

Tehnične zahteve za kakovostno mamografsko opremo

Technical requirements for high quality mammography equipment

Urban Zdešar

Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana, Slovenija

Povzetek: V prispevku so našteje zahteve, ki jih morajo izpolnjevati moderne mamografske rentgenske naprave. Ob koncu je našteja še druga oprema, ki je tudi pomembna za doseganje visoke kakovosti mamogramov.

Ključne besede: mamografija - inštrumentacija

Abstract: Some of the requirements for new mammographic x-ray machines are outlined in the article together with requirements for other equipment necessary for high quality mammographic images.

Key words: mammography - instrumentation

Uvod

Prve rentgenske naprave, ki so bile namenjene izključno slikanju dojk, so se na tržišču pojavile ob koncu šestdesetih let, hiter napredek tehnologije pa narekuje nenehne spremembe tudi na tem področju. Mamografska slika je končni rezultat vrste dejavnikov, ki vplivajo na njeno kakovost - diagnostično vrednost:

- spekter rentgenskega sevanja (generator visoke napetosti, rentgenska cev, filtracija)
- kompresija
- odpravljanje sipanega sevanja (radiografska rešetka)
- avtomatska kontrola ekspozicije
- obdelava filmov (razvijanje, fiksiranje)
- razmere pri pregledovanju filmov (negatoskop, osvetlitev v prostoru)

Hkrati večina teh dejavnikov vpliva tudi na

dozo ionizirajočega sevanja, ki jo pri slikanju prejme dojka.

V nadaljevanju si bomo ogledali nekaj značilnosti modernih mamografskih rentgenskih naprav. Osnovne lastnosti novejših naprav, ki so nujne za kakovostno mamografijo, so najnatančneje popisane v ameriškem standardu MQSA (The Mammography Quality Standards Act), ki je dostopen tudi na spletni strani FDA (<http://www.fda.gov/cdrh/dmgrp.html>). Vsi novejši mamografski rentgenski aparati izpolnjujejo te zahteve, pri starejših pa ni vedno tako.

Zahteve za mamografske naprave

Zahteve so v glavnem povzete po omenjenem ameriškem standardu, dodano pa je pojasnilo oziroma komentar.

- Mamografska naprava mora biti konstruirana tako, da v vseh legah, v katerih omogoča slikanje, ostane stabilna. Zavore morajo

napravo obdržati v stabilni legi, tudi če pride do prekinitve električnega napajanja.

Razlog za takšno zahtevo je dejstvo, da se mamografije opravljajo ob kompresiji dojke. Če bi ob stisnjeni dojki zavore popustile, bi lahko prišlo do poškodb slikane ženske.

Standard ne predpisuje načinov gibanja naprave, saj so različni proizvajalci to rešili na različne načine. Pomembno je, da je gibanje naprave takšno, da omogoča slikanje v vseh standardnih položajih. Poleg tega se zdi pomembno, da omogoča tudi slikanje sede (npr. v invalidskem vozičku).

- Mamografska naprava mora omogočati slikanje na vsaj dva standardna formata mamografskih kaset, in sicer 18 x 24 cm in 24 x 30 cm. Za oba formata morata biti na voljo ustrezna premična radiografska rešetka in kompresijska plošča.

Prodajalci mamografskih naprav pri nas navadno ponudijo možnost slikanja na format 24 x 30 cm le kot opcijo, zato večina naprav ob nakupu ni opremljena s to možnostjo. Kasnejši nakup te opcije je (seveda) precej dražji. Vendar je za slikanje obilnejših dojk večji format nujen, saj je slikanje najprej enega nato še drugega dela takšne dojke, vsaj s stališča varstva pred sevanjem, nesprejemljivo.

- Mamografske naprave, na katerih opravljajo slikanje s povečavo, morajo omogočati vsaj eno povečavo v območju med 1,4 in 2. Slikanja s povečavo mora biti mogoče izvesti brez radiografske rešetke.

