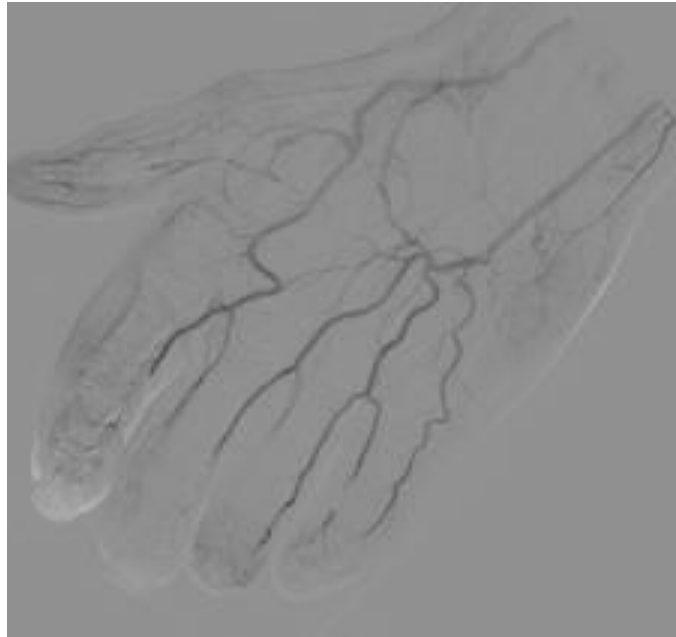


Aanbevelingen Kwaliteitscontrole Doorlichtingsapparatuur



Versie: 2.1 (2-9-2018)

Auteurs: Marcel van Straten (voorzitter)
Jaap Groen
Willy Hummel
Gerard Kral
Frank de Lange
Luuk Oostveen
Steffie Peters
Joost te Riet

Versie 1.0:
Peter Brands (voorzitter)
Frank Bastin
Leo v/d Berg
Jaap Groen
Joep Kierkels
Frank de Lange
Sandra Smit

Stuurgroep: Arjen Becht
KlaasJan Renema
Cécile Jeukens
Jurgen Mourik
namens NVKF nascholingskring RNG



DISCLAIMER

De auteursrechten liggen bij de auteurs genoemd bij elk hoofdstuk en de NVKF. Er mogen geen teksten of tekstdelen worden overgenomen dan na uitdrukkelijke toestemming van deze auteurs en steeds met volledige bronverwijzing naar deze Aanbevelingen.

Dit document geeft een overzicht van tests en controles die beschikbaar zijn om de werking en performance van beeldvormende systemen te controleren. Door de continue evolutie van de techniek verandert het palet aan testen. Het overzicht is daarom niet uitputtend en geschreven op de stand van de techniek van eind 2015.

De gegeven aanbevelingen zijn, om bovengenoemde redenen, beperkt in hun reikwijdte: ze hebben een algemeen karakter en kunnen niet zonder meer worden toegepast in elke situatie. Welke combinatie van tests in de praktijk gebruikt zal worden hangt af van de wijze van gebruik en de specifieke eigenschappen van het te controleren systeem. Dit document beoogt de informatie aan te leveren die de klinisch fysicus ondersteuning biedt bij het, zo nodig in overleg met de gebruikers, zelfstandig opstellen van een verantwoord locatie-specifiek programma voor acceptatie en kwaliteitscontrole. De klinisch fysicus en de instelling zal altijd zelf verantwoordelijk zijn en blijven bij de keuze om deze aanbevelingen geheel of ten dele na te volgen.

De NVKF en de auteurs sluiten iedere aansprakelijkheid in verband met het in deze aanbevelingen gestelde, uit welke hoofde ook, uit.

Inhoudsopgave

1. VERSIEBEHEER	4
2. OVERZICHT TESTEN, DOELSTELLING EN FREQUENTIE	5
3. INTRODUCTIE EN RANDVOORWAARDEN	7
3.1 SCOPE.....	7
3.2 OVERZICHT NORMEN EN LITERATUUR	8
3.3 REFERENTIES.....	9
4. BESCHRIJVING TESTEN.....	10
4.1 MAXIMALE DOORLICHTTIJD	10
4.3 HOMOGENITEIT EN ARTEFACTEN.....	10
4.4 SPATIËLE RESOLUTIE - MTF.....	10
4.5 CONTROLE ENERGIERESPONS AEC.....	10
4.6 LEKSTRALING.....	11
4.7 BUNDELKWALITEIT	12
4.8 HALFWAARDEDIKTE (HVL) OF FILTRATIE CONTROLE	12
4.9 BUNDEL KWANTITEIT.....	12
4.10 DOSIS OPPERVLAKE PRODUCT (DAP/KAP)	12
4.11 LICHT-RÖNTGEN.....	12
4.12 VELDGROOTTE.....	12
4.13 PULSEIGENSCHAPPEN BEPALING.....	13
4.14 DETECTORDOSISTEMPO	15
4.15 HUIDINTREEDOSISTEMPO.....	17
4.16 WERKING ADDITIONELE FILTERING	20
4.17 VERIFICATIE GEBRUIKSSTANDEN	22
4.18 MECHANISCHE STABILITEIT ALGEMEEN	23
4.19 3D TOEPASSINGEN.....	24
4.20 QC LIGHT.....	25
BIJLAGE 1: AFKORTINGENLIJST	27

1. Versiebeheer

Datum / versie	Onderdeel	Wijziging	Reden
20180902 2.1	Gehele document	Revisie n.a.v. bespreking tijdens RNG-nascholing	Gereedmaken ledenraadpleging
20160411 1.9	Gehele document	Commentaar expertgroep verwerkt. Alle openstaande punten in commentaren verwerkt en verwijderd.	Overzichtelijk document voor consultatie leden NVKF.
20160323 1.8	Gehele document	Tracked changes geaccepteerd. Openstaande punten in commentaren laten staan. Naam document aangepast.	Overzichtelijk document ter bespreking in expertgroep.
20160222 1.7	Gehele document	Opmaakaanpassingen, o.a. de kopjes per protocol en de opmaak van alle tabellen	Plenair afgestemd met alle andere WAD protocollen
20160211	Protocol 'Verificatie automaatstanden'	Toegevoegd	Relevant protocol, missend in WAD 1.0
20160211	Protocol 'werking koperfiltering'	Toegevoegd	Relevant protocol, missend in WAD 1.0
20160211	Protocol 'Pulseigenschappen'	Toegevoegd	Relevant protocol volgens IPEM 91
20160209	Protocol '3D toepassingen'	Toegevoegd	Relevant protocol, missend in WAD 1.0
20160203	Protocol 'Lekstraling'	Toegevoegd Basisprotocol verplaatst naar Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky	Relevant protocol, missend in WAD 1.0 met overlap Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky
20160203	Protocol 'Detectordosistempo'	Toegevoegd	Relevant protocol, missend in WAD 1.0
20160203	Protocol 'huidintreedosistempo'	Toegevoegd	Relevant protocol, missend in WAD 1.0
20160203	Protocol 'Maximale veldgrootte'	Basisprotocol verplaatst naar Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky	Overlap met Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky
20160203	Protocol 'Lichtröntgen'	Basisprotocol verplaatst naar Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky	Overlap met Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky
20160203	Protocollen 'Spatiële resolutie' en 'MTF'	Samengevoegd, basisprotocol verplaatst naar Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky	Overlap met Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky
20160203	Protocol 'Bundelkwantiteit'	Basisprotocol verplaatst naar Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky	Overlap met Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky
20160203	Protocol 'HVL'	Basisprotocol verplaatst naar Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky	Overlap met Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky
20160203	Protocol 'Bundelkwaliteit'	Basisprotocol verplaatst naar Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky	Overlap met Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky
20160203	Protocol 'Uniformiteit'	Hernoemd naar 'Homogeniteit en artefacten', basisprotocol verplaatst naar Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky	Overlap met Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky
20160106	Scope	Scope toegevoegd, inclusief verschillende doorlichttoepassingen	Helder krijgen van de scope
20151200	Beschrijving testen	Tests toegevoegd voor controle AEC, intreedosis patiënt, maximale huiddosis, maximale detector dosistempo voor doorlichting	Relevante controles voor doorlichtapparatuur ontbraken eerder
20151202	Richtlijnen	Relevante richtlijnen toegevoegd welke gebruikt zijn bij het opstellen van het WAD protocol	Mogelijkheid tot zelf terugvinden van richtlijnen inclusief grenswaarden, indien gewenst.
20151030	Alle onderdelen	Omzetten van WAD1.0 versie van Excel naar Word format	Alle nieuwe protocollen worden in Word gezet

