

Obsah

Seznam zkratk	17
Poznámky.....	19
Úvod	20
1 Vývoj CT	23
1.1 Vývojové generace CT skenerů.....	23
1.2 Vývoj rtg svazku.....	28
2 Základní parametry kvality obrazu	32
2.1 Prostorové rozlišení.....	32
2.2 Profily zeslabení a vzorkování signálu	34
2.3 Rozlišení při nízkém kontrastu.....	39
2.4 Časové rozlišení	40
3 Rtg spektrum CT svazku a jeho charakteristika	42
4 Základní součásti CT skeneru.....	46
4.1 Rentgenka	46
4.2 Pre-pacientská filtrace.....	46
4.3 Kolimátor	49
4.4 Post-pacientská filtrace a detekce záření	49
4.5 Slip-ring technologie.....	51
5 CT detektory	52
5.1 Popis detektorů	52
5.2 Vlastnosti CT detektorů	54
6 Základní způsoby akvizice dat.....	57
6.1 Helikální akvizice a pitch faktor	57
6.2 Sekvenční akvizice.....	63
7 Základní parametry při akvizici dat	66
7.1 Napětí.....	66
7.2 Anodový proud.....	66
7.3 Doba rotace	66
7.4 Pitch faktor	68
7.5 Single kolimace	68
7.6 Celková kolimace.....	69
7.7 Velikost FoV	69
8 Expoziční automatika a parametr kvality CT obrazu	76
8.1 Automatická modulace proudu	76
8.2 Řízení automatické modulace proudu	79
8.3 Automatická volba napětí.....	80
8.4 Automatická změna pitch faktoru.....	82
8.5 Orgánová modulace proudu	82
8.6 Parametr kvality CT obrazu	84
8.7 Další skutečnosti ovlivňující expoziční parametry	87

8.7.1	Centrace pacienta v gantry	88
8.7.2	Lokalizační sken a jeho orientace	90
8.7.3	Počet lokalizačních skenů	91
8.7.4	Pořadí lokalizačních skenů	92
8.7.5	Napětí a proud použité při lokalizačním skenu	92
8.7.6	Pozice paží při CT skenu	92
8.7.7	Pozice paží u lokalizačního skenu	92
8.7.8	Vyšetření oblasti mimo oblast lokalizačního skenu	92
8.7.9	Typ obrazu	93
8.7.10	Výkon CT skeneru	93
8.7.11	Tloušťka rekonstruovaného řezu	93
8.7.12	Použití iterativní rekonstrukce	94
8.7.13	Použití ostríčího kernelu	94
9	Rekonstrukce CT obrazu	97
9.1	Zpětná projekce a filtrovaná zpětná projekce	97
9.2	Iterativní rekonstrukce	113
9.3	Deep learning rekonstrukce	119
9.4	Porovnání různých typů rekonstrukcí	120
9.5	Další aspekty CT rekonstrukce	124
9.5.1	Cone-beam artefakt	126
9.5.2	Interpolace dat	128
9.5.3	Převedení akvizičních dat na paralelní	131
9.5.4	Vliv počtu projekcí na výsledný CT obraz	132
9.6	Parametry pro rekonstrukci CT obrazů	134
10	CT číslo	138
11	Zobrazení CT obrazů	140
11.1	Střed a šířka okna pro zobrazení stupňů šedi	140
11.2	Typy rekonstruovaných CT obrazů	144
12	CT artefakty	150
12.1	Fyzikální artefakty	150
12.1.1	Beam-hardening artefakty	150
12.1.2	Blooming artefakt	158
12.1.3	Partial volume artefakt	158
12.1.4	Photon-starvation artefakt	160
12.1.5	Artefakt z podvzorkování	162
12.2	Artefakty způsobené pacienty	163
12.2.1	Pohybový artefakt	163
12.2.2	Truncation artefakt	164
12.2.3	Out of field artefakt	164
12.3	Artefakty CT skeneru	166
12.3.1	Kruhový artefakt	166
12.4	Artefakty související s helikální nebo sekvenční akvizicí	168
12.4.1	Stair step artefakt	168
12.4.2	Zebra artefakt	169
13	Dávkové veličiny a odhad radiační zátěže pacientů z CT vyšetření	171
13.1	Dávkové veličiny	171
13.1.1	Kermový index výpočetní tomografie – CTDI	171
13.1.2	Součin kermy a délky – DLP	173

