

**Eindtermen**

**Stralingshygiëne**

**voor**

**Medisch Specialisten**

**die gebruik maken van röntgenapparatuur**

## Voorwoord

Er waren verschillende redenen om voor Nederland nieuwe eindtermen voor stralingshygiëne voor medisch specialisten op te stellen. De vorige eindtermen zoals de inmiddels inadequate omschrijvingen uit het Erkenningsbesluit (1984)<sup>1</sup> en in GR (1996)<sup>2</sup> behoefden herziening met het verschijnen van GR (2008)<sup>3</sup>, waarin onder meer duidelijk onderscheid wordt gemaakt tussen toezichthouders en de zogenoemde stralingshygiënisch gekwalificeerde beroepsbeoefenaren. In een in opdracht van het Ministerie van VWS gemaakt rapport<sup>4</sup> worden enkele in de praktijk voorkomende knelpunten aangegeven, zoals het in de markt komen van meerdere cursusaanbieders en de toename van het aantal specialisten dat gebruik maakt van ioniserende straling, waardoor in combinatie met het voortschrijdend inzicht de behoefte werd geformuleerd om samen met de onderwijsaanbieders en –afnemers tot meer eenduidige eindtermen te komen die tevens voldoen aan de nieuwe visie op het stralingsonderwijs (GR, 2008).

Op verzoek van het Ministerie van VWS heeft een breed samengestelde projectgroep<sup>5</sup> vanuit de diverse betrokken beroepsgroepen zich gedurende ruim een jaar in meerdere bijeenkomsten gebogen over de minimaal vereiste eindtermen voor een cursus stralingshygiëne voor medisch specialisten<sup>6</sup> (niet zijnde radiologen, radiotherapeuten of nucleair-geneeskundigen) die de medische verantwoordelijkheid<sup>7</sup> dragen voor bepaalde radiologische procedures met röntgenapparatuur binnen hun deskundigheidsgebied en bekwaamheid<sup>8</sup> of die opdracht geven (conform Wet BIG) tot het uitvoeren van een radiologische procedure.

---

<sup>1</sup> Richtlijnen voor de erkenning van opleidingen deskundigen radioactieve stoffen en toestellen, Staatscourant, 1984, 227 (20 nov 1984).

<sup>2</sup> Gezondheidsraad: Commissie Medische stralingstoepassingen. Deskundigheidseisen voor medische stralingstoepassingen. Den Haag: Gezondheidsraad, 1996; publikatie nr 1996/04.

<sup>3</sup> Gezondheidsraad. Opleiden van deskundigen op het gebied van stralingsbescherming. Den Haag: Gezondheidsraad, 2008; publicatienr. 2008/06.ISBN 978-90-5549-709-6.

<sup>4</sup> Evaluatie van de cursussen stralingsbescherming 4M voor medisch specialisten. In opdracht van Min VWS, objectnummer 1247162, verpl. Nr. 628924-08. Dr. ir. JAMM Kops, Adviesbureau KOAD (november 2008).

<sup>5</sup> Zie voor de samenstelling van de projectgroep bijlage 1.

<sup>6</sup> Voorheen aangeduid met 4A/M- of 4M-basis- of 4M-cursus.

<sup>7</sup> Besluit stralingsbescherming, artikel 52.

<sup>8</sup> Wet BIG, artikel 36, lid 8 en lid 15.

Er is gebruik gemaakt van de adviesrapporten ICRP-113<sup>9</sup>, RP 116<sup>10</sup> en MEDRAPET<sup>11</sup> (waaronder de bijlagen 2, 3 en 4 in dit document), maar de Eindtermen zijn origineel geformuleerd en toegesneden op de Nederlandse situatie en wettelijke context.

Dit heeft geresulteerd in de voorliggende eindtermen, die na bespreking en vaststelling in de Adviescommissie Stralingsbescherming zullen worden opgenomen in een Ministeriële Regeling. De verwachting is, dat deze Eindtermen goed zullen aansluiten bij de huidige gegroeide praktijk, tot een kwaliteitsimpuls bij de cursus-aanbieders zullen leiden en dat verder de handhaafbaarheid van het beschikken over de vereiste deskundigheid zal verbeteren.

Utrecht/Den Haag, 16 juli 2013

---

<sup>9</sup> ICRP, 2009. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 113, Ann. ICRP 39 (5). Education and Training in Radiological Protection for Diagnostic and Interventional Procedures.

<sup>10</sup> Guidelines for Education and Training in Radiation Protection for Medical Exposures. Radiation Protection 116. European Commission, Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, Luxembourg.

<sup>11</sup> MEDRAPET Guidance Working Document- draft V2.7 – 12/12/2012. Guidelines on Radiation Protection Education and Training of Medical Professionals in the European Union. European Commission.

## Situatiebeschrijving

Medisch specialisten hebben vele en veeleisende verantwoordelijkheden. De stralingsbelasting van de diverse procedures onder röntgendoorlichting vormt meestal een beperkt risico voor de patiënt in het licht van de patiëntveiligheid van de procedure als geheel. Voor specifieke situaties, zoals lange en complexe doorlichtprocedures of herhaalde procedures, is het stralingsrisico groter en kan in bepaalde gevallen zelfs directe schade aan de patiënt worden toegebracht, zoals huidreacties (erytheem) of haaruitval.

