

ROBUSTNOST RADIOMICKÝCH MODELŮ: VÝVOJ A POUŽITÍ MULTIMODALITNÍHO FANTOMU PRO ANALÝZU STABILITY ZNAKŮ EXTRAHOVANÝCH Z OBRAZŮ

ING. A. NEGRI (1,2) ING. I. KONIAROVÁ, PH.D. (2,3) MGR. F. GALLIVANONE PH.D. (4) MUDR. T. BLAŽEK (5)

1. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE – FAKULTA JADERNÁ A FYZIKÁLNĚ INŽENÝRSKÁ
2. FAKULTNÍ NEMOCNICE KRÁLOVSKÉ VINOHRADY – ONKOLOGICKÁ KLINIKA
3. STÁTNÍ ÚSTAV RADIAČNÍ OCHRANY V.V.I. – ODBOR LÉKAŘSKÝCH EXPOZIC
4. ITALIAN NATIONAL RESEARCH COUNCIL – INSTITUTE OF MOLECULAR BIOIMAGING AND PHYSIOLOGY
5. FAKULTNÍ NEMOCNICE OSTRAVA – KLINIKA ONKOLOGICKÁ

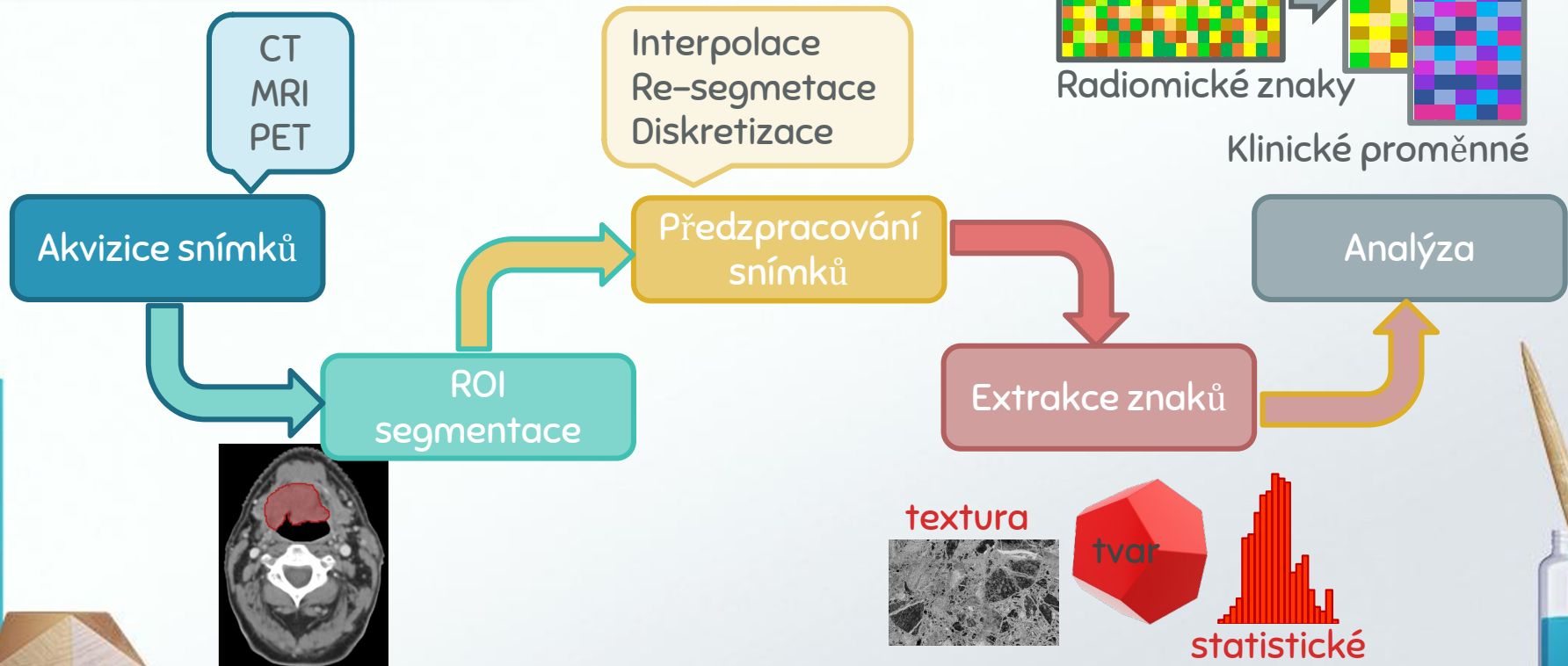
RADIOMIKA:

