

USMERNENIE PRE ZABEZPEČENIE KVALITY RÁDIOTERAPEUTICKÝCH RÖNTGENOVÝCH SIMULÁTOROV

1.	VŠEOBECNÉ USTANOVENIA	4
2.	POPIS PRÍSTROJA A ÚLOŽNÉHO STOLA PACIENTA	5
2.1	Popis osí rotačných a posuvných pohybov	5
2.2	Stupnice	5
2.2.1	Uhlové stupnice	6
2.2.2	Stupnice pre posuvný pohyb	6
3.	KONTROLA ÚPLNOSTI VYBAVENIA, SIGNALIZÁCIE A FUNKČNOSTI	6
3.1	Úplnosť a funkčnosť vybavenia podľa dokumentácie	6
3.2	Signalizácia stavu prístroja	6
3.2.1	Signalizácia na ožarovači	7
3.2.2	Signalizácia pri vstupných dverách do ožarovne	7
3.2.3	Signalizácia na ovládacom paneli rtg simulátora	7
3.2.4	Indikácia prevádzkových hodnôt	7
3.2.5	Systém sledovania pacienta	7
3.3	Mechanické a elektronické bezpečnostné systémy	8
3.3.1	Vstupné dvere do rtg vyšetrovne	8
3.3.2	Núdzové vypínače	8
3.3.3	Antikolízny systém	8
3.3.4	Koncové polohy	9
3.3.5	Kontrola mechanického ovládania stola	9
3.4	Elektricky ovládané pohyby	9
3.4.1	Rameno, kolimátor, obrazový zosilňovač a ožarovací stôl	9
3.4.2	Ovládanie pohybov častí prístroja z miestnosti simulátora	9
3.4.3	Automatické nastavenie parametrov simulátora	10
3.5	Stav pomôcok pre rtg simuláciu	10
4.	SKÚŠKY MECHANICKÝCH A OPTICKÝCH PARAMETROV	10
4.1	Súhlas medzi mechanickou osou kolimátora a svetelnou osou	10
4.2	Poloha izocentra	11
4.3	Svetelné zameriavače (lasery)	11
4.3.1	Zhoda bočných zameriavačov v mieste izocentra	11
4.3.2	Presnosť zamerania izocentra	11
4.3.3	Zhoda svetelných zameriavačov vo vzdialenosti ± 30 cm od izocentra	11
4.3.4	Vodorovnosť a kolmosť svetelných rovín	12
4.3.5	Zhoda svetelnej osi s rovinou sagitálneho zameriavača	12
4.3.6	Zhoda roviny sagitálneho zameriavača s osou rotácie ramena	12
4.4	Optický diaľkomer (meranie OK)	12

4.5	Symetria a rovnobežnosť vymeďzovačov poľa	13
5.	KONTROLA PRESNOSTI ROTAČNÝCH STUPNÍC	13
5.1	Rameno, os rotácie ramena	13
5.2	Rotácia kolimačného systému, os rotácie rotácie kolimátora	13
5.3	Stôl pacienta, os izocetrickej rotácie stola, os rotácie dosky stola	14
5.4	Stôl pacienta, os naklopenia (vodorovnosť)	14
6.	ZHODA OPTICKÝCH A RADIAČNÝCH PARAMETROV	14
6.1	Zhoda veľkosti vymeďzovaného poľa s indikáciou	14
6.2	Zhoda veľkosti poľa vymeďzovaného drôtkami a clonami	15
6.3	Reprodukovateľnosť nastavenia veľkosti vymeďzovaného poľa	15
6.4	Zhoda stredu vymeďzovaného poľa a osi vymeďzovaného radiačného poľa	15
6.5	Závislosť polohy vymeďzovaného radiačného poľa na FAD	15
6.6	Závislosť polohy osi vymeďzovaného radiačného poľa na veľkosti ohniska	16
6.7	Zhoda osí vymeďzovaných protiahlých radiačných polí	16
7.	PARAMETRE RTG ZVÄZKU, ZOSILŇOVAČ RTG OBRAZU	16
7.1	Kvalita žiarenia	16
7.1.1	Overenie polohrúbky	16
7.2	Zdroj rtg žiarenia	16
7.2.1	Napäťie rtg lampy	16
7.2.2	Prúd rtg lampy, mAs	17
7.2.3	Kermová výťažnosť	17
7.2.4	Linearita a reprodukovateľnosť prenosovej kermy	17
7.2.5	Kermový príkon vo vzduchu na vstupnej rovine zosilňovača rtg obrazu pre skiaskopiu	18
7.3	Zosilňovač rtg obrazu	18
7.3.1	Rozlíšenie pri vysokom kontraste	18
7.3.2	Rozlíšenie pri nízkom kontraste	19
8.	SKÚŠKY POHYBOV ÚLOŽNÉHO STOLA PACIENTA	19
8.1	Zvislý pohyb stola	19
8.2	Izocentrické otáčanie stola	20
8.3	Ravnobežnosť rotačných osí stola	20
8.4	Pevnosť stola	20
8.4.1	Pozdĺžna pevnosť stola	20
8.4.2	Priečna pevnosť stola	20
	VYBAVENIE POTREBNÉ NA VYKONÁVANIE KONTROLY KVALITY RTG SIMULÁTOROV	23
	PREHĽAD PERIODICKÝCH KONTOL RTG SIMULÁTOROV	24
	TOLERANČNA TABUĽKA	26

1. VŠEOBECNÉ USTANOVENIA

Štandardný pracovný postup bol vypracovaný z dôvodu aplikácie legislatívy Európskej únie v našom právnom poriadku. Vychádza z Nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 340/2006 Z. z. o ochrane zdravia osôb pred nepriaznivými účinkami ionizujúceho žiarenia pri lekárskom ožiarení a Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 345/2006 Z. z. o základných bezpečnostných požiadavkách na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením.

Rádioterapeutický röntgenový simulátor (v ďalšom: rtg simulátor) je neoddeliteľnou súčasťou prístrojového vybavenia pracoviska. Pri jeho výbere a rutinnom klinickom využití sa berie ohľad na ožarovače, ktorými bude následná liečba vykonávaná. Najdôležitejšou požiadavkou je, aby rtg simulátora umožnil nastaviť identickú techniku liečby žiarením (polohy ožarovacích polí), ako bola vypočítaná plánovacím systémom. Súčasne, aby liečba bola realizovateľná s rovnakým nastavením ožarovacích polí na ožarovacom prístroji, ako boli zakreslené priamo na pacienta počas rtg simulácie liečby.

Pre kompletnú realizáciu skúšok a kontrol rtg simulátorov sú potrebné aj ďalšie testy: elektrické parametre, expozičné charakteristiky, testy kvality rtg obrazu, vyvolávací proces a kvalita rtg snímok. Postupy pre túto skupinu skúšok sú rovnaké ako pre klasické diagnostické rtg prístroje (skiaskopické a skiagrafické).