Aan WAD 1.0 hebben de volgende personen meegewerkt: Frank Bastin, Leo v/d Berg, Peter Brands (voorzitter), Jaap Groen, Joep Kierkels, Frank de Lange en Sandra Smit.

Aan WAD 2.0 hebben de volgende personen meegewerkt: Jaap Groen, Willy Hummel, Gerard Kral, Frank de Lange, Luuk Oostveen, Steffie Peters, Joost te Riet en Marcel van Straten (voorzitter)

2. Overzicht testen, doelstelling en frequentie

Par	Categorie	Parameter	Acceptatie / Constantheid ¹	Vereist / optioneel	Aanvangs- Frequentie ²	Verantwoord minimum ³
4.3 (B)	Beeldkwaliteit	Homogeniteit en artefacten	A/C	V	frequentie preventief onderhoud	uitgebreid bij vervanging detector
4.4 (B)		Spatiële resolutie, MTF	A	O	Bij acceptatie	
4.5 (B)		Controle energierespons AEC; SNR en EI	A	V	Bij acceptatie	bij problemen of bij vervanging detector
4.2		Gecorrigeerde pixels	A	O	Bij acceptatie	Bij vervanging detector
4.6 (B)	Dosis(afregeling)	Lekstralingsmeting	A/C	V	Jaarlijks	Jaarlijks
4.7 (B)		Bundelkwaliteit kVp; nauwkeurigheid en reproduceerbaarheid	A/C	V	Half jaarlijks	Bij vervanging buis
4.8 (B)		Halfwaardedikte (HWD)	A/C	V	Half jaarlijks	Bij vervanging buis
4.9 (B)		Bundelkwantiteit; output lineariteit mGy/mAs	A/C	V	Half jaarlijks	Bij vervanging buis
4.10 (B)		Dosis oppervlakte product (DAP)	A/C	V	Half jaarlijks	Bij vervanging buis
4.11 (B)		Overeenkomst licht - röntgen	A/C	V	Half jaarlijks	Bij vervanging buis, diafragma, lamp
4.12 (B)		Veldgrootte	A/C	V	Half jaarlijks	Bij vervanging buis, diafragma
4.1		Maximale doorlichttijd	A	V	Bij acceptatie	
4.13		Pulse eigenschappen bepaling	A	O	Bij acceptatie	
4.15		Huidintreedosistempo	A/C	V	Bij acceptatie	Bij vervanging buis
4.14		Detector dosistempo	A	O		
4.16		Werking koperfiltering	A/C	O		
4.17		Verificatie gebruiksstanden	A	V	Bij acceptatie	Bij verandering protocollen
4.18	Mechanische stabiliteit	Algemene stabiliteit	A	V	Jaarlijks	Jaarlijks
4.19		3D toepassingen	A/C	V	Aanbeveling fabrikant	Aanbeveling fabrikant
4.20	QC Light	Ketencontrole	A/C	V	frequentie preventief onderhoud	half jaarlijks en na correctief onderhoud

Toelichting

- (1) A - Acceptatietest
C - Constantheidstest
- (2) Er wordt geadviseerd te starten met de aanvangsfrequentie en indien er geen significante afwijkingen zijn de frequentie geleidelijk te verlagen naar de frequentie van periodiek onderhoud (het verantwoorde minimum).
- (3) Toelichting: verantwoord vanuit technisch en operationeel oogpunt. Voorbeelden: wekelijks; jaarlijks; groot onderhoud; (her)acceptatie; etc.

(B) Het basisprotocol van deze testen is te vinden in de Aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky. Wel worden ze in dit document genoemd en indien van toepassing aangevuld met doorlichtings-specifieke uitvoeringen en/of randvoorwaarden.

3. Introductie en randvoorwaarden

Dit document beschrijft de acceptatie-, constantheid- en kwaliteitscontroles die uitgevoerd dienen te worden aan doorlichtingsapparatuur. De Nederlandse wetgeving met betrekking tot kwaliteitsborging van radiodiagnostische apparatuur is vastgelegd in het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs). In dit besluit is vastgelegd dat acceptatie- en statustesten verplicht zijn, maar het besluit schrijft niet voor wat ze moeten inhouden of wie ze dient uit te voeren en controleren. Als basis voor dit document zijn daarom verschillende bronnen gebruikt, welke hieronder kort beschreven worden.

Veel controles die betrekking hebben op doorlichtapparatuur tonen overeenkomst met controles voor bucky-systemen. Daarom is ervoor gekozen om alle controles die voor beide toepassingen gelden alleen op te nemen in het document Aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky. In dit document voor Doorlichting wordt hiernaar verwezen, eventueel met aanvullende opmerkingen en/of aangepaste eisen en grenswaarden. Verder zijn dus alleen de doorlichtings-specifieke controles volledig uitgewerkt.

Voor het uitvoeren van veel protocollen zijn 'Service Mode' instellingen vereist. Indien dit binnen de eigen instelling niet mogelijk is, kan dit vaak in samenwerking met de fabrikant geregeld worden.

3.1 Scope

Bij doorlichting worden dynamische röntgenbeelden real time weergegeven. Er zijn diverse configuraties van doorlichtsystemen waaronder mobiele C-bogen en vaste opstellingen zoals een angiostatief of conventionele vloer/plafond-opstellingen. In het geval van een *biplane* opstelling is er sprake van twee röntgenbuizen met bijbehorende detectoren. Systemen kunnen zich daarnaast onderscheiden in toepassingsmogelijkheden (digitale subtractie angiografie (DSA), 3D). De mogelijkheden hangen sterk samen met het maximaal vermogen van de röntgenbuis.