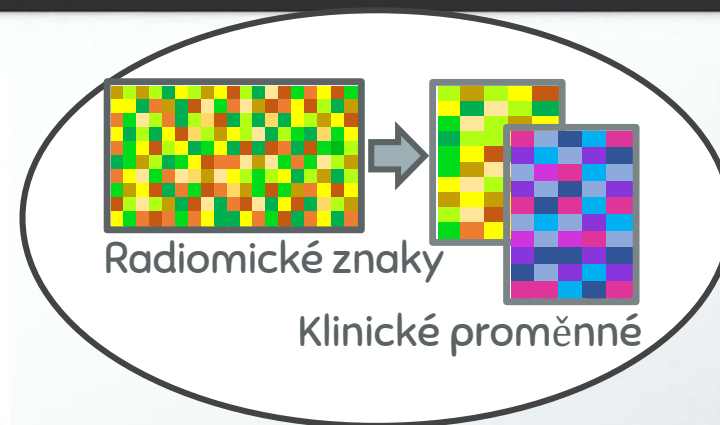
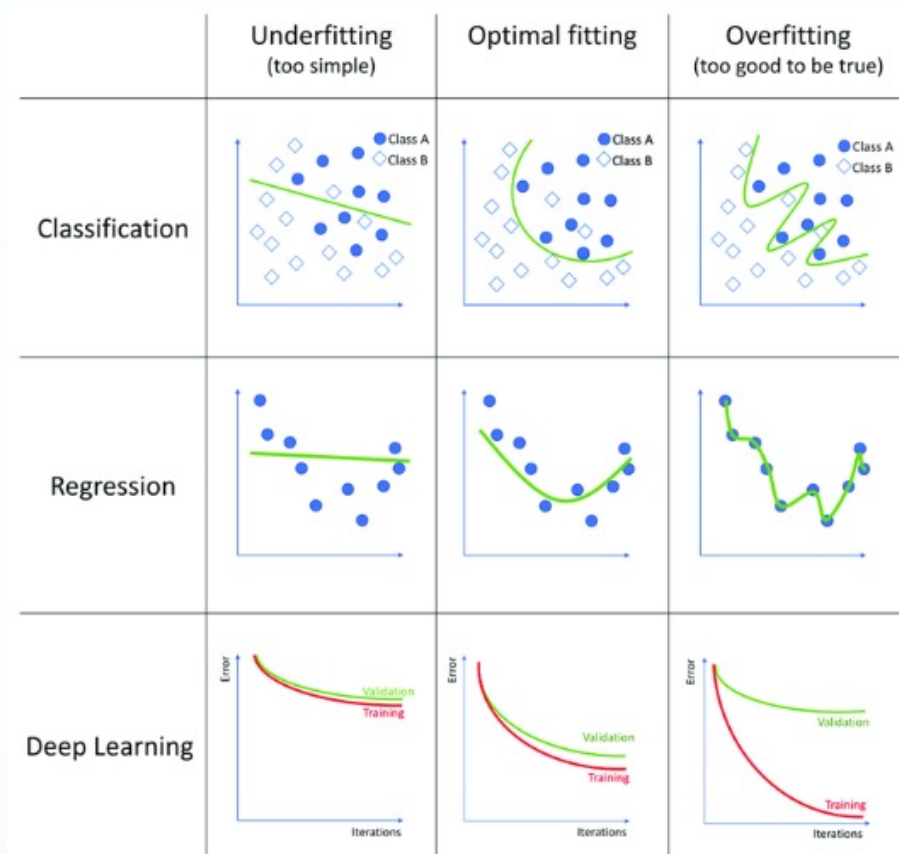
kvantifikaci charakteristiky tkáně extrakcí vysokého počtu znaků z radiologických snímků a následné vytvoření modelu pro stratifikaci pacientů s ohledem na klinický cíl.