Pri spracovaní doporučenia boli použité dokumenty:

„Doporučení pro zajištění kvality v radioterapii“: Simulátory, SROBF ČLS, MZ ČR 1994

Varian: Customer Acceptance procedure Ximatron „C“ Series, KF Model, Rev. 1.2.1993

P.Marko: Metodika merania rádioterapeutických lineárnych urýchľovačov ,
Medicontrol, september 2002

P.Marko: Metodika merania rádioterapeutických röntgenových simulátorov,
Medicontrol, december 2002

IEC 60601-2-29 Zdravotnícke elektrické prístroje. Časť 2-29: Osobitné požiadavky na bezpečnosť rádioterapeutických simulátorov Ústav Technickej Normalizácie 1.3.2002

Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření
v radioterapii: Rádioterapeutické simulátory, SÚJB – Radiační ochrana, červen 2003

2. POPIS PRÍSTROJA A ÚLOŽNÉHO STOLA PACIENTA

Rtg. simulátor sa skladá z:

- ramena (gantry) imitujúceho geometriu a pohyby rádioterapeutického ožarovača (hlavne lineárneho urýchľovača, resp. kobaltového prístroja),
- röntgenky (rtg lampy) a kolimačného systému, simulujúcich geometriu ožarovacieho zväzku (sú upevnené na jednom konci ramena),
- zosilňovača rtg obrazu a držiaka kazety rtg filmov (sú upevnené na protiľahlom konci ramena),
- riadiaceho a ovládacieho systému,
- úložného stola,
- svetelných (laserových) zameriavačov.

2.1 Popis osí, rotačných a posuvných pohybov hlavných rovín

Na rtg. simulátore je možné definovať osi pohybov:

- os rotácie ramena
- os rotácie kolimátora
- os izocentrickej rotácie stola
- os rotácie dosky stola
- os zvislého posuvu dosky stola
- os priečneho posuvu dosky stola
- os pozdĺžneho posuvu dosky stola
- os zvislého posuvu zosilňovača obrazu
- os priečneho posuvu zosilňovača obrazu
- os pozdĺžneho posuvu zosilňovača obrazu

Prístroj je inštalovaný tak, aby os rotácie ramena bola vodorovná a ostatné osi boli na túto os kolmé resp. s ňou rovnobežné.

Na rtg. simulátore sú definované tri hlavné roviny:

- horizontálna rovina - je vodorovná rovina obsahujúca os rotácie ramena
- sagitálna rovina - je zvislá rovina obsahujúca os rotácie ramena
- transverzálna rovina - je zvislá rovina kolmá na os rotácie ramena a obsahujúca os rotácie kolimátora

Ďalej sú definované polohy rtg. simulátora:

- základná poloha rtg simulátora: uhol ramena 0° , smer žiarenia zvisle dole
- hlavné polohy: dosiahnuté rotáciou ramena okolo svojej osi o 90° , 180° alebo 270° zo základnej polohy

2.2 Stupnice

Pre účely plánovania, simulácie, nastavenia pacienta a ožarovacích polí pre liečbu každý z prístrojov používaných v rádioterapii používa rôzne uhlové a posuvné polohy a pri pohybovej terapii sa tieto môžu otáčať a pohybovať aj počas ožarovania.

Liečba žiarením vyžaduje aby poloha pacienta, rozmery, smery a hodnoty plánovaných zväzkov žiarenia boli nastavené alebo menené programom ožarovacieho prístroja s požadovanou presnosťou a bez možnosti omylu.

U všetkých prístrojov, používaných v rádioterapii, vrátane rtg simulátorov, sa požaduje štandardné označenie a mierky stupníc, aby sa zabránilo pravdepodobnosť vzniku chýb, ktoré by vznikli rôznymi označeniami a mierkami pre rovnaké pohyby na rôznych typoch prístrojov. Dáta z prístrojov, používaných pre diagnostiku v oblasti záujmu (ultrazvuk, röntgen, CT a MRI), sa udávajú v zhode so systémom súradníc, použitým na rádioterapeutickom oddelení. Systémy súradníc pre jednotlivé geometrické parametre uľahčujú matematické transformácie bodov a vektorov medzi súradnými systémami.

2.2.1 Uhlové stupnice

Na uhlovej stupnici, ktorá je delená minimálne po stupňoch s použitím iba kladných čísiel, sa kontroluje požadované nastavenie uhla, napr. 358°, 359°, 0°, 1°, atď. Digitálne lineárne displeje majú jemnejšie delenie po 0,1°.

Kontrola: F

2.2.2 Stupnice pre posuvný pohyb

Kontroluje sa správnosť zobrazenia požadovaného posuvu na lineárnej stupnici delenej po 10 mm s jemnejším delením najmenej po 5 mm. K popisu sú použité iba nezáporné čísla a stupnica je jednoznačná.

Digitálne lineárne displeje majú jemnejšie delenie po 1 mm.

Kontrola: F

3. KONTROLA ÚPLNOSTI VYBAVENIA, SIGNALIZÁCIE A FUNKČNOSTI.

3.1 Úplnosť a funkčnosť vybavenia podľa dokumentácie

Kontroluje sa prítomnosť všetkých častí prístroja a doplnkového vybavenia, včítane funkčnosti a výrobných čísiel.

Preveruje sa kompletnosť dokumentácie, hlavne zrozumiteľnosť návodu k obsluhu.

Kontrola: F

3.2 Signalizácia stavu prístroja

Varovné svetlá

Pracovný stav prístroja je indikovaný výstražným svetlom, ktoré je umiestnené pri všetkých vstupoch do vyšetrovne, aj na ovládacom paneli prístroja.

Postupom podľa návodu k obsluhu sa aktivujú jednotlivé druhy signalizácie a kontroluje sa vizuálne či nastavená signalizácia má farbu, ktorá zodpovedá ustanoveniam STN EN 60601-1-1 v kludovom a pracovnom stave simulátora.

Kontrola: F

3.2.1 Signalizácia na ožarovači

Kontroluje sa funkčnosť výstražných indikačných zariadení umiestnených na vlastnom simulátore.

Kontrola: F

3.2.2 Signalizácia pri vstupných dverách do vyšetrovne

Kontroluje sa, či výstražná indikácia nad dverami do vyšetrovne indikuje možnosť vstupu, alebo zákaz vstupu do vyšetrovne, v súlade s požiadavkou príslušnej normy.

Kontrola: F

3.2.3 Signalizácia na ovládacom paneli rtg. simulátora

Kontroluje sa či svetelné návestia na ovládacom paneli rtg simulátora sú v súlade s farebným označením uvedeným v norme STN EN 60601-1-1/A1:

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| - akcia bezprostredne vyžadujúca zastavenie ožarovania | červená |
| - pracovný stav simulátora (zapnuté žiarenie) | žltá |
| - stav definitívnej pripravenosti (všetky parametre zvolené, simulátor pripravený k spusteniu žiarenia) | zelená |

Kontroluje sa vizuálne funkčnosť a správnosť svetelnej indikácie na ovládacom paneli v kľudovom aj pracovnom stave simulátora. postupným vyvolávaním prevádzkových a poruchových stavov podľa návodu na použitie od výrobcu simulátora.

Kontrola : F

3.2.4 Indikácia prevádzkových hodnôt

Kontroluje sa funkčnosť indikácie nastavenia požadovaných hodnôt prúdu a napätia röntgenky pre tri manuálne a tri automatické nastavenia.

Kontrola : F

3.2.5 Systém sledovania pacienta

Vizuálne sa kontroluje možnosť sledovania pacienta počas simulácie.

