,51*3	T2 FRFSE, TR = 6800 ms, TE = 102 ms, kolmo na tumor
Cor T2	0,59*0,59*4	T2 FRFSE, TR = 4200 ms, TE = 102 ms
Ax DWI-FS	1,64*1,64*8	DWI SSEPI, FatSat, TI = 250 ms, b = 50 + 800 s/mm ²

Ax – axiální, Cor – koronární, Sag – sagitální, TOF + PSF – time of flight a point spread function, FSE – fast spin echo, FRFSE – fast recovery fast spin echo, DWI – difuzně vážené obrazy, SSEPI – single shot echo planar imaging, FS – potlačení tuku. TNM staging