Systemen met een beeldversterker vallen altijd binnen de scope. Op dit moment komen deze systemen in Nederland steeds minder voor omdat ze vaak vervangen worden door apparatuur met flat panel detectoren.

3.1.1 Buiten huidige scope aanbevelingen

Koppeling van navigatieapparatuur bij doorlichting hangt veel samen met de koppelings-specifieke software en minder met het doorlichttoestel. Om deze reden is controle hiervan niet als test opgenomen in deze aanbevelingen.

Bij acceptatie en periodiek onderhoud dient er ook gedacht te worden aan algemene testen en controles, waaronder: - Ruimte afscherming - Signalering van ruimte controleren - Noodstoppen / Mechanische veiligheid - Elektrische veiligheid - ICT - Monitoren. In dit document worden deze punten niet verder uitgewerkt. Voor monitoren is er een specifieke aanbeveling beschikbaar met speciale aandacht voor grote monitoren zoals deze in interventiekamers voorkomen.

3.1.2 Toekomstige versies

1. Ghosting: bij doorlichting wordt in de processing stap vaak ook informatie van een vorig beeld gebruikt. Dit maakt het erg lastig om ghosting van de detector te bepalen in fluoromode, en de vraag is of deze informatie relevant is. Er is daarom voor gekozen om ghosting niet op te nemen in dit WAD 2.0 protocol. Dit kan eventueel wel voor een toekomstige versie overwogen worden. Voor controle van ghosting tijdens het maken van opnames, zie WAD Protocol Bucky.
2. Registratie van 3D beeldvorming op 2D doorlichtingsbeelden en fusie van 3D beelden op 3D: hiervoor zijn op dit moment nog geen protocollen beschikbaar maar dit zou voor toekomstige versies wel overwogen kunnen worden.
3. Subtractie/DSA (Digitale Subtractie Angiografie): AAPM report 74 formuleert specifieke kwaliteitscontroles voor DSA (Hoofdstuk 10). Deze protocollen zijn nu nog niet verwerkt in dit WAD protocol, maar deze zouden in de toekomst nog toegevoegd kunnen worden.
4. Biplane metingen: Bij biplane metingen moeten beide systemen afzonderlijk bekeken worden. Er zou daarnaast ook gekeken kunnen worden naar de samenhang van beide systemen maar dit is nog niet verwerkt in de huidige versie van het protocol.

3.2 Overzicht normen en literatuur

3.2.1 NEN-EN-IEC 60601-1-3:2008

Deze standaard is een overkoepelende standaard voor de eisen aan veiligheid en werking van diagnostische röntgenapparatuur. Apparatuur moet aan deze Nederlandse implementatie van een Europese Norm voldoen om CE markering te verkrijgen.

3.2.2 NEN-EN-IEC 60601-2-43:2010

Deze standaard gaat over de eisen aan veiligheid en werking van röntgenapparatuur bij interventies. Apparatuur moet aan deze Nederlandse implementatie van een Europese Norm voldoen om CE markering te verkrijgen.

3.2.3 NEN-EN-IEC 60601-2-54:2009/AMD1:2015

Deze standaard beschrijft voorwaarden voor de veiligheid en het functioneren van röntgenapparatuur voor radiografie en radioscopie. In 2015 is hier een wijziging in doorgevoerd. Apparatuur moet aan deze Nederlandse implementatie van een Europese Norm voldoen om CE markering te verkrijgen.

3.2.4 RIVM rapport 26521002/2004

Het RIVM rapport 26521002/2004 is opgesteld in opdracht van de Inspectie voor de Gezondheidszorg voor de acceptatie- en statustesten van radiodiagnostische apparatuur. Dit Nederlands rapport levert een internationaal overzicht van te testen parameters, inclusief een uitgebreid overzicht van de verschillende internationale richtlijnen die hiervoor kunnen worden gebruikt. Het is een breed rapport over alle radiodiagnostische apparatuur maar levert in tabelvorm een mooi overzicht van de grenswaarden die door de verschillende richtlijnen gehanteerd worden per modaliteit en per parameter.

3.2.5 EC RP162 2012

De richtlijn RP162 (Radiation Protection N° 162) is opgesteld door de European Commission en biedt niet-bindende criteria voor de acceptatie van medische radiologische apparatuur gebruikt in radiodiagnostiek, nucleaire geneeskunde en radiotherapie. Het is een update van RP91. De grenswaarden aangegeven in RP162 geven een minimale eis aan.

3.2.6 IPEM 91: Recommended Standards for the Routine Performance Testing of Diagnostic X-ray Imaging Systems

Dit IPEM (Institute of Physics and Engineering in Medicine, UK) rapport (Report 91) uit 2005 vervangt IPEM Report 77 en geeft advies over essentiële en gewenste controles voor diagnostische röntgenapparatuur, waaronder doorlichting. Het geeft aanbevelingen over hoe de tests uitgevoerd zouden kunnen worden (verder uitgewerkt in IPEM Report 32) en door wie, hoe vaak en in sommige gevallen ook wat de grenswaarden zijn. In andere gevallen verwijst het naar andere richtlijnen voor specifieke grenswaarden.

3.2.7 AAPM 74 (2002)

Het AAPM (American Association of Physicists in Medicine) 74 rapport beschrijft verschillende acceptatietesten en kwaliteitscontroles in de radiodiagnostiek. Het bevat een aparte sectie voor doorlichtapparatuur waarbij o.a. dagelijkse, maandelijkse en jaarlijkse controles besproken worden. Het geeft een uitgebreide beschrijving van hoe de tests uitgevoerd moeten worden, echter de limietwaarden worden slechts voor enkele tests genoemd.

3.2.8 AAPM 125 (2012)

Het AAPM rapport 125 beschrijft de functionaliteit en besturing van Automatic Brightness Control/Automatic Dose Rate Control logic in cardiovasculaire en interventieangiografie systemen. Het geeft onder andere limieten van de maximale huidintreedosis voor de patiënt en verwijst daarbij naar FDA regelgeving.

3.2.9 ACR Technical Standard 2011

Deze ACR Technical Standard gaat over Diagnostic Medical Physics Performance Monitoring of Radiographic and Fluoroscopic Equipment opgesteld door het American College of Radiology. Het geeft

een bondig overzicht van de uit te voeren controles voor evaluatie van functionering, kwaliteitscontroles en acceptatie, echter het levert geen protocollen en grenswaarden. Er is daarom vooralsnog geen gebruik van gemaakt bij het opstellen van dit document.

3.2.10 DIN V 6868-55

Het Deutsches Institut für Normung (DIN) heeft IEC normen overgenomen en aangevuld met Duitse limietwaarden. Deze specifieke DIN V 6868-55 gaat over de kwaliteitscontroles van röntgen- en doorlichtingsapparatuur, echter alleen gebruikt in Duitsland. Deze norm is vooralsnog niet gebruikt bij het opstellen van dit document.

3.2.11 IEC 61223-3-1;1999

Deze IEC standaard gaat over acceptatietesten van röntgenapparatuur, hij is echter ingetrokken in 2010 en niet vervangen. Deze norm is vooralsnog niet gebruikt bij het opstellen van dit document.