Kontrola : F

3.3 Mechanické a elektronické bezpečnostné systémy

3.3.1 Vstupné dvere do rtg. vyšetrovne

Kontroluje sa správnosť funkcií blokovania zväzku žiarenia všetkých inštalovaných dverných kontaktov:

- a) pri rozpojení dvernom kontakte nedôjde k spusteniu žiarenia,
- b) rozpojením dverného kontaktu pri zapnutom žiarení v skiaskopickom režime dôjde k vypnutiu žiarenia,
- c) pri rozpojení dverného kontaktu pri expozícii v skiagrafickom režime dôjde k dokončeniu expozície a nové spustenie žiarenia pri rozpojení dvernom kontakte nie je možné.

Kontrola : F

3.3.2 Núdzové vypínače

Simulátor je vybavený núdzovými vypínačmi, ktorými možno v prípade potreby ihneď zablokovat' všetky funkcie prístroja (t. j. žiarenie a všetky pohyby).

Jeden núdzový vypínač je umiestnený v obsluhovni prístroja a najmenej jeden ďalší je umiestnený vo vyšetrovni rtg simulátora. Odporúča sa, aby tento núdzový vypínač bol ľahko dosiahnuteľný z miest, kde sa pohybuje obsluha prístroja. Je vhodné umiestniť ďalší núdzový vypínač na ručný ovládač rtg simulátora vo vyšetrovni.

Zrušiť zablokovanie sa môže len na danom mieste zablokovania a opätovné spustenie je možné len z ovládacieho panela v obsluhovni.

Kontroluje sa, či pri aktivácii núdzových tlačidiel dôjde k prerušeniu okruhu elektrického napájania a či aktivácia STOP tlačidiel vyvolá prerušenie zväzku žiarenia a zastaveniu pohybov simulátora. Po aktivácii týchto tlačidiel môže sa uviesť simulátor do činnosti bez opätovného nastavenia ožarovacích parametrov, ale iba z ovládacieho panela.

Kontrola : F

3.3.3 Antikolízny systém

Ak simulátor umožňuje ovládať pohyby ramena alebo stola z obsluhovne na riadiacom pulte, musí byť vybavený antikolíznym systémom, ktorý zabráni kolízii pacienta s ktoroukoľvek časťou prístroja (rameno, obrazový zosilňovač).

Ak je antikolízny systém počas vyšetrovania aktivovaný, jeho signalizácia svetelná aj akustická je na ovládacom paneli. Signalizačný systém je riešený tak, že svetelná a akustická signalizácia sa dá vypnúť až po odstránení príčiny kolízie.

Odporúča sa, aby antikolízny systém bol schopný zabrániť aj kolíziám ramena s podlahou a kolízii obrazového zosilňovača s podlahou alebo stolom.

Kontrolujú sa všetky funkcie antikolízneho zastavenia pohybov častí rtg simulátora a úložného stola.

Kontrola : F

3.3.4 Koncové polohy

Kontroluje sa funkcia koncových spínačov, bezpečný pohyb a neprekročenie nastavených hraničných hodnôt pri pohyboch ramena, kolimátora, obrazového zosilňovača a ožarovacieho stola.

Kontrola. F

3.3.5 Kontrola mechanického ovládania stola

Konštrukcia stola je riešená tak, aby v prípade výpadku el. energie bolo zabezpečené jednoduché uvoľnenie pacienta spod prístroja. Kontroluje sa, či je možné posunúť stôl do jeho najnižšej polohy.

Na ručnom ovládači rtg simulátora a úložného stola sa kontroluje funkčnosť bezpečnostných ovládacích prvkov a prvkov ovládajúcich jednotlivé pohyby.

Kontrola: F

3.4 Elektricky ovládané pohyby

3.4.1 Rameno, kolimátor, obrazový zosilňovač a ožarovací stôl

Kontroluje sa či ovládanie pohybov prístroja alebo jeho častí, ktoré môžu spôsobiť fyzické poranenie pacienta, je zabezpečené súčasným stlačením dvoch ovládacích prvkov.

Kontrola spočíva v

- a) overení funkčnosti všetkých spínačov riadenia pohybu a spoločného spínača pre všetky pohyby postupom podľa návodu na použitie,
- b) zistení prítomnosti prostriedkov pre uvoľnenie pacienta,
- c) preverke, či pri prerušení prívodu elektrického prúdu dôjde k zastaveniu pohybov v stanovených limitoch. Určujú sa brzdné vzdialenosti. Meranie sa vykoná 5 x.

Kontrola uhlových pohybov.

Minimálna dosažiteľná rýchlosť pre každý pohyb nesmie prekročiť ± 1 stupeň/s.

Žiadna rýchlosť nesmie prekročiť 7 stupňov/s (neplatí pre vymedzovače pol'a).

Kontrola posuvných pohybov.

Žiadna rýchlosť nesmie prekročiť 100 mm/s.

Kontrola : F

3.4.2 Ovládanie pohybov častí prístroja z miestnosti simulátora

Kontroluje sa, plnenie zákazu nastavovať elektricky vyvolané pohyby častí prístroja, ktoré môžu spôsobiť fyzické poranenie pacienta, ak nie sú súčasne stláčané dve tlačidlá obsluhy .

Uvoľnením jedného z dvojice spínačov musí sa okamžite zastaviť pohyb.

Kontrola: F

3.4.3 Automatické nastavenie parametrov simulátora

Presnosť automatického nastavenia simulátora

Kontroluje sa presnosť automatického nastavenia pre všetky pohyby, pre ktoré sa dá použiť automatické nastavenie. Stanoví sa maximálna odchýlka aktuálne nastavenej a požadovanej hodnoty.

Pri automatickom nastavovaní polôh simulátora sa kontroluje dodržiavanie zákazu pohybu iba s jedným ovládacím prvkom.

Reprodukovateľnosť automatického nastavenia simulátora

Kontroluje sa reprodukovateľnosť automatického nastavenia pre všetky pohyby, pre ktoré sa dá použiť automatické nastavenie. Vykoná sa aspoň 5x.

Tolerancia : 1 % od požadovaných hodnôt

3.5 Stav pomôcok pre rtg simuláciu

Vykoná sa vizuálna kontrola všetkého príslušenstva, ktoré sa používa pri rtg simulácii pacientov – napr. držiaky blokov, fixačné zariadenia.

Kontrola: F

4. SKÚŠKY MECHANICKÝCH A OPTICKÝCH PARAMETROV

4.1 Súhlas medzi mechanickou osou kolimátora a svetelnou osou .

Overuje sa stabilita polohy stredu svetelného kríža pri rotácii kolimátora v definovaných vzdialenostiach FAD.

Kolimátor má os symetrie, okolo ktorej sa otáča. Je treba kontrolovať, či je táto os zhodná so svetelnou osou, definovanou priemetom stredového kríža.

Test sa vykoná pri uhle ramena 0° .

Pozoruje sa pohyb svetelnej osi pri rotácii kolimátora vo vzdialenosti FAD 100 cm a zmeria sa priemer kruhu opísaného touto osou.

Tolerancia zhody medzi svetelnou a mechanickou osou kolimátora : ≤ 1 mm.

Následne sa vykoná rovnaká kontrola pre vzdialenosť FAD 80 cm a overí sa, či je splnený rovnaký limit aj v tomto prípade.

Kontroluje sa, či pri zmene FAD nedochádza k posunu osi rotácie kolimátora. Porovná sa poloha svetelnej osi pre dve hodnoty FAD vzdialené od seba aspoň 20 cm.

Tolerancia vzájomnej polohy pre osi: ≤ 2 mm.

4.2 Poloha izocentra

V prípade, že mechanická os kolimátora súhlasí so svetelnou osou, môže sa použiť svetelná os k nájdeniu polohy izocentra.