De noodzaak om medisch specialisten te scholen in stralingshygiëne is enerzijds gebaseerd op de wetenschappelijk onderbouwde risicobeschouwingen en de maatschappelijke bezorgdheid over en soms historisch bepaalde angst voor stralingsblootstelling. Anderzijds is de Europese en daaruit voortkomende Nederlandse regelgeving en het principe van “Good Medical Practice” een referentiekader om zowel in de huidige praktijk als in de toekomst publieke ongerustheid te kunnen verminderen. Zie bijvoorbeeld de bijlagen 2, 3 en 4 voor recent voorgestelde Europese eindtermen. Om de bereidheid en de acceptatie van patiënten om zich met ioniserende straling te laten onderzoeken of behandelen te handhaven, is het noodzakelijk voorzorgsmaatregelen te nemen om onnodige blootstelling te voorkomen en om onderzoeken met een zo laag mogelijke stralingsbelasting uit te voeren. Medici dienen bekend te zijn met de vastgestelde dosislimieten voor zowel publiek als werknemers en met de in acht te nemen beperkingen betreffende de patiëntendosis. Ook moeten zij zich bewust zijn van de risicoperceptie ten aanzien van blootstelling aan ioniserende straling onder de bevolking. Medisch specialisten<sup>12</sup> voeren doorlichtprocedures uit binnen het kader van hun professionele – bij het betreffende specialisme behorende – en algemeen geaccepteerde grenzen. Zij verrichten deze procedures in een (ziekenhuis)omgeving waar doorgaans – al dan niet verplicht, afhankelijk van de lokale situatie en gemaakte afspraken binnen het ziekenhuis of conform voorschriften – ondersteuning wordt geboden door MBB'ers<sup>13</sup> of andere zorgverleners die voldoende bekwaam zijn om de opdracht van de medisch specialist uit te voeren. Verder is het interne toezicht volgens de verleende Kernenergiewetvergunning geregeld door de aanstelling van een (algemeen)coördinerend stralingsbeschermingsdeskundige, al dan niet ondersteund door lokale toezichthouders. Daarnaast en van specifiek belang is de professionele ondersteuning die de klinisch fysicus biedt, deze draagt onder andere zorg voor acceptatietesten van röntgenapparatuur, een systeem van kwaliteitsbewaking, optimalisatie van de beeldvormende keten en patiëntendosimetrie.

---

<sup>12</sup> BIG-geregistreerde artsen met uitzondering van radiologen, radiotherapeuten en nucleair-geneeskundigen.

<sup>13</sup> Medisch Beeldvormings- en Bestralingsdeskundige, de huidige beroepstitel van de radiagnostisch laborant.

De deskundigheid die wordt verkregen door een stralingshygiëne cursus te volgen en het examen af te leggen bij een erkende opleiding die aan de beschreven eindtermen voldoet, is een vereiste om opdracht te mogen geven tot een doorlichting met röntgenapparatuur met ondersteuning van een MBB'er of andere bekwame zorgverlener. De bekwaamheid om zelfstandig een röntgenapparaat te bedienen vereist daarnaast een specifieke instructie op het betreffende toestel, bijvoorbeeld door een applicatiespecialist van de leverancier, de klinisch fysicus of een ervaren MBB'er.

Een belangrijk doel van de training van medisch specialisten in stralingshygiëne is het verwerven van begrip betreffende het toepassen van het zogenoemde ALARA-principe bij doorlichtprocedures. Het algemene werkingsprincipe van een doorlichtstatief/C-boog en de basisopties om de stralingsdosis voor zowel patiënten als medewerkers zo laag mogelijk te houden komt aan de orde. Om dit doel te bereiken kunnen simulatieprogramma's of simulatoren en/of een practicum een hulpmiddel zijn, maar de uiteindelijke specifieke bedieningsinstructie voor het toestel waarmee wordt gewerkt kan alleen maar in het ziekenhuis zelf worden gerealiseerd, onder verantwoordelijkheid van de klinisch fysicus<sup>14</sup>, met medewerking van bijvoorbeeld MBB'ers, lokale toezichthouders of applicatiespecialisten.

Er wordt verondersteld, dat medisch-specialisten in opleiding (aios) hun kennis over verwijzings- en rechtvaardigingscriteria, hoe een radiologisch onderzoek goed uit te voeren en hoe röntgenbeelden te interpreteren in hun medische (vervolg-)opleiding verwerven; deze onderwerpen worden daarom niet door deze eindtermen over stralingshygiëne gedekt. In de cursussen stralingshygiëne zal de nadruk moeten worden gelegd op de praktische stralingshygiëne in de kliniek; uitvoerige theoretische onderbouwingen of uitgebreide beschouwingen over regelgeving zullen achterwege moeten blijven. Het is echter wel van groot belang, dat de docenten dieper gaande vragen van deelnemers kunnen beantwoorden, ook betreffende de achterliggende principes van de aangeboden leerstof. Docenten zullen dus een breed overzicht over het vakgebied stralingsbescherming en klinische fysica moeten hebben, naast affiniteit met medische onderwerpen en bekendheid met de specifieke kennisbehoefte van medisch specialisten.

Uit ICRP-publicatie 113 wordt het advies afgeleid, dat een stralingshygiëne cursus voor medisch specialisten minimaal 20 uren omvat, inclusief zelfstudie en schriftelijke examinering.