3.3 Referenties

- RIVM Rapport 265021002/2004: Acceptatie- en statustesten van radiodiagnostische apparatuur, aanbevelingen voor te inspecteren partners; *Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 2004*
- EC Radiation Protection N° 162: Criteria for Acceptability of Medical Radiological Equipment used in Diagnostic Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy; *European Commission, 2012*
- IEC 60601-2-54:2009: Medical electrical equipment – Part 2-54: Particular requirements for the basic safety and essential performance of X-ray equipment for radiography and radioscopy; *International Electrotechnical Commission, 2009*
- DIN V 6868-55:1996-10: Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben – Teil 55: Abnahmeprüfung an medizinischen Röntgen-Einrichtungen; Funktionsprüfung der Filmverarbeitung; *Deutsches Institut für Normung, 1996*
- IPEM Report 91: Recommended Standards for the Routine Performance Testing of Diagnostic X-ray Imaging Systems; *Institute of Physics and Engineering in Medicine, 2005*
- AAPM Report No. 74: Quality Control in Diagnostic Radiology; *American Association of Physicists in Medicine, 2002*
- AAPM Report No. 125: Functionality and Operation of Fluoroscopic Automatic Brightness Control/Automatic Dose Rate Control Logic in Modern Cardiovascular and Interventional Angiography Systems; *American Association of Physicists in Medicine, 2012*
- ACR Technical Standard for Diagnostic Medical Physics Performance Monitoring of Radiographic and Fluoroscopic Equipment; *American College of Radiology, 2011*

4. Beschrijving testen

4.1 Maximale doorlichttijd

4.1.1 Inleiding en rationale

Om een onbedoeld hoge patiëntdosis tijdens doorlichting te voorkomen dient de gebruiker gewaarschuwd te worden na maximaal vijf minuten cumulatieve doorlichttijd. Daarom dient het systeem een signaal te geven na iedere vijf minuten doorlichttijd (cumulatief). Het systeem mag dan niet meteen automatisch stoppen met stralen. Na tien minuten ononderbroken stralen dient dit wel te gebeuren (waarbij de gebruiker overigens daarna weer door moet kunnen stralen). Dit kan gecontroleerd worden tijdens het uitvoeren van andere kwaliteitscontroles.

4.1.2 Referenties

- NEN-EN-IEC 60601-2-54 sectie 203.6.2.1

4.2 Gecorrigeerde pixels

Er is geen specifiek testprotocol gedefinieerd voor het controleren van defecte pixels aangezien dit informatie is die bij de fabrikant opgevraagd kan worden. Het advies is om deze informatie op te vragen bij acceptatie en onderhoud door de firma en daarbij de afkeurcriteria, zoals deze door de fabrikant worden gehanteerd, duidelijk te hebben.

4.3 Homogeniteit en artefacten

Dit testprotocol is terug te vinden in het Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky.

4.4 Spatiële resolutie - MTF

Dit testprotocol is terug te vinden in het Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky.

4.4.1 Aanvullingen t.o.v. Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky

Houdt er rekening mee dat er bij verschillende veldgroottes andere binning van detectorelementen toegepast kan worden. De MTF is dan afhankelijk van de gekozen veldgrootte.

4.5 Controle energierespons AEC

Dit testprotocol is terug te vinden in het Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky.

4.5.1 Aanvullingen t.o.v. Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky

Met name de analyse van de ruis in het beeld als functie van de hoeveelheid verzwakkend materiaal (simulatie van verschillende patiëntafmetingen) is van belang bij doorlichtingsapparatuur.

4.6 Lekstraling

4.6.1 Inleiding en rationale

Het is de bedoeling dat de primaire straling de röntgenbuis verlaat uit een door de gebruiker ingestelde, gecollimeerde opening. Er is sprake van lekstraling als deze straling ook op andere punten de buis kan verlaten. Deze lekstraling kan tot een onverwacht hoge stralingsbelasting leiden voor met name omstanders.

4.6.2 Frequentie

Frequentie: Jaarlijks en na vervanging buis. Het verantwoorde minimum is bij wet voorgeschreven (zie referenties).

4.6.3 Benodigde apparatuur, fantomen en bronnen

Type	Omschrijving	Opmerking
Apparatuur	Röntgenmeetinstrument om het dosistempo te meten	Het instrument moet gevoelig genoeg zijn om ook een laag dosistempo te kunnen registreren.
Fantom	Verzwakkend materiaal om de collimator volledig te sluiten.	4 mm lood volstaat.

4.6.4 Methode

Gebruik het röntgenmeetinstrument om meer inzicht te krijgen in het dosistempo rondom de röntgenbuis bij de hoogste buisspanning. Meet ook de afstand van het meetinstrument tot het focus van de bundel.

4.6.5 Analyse en interpretatie

Reken het gemeten dosistempo indien van toepassing om naar het dosistempo op 1 meter afstand met behulp van de kwadratenwet.

4.6.6 Grenswaarden

Parameter	Grenswaarden
Lekstraling (luchtkerma) op 1 meter	1 mGy/h

4.6.7 Valkuilen

De collimator is niet volledig afgesloten waardoor het gemeten dosistempo te hoog is.

4.6.8 Referenties

- ANVS-verordening basisveiligheidsnormen stralingsbescherming, Artikel 4.7, lid 1b.
- NEN-EN-IEC 60601-1-3:2008, Paragraaf 12.4.

-

4.7 Bundelkwaliteit

kVp nauwkeurigheid & reproduceerbaarheid

Dit testprotocol is terug te vinden in het Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky.

4.8 Halfwaardedikte (HVL) of filtratie controle

Dit testprotocol is terug te vinden in het Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky.

4.9 Bundel kwantiteit

Output lineariteit mGy/mAs

Dit testprotocol is terug te vinden in het Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky.

4.9.1 Aanvullingen t.o.v. Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky

Voor doorlichting kan bij deze meting onderscheid gemaakt worden tussen microfocus instelling en normale focus instelling.

4.10 Dosis oppervlakte product (DAP/KAP)

Dit testprotocol is terug te vinden in het Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky.

4.11 Licht-röntgen

Dit testprotocol is terug te vinden in het Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky.

4.11.1 Aanvullingen t.o.v. Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky

- Veel doorlichtsystemen beschikken niet over een lichtbundel, waardoor dit protocol niet van toepassing is.
- Indien de lichtbundel wel beschikbaar is, dient deze test uitgevoerd te worden bij verschillende veldgrootten (minimale veldgrootte, maximale veldgrootte en één of meerdere veldgroottes daartussen).
- Indien in plaats van de lichtbundel er richtlasers beschikbaar zijn, kan een test gebruikt worden om de juiste centrering van deze lasers te controleren. Zie hiervoor de test Overeenkomst röntgen-detector in de aanbevelingen Bucky.

4.12 Veldgrootte

Dit testprotocol is terug te vinden in het Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky

4.12.1 Aanvullingen t.o.v. Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky

- Deze test dient uitgevoerd te worden bij verschillende veldgrootten (minimale veldgrootte, maximale veldgrootte en één of meerdere veldgroottes daartussen).
- Daarnaast dient gecontroleerd te worden of de bundel juist mee verandert met veranderende SID afstand. Dit kan gedaan worden door voor één veldgrootte te meten bij verschillende SID afstanden (minimaal, maximaal en enkele SID's daartussen). Indien dit voor de gekozen veldgrootte voldoet, mag aangenomen worden dat dit bij andere veldgroottes ook goed gaat.