Poloha izocentra sa stanovuje postupnou aproximáciou pomocou mechanického pointra, zámerného kríža alebo pomocou meracej pomôcky v spojení so zosilňovačom obrazu v plnom rozsahu rotácie ramena. Na potvrdenie polohy izocentra je možné použiť metódu rádiografického filmu.

Tolerančný limit pre priemer obálky: ≤ 3 mm

4.3 Svetelné zameriavače (lasery)

Vyšetrovňa simulátora musí byť vybavená bočnými a čelným svetelným zameriavačom, ktoré vyznačujú vo vyšetrovni roviny identické s hlavnými rovinami.

Overuje sa presnosť nastavenia zameriavačov a izocentra, a to:

- Zhoda bočných zameriavačov v mieste izocentra
- Presnosť zamerania izocentra
- Zhoda svetelných zameriavačov 30 cm od izocentra
- Vodorovnosť a kolmosť svetelných rovín
- Zhoda svetelnej osi s rovinou sagitálneho zameriavača
- Zhoda roviny sagitálneho zameriavača s osou rotácie ramena

Presnosť zamerania izocentra je potrebné kontrolovať hneď po určení polohy izocentra.

V hlavnej horizontálnej rovine v mieste izocentra sa zakreslí priebeh bočných a sagitálneho zameriavača. V hlavnej horizontálnej rovine v mieste izocentra a na podlahe sa zakreslí priemet svetelného kríža. Určí sa výška izocentra nad podlahou. Pomocou vhodnej testovacej pomôcky sa určia vzájomné polohy svetelných zameriavačov a ich odchýlka od polohy izocentra.

4.3.1 Zhoda bočných zameriavačov v mieste izocentra

Určí sa vzdialenosť priemetu pravého a ľavého zameriavača v mieste izocentra.

Tolerancia: ± 2 mm

4.3.2 Presnosť zamerania izocentra

Vypočíta sa aritmetický priemer vzdialenosti priemetu pravého aj ľavého zameriavača od izocentra v rovine sagitálneho zameriavača.

Tolerancia: ± 1 mm

4.3.3 Zhoda svetelných zameriavačov vo vzdialenosti ± 30 cm od izocentra

Určí sa odchýlka vzájomnej polohy lúčov svetelných zameriavačov vo vzdialenosti ± 30 cm od izocentra.

Tolerancia: ± 2 mm

4.3.4 Vodorovnosť a kolmosť svetelných rovín

Zmeria sa uhlová odchýlka lúčov svetelných zameriavačov od izocentra

Tolerancia: $\leq 0,5^\circ$

4.3.5 Zhoda svetelnej osi s rovinou sagitálneho zameriavača

Určí sa zhoda svetelnej osi s rovinou svetelného zameriavača v sagitálnej rovine.

Tolerancia: ± 2 mm

4.3.6 Zhoda roviny sagitálneho zameriavača s osou rotácie ramena

Stanoví sa odchýlka priemetu roviny sagitálneho zameriavača od osi rotácie ramena.

Tolerancia: $\leq 0,5^\circ$

4.3.7 Optický diaľkomer (meranie OK)

Odpočet hodnoty optického diaľkomera musí byť viditeľný pri ľubovoľnej polohe ramena v celom rozsahu používaných vzdialeností FAD. Lineárna stupnica musí byť delená najmenej po 5 mm.

Pomocou optického diaľkomera sa nastaví FAD 100 cm a kalibrovaným meradlom sa určí skutočná vzdialenosť od zdroja žiarenia. Merania sa vykonajú pre všetky hlavné polohy ramena pre FAD 100, 125 a 75 cm. Určia sa odchýlky nastavenej a skutočnej vzdialenosti od zdroja žiarenia.

Tolerancia: ± 2 mm

Pokiaľ je simulátor vybavený možnosťou automatického nastavenia vzdialenosti FAD, je treba overiť správnosť aj tejto funkcie.

4.4 Symetria a rovnobežnosť vymedzovačov poľa

Veľkosť simulovaného ožarovacieho poľa je na rtg simulátore vymezená nie clonami, ale drôtmi (wires). Clony, ktoré vymedzujú pole zobrazenia, vytvárajú v rtg obraze určitý lem (okraj) zvonku drôtov. Veľkosť lemu sa zvyčajne dá nastaviť závisle aj nezávisle od veľkosti simulovaného ožarovacieho poľa (ktoré je vymezené drôtmi) – tzv. spriahnutie pohybu drôtov a clôn.

Táto skúška sa robí pri FAD 100 cm pre všetky štyri hlavné polohy ramena. Rovnobežnosť a ortogonalita sa kontroluje pre veľkosť poľa 10cm x 10 cm.

Kontroluje sa priamym meraním pomocou uhlomera uhlová odchýlka protíľahlých a susedných strán vymedzovačov poľa.

Tolerancia: $\pm 1^\circ$

Symetria sa overuje zmeraním vzdialeností medzi svetelnou osou a stredmi strán svetelného poľa.

Tolerancia, nezávisle na veľkosti poľa: ± 1 mm.

4.5 Veľkosť svetelného poľa

Pre uhol ramena 0° sa porovná veľkosť svetelného poľa, zmeraná vo vzdialenosti FAD 100cm pre veľkosť poľa 5cm x 5 cm, 10cm x 10 cm a 30cm x 30 cm, s hodnotami na ovládacom paneli simulátora.

Tolerancia: ± 1 mm pre pole do veľkosti 10cm x 10 cm ,
1% pre väčšie pole, ale nesmie prekročiť ± 2 mm.
Následne treba overiť, či sú limity splnené aj pre ostatné hlavné polohy ramena.

5. KONTROLA PRESNOSTI ROTAČNÝCH (UHLOVÝCH) STUPNÍC

5.1 Rameno, os rotácie ramena

Spustí sa olovnica z izocentra na zem a umiestni sa skiagrafický film pod ňu na zem. Označí sa poloha olovnice na skiagrafický film a olovnica sa odstráni. Nastaví sa uhol ramena a kolimačného systému na 0 stupňov a exponuje sa skiagr. film. Porovná sa poloha značky na skiagrafickom filme so stredom ožarovacieho poľa na skiagraf. filme a vypočíta sa chyba uhlového nastavenia ramena.

Tolerancia: $\pm 1^\circ$

Alternatívny postup: Rameno nastaviť do základnej polohy. Na podlahu premietnuť a zakresliť stred zámerného kríža. Pomocou olovnice spustiť kolmicu z izocentra. Diaľkovú odchýlku bodov na podlahe prepočítať na uhlovú. Pomocou vhodnej testovacej pomôcky preniesť výšku izocentra na steny vyšetrovne. Nastaviť rameno podľa stupnice do polôh 90, 180 a 270 stupňov. Určiť dĺžkovú odchýlku priemetu zámerného kríža od značiek výšky izocentra na stenách a prepočítať na uhlovú.

Tolerancia: $\pm 1^\circ$

5.2 Rotácia kolimačného systému, os rotácie kolimátora

Rameno v polohe 90 stupňov a kolimátor 0 stupňov. Na povrch dosky stola vo výške izocentra umiestniť vodváhu. Hranu vodováhy premietnuť pomocou svetelného poľa na stenu alebo obrazový zosilňovač. Uzavrieť vymedzovače a korigovať rotáciu kolimátora.

V prípade, keď sú hrany poľa a vodováhy rovnobežné, je poloha kolimátora 0 stupňov.