Pri slikanju s povečavo radiografska rešetka ni potrebna saj je slikan manjši del dojke, ki je odmaknjen od kasete s filmom. Sipanega sevanja je tako precej manj, hkrati pa, zaradi večje razdalje med objektom in filmom, do filma pride precej manj sipanega sevanja, ki ne vpliva bistveno na kakovosti slike.

- Pri ročno izbrani tehniki slikanja morajo biti podatki o ekspoziciji (kV, mAs oziroma mA in trajanje ekspozicije) jasno vidni pred samim slikanjem, pri napravah z avtomatsko izbiro tehnike slikanja in/ali ekspozicije pa po končani ekspoziciji. Kadar je naprava oprem-

ljena z dvofokusno rentgensko cevjo in več kot eno kombinacijo anodnega materiala in filtra, mora biti tudi to jasno vidno pred ekspozicijo oziroma po njej.

Podatki o ekspoziciji so pomembni predvsem za nadzor pravičnega delovanja naprave. Neobičajne vrednosti (npr. nizke ali visoke vrednosti mAs) opozarjajo na nepravilnosti (neobičajno nizke ali visoke vrednosti mAs lahko pomenijo napačno izbrano lego detektorja avtomatske kontrole ekspozicije).

- Mamografska rentgenska naprava mora ob vstopu sevanja v slikano dojko omogočati hitrost doze vsaj 7 mGy/s pri 28 kV in mora takšno dozno polje obdržati vsaj 3 s.

Čim večja je hitrost doze pri vstopu v slikano dojko, tem krajši so lahko časi ekspozicij, s čimer se manjša verjetnost, da se bo pacientka med ekspozicijo premaknila. Evropske zahteve namesto hitrosti doze specificirajo specifično ekspozicijsko dozo. Ta mora biti večja od 0,04 mGy/mAs.

- Zaslonke za omejevanje snopa sevanja morajo biti nameščene tako, da snop sevanja sega vsaj do roba kasete ob prsni steni.

Pravilno pozicioniranje slikane dojke je zelo pomembno, saj mora biti na sliki čim več parenhima dojke. Eden izmed kriterijev kakovosti zahteva, da mora biti na sliki vidna prsna mišica. To je mogoče le, če snop sevanja sega do roba kasete.

- Kompresijska plošča naprave mora biti ravna in vzporedna z nosilcem mamografske kasete. Ob kompresiji se ne sme odkloniti za več kot 1 cm od vzporedne lege. Rob ob prsni steni mora biti raven. Silo na dojko mora uravnati motor, ki ga je mogoče nadzorovati ne da bi pri tem uporabljali roke. Nadzor motorja mora biti mogoče izvajati z obeh strani slikane ženske. Motor mora zagotoviti silo od 110 N do 175 N.

Ustrezna kompresija je prvi pogoj za kakovostne mamografske slike. Pri kompresiji se tkivo dojke razširi in zato v smeri rentgenskega snopa stanjša. Tako je za doseganje ustrezne počrtnitve filma potrebna manjša ekspozicija in zato manjša prejeta doza, zmanjša se količina sipanega sevanja

in s tem šum, poleg tega pa se strukture v dojki tudi razmaknejo in jih je lažje razločiti.

- Mamografska naprava mora imeti vgrajen sistem avtomatske kontrole ekspozicije (AEC Automatic Exposure Control), ki deluje v vseh načinih delovanja naprave (v vseh položajih naprave, z radiografsko rešetko ali brez nje, pri vseh kombinacijah anode in filtra in pri vseh goriščih).