4.13 Pulse eigenschappen bepaling

4.13.1 Inleiding en rationale

Er zijn verschillende eigenschappen van de puls die bij doorlichting kunnen variëren zoals de framerate (fps), de pulsbreedte en de dosis per puls resulterend in de dosis per tijdseenheid.

Voor de totale dosis die de patiënt ontvangt is het van belang om te weten hoeveel dosis er per tijdseenheid wordt uitgedeeld. Men wil dit graag minimaliseren, echter onder voorwaarde dat de beeldkwaliteit voldoende is voor de diagnostiek.

Deze test is bedoeld om na te gaan of de door de fabrikant opgegeven waarden kloppen.

4.13.2 Frequentie

Bij acceptatie of na grote (software)update.

De pulse eigenschappen hangen immers grotendeels samen met de aansturing en de röntgenbuiskarakteristieken. De software wijzigt niet tenzij er een update is waarin dit wordt aangepast. De fabrikant hoort dit echter te vermelden. Röntgenbuiskarakteristieken, waaronder bundelkwaliteit, bundelkwantiteit en DAP, worden al door eerdere testen gecontroleerd.

4.13.3 Benodigde apparatuur, fantomen en bronnen

Type	Omschrijving	Opmerking
Apparatuur	Röntgenmeetinstrument (bijv. RaysafeX2) om het dosistempo te meten	Modern instrument waarbij je met de software meer detail over de pulsen kan inzien
Fantom	Verzwakkend materiaal	Koperplaatje van ~2 mm

4.13.4 Methode

Gebruik het röntgenmeetinstrument om meer inzicht te krijgen in de eigenschappen van de gepulseerde bundel.

Uitvoering	Aanvullende tests / opmerkingen
Plaats de röntgenbuis boven de tafel, detector onder	
Leg het röntgenmeetinstrument op een stapel PMMA of koper	
Kies een vast "klinisch" protocol voor de meting	
Het röntgenmeetinstrument ligt nu in de directe bundel	Zorg voor voldoende verzwakking zodat het meetinstrument een dosis kan bepalen. Zonder verzwakking zit dit mogelijk aan de ondergrens.
Kies een aantal verschillende framerate's en verifieer of de gemeten waarde hetzelfde is als de ingestelde	
Doe een aantal series en kijk of de dosis per frame varieert	
Kijk grafisch of er veel verschillen zijn in de pulsbreedte en hoogte	
Wanneer er veel variatie zit in de pulsen, gebruik dan de bijgeleverde software van het instrument om de pulsen te analyseren en kijk of deze valt binnen de grenswaarden	

4.13.5 Analyse en interpretatie

Zoals omschreven in methode.

4.13.6 Grenswaarden

Parameter	Grenswaarden
Dosis per frame	Variatie van $\pm 25\%$

$t \geq 0.1 \text{ s}$	$\pm 10 \%$ van gewenst
$t < 0.1 \text{ s}$	$\pm 2 \text{ ms}$ of $\pm 10 \%$ van gewenst, welke groter is

Onderbouwing grenswaarden:

- Deze grenswaarden worden gegeven in IPEM report 91.

4.13.7 Aanvullende en alternatieve controles

N.v.t.

4.13.8 Valkuilen

Geen.

4.13.9 Referenties

- IPEM Report 91: Recommended Standards for the Routine Performance Testing of Diagnostic X-ray Imaging Systems; *Institute of Physics and Engineering in Medicine, 2005*

4.14 Detectordosistempo

4.14.1 Inleiding en rationale

Het detectordosistempo van verschillende klinische protocollen kan bepaald worden als verificatie van de in het protocol ingestelde gewenste detectordosis. Het detectordosistempo hangt samen met het huidintreedosistempo, echter er is geen direct verband bij gelijktijdig variërende buisspanning en filtratie. Voor de stralingsbescherming van de patiënt kan daarom beter worden gekeken naar het huidintreedosistempo en de bijbehorende bundelkwaliteit.

4.14.2 Frequentie

Het is zinvol om bij acceptatie een meting uit te voeren zodat tijdens het gebruik van het apparaat bij twijfel van de juistheid van deze parameter een referentiewaarde beschikbaar is.

4.14.3 Benodigde apparatuur, fantomen en bronnen

Type	Omschrijving	Opmerking
Apparatuur	Röntgenmeetinstrument (bijv. RaysafeX2) om het dosistempo te meten	Modern instrument waarbij je met de software meer detail over de pulsen kan inzien
Fantoom	PMMA platen 20 cm of ander verzwakkend materiaal zoals koper	Patiëntconform fantoom

4.14.4 Methode

In deze meting wordt de output van het röntgensysteem gemaximaliseerd door voldoende verzwakking te introduceren tussen buis en detector. Het dosistempo kan dan gemeten worden op de detector. Naast deze meting, kan het dosistempo ook onder normale omstandigheden (bijvoorbeeld bij 2 mm Cu of 20 cm PMMA) worden gemeten.

Uitvoering	Aanvullende tests / opmerkingen
<u>Opstelling:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Verwijder wanneer mogelijk raster of achterhaal verzwakking - Maximale veldgrootte - SID: 100 cm - Plaats het röntgenmeetinstrument op de detector - Leg voldoende verzwakkend materiaal (bijvoorbeeld aluminium, koper of loodequivalent loodflappen) tussen bron en detector. Als het tempo niet toeneemt bij toenemende verzwakking is deze voldoende. 	Zorg dat de ionisatiekamer doorzichtig is en niet interfereert met de AEC van de detector; dus niet in het kwadrant maar wel in het röntgenveld.
Gebruik 1 detectorformaat	
Stel het doorlichtingsapparaat in op de gewenste doorlichtmodus; meet verschillende doorlichtmodes waaronder 'normal' en 'high'.	Sommige toestellen hebben maar 1 modus; zie deze dan als 'normal'.
Meet het luchtkermaptempo bij de detector en bepaal het maximum van de meest gebruikte opnameprotocollen	Varieer de voorfiltering, soms hangt dit samen met de gekozen doorlichtmodus.

4.14.5 Analyse en interpretatie

Controleer of de gevonden correspondeert met de door de fabrikant opgegeven detectordosisvraag

4.14.6 Grenswaarden

Er zijn geen grenswaarden bekend. De grenswaarde van 1 µGy/s was een fysieke bescherming van beeldversterkers waarbij oververzadiging kon plaatsvinden. Nu is de beperking die opgelegd wordt uit de maximale huidintreedosis voldoende om de detector te beschermen.

4.14.7 Referenties

- EC Radiation Protection N° 91 en 162

4.15 Huidintreedosistempo

4.15.1 Inleiding en rationale

Het (maximaal) toegestane huidintreedosistempo is geformuleerd in richtlijnen. Indien dit dosistempo overschreden wordt is er kans op deterministische weefselschade in de huid van de patiënt.