Presnosť ďalších polôh stupnice rotácie kolimátora stanoviť v polohe ramena 0 stupňov pomocou mm papiera a odchýlky projekcie svetelného kríža pri rôznych nastaveniach rotácie kolimátora. Pre všetky polohy sa stanovuje uhlová odchýlka údajov na stupnici od nominálnej hodnoty. Overuje sa pre polohy kolimátora 0, 90 a 270 stupňov.

Tolerancia: $\pm 1^\circ$

5.3 Stôl pacienta, os izocentrickej rotácie stola a doska stola pacienta, os rotácie dosky stola

Nastavia sa vertikálne a horizontálne polohy stola na nulu. Nastaví sa uhol ramena kolimačného systému na nulu.

Porovná sa stred a okraje svetelného poľa na doske stola so stredovou čiarou dosky stola. Stanoví sa vzdialenosť medzi stredovou čiarou stola a značiek svetelných zamerovačov.

Tolerancia : ± 2 mm

Chyba v indikovanej nulovej hodnote rotačnej stupnice dosky stola sa vypočíta zo vzdialenosti medzi stredovou čiarou dosky stola a stredom ožarovacieho poľa indikovaného svetelným polom.

Tolerancia : ± 3 mm

Chyba v indikovanej nulovej hodnote rotačnej stupnice izocentrického otáčania stola je daná uhlom medzi stredovou čiarou dosky stola a okrajmi ožarovacieho poľa indikovaného svetelným polom.

Tolerancia: $\pm 1^\circ$

5.4 Stôl pacienta, os naklopenia (vodorovnosť)

Vodováhou sa skontrolujú uhly pozdĺžneho sklonu a bočného náklonu stola, či je ich hodnota nastavená na 0.

Tolerancia: $\pm 1^\circ$

6. ZHODA OPTICKÝCH A RADIAČNÝCH PARAMETROV

6.1 Zhoda veľkosti vymedzeného poľa s indikáciou

Kontroluje sa, či maximálna odchýlka indikovanej číselnej hodnoty od skutočnej vzdialenosti hrán vymedzeného poľa, meranej na hlavných osiach pre jedno alebo niekoľko FAD, v rovine kolmej na os vymedzeného zväzku žiarenia, neprekročí povolenú hodnotu.

Nastavia sa drôtičky pre vymedzenie poľa (wires) podľa indikácie na monitoroch.

Pomocou meradla sa stanoví maximálna odchýlka veľkosti vymedzeného poľa od hodnoty indikovanej na monitoroch a ovládacom paneli simulátora. Pre pole s maximálnou odchýlkou nastavenej a indikovanej hodnoty veľkosti poľa (pre symetrické a asymetrické nastavenie) sa zhotoví kontrolná snímka. Vyhodnotí sa veľkosť vymedzeného radiačného poľa na filme.

Kontroluje sa pre všetky hlavné polohy ramena, polohu kolimátora Ostupňov, symetrické polia 5cm x 5 cm, 10cm x 10 cm, 30 cm x 30 cm a FAD 100 cm FAD min a FAD max.

Pre asymetrické polia s nastavením asymetrie 10 cm, 5 cm, 0 cm pre polohu ramena 0 stupňov, kolimátor 0 stupňov a FAD 100 cm.

Tolerancie: ≤ 2 mm pre veľkosti polí v rozsahu 3 cm x 3 cm až 20 cm x 20 cm,
 ≤ 1 % pre veľkosti polí od 20 cm x 20 cm do maximálnej veľkosti (40 cm x 40 cm).

6.2 Zhoda veľkosti poľa vymedzeného drôtkami a clonami

Kontroluje sa, či maximálna vzdialenosť, meraná pozdĺž každej z hlavných osí medzi hranou drôtkami vymedzeného poľa a odpovedajúcou hranou poľa vymedzeného clonami pri FAD = 100 cm a pri vzdialenosti 1,5 x FAD, neprekročí povolenú hodnotu.

Použiť podklady z kontroly v kap. 7.1. Stanoviť maximálnu vzdialenosť hrán poľa vymedzeného drôtkami a hrán poľa vymedzeného clonami. Kontroluje sa pre všetky hlavné polohy ramena, veľkosti poľa 5 cm x 5 cm, 10 cm x 10 cm, 30 cm x 30 cm a FAD 100 a FAD 1,5 x FAD 100.

Tolerancie: Pre FAD100 : ≤ 1 mm - polia v rozsahu 3 cm x 3 cm až 20 cm x 20 cm
 0,5% - polia od 20 cm x 20 cm do max. veľkosti

Pre FAD= 1,5xFAD100 : ≤ 2 mm - polia v rozsahu 3 cm x 3 cm až 20cm x 20 cm
 1 % - polia od 20 cm x 20 cm do max. veľkosti

6.3 Reprodukovateľnosť nastavenia veľkosti vymedzeného poľa

Po overení zhody podľa kap. 7.1 päť krát opakovane nastaviť vymedzovače poľa, meniť spôsob nastavenia od menšieho poľa k väčšiemu a naopak. Po každom nastavení stanoviť veľkosť vymedzeného poľa a reprodukovateľnosť nastavenia.

Kontroluje sa pre polohu ramena 0 a 90 stupňov, kolimátor nula stupňov, veľkosť poľa 20 cm x 20 cm a FAD 100.

Tolerancia: ≤ 1 mm

6.4 Zhoda stredu vymedzeného poľa a osi vymedzeného radiačného poľa

Použijú sa podklady z kap.7.1. Určí sa vzdialenosť stredu poľa vymedzeného drôtkami a stredu poľa vymedzeného clonami vo vzdialenosti FAD100. Kontroluje sa pre všetky hlavné polohy ramena, FAD 100 a 1,5 x FAD 100 a pre veľkosť poľa 10 cm x 10 cm.

Tolerancia: FAD 100 : ≤ 1 mm
 1,5 x FAD 100 : ≤ 2 mm

6.5 Závislosť polohy osi vymedzeného radiačného poľa na FAD

Overuje sa nezávislosť polohy osi vymedzeného radiačného poľa na FAD pri zmene FAD z minimálnej na maximálnu hodnotu pre simulátory s variabilným FAD.

Nastaví sa rameno do základnej polohy. Umiestni sa film do roviny kolmej k osi zväzku a obsahujúcej izocentrum. Film sa exponuje 2x: najmenšie FAD a veľkosť vymezeného radiačného poľa 10 cm x 10 cm, maximálne FAD a veľkosť poľa 15 cm x 15 cm, s centrálnou časťou 10 cm x 10 cm vykrytou absorbným materiálom. Porovnaním snímok určiť rozdiel medzi stredmi oboch vymezených radiačných polí.

Tolerancia: Pre FAD do 100 cm ≤ 1 mm
Pre FAD od 100 do 130 cm ≤ 2 mm

6.6 Závislosť polohy osi vymezeného radiačného poľa na veľkosti ohniska

Nastaví sa rameno do základnej polohy. Film sa umiestni do roviny kolmej k osi zväzku a obsahujúcej izocentrum. Exponujú sa 2 filmy pre rôzne veľkosti ohniska pre veľkosť vymezeného radiačného poľa 10 cm x 10 cm. Určí sa vzdialenosť polohy osy pre obe expozície.