---

<sup>14</sup> Zie: Council of the European Union, Brussels, 24 May 2013, 8682/2/13 REV 2. Proposal for a Council Directive laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, article 85 [83], 2h.

Deze Eindtermen betreffende de **deskundigheid** op het gebied van stralingsbescherming zijn van toepassing op alle doorlichtprocedures en zijn de basis voor de **bekwaamheid** om zelfstandig een doorlichtprocedure te kunnen uitvoeren binnen het bekwaamheidsgebied van het betreffende specialisme (om zelfstandig doorlichtprocedures uit te mogen voeren is in ieder geval een voorafgaande toestelinstructie vereist). Echter, indien na een uitvoerige risicoanalyse<sup>15</sup> van een procedure is vastgesteld, dat die de actuele waarde van 20 millisievert effectieve patiëntendosis te boven kan gaan en/of dat de waarde van 500 milligray voor de intreehuidosis kan worden overschreden, moet er bovendien aan aanvullende eisen<sup>16</sup> worden voldaan om de betreffende procedure te mogen uitvoeren.

---

<sup>15</sup> Het Ministerie van VWS zal aan de Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie (NCS) eenmalig verzoeken om de betreffende procedures generiek in kaart te brengen (met een drie- tot vijfjaarlijkse cyclus) inclusief een algemene praktische aanbeveling voor het uitvoeren van een risicoanalyse in het ziekenhuis voor betreffende procedures en adviezen inzake “Best Practices”. De risicoanalyse in het ziekenhuis wordt uitgevoerd in multidisciplinair overleg met ten minste een klinisch fysicus en een (interventie)radioloog, onder eindverantwoordelijkheid van de Raad van Bestuur van het betreffende ziekenhuis (zie Convenant Veilige Toepassing van Medische Technologie in Ziekenhuizen, NFU, NVZ, Revalidatie Nederland, 2011 en Kwaliteitswet zorginstellingen).

<sup>16</sup> Hierbij kan worden gedacht aan: het op schrift beschikbaar zijn van een PROLARA-onderbouwing (de voordelen en de risico's van de procedure als geheel, inclusief stralingsbelasting), het (verplicht) uitvoeren van de procedure samen met een (ervaren) MBB'er (of gelijkwaardig); expliciet aantoonbare optimalisatie van de beeldvormende keten in overleg met betrokken medisch specialisten door een klinisch fysicus inclusief instructie aan alle betrokken medisch specialisten, het volgen van een extra applicatietraining voor de betreffende opstelling door de medisch specialist/MBB'er, het opvolgen van de adviezen inzake o.a. “Best Practices” van de NCS. E.e.a. moet voor de Inspectie aantoonbaar zijn; afwijkingen van het voorgaande moeten worden onderbouwd.

## Eindtermen

De eindtermen zijn voorzien van de aanduidingen K = kennis (knowledge); V = vaardigheden (skills) en C = competenties (competences). Deze drie categorieën zijn in de genoemde volgorde hiërarchisch ondergeschikt: een hogere categorie-aanduiding impliceert dat ook aan de voorgaande moet zijn voldaan ( $K < V < C$ ).

### Kerncompetentie 1

**De medisch specialist verricht zijn op de juiste wijze gerechtvaardigde medische procedure op zodanige manier, dat de patiënt een redelijk lage stralingsbelasting ontvangt, waarbij het totale risico van de procedure voor de patiënt zo laag mogelijk wordt gehouden (het ALARA-principe). Bovendien gebruikt de medisch specialist de binnen de klinische context geschikte beeldacquisitietechniek met de geschikte diagnostische beeldkwaliteit (C).**

### Nadere typering van de context

De procedures onder doorlichting zullen doorgaans worden uitgevoerd in daartoe geschikte ruimtes (bewaakte of gecontroleerde zones), zoals operatiekamers, katherisatiekamers of angioruimtes. Vaak – maar niet altijd en overal, afhankelijk van de lokale afspraken – wordt de doorlichting uitgevoerd of ondersteund door een MBB'er, een verpleegkundige of een OK-assistent. Gedurende de procedure is de aanwezige medisch specialist (de opdrachtgever conform de Wet BIG) verantwoordelijk voor (optimalisatie van) zowel de dosis die de patiënt ontvangt als die van de in de onderzoeks- of behandelruimte aanwezige medewerkers.

### In deze context gaat het erom dat de medisch specialist<sup>17</sup>:

1. volgens geaccepteerde professionele medische standaarden handelt met betrekking tot de rechtvaardiging van de blootstelling. Hierbij wordt het PRO-LARA-concept<sup>18</sup> gehanteerd, hetgeen inhoudt, dat het stralingsrisico wordt afgewogen naar de totale uitkomst van de medische procedure betreffende risico's en levensverwachting (C);
2. de medische procedure uitvoert met daartoe geschikte (bijvoorbeeld qua projectiemogelijkheden) en voor het specifieke doel optimaal ingestelde doorlichtapparatuur, zoals voor pediatrische behandelingen, langdurige procedures enzovoort (V);

<sup>17</sup> In de beschrijving van de eindtermen is voor de mannelijke persoonsvorm gekozen ter vermijding van telkens hij/zij.

<sup>18</sup> PROgnosis-based Lifetime Attributable Risk Approximation.