13.1.3	Multiple Scan Average Dose – MSAD	174
13.1.4	Size Specific Dose Estimate – SSDE	175
13.2	Odhad radiční zátěže pacientů	179
13.2.1	Softwary pro odhad dávek pacientů	179
13.2.2	Konverzní koeficienty pro odhad dávek pacientů	182
14	Management vyšetřovacích CT protokolů.....	186
14.1	Vyšetřovací CT protokol.....	186
14.2	Volba vyšetřovacího CT protokolu.....	187
14.3	Optimalizace vyšetřovacích CT protokolů.....	188
14.4	Další kroky optimalizace vyšetřovacích CT protokolů.....	190
14.4.1	Lokalizační sken.....	190
14.4.2	Pediatričtí pacienti.....	191
14.4.3	Obézní pacienti	191
14.4.4	Nízkodávkové CT protokoly	192
14.4.5	CT vyšetření pacientů s kloubními a zubními náhradami.....	193
14.4.6	CT vyšetření pacientů s elektronickými zdravotnickými prostředky.....	194
14.4.7	Šetření dávky na oční čočku při CT vyšetření mozku	195
14.4.8	Ochranné stínění pacientů při CT vyšetření.....	197
15	CT vyšetření těhotných pacientek	201
15.1	Tkáňové účinky.....	201
15.2	Stochastické účinky	201
15.3	Dávky na plod z CT vyšetření.....	202
15.4	Vyšetření těhotné pacientky při podezření na plicní embolii.....	203
16	CT zobrazení srdce.....	204
16.1	Typy rekonstrukcí.....	205
16.1.1	Half-scan rekonstrukce	205
16.1.2	Multisegmentová rekonstrukce.....	205
16.2	Způsoby akvizice a EKG synchronizace	207
16.2.1	Retrospektivní a prospektivní EKG synchronizace.....	207
16.2.2	EKG-retrospektivní helikální mód	209
16.2.3	EKG-prospektivní sekvenční mód	210
16.2.4	EKG-prospektivní sekvenční mód s širokým detektorem.....	213
16.2.5	EKG-prospektivní high-pitch mód	214
16.3	Radiační zátěž pacientů z CT zobrazení srdce.....	215
17	Dual-energy CT zobrazení.....	218
17.1	Požadavky na získaná data pro dual-energy zobrazení	221
17.2	Metody analýzy CT dat při dual-energy zobrazení.....	223
17.3	Princip materiálové dekompozice a generované CT obrazy.....	225
17.4	Technické způsoby akvizice pro dual-energy zobrazení	233
17.4.1	Technika dvou skenů	233
17.4.2	Technika rychlého přepínání napětí (fast kVp switching)	234
17.4.3	Technika pomalého přepínání napětí	234
17.4.4	Dual-layer detektor.....	236
17.4.5	Dual-source technika	237
17.4.6	Twin-beam technika.....	238
17.5	Způsoby akvizice pro dual-energy zobrazení pro jednotlivé výrobce	239
17.5.1	Techniky dual-energy akvizice u CT skenerů výrobce Canon	239
17.5.2	Techniky dual-energy akvizice u CT skenerů výrobce GE	240
17.5.3	Techniky dual-energy akvizice u CT skenerů výrobce Philips.....	241

17.5.4	Techniky dual-energy akvizice u CT skenerů výrobce Siemens.....	242
17.6	Klinické aplikace dual-energy zobrazení.....	242
18	Spektrální CT zobrazení.....	244
18.1	Vlastnosti photon-counting detektorů detailněji.....	244
18.1.1	Vyšší prostorové rozlišení a lepší efektivita detekce rtg fotonů	245
18.1.2	Rozdělení rtg fotonů do energetických binů a simultánní multienergetická akvizice dat	248
18.1.3	Konstantní vážení rtg fotonů nezávisle na jejich energii.....	252
18.1.4	Materiálová dekompozice.....	254
18.2	Limitace CT s photon-counting detektory.....	256
18.3	Praktické ukázky CT obrazů z klinické praxe.....	257
18.4	Poskytovaná řešení photon-counting CT skenerů jednotlivých výrobců.....	261
19	Intervenční CT výkony	265
19.1	Úvod.....	265
19.2	Dávkové veličiny používané pro CT	265
19.3	Dokumentace intervenčního CT výkonu.....	266
19.4	Požadavky na CT skenery používané pro intervenční výkony.....	268
19.5	Módy CT zobrazení.....	268
19.6	Fáze intervenčních CT výkonů.....	269
19.7	Kvalita CT obrazu.....	272
19.7.1	Časové rozlišení	272
19.7.2	Artefakty	272
19.7.3	Kompromis mezi kvalitou obrazu a radiační zátěží	273
19.8	Strategie pro optimalizaci akvizičních parametrů.....	273
19.9	Další modality použitelné pro navádění intervenčních výkonů.....	275
19.10	Management dávek záření.....	276
19.11	Pacienti vyžadující zvláštní pozornost.....	277
19.12	Radiační ochrana pracovníků	278
20	Klinické CT a cone-beam CT	281
20.1	Úvod.....	281
20.2	Tvar rentgenového svazku	282
20.3	Produkce záření a nastavení expozičních parametrů	283
20.4	Detekce záření.....	284
20.5	Post-pacientská kolimace	285
20.6	Rekonstrukce obrazu.....	285
20.7	Rekonstruované FoV.....	286
20.8	Rychlost skenu.....	286
20.9	Kvalita obrazu.....	287
20.10	Artefakty	287
20.11	Praktická ukázka.....	289
21	Testovací otázky a odpovědi.....	292
21.1	Testovací otázky	292
21.2	Odpovědi na testovací otázky	305
	Rejstřík.....	311
	Souhrn.....	321
	Summary.....	323