Tolerancia: $\leq 0,5$ mm

6.7 Zhoda osí vymezených protiľahlých radiačných polí.

Nastaviť rameno do základnej polohy. Dva rtg filmy umiestniť paralelne vodorovne tak, aby boli vzdialené ± 10 cm od izocentra. Filmy exponovať polom o veľkosti 10cm x 10cm. Nastaviť rameno do polohy 180 stupňov a exponovať rovnakým polom. Na vyvolaných filmoch určiť stredy radiačných polí. Kontrolovať aj pre polohy ramena 90 a 270 stupňov.

Tolerancia: ≤ 1 mm

7. PARAMETRE RTG ZVÄZKU , ZOSILŇOVAČ RTG OBRAZU

7.1 Kvalita žiarenia

7.1.1 Overenie polohrúbky

Polohrúbka sa kontroluje úzkym zväzkom žiarenia a pre hodnoty 50 kV, 300/320 mA, 20 mAs a 100 kV, 300/320 mA, 20mA alebo najbližšie možné nastavenie hodnôt.

Ionizačná komora sa umiestni do vzdialenosti 100 cm od ohniska vo vzduchu, najmenej 50 cm od rozptyľujúcich objektov. Stanoví sa priemerná hodnota odozvy dozimetra pre 3 expozície nefiltrovaného zväzku. Pri použití filtra s hrúbkou rovnou minimálnej prípustnej polohrúbke určí sa priemerná hodnota odozvy dozimetra pre 3 expozície filtrovaného zväzku.

Overí sa, či odozva s filtrovaným zväzkom je polovicou odozvy s nefiltrovaným zväzkom.

V prípade potreby sa zväčšuje hrúbka Al filtra až na dosiahnutie polovičnej priemernej odozvy.

Nameraná hodnota sa porovná s hodnotami v tabuľke.

Kontrola poskytuje približný odhad filtrácie

Napätie röntgenky v kV	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Mín. 1. polohrúbka v mm Al	1,5	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1

Tolerancia: $\leq 5\%$

7.2 Zdroj rtg žiarenia

7.2.1 Napätie rtg lampy

Kontrola napätia sa vykoná meraním napätia röntgenky aspoň pre 3 hodnoty napätia, 60 kV, 80 kV a 100 kV, alebo pre blízke hodnoty, pri nastavení 50 % hodnoty nominálneho prúdu v röntgenke a s časom asi 0,1s . Pri 80 kV sa meria pri najnižšom a najvyššom možnom nastavení prúdu v röntgenke. Namerané hodnoty sa porovnávajú s referenčnými.

Tolerancia: $\pm 10\%$.

7.2.2 Prúd rtg. lampy, mAs

Kontroluje sa, či odchýlka nameranej hodnoty napájacieho prúdu a mAs neprekročí povolenú toleranciu.

mA/mAs meter sa pripojí spôsobom uvedeným v sprievodnej dokumentácii. Po zahriatí prístroja, postupom uvedeným v návode k obsluhu, sa vykoná overenie pre hodnoty nastavenia prúdu a mAs zhodné s hodnotami použitými pri preberacej skúške. Meranie sa vykoná podľa návodu v sprievodnej dokumentácii, a to tri opakované merania pre každú z nastavených hodnôt.

Tolerancie:

Skiaskopia v móde so štandardnou úrovňou prúdu $\pm (5\% + 0,5 \text{ mA})$

Skiaskopia v móde s vysokou úrovňou prúdu $\pm (5\% + 0,5 \text{ mA})$

Skiagrafia $\pm (5\% + 0,5 \text{ mAs})$

7.2.3 Kermová výťažnosť..

Overí sa, či hodnota kermovej výťažnosti sa zhoduje s hodnotami špecifikovanými pri preberacej skúške alebo pri východzej skúške dlhodobej stability.

Kermová výťažnosť sa stanoví vhodnou ionizačnou komorou, umiestnenou vo vzdialenosti 100 cm od ohniska, pre veľkosť poľa 10cm x 10cm. Do zväzku sa vloží vrstva 25 mm hliníka. Meranie sa vykoná pri napätí 80 kV a rôznej hodnote prúdu, výsledok sa vzťahuje na 1mAs.

Kermová výťažnosť K_v sa stanoví zo vzťahu:

$$K_v = N_k * R * K_{t,p} * K_{en} \quad [\mu\text{Gym}^2/\text{mAs}]$$

kde: N_k je kalibračný faktor ionizačnej komory

R je odpočet elektromera vzťahnutý na 1mAs

$K_{t,p}$ je korekcia na tlak a teplotu

K_{en} je opravný faktor energetickej závislosti ionizačnej komory

Tolerancia: 5%

7.2.4. Linearita a reprodukovateľnosť kermu

Kontroluje sa, či linearita a reprodukovateľnosť kermu neprekročí povolenú toleranciu. Kerma pre dané nastavenie napätí röntgenky má byť pre každú veľkosť ohniska nezávislá na prúde röntgenky.

Kontroluje sa expozíciou pre $U = 80 \text{ kVp}$, $Q = 20 \text{ mAs}$ a najmenej pre 5 hodnôt prúdu röntgenky, vrátane najnižšej a najvyššej možnej hodnoty. Zaznamenajú sa odozvy R_i , $1 < i < 5$, vypočíta sa priemerná hodnota R_{priem} a stanoví sa variačný koeficient pre reprodukovateľnosť:

$$r = (100 / R_{\text{priem}}) * [\Sigma (R_{\text{priem}} - R_i)^2 / (n-1)]^{1/2} \quad [\%]$$

kde: R_i je i-tá hodnota odpočtu pre daný prúd röntgenky.

R_{priem} je priemerná hodnota odpočtov zo všetkých expozícií pre daný prúd röntgenky.

n označuje celkový počet odpočtov pre jedno nastavenie prúdu röntgenky

Σ označuje sumu pre $i = 1$ až n

Pri použití odpočtov z predchádzajúcich meraní stanoví sa linearita systému podľa vzťahu:

$$L = (K_{\text{MAX}} - K_{\text{MIN}}) / [(K_{\text{MAX}} + K_{\text{MIN}}) / 2] \quad [\%]$$

kde: K_{MAX} a K_{MIN} sú maximálne a minimálne hodnoty prenosovej kermy stanovené pre 5 hodnôt prúdu röntgenky.

Tolerancia: reprodukovateľnosť $\pm 5 \%$
 linearita $\pm 20 \%$

7.2.5 Kermový príkon vo vzduchu na vstupnej rovine zosilňovač rtg obrazu pre skiaskopiu

Kontroluje sa, či kermový príkon vo vzduchu na vstupnej rovine zosilňovača obrazu dosahuje hodnoty špecifikované výrobcom.

Meranie sa realizuje za prevádzkových podmienok a pri nastaveniach špecifikovaných pri preberacej skúške, spravidla pri nasledujúcom nastavení : rameno 0° , kolimátor 0° , pole $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} / 100 \text{ cm}$, napätie $70 - 80 \text{ kV}$. Na hornú dosku stola sa umiestni homogénny fantóm dostatočných rozmerov. Stanoví sa kermový príkon vo vzduchu K_b na vstupnej rovine zosilňovača obrazu. Ak nie je vstupná rovina prístupná pre umiestnenie detektora žiarenia, zmeria sa kermový príkon K_t vo vzdialenosti T a kermový príkon vo vzduchu na vstupnej rovine zosilňovača obrazu sa vypočíta zo vzťahu:

$$K_b = K_t (r_b/r_t)^2$$

kde

r_t a r_b sú odpovedajúce vzdialenosti od ohniska

Tolerancia je špecifikovaná výrobcom zariadenia.