3. de röntgenapparatuur op de geschikte wijze voor een specifiek doorlichtprotocol gebruikt, daarbij gebruik makend van de aanwezige opties en hulpmiddelen tot dosisreductie (V);
4. zorg draagt voor juiste patiëntpositionering zonder gebruik te maken van doorlichting en de gewenste projectiestanden indien mogelijk direct kiest zonder de proefondervindelijke methode met doorlichting te gebruiken (C);
5. handelt volgens standaarden (Good Medical Practice) voor specifieke doorlichtprocedures teneinde de totale doorlichttijd te beperken (C).

**Daarvoor is het nodig dat de medisch specialist<sup>19</sup>:**

6. de aard van röntgenstraling begrijpt en de wijze waarop deze wordt geproduceerd en verder het elektromagnetische spectrum, röntgenspectra, interactie van röntgenstraling met materie, achtergrondstraling (K);
7. de functie beschrijft van de onderdelen van de beeldvormende keten (K);
8. beeldkwaliteit globaal beschrijft in termen van resolutie (spatieel en temporeel), signaal-ruisverhouding en contrast en het onderscheid benoemd en herkent tussen bijvoorbeeld hoog- en laagcontrastbeelden, etc. (K/V);
9. bekend is met de invloed die het aanpassen van verschillende instelparameters of het gebruik van diverse opties heeft op beeldkwaliteit en patiëntdosis en dit toepast: buisspanning, kilovolt (kV); buisstroom (mA); filters (extra bundelopharding); wigfilters, diafragma (beperken veldgrootte); gepulste doorlichting (pulshoogte, -lengte, -frequentie); beeldfrequentie; vastzetten laatste beeld (Last Image Hold); filmmodus (cine; vastzetten belichtingswaarde (set point)); hoge-dosis/lage-dosisbelichtingsregeling; vergroting; strooi-stralenrooster; projectie- en angulatiestanden (PA, LAT etc.); automatische belichtingsregeling; geometrie (positie röntgenbuis/positie beeldontvanger en omgekeerde kwadratenwet), het gebruik van contrast; routeplanning (road mapping) en deze waar nodig toepast (V);
10. de principes van de stralingsbescherming kent en toepast: rechtvaardiging; ALARA, dosislimieten voor werkers) (K/V);
11. bekend is met de relevante basis- en operationele grootheden (geabsorbeerde dosis, intreehuiddosis, orgaandosis (equivalente dosis), effectieve dosis, dosisoppervlakte-product, detectordosis) (K);
12. globaal de dosisverdeling in en rond de patiënt beschrijft (verzwakkingscurve, bijdragen van strooi-straling) (K);
13. de functie kent van de in de röntgenopstelling ingebouwde dosismeter (Dosis-Oppervlakte-Product, DOP); op de hoogte is van dosisreferentiewaarden voor diagnostische procedures en in voorkomende situaties een klinisch fysi-

---

<sup>19</sup> De items genoemd onder deze en de twee hierna volgende, analoge rubrieken zijn de feitelijke leerdoelen van de stralingshygiëne cursus.



- cus raadpleegt, bijvoorbeeld wanneer een schatting van een orgaandosis of de effectieve dosis nodig is na een intensieve/ lange doorlichtprocedure (K/V);
14. zich realiseert, dat er speciale pediatrie doorlichtprotocollen bestaan en de doorlichtparameters aanpast bij het doorlichten van kinderen in diverse leeftijdsklassen (V);
  15. de procedure kent en die volgt indien onjuiste of onbedoelde blootstelling heeft plaatsgevonden (V/C);
  16. de voor- en nadelen kent van het toepassen van afscherming op de patiënt (bijvoorbeeld gonadenafscherming, bismut-afdekking, etc.) (K);
  17. niet terughoudend is bij het behandelen van een urgente (zwangere) patiënt waarbij doorlichting nodig is (V).

### **Kerncompetentie 2**

**De medisch specialist werkt op een veilige manier volgens het ALARA-principe met röntgenstraling om onnodige blootstelling van zichzelf, de andere aanwezige werkers en eventuele ondersteuners te voorkomen (C).**

#### **Nadere typering van de context**

In het algemeen zal het werken volgens gebruikelijke protocollen (Good Medical Practice) leiden tot geoptimaliseerde patiëntdoses en relatief lage doses voor de medewerkers, met andere woorden: dosisreductie voor de patiënt is meestal congruent met een lagere dosis voor de arts en de omloopmedewerker. Desondanks moet er – zeker bij een hoog werkaanbod en bij bepaalde procedures – extra aandacht worden gegeven aan beschermende maatregelen voor de medewerkers. De dosislimieten voor de medisch specialist en de medewerkers mogen niet worden overschreden.

#### **In deze context gaat het erom dat de medisch specialist:**

18. een persoonsdosismeter draagt indien noodzakelijk of verplicht (V);
19. uitslagen van persoonsdosimetrie relateert aan werkbelasting en type van uitgevoerde procedures op specifieke doorlichtapparatuur (V);
20. de geschikte afschermingshulpmiddelen gebruikt (bijvoorbeeld een aan het plafond gemonteerd beweegbaar loodglas) (C);
21. zich bewust is van de positie die alle medewerkers innemen rondom een patiënt die wordt doorlicht en dat hij de voor de procedure niet essentiële omstanders een grotere afstand laat houden of vraagt de ruimte te verlaten (C);

22. niet terughoudend is in de zorg voor en de (acute) behandeling van patiënten die (mogelijk) radioactief zijn vanwege een voorafgaand nucleair-geneeskundig onderzoek of ten gevolge van stralingsincidenten/ongevallen (V);
23. speciale aandacht geeft aan zwangere medewerkers (dosislimiet foetus, toepassen van het ALARA-principe, voldoen aan de gestelde (ziekenhuis)regels, risicoperceptie) (C).