Deze test is bedoeld om het (maximale) huidintreedosistempo vast te stellen en te controleren of dit tijdens de levensduur van het apparaat constant blijft. Daarnaast kan bepaald worden of het dosistempo binnen verschillende richtlijnen valt.

4.15.2 Frequentie

Bij acceptatie en bij twijfel.

Toelichting op de gekozen categorie

- De maximale waarde voor het huidintreedosistempo is in de instellingen van de software bij levering vastgelegd. In principe verandert deze niet. Daarom is het controleren van deze waarde bij acceptatie voldoende. Indien er twijfel bestaat bijvoorbeeld na een incident zou deze opnieuw gemeten moeten worden.

4.15.3 Benodigde apparatuur, fantomen en bronnen

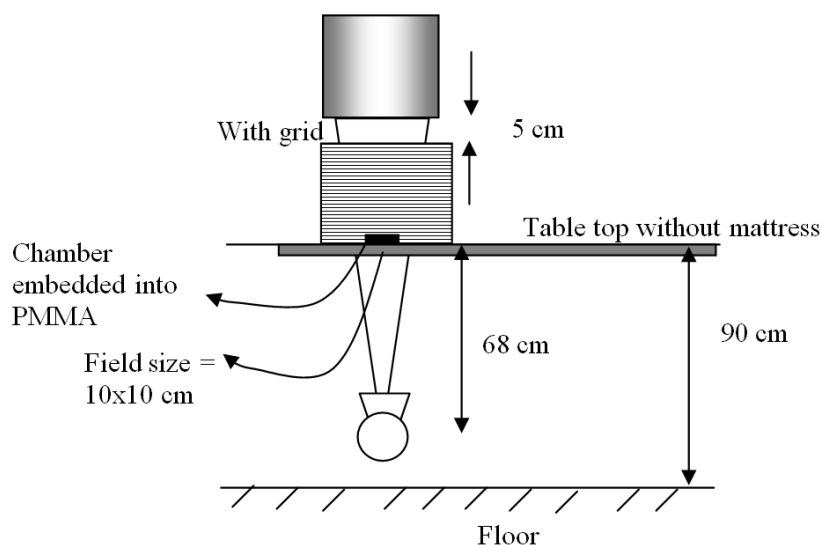
Type	Omschrijving	Opmerking
Apparatuur	Röntgenmeetinstrument (bijv. RaysafeX2) om het dosistempo te meten	Modern instrument; geschikt voor bepaling dosistempo met of zonder terugverstrooide straling, afhankelijk van de meetmethode in de betreffende richtlijn.
Fantoom	PMMA platen 20 cm of ander verzwakkend materiaal zoals koper	Patiëntconform fantoom
Fantoom	Verzwakkend materiaal voldoende om maximaal dosistempo te bereiken	Koper en/of loodplaten voor voldoende verzwakking. Eventueel een loodschort.

4.15.4 Methode

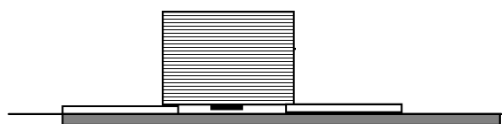
In de meting van het maximale huidintreedosistempo wordt de output van het röntgensysteem gemaximaliseerd door voldoende verzwakking te introduceren tussen buis en detector. Het dosistempo kan dan gemeten worden op de locatie waar zich gemiddeld genomen de huid bevindt, de extra verzwakking dient zich tussen meetinstrument en detector te bevinden (zie Figuur 1).

Uitvoering	Aanvullende tests / opmerkingen
<u>Opstelling:</u> <ul style="list-style-type: none"> SID: 100 cm Plaats het röntgenmeetinstrument op 30 cm van de detector onder 20-24 cm PMMA op de tafel tussen buis en meetinstrument en niet in het meetveld. 	Zorg dat de ionisatiekamer doorzichtig is en niet interfereert met de AEC van de detector. Wanneer er geen uitsparing is in een PMMA plaat gebruik dan een opstelling zoals in Figuur 2.
Stel het doorlichtingsapparaat in op de gewenste doorlichtmodus; meet 'normal' en 'high' mode wanneer mogelijk.	Sommige toestellen hebben maar 1 modus; zie deze dan als 'normal'.
Plaats een absorber op de detector (bijv. 2 mm loodequivalent loodflap/loodplaat) zodat maximale intreedosis wordt bereikt.	Afhankelijk van wat de röntgenbuis aan kan moet je maximaal verzwakken.

Figuur 1



Figuur 2:



4.15.5 Analyse en interpretatie

Bepaal wanneer het maximale huidintreedosistempo bereikt wordt en controleer of dit valt binnen de gestelde grenswaarden.

4.15.6 Grenswaarden

De hier genoemde grenswaarden zijn afkomstig van de FDA en gelden formeel niet in Nederland. In de toekomst zouden deze vervangen kunnen worden door DRNs of daaraan gerelateerde grenswaarden voor nauwkeurig beschreven fantoomopstellingen.

Het stellen van grenswaarden is mogelijk problematisch omdat de werkelijke dosis voor de patiënt niet uitsluitend afhankelijk is van het dosistempo, maar ook van de bundelkwaliteit/hoeveelheid filtratie.

Parameter	Grenswaarden
Dosistempo bij fluoro normal	88 mGy/min = 1,46 mGy/s (10R/min)
Dosistempo bij fluoro high	175 mGy/min = 2,9 mGy/s (20R/min)

4.15.7 Valkuilen

Het huidintreedosistempo is niet eenduidig gedefinieerd in de literatuur. Er bestaan zowel definities die een vrije veld meting beschrijven als definities waarbij strooistraling (*backscatter*) van het fantoom ook wordt meegenomen. Daarnaast is het dosistempo afhankelijk van de afstand tot de röntgenbuis. Ook deze afstand is niet eenduidig gedefinieerd. Het is dus zaak om de meetopstelling goed vast te leggen zodat de meting op een later moment kan worden gereproduceerd, indien gewenst.

Merk op dat bij een lateraal veld het ontbreken van verzwakking door de tafel kan zorgen voor een hogere huiddosis.

4.15.8 Referenties

- FDA: 21 CFR 1020.32, Code of Federal Regulations, Title 21, Volume 8, Performance Standards for Ionizing Radiation Emitting Products: Fluoroscopic Equipment. Revised as of April 1, 2011.
- IPEM Report 91: Recommended Standards for the Routine Performance Testing of Diagnostic X-ray Imaging Systems; Institute *of Physics and Engineering in Medicine*, 2005
- AAPM rapport 74 & 125
- EC Radiation Protection N° 162

4.16 Werking additionele filtering

4.16.1 Inleiding en rationale

Filtering zorgt voor opharding van de röntgenbundel. Foutieve filtratie leidt tot een ander beeld en kan leiden tot een ongewenst hoge huiddosis voor de patiënt door laag energetische röntgenfotonen die niet bijdragen aan de beeldvorming.