V ONKOLOGII



RADIOMICKÝ WORKFLOW





Advances in Using MRI to Estimate the Risk of Future Outcomes in Mental Health – Are We Getting There?
Frontiers in Psychiatry.

REDUKCE DIMENZIONALITY – 1.

krok

Vyřazení málo
reprodukovatelné
znaků



Obrázky

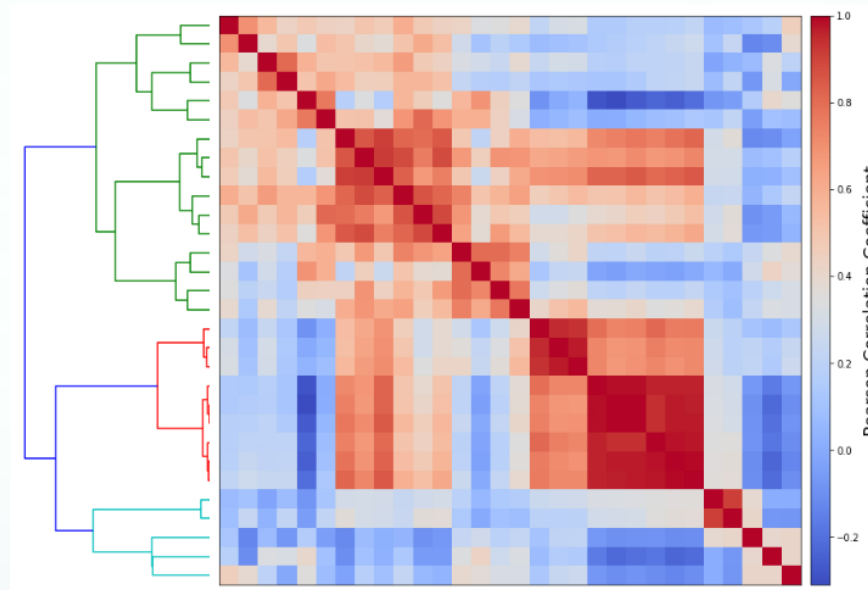
- Akviziční parametry
- Rekonstrukční algoritmus a filtry
- Výrobce, model

Pre-processing

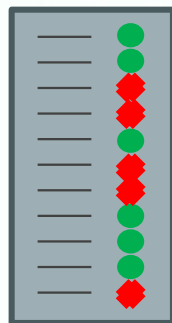
- Interpolace – funkce a velikost pixelů
- Diskretizace – šířka binů