**Daarvoor is het nodig dat de medisch specialist:**

24. de basisprincipes van de stralingsbescherming (tijd, afstand, afscherming) kent en in de praktijk toepast om onnodige blootstelling te vermijden (V);
25. de relevante dosislimieten kent (effectieve dosis en equivalente dosis voor geselecteerde organen, bijvoorbeeld extremiteiten, oogleden) voor blootgestelde (radiologisch) werkers en niet-blootgestelde werkers (niet-radiologisch werkers, zoals verpleging, helpers) (K);
26. weet welke posities rond een patiënt beter kunnen worden vermeden tijdens doorlichten (indien mogelijk) en dit toepast (K/V);
27. de specifieke maatregelen kent die genomen moeten worden indien medewerkers zwanger zijn (K);
28. vertrouwd is met de relevante operationele dosisgrootheden (persoonsdosis-equivalent,  $H_p(10)$  en omgevingsdosis-equivalent,  $H^*(10)$ ) (K);
29. de relatie begrijpt tussen de uitslag van een persoonsdosismeting en de effectieve dosis (afhankelijk van de draagpositie van de dosismeter, loodequivalent van het loodschort, kV-instelling enzovoort) en hiermee rekening houdt (V);
30. bekend is met de risico's van radioactiviteit die in speciale medische procedures wordt toegepast, zoals de schildwachtkliermethode (sentinel node) met  $^{99m}\text{Tc}$  en de lokalisatie van niet-palpabele tumoren met  $^{125}\text{I}$  en hiermee zodanig omgaat, dat het risico laag blijft (V);
31. de functie en de doelmatigheid kent van de beschikbare afschermingshulpmiddelen (loodschorten, schildklierkraag, loodglasbril) (K).

**Kerncompetentie 3**

**De medisch specialist legt op verzoek of indien noodzakelijk stralingsrisico's globaal uit aan de patiënt, diens familie of andere betrokkenen.**

**Daarnaast communiceert de medisch specialist met klinisch fysici, MBB'ers, verpleegkundigen/OK-assistenten en stralingsdeskundigen over het optimaliseren van de stralingsbescherming op de afdeling. Daarbij wordt behalve patiëntenblootstelling ook de blootstelling van de medewerkers en derden in ogenschouw genomen, evenals de wettelijke begrenzingen. De medisch specialist aarzelt niet om wanneer nodig experts (klinisch fysicus, radioloog) te consulteren (C).**

### **Nadere typering van de context**

Aangezien de medisch specialist verantwoordelijk is voor de toegediende stralingsdosis aan de patiënt, moet hij de risico's hiervan kennen en kunnen uitleggen. Omdat een deel van de kennis een beperkte houdbaarheid heeft, is het van belang dat de medisch specialist de funderende principes uit de stralingshygiëne en aanverwante vakgebieden begrijpt, zodat hij in staat is zijn kennis bij te houden.

### **In deze context gaat het erom dat de medisch specialist:**

32. de grenzen van zijn eigen kennis en deskundigheid betreffende de effecten van straling kent en erkent, de juiste vragen daarover weet te formuleren en zo nodig ondersteuning vraagt bij de aangewezen deskundigen (zoals MBB'er of klinisch fysicus) (C);
33. indien noodzakelijk met alle betrokkenen communiceert over zaken betreffende stralingsbescherming (V);
34. stralingsrisico's in het perspectief ziet van de andere aanwezige risico's en de maatschappelijke context (V);
35. op zijn eigen stralingsrisicoperceptie reflecteert (C).

### **Daarvoor is het nodig dat de medisch specialist:**

36. aan een borstvoeding gevende patiënt uitlegt, dat blootstelling aan röntgenstraling geen reden is om de borstvoeding te onderbreken of staken, maar een toegediend contrastmiddel eventueel wel (K, V);
37. de verschillende meebepalende factoren van (stralings)risicoperceptie kent en tevens rekening houdt met de valkuilen om effectief te communiceren over stralingsrisico's (V);
38. een globale kennis heeft van de niet-ioniserende stralingsrisico's in vergelijking met die van ioniserende straling (K);
39. onderscheid weet te maken tussen feiten en aannames betreffende de risico's van ioniserende straling (K);
40. herkent, dat er een gecompliceerde relatie is tussen enerzijds wetenschappelijke kennis over stralingsbescherming en anderzijds de soms oplaaierende maatschappelijke onrust en persoonlijke emoties hierover (K);
41. de rechtvaardiging als de sleutel tot acceptatie van medische blootstelling aan ioniserende straling beschouwt (K);
42. zich bewust is van de verschillende professionele rollen van MBB'ers, klinisch fysici, toezichthoudend deskundigen enz. (K);
43. kennis heeft van de effectieve-dosiswaarden van de belangrijkste, meest voorkomende medische procedures (K);
44. de dosisbegrippen begrijpt die in de stralingsbescherming worden gebruikt (geabsorbeerde dosis, equivalente dosis, effectieve dosis, orgaandosis, intreehuidsdosis, foetale dosis, ooglensdosis, extremitendosis) (K);

45. fundamentele kennis heeft van de relevante aspecten van de radiobiologie van de mens: stochastische effecten, weefselreacties, teratogene en genetische effecten (K);
46. op de hoogte is van de relevante wet- en regelgeving betreffende medische stralingstoepassingen (K).