De hier omschreven controle is bedoeld om jezelf ervan te overtuigen dat bij een bepaalde filtratie-instelling van het doorlichttoestel, dit (koper-)plaatje in de behuizing van de röntgenbuis ook daadwerkelijk in de bundel geplaatst wordt. Dit kan bijvoorbeeld mis gaan door een defect in de mechaniek van de filtratie.

4.16.2 Frequentie

Alleen bij twijfel: indien de DAP meting afwijkende waarden geeft, kan ervoor gekozen worden deze test uit te voeren om te controleren of de koperfiltering naar behoren werkt.

4.16.3 Benodigde apparatuur, fantomen en bronnen

Type	Omschrijving	Opmerking
Apparatuur	Röntgenmeetinstrument (bijv. RaysafeX2, Unfors Xi, Diados of Barracuda van RTI Electronics) om het dosistempo te meten	
Fantom	PMMA of koper	Voldoende verzwakking dat het instrument HVL kan meten

4.16.4 Methode

Bij verschillende instellingen van filtratie wordt de HVL gemeten d.m.v. een röntgenmeetinstrument. Met toenemende filtratie zou de HVL ook moeten toenemen.

Uitvoering	Aanvullende tests / opmerkingen
Plaats de röntgenbuis boven de tafel, detector onder de tafel. Leg het röntgenmeetinstrument op een stapel PMMA of koper	
Stel in de software de filtering in op geen filtering en een vaste buisspanning	Vergelijkbaar met de HVL test bij Document aanbevelingen Kwaliteitscontrole Bucky
Het röntgenmeetinstrument ligt nu in de directe bundel en meet de HVL	Wanneer het meetinstrument niet genoeg dosis kan meten kan deze geen (nauwkeurige) HVL meten, zorg dus voor voldoende verzwakking
Doorloop alle stappen van filtering die gekozen kunnen worden in de software	

4.16.5 Analyse en interpretatie

Een grove controle houdt in dat gecontroleerd wordt dat bij elke stap met meer filtering, ook de HVL toeneemt zoals verwacht.

4.16.6 Grenswaarden

Parameter	Grenswaarden
HVL	Bij toenemende filtratie moet de HVL toenemen

4.16.7 Aanvullende en alternatieve controles

Via een berekening is in principe ook na te rekenen hoeveel filtratie er precies is toegepast, maar dat is hier niet verder uitgewerkt.

4.16.8 Valkuilen en kanttekeningen

De toenemende HVL waarden bij meer koper zijn niet direct te correleren aan de precieze dikte koper dat gebruikt is. Deze hangt namelijk ondermeer af van de buisspanning. Voldoende is om te weten dat de HVL stapsgewijs toeneemt bij meer filtering.

4.16.9 Referenties

- NEN-IEC 60601-1-3

4.17 Verificatie gebruiksstanden

4.17.1 Inleiding en rationale

Doorlichttoestellen zijn mogelijk voorzien van verschillende gebruiksstanden, ieder met een eigen dosistempo. Welke stand hoort bij welke dosis wordt door de fabrikant geprogrammeerd maar is door de gebruiker (in Service Mode) aanpasbaar. Indien foute aannamen worden gemaakt over welk dosistempo hoort bij welke stand, kan een patiënt een onbedoeld hoge dosis ontvangen.

De hier omschreven test is bedoeld om te verifiëren welk dosistempo hoort bij welke stand.

4.17.2 Frequentie

Bij acceptatie en bij verandering van protocollen.

4.17.3 Benodigde apparatuur, fantomen en bronnen

Type	Omschrijving	Opmerking
Apparatuur	Röntgenmeetinstrument (bijv. RaysafeX2, Unfors Xi, Diados of Barracuda van RTI Electronics) om het dosistempo te meten	
Fantoom	Verzwakkend materiaal	Koperplaatje, PMMA, patiënt conforme dikte

4.17.4 Methode

Het dosistempo kan met een röntgenmeetinstrument bepaald worden. Door dit systematisch te meten voor gebruiksstand 1, 2 en (eventueel) 3 kan nagegaan worden welk dosistempo hoort bij welke gebruiksstand.

Uitvoering	Aanvullende tests / opmerkingen
Plaats het röntgenmeetinstrument op een patiënt conform fantoom	
Meet het dosistempo voor een vast protocol dat aangepast worden in verschillende smaken	
Doorloop de smaken en noteer het dosistempo voor een 3-tal metingen	

4.17.5 Analyse en interpretatie

Controleer of de verhouding in dosistempo overeenkomt met de vereiste grenswaarden. Indien de gebruiksstanden niet door de fabrikant maar zelf zijn ingesteld, controleer dan of de verwachte dosistempoi inderdaad worden gevonden onder iedere gebruiksstand.

4.17.6 Grenswaarden

Parameter	Grenswaarden
Dosistempo standaard	Het intreedosistempo van de <i>low dose mode</i> is hooguit 50% van het intreedosistempo van de <i>normal dose mode</i> .
Dosistempo aangepast	Controleer of het dosistempo overeenkomt met de geprogrammeerde waarde

4.17.7 Referenties

- NEN-EC-IEC 60601-2-43:2010 203.6.101

4.18 Mechanische stabiliteit algemeen

4.18.1 Inleiding en rationale

Bij verschillende posities van het statief (bijv. horizontaal vs. verticaal) kan de doorbuiging van de arm zorgen voor een andere uitlijning van de centrale as tussen röntgenbron en detector. De mechanische stabiliteit hangt dus samen met de starheid van de arm van het doorlichtapparaat. Indien de uitlijning van de röntgenbundel met de detector verandert ten gevolge van mechanische instabiliteit, kan de patiënt een andere dosis dan bedoeld ontvangen.

4.18.2 Frequentie

Jaarlijks

4.18.3 Benodigde apparatuur, fantomen en bronnen

Type	Omschrijving	Opmerking
Fantoom	Kogeltje	

4.18.4 Methode

De mechanische (in)stabiliteit kan bepaald worden door het kogeltje in de centraalstraal van de röntgenbundel te plaatsen. Er wordt een opname gemaakt 90° t.o.v. de richting van de bundel, vervolgens wordt de arm 180° gedraaid en wordt vanaf deze positie nogmaals een opname gemaakt van het kogeltje. Bij volledige stabiliteit zou het kogeltje dus twee keer op precies dezelfde plek afgebeeld moeten zijn.

Uitvoering	Aanvullende tests / opmerkingen
Kogeltje in de centraalstraal, op de röntgenbuis/diafragma	
Maximale vergroting kiezen	
Horizontale stralengang	
Doorlichten	
Plaats van het kogeltje op de monitor markeren	
Statief 180 graden draaien	
Doorlichten	
Plaats van het kogeltje op de monitor markeren	
Verschil tussen beide posities van het kogeltje meten	

4.18.5 Analyse en interpretatie

Voor deze test dient enkel het gemeten verschil in posities van het kogeltje vergeleken te worden met de gestelde grenswaarden.

4.18.6 Grenswaarden

Parameter	Grenswaarden
verschil in posities	kleiner dan 10 mm

4.18.7 Aanvullende en alternatieve controles

N.v.t.

