

ZWANGERSCHAP EN IONISERENDE STRALING

INLEIDING

Aan het werken met bronnen van ioniserende straling zijn risico's verbonden. Het is bij de wet verplicht om personen die handelingen verrichten met ioniserende straling uitzendende bronnen of toestellen vooraf te informeren en te instrueren (*Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming of Bbs, Artikel 7.29.*). Dit gebeurt middels deze procedure, maar ook door het aanbieden van stralingshygiënische opleidingen en voorlichting en instructie, afhankelijk van de doelgroep.

In deze procedure worden de risico's van blootstelling aan ioniserende straling tijdens de zwangerschap uiteengezet. Tevens wordt er een overzicht gegeven van de geldende limieten, voorwaarden en aanbevelingen voor de zwangere blootgestelde werknemer.

Indien er meer informatie is gewenst, kan men zich te allen tijde wenden tot de toezichthoudend medewerker stralingsbescherming (TMS), stralingsbeschermingsdeskundige (SBD, ook wel coördinerend deskundige of CD) of algemeen coördinerend deskundige (ACD) van de instelling.

DOEL

Het doel van deze interne procedure is het formuleren van uniform beleid voor de maatregelen die worden genomen voor zwangere, blootgestelde medewerkers, werkzaam in de instellingen die participeren in de Complexvergunning Randwyck.

BIOLOGISCHE EFFECTEN VAN IONISERENDE STRALING

Ioniserende straling veroorzaakt bij wisselwerking met biologisch materiaal, zoals weefsel, ionisaties waardoor beschadigingen kunnen ontstaan in het DNA. Als gevolg van deze schade kunnen de volgende effecten optreden in cellen of weefsels:

- de beschadiging wordt door de cel hersteld; er zijn geen verdere gevolgen merkbaar;
- de beschadiging wordt niet of niet goed hersteld waardoor er een permanente verandering in het DNA ontstaat; dit kan op den duur leiden tot kanker in de blootgestelde persoon of tot genetische afwijkingen in diens nageslacht; we spreken dan van *kansgebonden (voorheen stochastisch) effecten*;
- de beschadiging is van dien aard dat er celdood optreedt; afhankelijk van het aantal beschadigde cellen kan dit leiden tot functieverlies van een bepaald orgaan; dit effect treedt alleen op als er een bepaalde drempeldosis wordt overschreden en wordt een weefselreactie (voorheen deterministisch effect) genoemd.

De geldende dosislimieten van blootgestelde werknemers zijn gericht op het voorkómen van weefselreacties; onder reguliere werkomstandigheden zijn deze effecten in het geheel niet aan de orde en zijn alleen de kansgebonden effecten relevant.

BLOOTSTELLING VAN DE ZWANGERE WERKNEMER: EFFECTEN EN RISICO'S

Tijdens het uitvoeren van handelingen met bronnen van ioniserende straling, kan behalve de zwangere medewerkster die de handeling uitvoert, ook het ongeboren kind mogelijk worden blootgesteld. De zwangere medewerker verdient dan ook bijzondere aandacht in de stralingsbeschermingszorg (*Bbs, Artikel 7.29.*). Enerzijds omdat het sneldelende weefsel van ongeboren kinderen gevoeliger is voor straling dan het weefsel van de volwassen moeder en anderzijds omdat ongeboren kinderen niet vrijwillig kiezen voor blootstelling aan straling.

Er is veel onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten van ioniserende straling op het ongeboren kind, onder andere in de Life Span Study (LSS) onder slachtoffers van de atoombommen op Hiroshima en Nagasaki, en in tal van dier- en laboratoriumproeven. Aan de hand van deze onderzoeken zijn risicogetallen opgesteld voor bestraling van het ongeboren kind in verschillende ontwikkelingsstadia én bij verschillende dosisniveaus.

Tijdens de zwangerschap worden de volgende ontwikkelingsstadia en bijbehorende effecten onderscheiden:

- de pre-implantatie periode: dit is de periode van conceptie tot 2 weken daarna. In deze fase is het aantal cellen in de vrucht nog klein en niet gedifferentieerd; bestraling boven een drempeldosis van 100 - 200 mSv leidt hier tot een alles of niets effect: de vrucht sterft of komt zonder verdere schade geheel tot ontwikkeling;
- de organo-genese: in deze periode die loopt van de 3^e tot de 8^e week na conceptie vindt cel differentiatie plaats en komen de organen tot ontwikkeling; indien de voor deze periode geldende drempeldosis van 100 mSv wordt overschreden kunnen er afwijkingen of misvormingen ontstaan;
- ontwikkeling van de hersenen: in de 8^e tot de 25^e week na conceptie worden de hersenen ontwikkeld; bestraling in deze periode boven een drempeldosis van 100 - 310 mSv kan leiden tot verlaging van het IQ of mentale retardatie; de periode van 8 tot en met 15 weken na conceptie is hierbij gevoeliger dan de periode van 16 tot 25 weken na conceptie.