7.3. Zosilňovač rtg obrazu

Na testovanie obrazového zosilňovača sú nutné prípravky, ktoré obsahujú:

- sadu čiar rôznej hrúbky pre určenie rozlišovacej schopnosti pri vysokom kontraste,
- rad dier rôzneho priemeru pre určenie rozlišovacej schopnosti pri nízkom kontraste,
- stupňovitý medený klin, skladajúci sa obyčajne zo 6 medených plátok s hrúbkou
- 0,1 až 0,6 mm.

7.3.1. Rozlíšenie pri vysokom kontraste

Overí sa, či rozlíšenie R (počet rozlíšených čiar) pri skiaskopii sa zhoduje s hodnotami špecifikovanými pri preberacej skúške.

Kontrola sa vykoná pri jednej z nasledujúcich podmienok:

1) bez zoslabovacej vrstvy/ fantóma

Testovacia pomôcka pre rozlíšenie párov čiar sa umiestni blízko stredu rtg zväzku na vstupnej rovine zosilňovača rtg obrazu. Nastaví sa najnižšie možné napätie röntgenky (40-50 kV) a vysoký kermový príkon vo vzduchu. Kermový príkon vo vzduchu nesmie byť tak vysoký, aby ním spôsobené sčernenie neznemožnilo rozlíšenie čiar. Táto kontrola poskytuje informáciu hlavne o funkcii zosilňovača rtg. obrazu s TV systémom. Reprezentuje najlepšie možné rozlíšenie (bez pacienta).

2) so zoslabujúcou vrstvou (fantómom)

a) Testovacia pomôcka pre rozlíšenie párov čiar sa umiestni blízko stredu rtg zväzku na vstupnej rovine zosilňovača rtg obrazu. Táto kontrola poskytuje informáciu hlavne o funkcii rtg zariadenia a sústavy zosilňovač obrazu – TV systém, pri podmienkach praktického použitia (pacient je simulovaný fantómom).

b) Testovacia pomôcka pre rozlíšenie párov čiar sa umiestni blízko stredu rtg zväzku vo vzdialenosti 25 cm od vstupnej roviny zosilňovača rtg obrazu. Táto kontrola poskytuje informáciu hlavne o funkcii zosilňovača rtg obrazu s TV systémom (pacient je simulovaný fantómom).

Nastaví sa displej zobrazujúceho zariadenia bez rtg žiarenia. Napätie röntgenky sa zvolí v rozsahu 70-80 kV. Ak je voľba napätia automatická (ABS), pridá sa dostatočná filtrácia, aby sa napätie pohybovalo v tomto rozsahu. Pre rozlíšenie párov čiar sa pri rtg. žiarení nastaví kontrola kontrastu na maximálnu viditeľnosť testovacej pomôcky. Určí sa najmenšia skupina čiar, aká ešte môže byť čitateľná na displeji.

7.3.2 Rozlíšenie pri nízkom kontraste

Kontroluje sa, ako je systém schopný rozlíšiť útvary s nehomogenitou len mierne odlišnou od okolia. Kontrola sa urobí napr. pomocou prípravku s radom dier rôzneho priemeru. Pri rovnakej geometrii simulátora sa prípravok vloží do zväzku rtg. žiarenia, pričom hliníková platňa (s hrúbkou 25 mm) nahrádza telo pacienta. Nastavia sa parametre 50 kV a 1 mA, aby sa dala rozlíšiť najmenšia možná diera.

Tolerancia: veľkosť diery menšia ako 4 mm.

8. SKÚŠKY POHYBOV ÚLOŽNÉHO STOLA PACIENTA

Pokiaľ nie je stanovené inak, skúšky úložného stola sa vykonajú za týchto podmienok:

- uhol ramena (gantry) 0°
- uhol izocentrickej rotácie stola 0°
- uhol rotácie dosky stola 0°
- úložná doska stola je vo výške izocentra
- stôl nie je zaťažený závažím

8.1 Zvislý pohyb stola

Kontrola sa robí pomocou skiagrafického zabaleného filmu , ktorý sa umiestni na dosku stola a prikryje sa vzrastovým materiálom. Na dosku stola sa umiestni závažie s hmotnosťou 30 kg mimo ožarovacieho poľa. Nastaví sa veľkosť poľa 10 cm x 10 cm. Skiagrafický film sa exponuje pri výške stola približne v izocentre a opäť pri výške o 20 cm nižšie. Zmeria sa posun stredov oboch exponovaných ožarovacích polí. Postup sa opakuje so závažím o hmotnosti 135 kg rozloženom na ožarovacom stole.

Tolerancia: ± 2 mm

8.2 Izocentrické otáčanie stola

Kontrola sa robí umiestnením závažia s hmotnosťou 30 kg na dosku stola. Umiestni sa na povrchu podpretej dosky stola do výšky, ktorá je blízko výšky izocentra. Prenesie sa poloha izocentra (meraním od konečnej polohy referenčného zameriavača) k tomuto povrchu otáčaním stola v plnom rozsahu. Zmeria sa maximálna odchýlka výslednej dráhy. Opakuje sa so závažím s hmotnosťou 135 kg.

Tolerancia: ± 2 mm

8.3 Rovnobežnosť rotačných osí stola

V rámci kontroly sa na dosku stola umiestni závažie s hmotnosťou 135 kg. Nastaví sa uhol izocentrickej rotácie stola na 90° a uhol otáčania dosky stola na 90° . Sklonomerom sa zmeria uhol odklonu od horizontálnej roviny obsahujúcej osí stola a dosky stola. Postup sa opakuje pre uhol izocentrického otáčania stola 270° (os 5°) a uhol otáčania dosky stola 270° . Vypočíta sa priemerná hodnota odklonu izocentra pre obidva uhly.

Tolerancia: ± 2 mm

8.4 Pevnosť stola

Pre kontrolu sa na okraj stola, bližšie k ramenu gantry položí závažie s hmotnosťou 50 kg a meria sa zmena výšky dosky stola pri priečnom a pozdĺžnom pohybe.

K určeniu výšky dosky stola možno použiť dve metódy:

- zmerať výšku dosky stola nad podlahou
- zmerať vzdialenosť medzi doskou stola a priesečníkmi osí bočných zamariavačov.

8.4.1 Pozdĺžna pevnosť stola

Pre kontrolu sa nastaví uhol ramena na 0° , priečny pohyb dosky stola na 0 a výšku stola približne do izocentra. Umiestni sa koniec dosky stola do stredu svetelného poľa. Závažie s hmotnosťou 30 kg sa umiestni rovnomerne v dĺžke 1m od tohto konca dosky stola bližšie k ramenu gantry. Zmeria sa výška dosky stola v strede svetelného poľa. Doska stola sa pozdĺžne posunie tak, aby jej koniec bol 1 m za stredom svetelného poľa. Závažie s hmotnosťou 135 kg sa umiestni rovnomerne v dĺžke 2 m od tohto konca stola. Zmeria sa výška dosky stola v strede svetelného poľa. Vypočíta sa rozdiel medzi dvoma zmeranými výškami.