4.18.8 Valkuilen en kanttekeningen

Het kogeltje dient exact uitgelijnd te worden in de centraalstraal van de bundel. Indien dit niet gebeurt levert dit automatisch afwijkingen op in de locatie van het kogeltje op het beeld welke dan niet toegeschreven kunnen worden aan mechanische instabiliteit.

4.19 3D toepassingen

4.19.1 Inleiding en rationale

Voor 3D toepassingen van een doorlichtsysteem dient ook gekeken te worden naar beeldkwaliteit van de 3D opname en de dosis van een 3D opname. Met name de geometrische nauwkeurigheid is bij doorlichting van belang.

4.19.2 Frequentie

De frequentie voor controle van geometrische nauwkeurigheid wordt in het algemeen door de fabrikant aangegeven indien van toepassing.

4.19.3 Benodigde apparatuur, fantomen en bronnen

De benodigde fantomen worden veelal door de fabrikant meegeleverd.

4.19.4 Methode

De controle van de geometrische nauwkeurigheid vindt veelal plaats door middel van een door de fabrikant gedefinieerd en geïmplementeerd protocol.

4.19.5 Verwijzingen en extra opmerkingen

1. Het bepalen van beeldkwaliteit voor een 3D opname is beschreven in de aanbevelingen CT. Afgezien van de geometrische nauwkeurigheid voeren de eisen aan beeldkwaliteit voor CT te ver voor doorlichtingsapparatuur.
2. Het is belangrijk om te verifiëren dat een 3D opname met het doorlichttoestel niet een veel hogere dosis levert dan een reguliere CT opname, en indien dit wel het geval is, welk voordeel in beeldkwaliteit het dan oplevert.
3. Het bepalen van dosis voor een 3D opname kan met behulp van het protocol voor DAP/KAP bepaling zoals beschreven in de Aanbevelingen voor Bucky. De dosis voor de 3D opname volgt dan uit de afzonderlijke DAPs per beeld en de IAEA conversiefactoren voor DAP naar effectieve dosis. Een alternatieve manier voor het bepalen van de 3D dosis is door het uitvoeren van een CTDI en DLP bepaling (zie Aanbevelingen CT). Hierbij dient dan wel rekening gehouden te worden met het feit dat het systeem vaak geen 360° rotatie maakt en er een extra correctie nodig is indien de bundelcollimatie groter is dan 4 cm.

4.20 QC Light

4.20.1 Inleiding en rationale

In een doorlichtsysteem dragen vele elektronische onderdelen bij tot de vorming van het uiteindelijk beeld. Meestal wordt er gebruik gemaakt van een Automatic Brightness Control (ABC) terugkoppeling om de beeldhelderheid op de monitor constant te houden. Deze ABC regelt de intreedosis bij een bepaalde absorberdikte zodanig dat de lichtintensiteit op een deel van het uittreevenster van de beeldversterker constant blijft. De terugkoppeling bij een digitale detector werkt op een vergelijkbare manier. Het is belangrijk om de regeling regelmatig te controleren. Op deze wijze is ook een sluimerende achteruitgang van de apparatuur waar te nemen en kan men tijdig actie ondernemen.

4.20.2 Frequentie

De referentiewaarden van de QC-Light testen moeten worden bepaald nadat het systeem is geaccepteerd en is afgeregeld voor klinisch gebruik. Daarna kan de test worden uitgevoerd tijdens het reguliere onderhoud. De test kan daarnaast nog worden uitgevoerd bij storingsmeldingen en bij klinische vrijgave na storingen.

4.20.3 Benodigde apparatuur, fantomen en bronnen

Type	Omschrijving	Opmerking
Fantoom	Kwaliteitscontrole fantoom, waarin minimaal is opgenomen: - Homogeen deel Eventueel aangevuld met - Laag contrast elementen - Contrasttrap - Resolutie fantoom	Het QC kwaliteitscontrole fantoom kan gemaakt zijn van perspex, koper en/of aluminium, de absorptiedikte moet eenzelfde absorberwaarde vertegenwoordigen als een gemiddelde patiënt. (Bijvoorbeeld 16-25 cm PMMA, 20-25 mm Al, 1-2 mm Cu).

4.20.4 Methode

Plaats de buis onder de tafel en plaats de tafel in stralengang indien noodzakelijk voor het plaatsen van het fantoom.

- Tafelhoogte in de hoogste stand (zodat fantoom zo dicht mogelijk bij de detector ligt)
- SID-afstand 100 cm
- BV-formaat 25 cm
- Matrasje verwijderen van hoofdeind
- Leg fantoom op hoofdeind tafel
- Plaats Alu blok op de buis (indien nodig voor voldoende verzwakking van een gemiddelde patiënt)
- Verwijder wig en zet diafragma volledig open
- Kies klinisch doorlichtprogramma (kies een veelgebruikt programma en noteer dit voor de volgende keer)
- Doorlicht in low mode
- Doorlichtpedaal gedurende enige seconde intrappen
- Noteer **kV**, **mAs** en **air kerma dosistempo** (lees deze af tijdens het doorlichten)

Volg onderstaande stappen om de DAP van één opname te bepalen:

- Maak een opname
- Noteer cumulatieve DAP (waarde 1)
- Maak een opname
- Noteer cumulatieve DAP (waarde 2)

4.20.5 Analyse en interpretatie

Beoordeel de homogeniteit van de zwarting over de gehele doorlichtreeks en opnamen.

Beoordeel (contrast)resolutie, indien mogelijk met gekozen fantoom.

Bereken DAP per opname door de twee DAP-waarden van elkaar af te trekken.

De gevonden waarden mogen niet meer dan 10% afwijken van de referentiewaarden zoals vastgesteld bij acceptatie. Let op dat grotere afwijkingen ook kunnen ontstaan als omgevingsfactoren te veel afwijken van de omstandigheden waaronder de DAP-meter is gecalibreerd.

Bijlage 1: Afkortingenlijst

Afkorting	Betekenis	Toelichting
AAPM	American Association of Physicists in Medicine	
AEC	Automatic Exposure Control	
BV	Beeldversterker	
CT	Computed Tomography	
DAP	Dose Area Product	Geabsorbeerde dosis maal de bestraalde oppervlakte. Eenheid: Gy cm ²
DR	Digital Radiography	
FD		
FOV	Field of View	
FWHM	Full Width at Half Maximum	Halfwaardebreedte, breedte van een piek op zijn halve hoogte
fps	Frames per second	
HVL	Half Value Layer	De dikte van een materiaal waarbij de intensiteit van de straling gehalveerd wordt
IPEM	Institute of Physics and Engineering in Medicine	
KAP	Kerma Area Product	
KERMA	Kinetic Energy Released per Unit Mass	
kVp	Peak kilovoltage	
LIH	Last Image Hold	Bevriezen van laatst gemeten beeld
lp/mm	Line pairs per mm	
mAs	Milliampère seconds	
MTF	Modulation Transfer Function	
NPS	Noise-Power spectrum	
PACS	Picture Archiving and Communication System	
PMMA	Polymethylmethacrylaat	
PSF	Point Spread Function	
ROI	Region of Interest	
SID	Source to image receptor distance	
UWL	Upper Warning Limit	
WAD	Werkgroep Apparatuur in de diagnostiek	