De hierboven beschreven effecten zijn allen weefselreacties (deterministische effecten): ze komen dus alleen voor wanneer de blootstelling een bepaalde drempeldosis overschrijdt.

Bij blootstelling aan straling tijdens de zwangerschap is er ook sprake van kansgebonden (stochastische) effecten. De aard van deze effecten zijn niet gebonden aan een bepaalde periode in de zwangerschap en er is geen drempeldosis. Tijdens de gehele zwangerschap kan bij blootstelling aan straling in utero DNA-schade worden veroorzaakt die kan leiden tot kanker op jonge of volwassen leeftijd. Voor dit effect kan geen drempeldosis worden vastgesteld; de extra kans op het ontwikkelen van kanker als gevolg van straling wordt bij blootstelling aan 1 mSv geschat op 2-5 gevallen per 100.000 levend geboren kinderen. Indien de schade ontstaat in de geslachtscellen kan dit leiden tot genetische effecten in het nageslacht van het ongeboren kind. De kans wordt geschat op 1 op 100.000 bij blootstelling aan 1 mSv. In onderstaande *Tabel 1* worden deze gegevens samengevat.

Tabel 1: Mogelijke effecten van ioniserende straling op het ongeboren kind

Tijd na conceptie [weken]	Effect	Drempeldosis [mSv]	Risicogetal* [kans per mSv]
0 - 2	prenatale sterfte	100 - 200	$1 \cdot 10^{-3}$
3 - 8	misvormingen / afwijkingen	100	$5 \cdot 10^{-4}$
8 - 15	verlaging IQ / mentale retardatie	100	$4 \cdot 10^{-4}$
16 - 25	verlaging IQ / mentale retardatie	100 - 310	$1 \cdot 10^{-4}$
0 - 38	jeugd kanker	geen	$2 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5}$
0 - 38	genetische effecten	geen	$1 \cdot 10^{-5}$

* dit betreft een schatting van het risicogetal boven de genoemde drempeldosis

Deze risicogetallen moeten altijd worden gezien in het perspectief van de natuurlijke incidentie van afwijkingen en genetische effecten zoals:

- kans op spontane abortus in de pre-implantatie periode: van nature 50%;
- kans op mentale retardatie: van nature 3%.

Vergelijking met andere risico's

Onderstaande Tabel 2 geeft een vergelijking tussen door ioniserende straling geïnduceerde effecten en door diverse andere factoren veroorzaakte afwijkingen, zowel voor weefseffecten als voor kansgebonden effecten.

Tabel 2: Vergelijking tussen door ioniserende straling geïnduceerde effecten en door diverse andere factoren veroorzaakte afwijkingen

Oorzaak	Weefselreactie	Incidentie [%]
tabaksgebruik moeder	laag geboortegewicht	20
alcoholconsumptie moeder		
2 glazen per dag	laag geboortegewicht	10
2 - 4 glazen per dag	groeistoornis / hersenbeschadiging	10
>4 glazen per dag	groeistoornis / hersenbeschadiging	20
leeftijd moeder		
20 jaar	syndroom van Down	0,04
35 - 39 jaar	syndroom van Down	1,5
diverse onbekende oorzaken	spontane abortus	30 - 50
bestraling embryo: 1 mSv	geen	-
bestraling embryo: 50 mSv	prenatale sterfte	5
Oorzaak	Kansgebonden effect	Incidentie [%]
diverse oorzaken	sterfte door jeugdanker	0,075 (UK)
bestraling foetus: 1 mSv	sterfte door jeugdanker	0,002 - 0,005

DOSISLIMIETEN

Om de zwangere medewerkster en haar ongeboren kind zo goed als mogelijk te beschermen is er een dosislimiet gesteld voor de zwangerschapsperiode. Het Bbs zegt in artikel 7.36. daarover:

'De ondernemer zorgt ervoor dat de arbeidsomstandigheden voor de zwangere werknemer zodanig zijn dat de equivalente dosis ten gevolge van het werk voor het ongeboren kind zo laag is als redelijkerwijs mogelijk is en dat het onwaarschijnlijk is dat de dosis vanaf het moment van melding van de zwangerschap aan de ondernemer tot aan het einde van de zwangerschap hoger zal zijn dan 1 millisievert.'