Brezhibno delovanje sistema avtomatske kontrole ekspozicije (AEC) je nujno potrebno za doseganje kakovostnih mamogramov. Sistem skrbi za primerno počrtnitev filma, ki zagotovi ustrezen kontrast na slikah. Gre za detektor sevanja, ki je nameščen za slikanim objektom (pred filmom ali za njim) in je povezan z rentgensko cevjo. Ko detektor izmeri količino sevanja, ki ustreza optimalni počrtnitvi filma (sistem moramo primerno nastaviti!), ekspozicijo prekine. Zelo pomembno je, da je sistem AEC prilagojen izbrani radiografski kaseti (kombinaciji filma in ojačevalne folije) in natančno nastavljen. Prav z nastavitvami pa so pogosto težave, predvsem ob namestitvi novih naprav.

- Velikost in pozicije detektorja/detektorjev sistema AEC morajo omogočati izbiro različnih položajev. Lega(e) mora biti jasno označena na kompresijski plošči.

Izbira lege detektorja sistema AEC omogoča namestitvev točno pod osrednji del slikane dojke, ki ga želimo na sliki najnatančneje pregledati. Posledica slabo izbranega detektorja je običajno podeksponirana ali preekspozirana slika (podeksponirana, če je izbran detektor preblizu bradavice, in preekspozirana, če je izbran detektor preblizu prsne stene).

- Sistem AEC mora omogočati osebi, ki opravlja slikanje, nastavljanje srednje počrtnitve filmov.

Spreminjanje nastavitve srednje počrtnitve v glavnem ni potrebno, razen pri ekstremno obilnih ali majhnih dojkah. Včasih s spreminjanjem srednje počrtnitve lahko kompenziramo spremenjene razmere pri razvijanju filmov.

- Mamografska rentgenska naprava mora ob uporabi sistema AEC zagotoviti, da se sre-

dnje počrtnitve radiogramov objektov z debelino od 2 cm do 6 cm ne bodo razlikovale za več kot 0,3 OD (od leta 2002 naprej pa ne za več kot 0,15 OD).

Testiranje te zahteve na kliničnih slikah ni mogoče in ga opravimo s pomočjo ustreznih fantomov (npr. različno debelih plošč iz pleksi stekla). Tudi v tem primeru je poleg same kakovosti naprave zelo pomembna tudi ustreznost nastavitvev.

Zahteve za drugo mamografsko opremo

Poleg kakovostnih rentgenskih naprav je za visoko kakovost mamografije pomembna tudi druga oprema. Omenimo samo nekaj najpomembnejših zahtev:

- Filmi, ki se uporabljajo pri mamografiji, se razlikujejo od navadnih radiografskih filmov. Gre za enoslojne filme s sorazmerno debelim nanosom emulzije. Zato mora biti temu prilagojen tudi postopek razvijanja. Pogoj za visoko kakovost je razvijalna naprava, ki je namenjena samo mamografiji.

- Pomembno je tudi ustrežno označevanje filmov. Nekatere mamografske rentgenske naprave imajo različne sisteme (samostojne ali takšne, ki se lahko povežejo v računalniške informacijske sisteme zdravstvenih ustanov), s katerimi na film natisnemo potrebne podatke. Poleg podatkov o pacientki in projekciji, postajajo vse pomembnejši tudi podatki o ekspoziciji.

- Zadnji člen diagnostične verige je negatoskop. Negatoskopi za odčitavanje mamografskih slik morajo zagotoviti dovolj veliko svetlost (večjo kot je to potrebno za običajne radiograme), nujno morajo imeti možnost zastiranja polja in dodatno svetilko za pregled kožnega roba na slikah. Le tako lahko izkoristimo prednosti, ki jih pridobimo s temnejšimi mamogrami. Pomembna je tudi primerno nizka osvetljenost prostora, kjer se slike analizirajo. Negatoskopi naj bodo postavljeni tako, da se izognemo kakršnim koli

močnejšim virom svetlobe, kot so npr. okna in drugi negatoskopi v prostoru.

- Vsaka mamografska diagnostika naj bi imela vsaj osnovno opremo za preverjanje kakovosti; sem sodi vsaj oprema za preverjanje razvijalnih naprav in najosnovnejši fantom.