### **Examinering**

Om voor een erkend diploma in aanmerking te komen, moet een schriftelijk examen zijn afgelegd en behaald over de door het opleidingsinstituut stralingshygiëne aangeboden leerstof volgens de eisen die zijn beschreven in het examenreglement van een door de overheid erkend opleidingsinstituut.

Een dergelijk examen heeft voldoende omvang om op representatieve en valide wijze te kunnen vaststellen of de geëxamineerde de leerdoelen beheerst. De examenvragen zijn evenredig verdeeld over de leerdoelen.

### **Leerdoelen praktische vaardigheden**

Om de basisprincipes uit de cursus stralingshygiëne in combinatie met “beste praktijken” om dosisreductie voor zowel patiënt als staf (dit gaat meestal gelijk op) te bewerkstelligen en om de bekwaamheid te verwerven een specifiek toestel te kunnen bedienen, is een toestelinstructie in het ziekenhuis waar de medisch specialist werkzaam is noodzakelijk.

Er is onderscheid te maken tussen deskundigheid en bekwaamheid (Wet BIG) bij een radiologische verrichting. De stralingsdeskundigheid wordt aangetoond met het verworven erkende diploma; de bekwaamheid een specifiek toestel te kunnen bedienen en een bepaalde doorlichtprocedure te kunnen uitvoeren wordt enerzijds aangeleerd tijdens de opleiding tot medisch specialist door of onder verantwoordelijkheid van de opleider en wordt daarnaast verkregen via de specifieke toestelinstructie, onder verantwoordelijkheid van de klinisch fysicus. Deze toestelinstructie zal telkens moeten worden herhaald bij verandering van toestel of procedure. Bij het introduceren van nieuwe medische procedures en doorlichtapparatuur zal tevoren een technologie- en risico-evaluatie moeten plaatsvinden, zoals de beroepsgroepen ook zelf hebben aangegeven<sup>20</sup>.

In het convenant<sup>21</sup> “Veilige toepassing van medische technologie in het ziekenhuis” is een veldnorm neergelegd die ondersteuning en invulling geeft ten aanzien van de risicobeheersing en veilige toepassing van medische technologie in de directe patiëntenzorg. Het convenant geeft met betrekking tot de gebruiksfase aan, dat

---

<sup>20</sup> Zie bijvoorbeeld: Introductie nieuwe interventietechnieken of devices in de klinische praktijk. Positiebepaling Nederlandse Vereniging voor Cardiologie en Nederlandse Vereniging voor Thoraxchirurgie, Utrecht, 08-02-2011 (versie 3, 26 mei 2011)

<sup>21</sup> Convenant Veilige Toepassing van Medische Technologie in Ziekenhuizen, NFU, NVZ, Revalidatie Nederland, 2011

het ziekenhuis er verantwoordelijk voor is dat gebruikers van medische apparatuur bevoegd en bekwaam zijn. Om bekwaam met röntgenapparatuur te kunnen werken, zijn specifieke vaardigheden vereist met betrekking tot een goede bediening van het apparaat. Deze bekwaamheid is geen onderdeel van de cursus stralingshygiëne voor medisch specialisten, omdat deze alleen kan worden verworven op de actuele apparatuur waarmee wordt gewerkt in de ziekenhuizen.

Voor de in het ziekenhuis te ontvangen toestelinstructie zijn de leerdoelen (als controlelijst door de instructeur te gebruiken), dat de medisch specialist:

- de technische mogelijkheden van het toestel gebruikt om de gewenste beeldkwaliteit met een zo laag mogelijke stralingsdosis voor de patiënt te bereiken;
- de beschikbare hulpmiddelen/opties voor dosisreductie voor de patiënt gebruikt en evalueert;
- de beschikbare hulpmiddelen/opties voor dosisreductie voor de werker gebruikt en evalueert;
- de dosimetrische mogelijkheden (zoals wettelijk verplichte persoonsdosimeter, elektronische persoonsdosimeter, DOP-meter) gebruikt en evalueert;
- de in zijn specialisme gebruikelijke beste praktijken (Good Medical Practice) bij het uitvoeren van een doorlichtprocedure hanteert en bediscussieert, teneinde een voor de patiënt zo laag mogelijke stralingsbelasting te bereiken.

## **Bijlage 1: Samenstelling projectgroep**

### **Beroepsgroepen Medisch Specialisten**

R.F.M. Bevers (NVU)  
R. Feitz (NVPC)  
M.G. Scheffer (NVvC)  
A. Stronkhorst (NVMDL)  
C.C.P.M. Verheyen (NOV)  
B.M. Wallis de Vries (NVvH)  
J.S. van der Zee (NVALT)

### **Aanpalende beroepsgroepen en opleiders stralingshygiëne**

J. Bustraan (LUMC, onderwijskundige)  
A.D. van Dijk (DZ)  
S. van Dullemen (LUMC)  
H.J. Gaikhorst (RID/UU)  
S. Geers (NVMBR)  
J. Geleijns (LUMC, NVKF)  
P. Kempers (MUMC)  
W. Luijsterburg (ZGT)  
W.P. Moerman (UMCN/RU)  
K. Renema (UMCN, NVKF)  
P. Ruiten (NRG)  
L. Schulze Kool (NVvR)  
A. van de Wiel (VWS, voorzitter)