Door deze dosisbeperking wordt voorkomen dat er weefselreacties (met drempeldosis) optreden en wordt het risico op kansgebonden effecten zoals kanker beperkt.

Om ongeboren kinderen zo goed mogelijk te kunnen beschermen is het van belang dat een zwangerschap in een zo vroeg mogelijk stadium gemeld wordt bij de beherend baas én de toezichhoudend medewerker stralingsbescherming, zodat er in overleg noodzakelijke en/of gewenste dosisbeperkende maatregelen getroffen kunnen worden.

Bij het melden van de zwangerschap, zal de leidinggevende, in samenspraak met de toezichhoudend medewerker stralingsbescherming, aan de hand van de risicoanalyse bekijken welke potentiële blootstelling aan de orde is voor de zwangere medewerker bij het uitvoeren van de werkzaamheden die tot haar (huidige) takenpakket behoren. Als deze potentiële blootstelling een dosis groter is dan 1 mSv, zal aan de hand van de blootstelling per handeling worden bepaald welke handelingen wél, en welke niet door de medewerker kunnen worden uitgevoerd gedurende de zwangerschap.

In overleg met de leidinggevende en op advies van de toezichhoudend medewerker stralingsbescherming en/of coördinerend deskundige kunnen voorts aanvullende afspraken worden gemaakt over additionele monitoring en eventuele aanvullende maatregelen.

BORSTVOEDING

Tijdens de periode waarin borstvoeding wordt gegeven moet er extra aandacht worden besteed aan het voorkomen van besmetting met radioactieve stoffen van het lichaam van de moeder, aangezien deze via de borstvoeding aan het kind kan worden overgedragen. *Artikel 7.36.* van het *Bbs* zegt daarover:

‘De ondernemer zorgt ervoor dat een werknemer, indien zij hem in kennis heeft gesteld dat zij borstvoeding geeft, gedurende deze periode geen arbeid verricht waarbij op basis van de risico-inventarisatie en -evaluatie, bedoeld in artikel 5 van de Arbeidsomstandighedenwet, een relevant risico bestaat op besmetting van het lichaam.’

VERANTWOORDELIJKHEDEN

Ondernemer en deskundigen

Zoals eerder in deze procedure vermeld, is de ondernemer er voor verantwoordelijk (*Bbs, Artikels 7.29. en 7.36.*) dat vrouwen worden geïnformeerd over de risico's van straling voor het ongeboren kind als gevolg van handelingen met bronnen van ioniserende straling. Daarbij moet de ondernemer er ook voor zorgen dat de equivalente dosis voor het ongeboren kind als gevolg van werkzaamheden van de moeder zo laag als redelijkerwijs mogelijk is, maar zeker de waarde van 1 mSv niet zal overschrijden.

De ondernemer belegt de verantwoordelijkheid voor de uitvoering van deze verplichting in de praktijk bij de algemeen-, coördinerend deskundige en toezichthoudend medewerkers stralingsbescherming. Zij dragen zorg voor het informeren van medewerkers en geven advies op maat bij het borgen van het voldoen aan de dosislimieten.

Zwangere werknemers

Een zwangere werknemster heeft de plicht een zwangerschap in een zo vroeg mogelijk stadium bij de werkgever te melden, zodat waar nodig, passende maatregelen kunnen worden genomen om te voldoen aan de gestelde dosislimiet voor het ongeboren kind.

Ook dient de werknemster haar voornemen om borstvoeding te geven tijdig kenbaar te maken, zodat ook hier rekening mee gehouden kan worden in de planning van de werkzaamheden.

AFKORTINGENLIJST

ACD	algemeen coördinerend deskundige
Bbs	Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming
CD	coördinerend deskundige
SBD	stralingsbeschermingsdeskundige
TMS	toezichthoudend medewerker stralingsbescherming

REFERENTIES

- Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0040179/2018-07-01>
- ICRP, International Commission on Radiological Protection; Pregnancy and Medical Radiation. ICRP Publication 84.
- Eggels-Hofman C.J.J. en Kicken P.J.H.: 'Stralingsbescherming voor zwangere vrouwen in een medische omgeving'.
- Leijen C.: 'Radiologisch werk tijdens en na de zwangerschap'.