Konturing

REDUKCE DIMENZIONALITY – 2. krok



Fantomy



Test – Retest Analyza



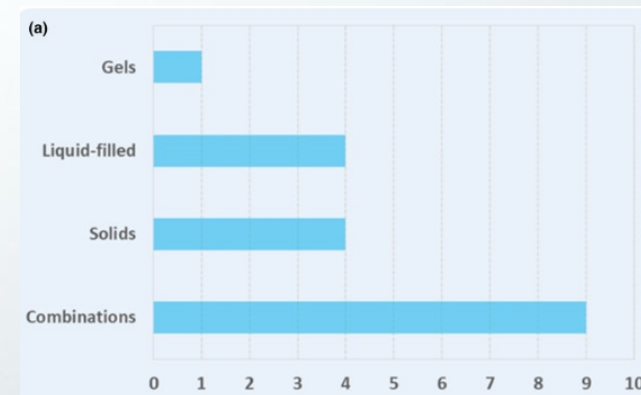
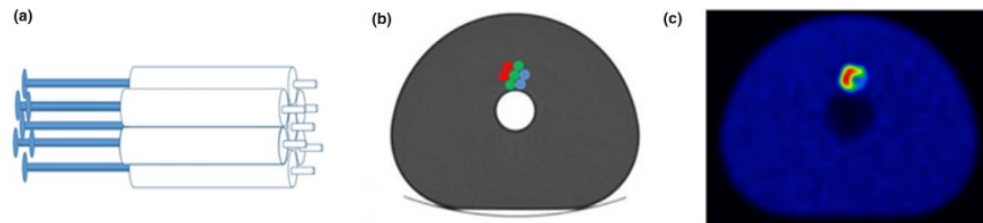
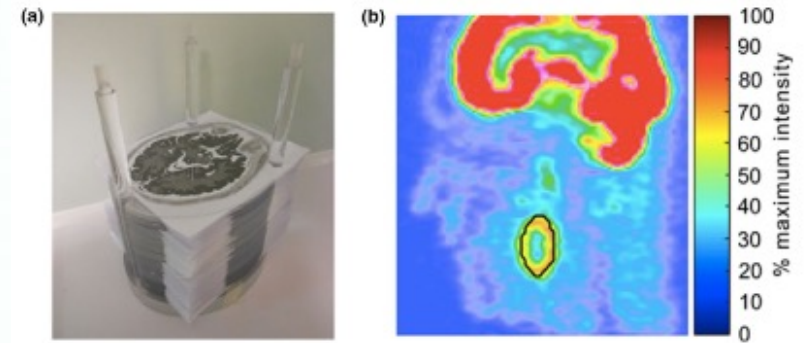
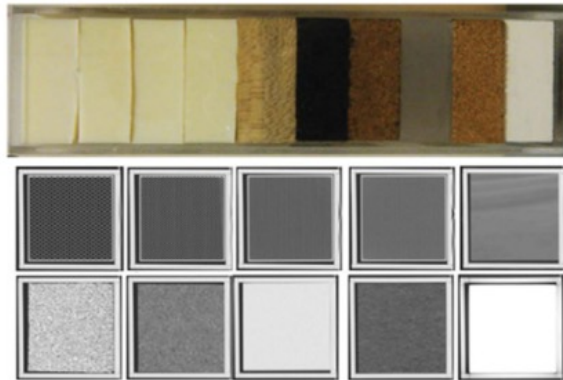
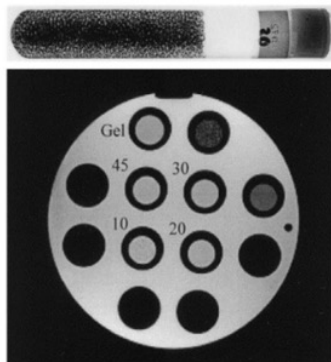
Trénovací
vzorek

Testovací
vzorek

	Fantom	Pacient
--	--------	---------

Výrobce CT-MR		
Akviziční parametry		
Rekonstrukční parametry		
Segmentace		
Interpolace		
Diskretizace		

FANTOMY



Valladares et al.: Tumor heterogeneity phantom designs



MULTIMODALITNÍ GELOVÝ FANTOM

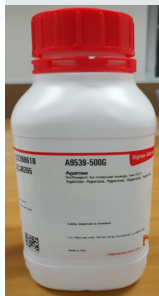
možné simulovat současně
různé zobrazovací modality

Radiomické modely
založené na multimodalitních
znacích

možnost vyrobit 3D syntetické
léze nepravidelného tvaru se
známým a kontrolovaným
signálem

CT/MR FANTOM: KONSTRUKCE KALIBRAČNÍCH VZORKŮ

SLOŽENÍ

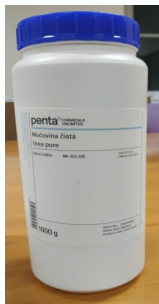
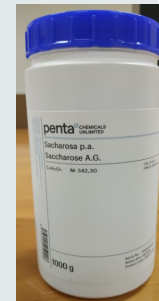


pro kontrolu T2
MR

AGAR

SACHARÓZA

pro kontrolu MR
T1 a k simulaci
difúzních
vlastností tkání



pro snížení signálu
vody v T2 MR

NACL

JÓD

k zajištění
správného
zeslabení
rentgenového
záření v tkáni



CT/MR FANTOM: KONSTRUKCE KALIBRAČNÍCH VZORKŮ

Agar (%w/L)

0,5 – 1 – 2 – 3 – 4

Sacharóza (%w/L)

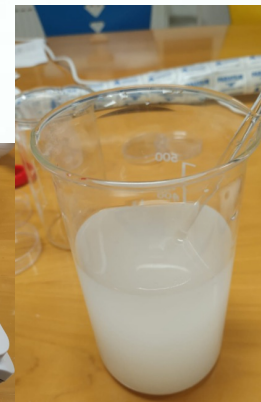
0 – 10 – 20 – 30 – 35 – 40 – 45

Jód (mg/mL)