Tolerancia: ± 2 mm

8.4.2 Priečna pevnosť stola

Pokračuje sa v skúške so závažím 135 kg, sklonomerom sa zmeria priečny sklon dosky stola pre tieto podmienky:

- a) stôl v max. výške; doska stola priečne vysunutá čo najviac doprava, v strede, čo najviac doľava.
- b) stôl 20cm pod izocentrom; doska stola priečne vysunutá čo najviac doprava, v strede, čo najviac doľava.

Tolerancia: ± 2 mm

VYBAVENIE POTREBNÉ NA VYKONÁVANIE SKÚŠOK

Plexi doska s olovenými značkami

Skiagrafické filmy

Oceľové meradlo

Vodováha

Prípravok na kontrolu izocentra (tzv. mechanický pointer – v príslušenstve rtg simulátora)

Olovnica

Závažie s celkovou hmotnosťou 135 kg

Testovacie pomôcky pre kontrolu kvality zosilňovača rtg obrazu

Dozimeter

Barometer

Teplomer

Prehľad periodických kontrol RTG simulátorov		
Kontrola	Prípustná odchýlka	Nameraná hodnota
Denná kontrola		
Funkcia varovných svetiel	F	
Funkcia dverných kontaktov	F	
Funkcia núdzových vypínačov	F	
Týždenná kontrola		
Závislosť polohy svetelnej osi na rotácii kolimátora	± 2 mm	
Koincidencia bočných zameriavačov	± 2 mm	
Presnosť údajov optického diaľkomera	≤ 2 mm	
Súhlas veľkosti svetelného poľa so stupnicou	≤ 2 mm	
Mesačná kontrola		
Posuv svetelnej osi pri rotácii ramena	2 mm	
Posuv svetelnej osi pri zmene vzdialenosti	2 mm	
Zhoda svetelných zamerovačov s izocentrom	1 mm	
Symetria clôn	1 mm	
Rovnobežnosť clôn	1°	
Nezávislosť údajov optického diaľkomera na polohe ramena	≤ 1 mm	
Presnosť posuvných stupníc	± 2 mm	
Presnosť uhlových stupníc	$\pm 1^\circ$	
Zhoda svetelnej a radiačnej osi	2 mm	
Rovnobežnosť a ortogonalita radiačného poľa	1°	
Symetria radiačného poľa	1 mm	
Veľkosť radiačného poľa	≤ 2 mm	
Polročná kontrola		
Zmena polohy radiačnej osi od rotácie kolimátora	1 mm	
Zmena polohy radiačnej osi od rotácie ramena	1.5 mm	
Zmena polohy radiačnej osi na vzdial. od zdroja	2 mm	
Zmena polohy radiačnej osi od výšky stola	1 mm	
Zmena polohy radiačnej osi od rotácie stola okolo izocentra	1 mm	
Zmena polohy radiačnej osi pri zmene veľkosti ohniska	0.5 mm	
Stála poloha výšky dosky stola pri zaťažení	1 mm	
Tuhosť dosky stola pri zaťažení	3 mm	
Presnosť vysokého napätia	± 10 %	
Reprodukovateľnosť vysokého napätia	5%	
Presnosť elektrického prúdu	± 10 %	
Reprodukovateľnosť elektrického prúdu	± 5 %	
Presnosť expozičného času	10%	
Reprodukovateľnosť expozičného času	5%	
Linearita expozície	± 10 %	
Reprodukovateľnosť dávky	± 5 %	
Rozlíšenie zobrazenia zosilňovača rtg obrazu	1 pár na mm	
Tieniace vlastnosti röntgenovej lampy 1 m od krytu	0.5 mSv/h	

<i>Kontrola úplnosti vybavenia, signalizácie a funkčnosti</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Tolerancia</i>
Kontrola uhlových pohybov	± 1 stupeň /s
Kontrola posuvných pohybov	100 mm / s
Reprodukovateľnosť automatického nastavenia simulátora	1%
<i>Skúšky mechanických a optických parametrov</i>	
Zhoda medzi mechanickou osou kolimátora a svetelnou osou	2 mm
Porovnanie polohy svetelnej osi pre dve hodnoty FAD vzdialené od seba aspoň 20cm	2 mm
Poloha izocentra	3mm
Zhoda bočných zameriavačov v mieste izocentra	2 mm
Presnosť zamerania izocentra	1 mm
Zhoda svetelných zameriavačov vo vzdialenosti ± 30 cm od izocentra	2 mm
Vodorovnosť a kolmosť svetelných rovín	0,5 stupňa
Zhoda svetelnej osi s rovinou sagitálneho zameriavača	2 mm
Zhoda roviny sagitálneho zameriavača s osou rotácie ramena	0,5 stupňa
Optický diaľkomer (meranie SSD)	2 mm
Symetria a rovnobežnosť vymedzovačov poľa	1 stupeň
Veľkosť svetelného poľa	1 mm pre pole do veľkosti 10x10 cm 1% pre väčšie polia, nesmie prekročiť 2mm
<i>Kontrola presnosti rotačných (uhlových) stupníc</i>	
Rameno, os rotácie ramena	1 stupeň
Rotácia kolimačného systému, os rotácie kolimátora	1 stupeň
Stôl pacienta, os izocentrickej rotácie stola a doska stola pacienta, os rotácie dosky stola	1 stupeň

Tolerančná tabuľka

Zhoda optických a radiačných parametrov	
Zhoda veľkosti vymedzeného poľa s indikáciou	2 mm pre veľkosti polí v rozsahu 3cmx3 cm až 20cmx20 cm, 1% pre veľkosti polí od 20cmx20 cm do maximálnej veľkosti (40cmx40 cm)
Zhoda veľkosti poľa vymedzeného drôtikmi a clonami	Pre FAD100cm: 1 mm polia v rozsahu 3x3 cm až 20cmx20 cm, 0,5% od 20cmx20 cm do max. vzdialenosti Pre FAD=1,5xFAD100: 2mm polia v rozsahu 3cmx3 cm až 20cmx20 cm, 1% pre veľkosti polí od 20cmx20 cm do max. veľkosti
Reprodukovateľnosť nastavenia veľkosti vymedzeného poľa	1mm
Zhoda stredu vymedzeného poľa a osi vymedzeného radiačného poľa	FAD 100:1 mm 1,5 x FAD 100:2 mm
Závislosť polohy osi vymedzeného radiačného poľa na FAD	Pre FAD do 100 cm:1 mm Pre FAD od 100 do 130 cm:2 mm
Závislosť polohy osi vymedzeného radiačného poľa na veľkosti ohniska	0,5 mm
Zhoda osí vymedzených protiľahlých radiačných polí	1 mm
Parametre rtg zväzku, zosilňovač rtg obrazu	
Napätie rtg. lampy	± 10%
Prúd rtg. lampy, mAs	Skiaskopia v móde do štandardnou úrovňou prúdu ± (5% + 0,5 mA) Skiaskopia v móde s vysokou úrovňou prúdu ± (5% + 0,5 mA) Skiagrafia ± (5% + 0,5 mA)
Charakteristická prenosná kerma	5%
Linearita a reprodukovateľnosť prenosovej kermy	Reprodukovateľnosť 5% Linearita 20%
Kermový príkon vo vzduchu na vstupnej rovine zosil. rtg obrazu pre skiaskopiu	Tolerancia je špecifikovaná výrobcom zariadenia
Skúšky pohybov úložného stola pacienta	
Zvislý pohyb stola	2 mm
Izocentrické otáčanie stola	± 2 mm
Pozdĺžna pevnosť stola	3 mm
Priečna pevnosť stola	1 mm