**Bijlage 2: Tabel 2.1 uit MEDRAPET Guidance Working Document-draft  
V2.7-12/12/2012**

<b>Kernonderwerpen stralingshygiëne</b>	
<b>Nummer</b>	<b>Onderwerp</b>
1	Atomaire structuur, stralingsproductie en interactie van straling
2	Structuur van de atoomkern en radioactiviteit
3	Radiologische grootheden en eenheden
4	Fysische kenmerken van röntgentoestellen
5	Principes van stralingsdetectie
6	Principes van radiobiologie, biologische effecten van straling
7	Risico's op tumoren en erfelijke afwijkingen en effectieve dosis
8	Optreden van weefselreacties (deterministische effecten)
9	Algemene principes van stralingsbescherming
10	Toepassing van stralingsbescherming
11	Toepassing van stralingsbescherming ten opzichte van patiënten
12	Toepassing van stralingsbescherming ten opzichte van personeel en medewerkers
13	Typische doses van diagnostische procedures, diagnostische referentieniveaus
14	Risico's van foetale blootstelling aan ioniserende straling
15	Kwaliteitscontrole en –bewaking in de stralingsbescherming
16	Nationale regelgeving en internationale richtlijnen
17	Dosisbeperking bij zwangere patiënten
18	Dosisbeperking bij zwangere medewerkers
19	Rechtvaardiging van medische blootstelling aan ioniserende straling
20	Handelwijze bij (stralings)ongevallen/ongewilde blootstelling

**Bijlage 3: Tabel 2.2 uit MEDRAPET Guidance Working Document-draft  
V2.7-12/12/2012**

<b>Kernleerdoelen voor stralingsbescherming voor beroepen in de gezondheidszorg</b>		
<b>Kennis</b>	<b>Vaardigheden</b>	<b>Competenties</b>
<p><b>K1.</b> Beschrijft en verklaart de atomaire structuur.</p> <p><b>K2.</b> Beschrijft de structuur van de atoomkern en verklaart de wetten van radioactief verval.</p> <p><b>K3.</b> Geeft een overzicht van de basisgrootheden en eenheden in de stralingsbescherming en licht deze toe.</p> <p><b>K4.</b> Beschrijft de fysische eigenschappen van röntgentoestellen.</p> <p><b>K5.</b> Beschrijft de principes van stralingsdetectie.</p> <p><b>K6.</b> Legt de basisprincipes van de radiobiologie en de biologische effecten van straling uit.</p> <p><b>K7.</b> Verklaart de relatie tussen effectieve dosis en het risico op kanker en erfelijke afwijkingen.</p> <p><b>K8.</b> Verklaart de verschillen tussen deterministische en stochastische effecten en geeft de respectievelijke dosisbereiken aan.</p> <p><b>K9.</b> Beschrijft de algemene principes van de stralingsbescherming.</p> <p><b>K10.</b> Verklaart de LNT-hypothese (lineaire dosis-effectrelatie zonder drempel).</p> <p><b>K11.</b> Benoemt en verklaart de aspecten van stralingsbescherming die voor patiënten van toepassing zijn.</p> <p><b>K12.</b> Benoemt en verklaart de aspecten van stralingsbescherming die voor de werkers van toepassing zijn.</p> <p><b>K13.</b> Somt typische doses van</p>	<p><b>S1.</b> Past stralingsbeschermingsmaatregelen in de dagelijkse praktijk toe.</p> <p><b>S2.</b> Communiqueert de belangrijkste factoren die de dosis van de medewerkers beïnvloeden.</p> <p><b>S3.</b> Vergelijkt gerapporteerde doses van medische procedures met de dosis die vanuit natuurlijke bronnen wordt ontvangen.</p> <p><b>S4.</b> Interpreteert stralingsrisico's in de context van andere risico's in het dagelijkse leven.</p> <p><b>S5.</b> Identificeert de wettelijke verplichtingen betreffende stralingsbescherming voor de dagelijkse praktijk.</p>	<p><b>C1.</b> Implementeert de verplichtingen die de nationale regelgeving oplegt in de dagelijkse praktijk.</p>



<p>diagnostische procedures op.</p> <p><b>K14.</b> Legt de risico's uit van foetale blootstelling aan ioniserende straling.</p> <p><b>K15.</b> Begrijpt de principes van kwaliteitscontrole (QC) en kwaliteitsbewaking (QA) toegepast in de stralingsbescherming.</p> <p><b>K16.</b> Benoemt de regelgeving en internationale standaarden die van belang zijn voor de stralingsbescherming in de gezondheidszorg.</p> <p><b>K17.</b> Begrijpt de concepten van rechtvaardiging en optimalisatie.</p> <p><b>K18.</b> Legt uit wat wordt bedoeld met toevallige/ongewilde blootstelling.</p>		
--	--	--

