

# Obsah

Seznam zkratek .....	17
Poznámky.....	19
Úvod .....	20
<b>1 Vývoj CT .....</b>	<b>23</b>
1.1 Vývojové generace CT skenerů.....	23
1.2 Vývoj rtg svazku.....	28
<b>2 Základní parametry kvality obrazu .....</b>	<b>32</b>
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
<b>3 Rtg spektrum CT svazku a jeho charakteristika .....</b>	<b>42</b>
<b>4 Základní součásti CT skeneru.....</b>	<b>46</b>
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
<b>5 CT detektory .....</b>	<b>52</b>
5.1 Popis detektorů .....	52
5.2 Vlastnosti CT detektorů .....	54
<b>6 Základní způsoby akvizice dat.....</b>	<b>57</b>
6.1 Helikální akvizice a pitch faktor .....	57
6.2 Sekvenční akvizice.....	63
<b>7 Základní parametry při akvizici dat .....</b>	<b>66</b>
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
<b>8 Expoziční automatika a parametr kvality CT obrazu .....</b>	<b>76</b>
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 ostríciho kernelu .....	94
<b>9</b>	<b>Rekonstrukce CT obrazu .....</b>	<b>97</b>
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
<b>10</b>	<b>CT číslo .....</b>	<b>138</b>
<b>11</b>	<b>Zobrazení CT obrazů .....</b>	<b>140</b>
11.1	Střed a šířka okna pro zobrazení stupňů šedi .....	140
11.2	Typy rekonstruovaných CT obrazů .....	144
<b>12</b>	<b>CT artefakty .....</b>	<b>150</b>
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
<b>13</b>	<b>Dávkové veličiny a odhad radiační zátěže pacientů z CT vyšetření .....</b>	<b>171</b>
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
<b>14</b>	<b>Management vyšetřovacích CT protokolů.....</b>	<b>186</b>
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
<b>15</b>	<b>CT vyšetření těhotných pacientek .....</b>	<b>201</b>
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
<b>16</b>	<b>CT zobrazení srdce.....</b>	<b>204</b>
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
<b>17</b>	<b>Dual-energy CT zobrazení.....</b>	<b>218</b>
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
<b>18</b>	<b>Spektrální CT zobrazení.....</b>	<b>244</b>
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
<b>19</b>	<b>Intervenční CT výkony .....</b>	<b>265</b>
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
<b>20</b>	<b>Klinické CT a cone-beam CT.....</b>	<b>281</b>
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
<b>21</b>	<b>Testovací otázky a odpovědi.....</b>	<b>292</b>
21.1	Testovací otázky .....	292
21.2	Odpovědi na testovací otázky .....	305
	<b>Rejstřík.....</b>	<b>311</b>
	<b>Souhrn.....</b>	<b>321</b>
	<b>Summary.....</b>	<b>323</b>