0 – 12,5 – 25

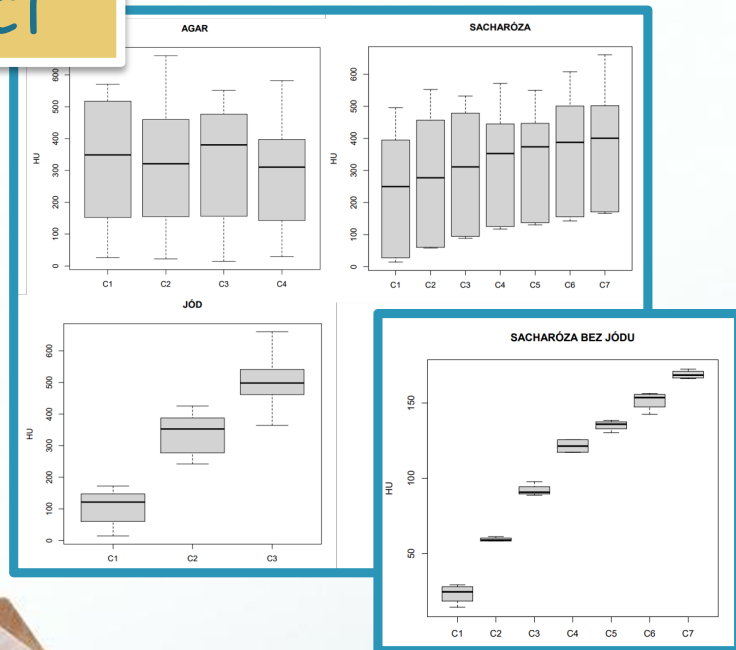


Močovina: 6g/L

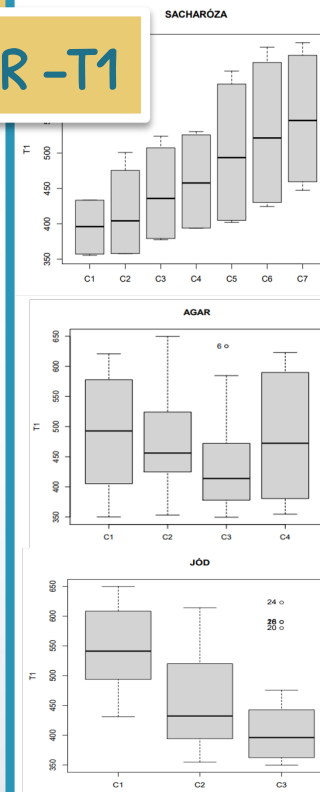


CT/MR FANTOM: KALIBRACE CHEMIKÁLIE

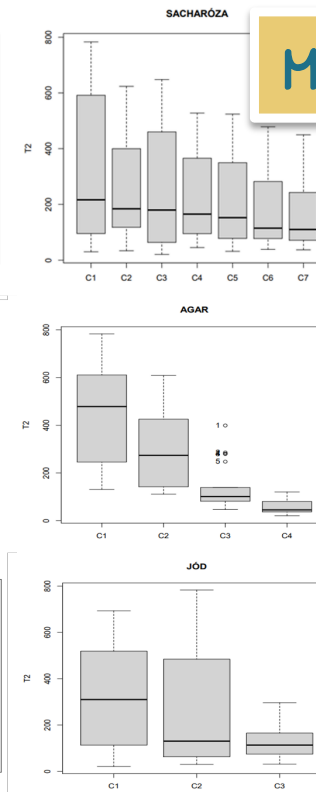
CT



MR - T1



MR - T2



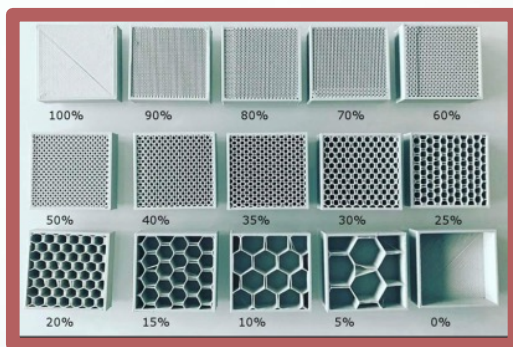
CT/MR FANTOM: KALIBRACE CHEMIKÁLIE

MEAN HU	GTV		Krcní obratle		Micha		Mandibula		Parotida	
	mean	std.dev	mean	std.dev	mean	std.dev	mean	std.dev	mean	std.dev
T2	289	73	252	78	277	87	187	41	335	96
T1	537	89	333	66	392	38	227	89	488	44
CT	37	18	464	51	18	35	810	53	19	22

ALE...