**Bijlage 4: Tabel 4.3.1 uit MEDRAPET Guidance Working Document-draft V2.7-12/12/2012**

Leerdoelen stralingsbescherming voor niet-radiologische medisch specialisten die gebruik maken van hoge-dosis interventietechnieken			
	Kennis (feiten, principes, theorieën, praktijk)	Vaardigheden (cognitief en praktisch)	Competentie (verantwoordelijkheid en autonomie)
Stralingsfysica	K1. Begrijpt de aard van röntgenstraling als ioniserend deel van het elektromagnetische spectrum. K2. Legt achtergrondstraling uit. K3. Beschrijft de productie van röntgenstraling voor diagnostische toepassingen.		
Apparatuur	K4. Begrijpt de basisfuncties van röntgentoestellen. K5. Beschrijft de beeldvormende keten, vanaf het ontstaan van de röntgenstraling tot aan de weergave van het beeld. K6. Beschrijft de constructie, functie en soorten van toestellen geschikt voor specifieke interventieprocedures (C-boog-systeem, draagbare (mini) C-boog, hybride of angiografiesystemen).	S1. Controleert de beeldkwaliteit voortdurend om technische defecten te herkennen bij specifieke interventieprocedures.	
Radiobiologie	K7. Legt de biologische effecten van straling uit. K8. Begrijpt somatische en genetische effecten van röntgenstraling op weefsel. K9. Begrijpt stochastische effecten en stralingsgeïnduceerde weefselreacties.	S2. Informeert patiënten over de geplande procedure en de mogelijke gevolgen. S3. Communiqueert effectief met de patiënt over de aard van de stralingsrisico's.	
Stralingsbescherming bij specifieke interventieprocedures (per	K10. Beschrijft de basisprincipes van stralingsbescherming,	S4. Past de drie niveaus van rechtvaardiging in de dagelijkse praktijk toe, met inacht-	C1. Implementeert beschermingsmaatregelen passend bij het blootstel-

<p>specialisme)</p>	<p>zoals beschreven door de ICRP.</p> <p><b>K11.</b> Begrijpt de noodzaak van rechtvaardiging, inclusief toestemming bij specifieke interventieprocedures.</p> <p><b>K12.</b> Begrijpt de noodzaak voor optimalisatie en legt het ALARA-principe bij specifieke interventieprocedures uit.</p> <p><b>K13.</b> Legt de aard van de stralingsblootstelling en de relevante dosislimieten voor werkers uit, inclusief orgaandoses: dosislimieten voor zwangere werkers en de bevolking en voor ondersteuners/helpers bij een onderzoek.</p> <p><b>K14.</b> Legt de concepten en hulpmiddelen uit voor het beperken van de dosis van specifieke interventieprocedures bij volwassen patiënten en kinderen.</p> <p><b>K15.</b> Somt de te verwachten dosis (voor een referentiepersoon) op voor de belangrijkste specifieke interventieprocedures (per specialisme).</p> <p><b>K16.</b> Legt de concepten en hulpmiddelen voor de optimalisatie in de stralingsbescherming uit.</p>	<p>neming van bestaande richtlijnen, maar ook rekening houdend met de individuele situatie (bijv. polymorbiditeit).</p> <p><b>S5.</b> Voldoet in de dagelijkse praktijk aan richtlijnen/referentieniveaus.</p> <p><b>S6.</b> Schat in wanneer een hoge huiddosis wordt verwacht.</p> <p><b>S7.</b> Past de concepten en hulpmiddelen voor optimalisatie toe.</p>	<p>lingsniveau en het risico.</p> <p><b>C2.</b> Neemt de verantwoordelijkheid om zeer hoge huiddoses te voorkomen, die deterministische effecten kunnen veroorzaken.</p> <p><b>C3.</b> Neemt de verantwoordelijkheid voor de dosisbeperking voor de werkers en voert werkwijzen in bij specifieke interventieprocedures die dit bewerkstelligen.</p> <p><b>C4.</b> Raadpleegt professionele deskundigen om binnen de wettelijke kaders optimale stralingsbescherming te bereiken.</p> <p><b>C5.</b> Gaat na of patiënten deterministische effecten krijgen.</p> <p><b>C6.</b> Implementeert de concepten en hulpmiddelen om stralingsbescherming te optimaliseren.</p>
<p><b>Kwaliteit</b></p>	<p><b>K17.</b> Begrijpt het concept van Kwaliteitsbewaking.</p> <p><b>K18.</b> Benoemt de belangrijkste componenten van beeldkwaliteit en de relatie met patiëntenblootstelling bij specifieke interventieprocedures.</p> <p><b>K19.</b> Legt het principe uit van diagnostische</p>	<p><b>S8.</b> Vermijdt onnodige stralingsblootstelling van een zwangere patiënt (waarschuwingsstekens, bevragen) en door optimaal techniekgebruik (grootte en positie intreeveld, gonadenafscherming, focus-huidafstand, juiste bundelfiltratie, beperking en registratie van doorlichttijd, achterwege laten van overbodige projecties).</p>	<p><b>C7.</b> Neemt verantwoordelijkheid om formele werkprocedures (SOP's) op te zetten bij specifieke interventieprocedures.</p>

	referentieniveaus bij specifieke interventieprocedures.		
<b>Wet- en regelgeving</b>	<b>K20.</b> Specificeert de relevante regelgeving die van toepassing is op interventieprocedures in het land waar deze worden uitgevoerd.	<b>S9.</b> Traceert de relevante regelgeving en past deze toe op iedere specifieke interventieprocedure.	<b>C8.</b> Neemt verantwoordelijkheid voor het voldoen aan de regelgeving betreffende bescherming van de patiënt, inclusief de diagnostische referentiewaarden indien van toepassing.