... i hodnoty ostatních znaků musí být kompatibilní s hodnotami lidských tkání

Nehomogenní vzorky





TEST-RETEST ANALÝZA

Akvizice snímků

ROI
segmentace

Předzpracování
snímků

Extrakce znaků

Analýza

CT1: Philips Brilliance Big Bore

Parametry		STD				
Akviziční	kV	120	90	140		
	mAs eff.	100	50	200		
	pitch	0,81	0,69	1,44		
Rekonstrukční	algorithm	FBP				
	Kernel/filter	B	A	C	D	E
	slice th. (mm)	3	1	2		
	FOV	600	350			

CT2: Siemens SOMATON Definition AS+

Parametry		STD				
Akviziční	kV	120	80	140		
	mAs eff.	100	50	200		
	pitch	0,80	0,70	1,45		
Rekonstrukční	algorithm	FBP	FBP	ITER.		
	Kernel/filter	B30f	B70f	I30f/s3	I30f/s5	I30f/s1
	slice th. (mm)	3	1	2		
	FOV	500	350	650		

MR1: Siemens MAGNETOM Avanto-fit 1,5T

MR2: Siemens MAGNETOM Prisma 3 T

MR 1	MR 2
T1 MPR tra	T1 QTSE cor
T1 TSE 2D tra	T1 VIBE tra
T2 TSE 2D Blade tra	T2 QTSE Stir cor
T2 Space ISO	T2 TSE dixon
T2 Space ISO tra	
T1 QTSE tra	

Akvizice snímků

ROI
segmentace

Předzpracování
snímků

Extrakce znaků

Analýza

		STD	
Resampling	Interp.	B spline	Linear, Hamming, Lanczoc
	Pixel size	3,3,3	1,1,1 – 2,2,2 – 4,4,4 – 5,5,5
Discretization	Mode	FBP	
	Bin width	25	1 – 5 – 15 – 20 – 30

- Morfologické znaky
- Znaky intenzity prvního řádu
- Texturní znaky: vztah mezi intenzitami sousedních voxelů.
- Texturní matice

- ko-okurenční matice (GLCM),
- Run-length matrix (GLRLM),
- Gray-level size-zone matrix (GLSZM)
- Gray-level size-distance matrix (GLSDM)

REDUKCE DIMENZIONALITY: REPRODUKOVATELNOST – CT

Akvizice snímků

ROI
segmentace

Předzpracování
snímků

Extrakce znaků

Analýza

AKVIZICE A REKONSTRUKCE SNÍMKŮ

	mAs	kV	slice th.	FOV	pitch	recon.
CT 1	0,91	0,75	0,93	0,92	0,89	0,89
CT 2	0,94	0,84	0,92	0,89	0,90	0,71

	CT 1	CT 2
firstorder	0,97	0,96
glcm	0,93	0,94
glrlm	0,91	0,88
glszm	0,70	0,63
gldm	0,86	0,82

REDUKCE DIMENZIONALITY: REPRODUKOVATELNOST – CT A

MR

PŘEDZPRACOVÁNÍ SNÍMKŮ

Akvizice snímků

ROI
segmentace

Předzpracování
snímků

Extrakce znaků

Analýza

firstorder
glcm
glrlm
gldm
glszm

CT

sampling	interpol. method	bin width
0,53	0,75	0,76

MR

sampling	interpol. method	bin width
0,47	0,71	0,68

předzpracování

stabilita při změně akvizice



stabilita při změně konturace



menší pixely a biny

SHRNUTÍ

Radiomika umožňuje využívat kvantitativní informace z diagnostických snímků

Mnoho extrahovaných znaků není dostatečně robustních

Pro konstrukci zobecnitelného modelu je třeba vybrat pouze reprodukovatelné znaky

Multimodalitní gelový fantom umožňuje simulovat různé tkáně a oblasti těla

