Hand- en ooglensdosis bij doorlichtingprocedures

Door: Suzette Bakker

Inleiding

Radiologische medewerkers zijn verplicht persoonsdosimeters te dragen op thoraxhoogte om de beroepsmatige blootstelling te monitoren (1). De stralingsblootstelling van handen en ooglenzen bij radiologische medewerkers zijn minder bekend dan de persoonsdoses, maar niet minder relevant om te weten (2,3). Handdosimetrie is relevant, omdat handen zich in of dichtbij de doorlichtingbundel kunnen bevinden, waardoor deze een significant hogere dosis kunnen ontvangen (3). Ooglensdosimetrie is van belang, omdat de stralingsgevoeligheid van het oogweefsel groter is dan eerder werd verondersteld (met als gevolg dat de ooglens tot één van de meest stralingsgevoelige organen behoort) (4,5), waardoor de limietdosis wordt verlaagd naar 20 milisievert (mSv) per kalenderjaar vanaf 2018 (6–9). Inmiddels wordt ooglensdosimetrie vaker verricht met onderzoek naar alternatieve methoden, zoals het schatten van de ooglensdosis op basis van de persoonsdosis, zonder het gebruik van extra dosimeters (10).

In het Máxima Medisch Centrum (MMC) vindt alleen persoonsdosimetrie plaats, exacte gegevens betreft de ooglens- en handdosis van medewerkers waren onbekend, maar voor veiligheid van de medewerker en de gewijzigde wetgeving relevant om te gaan monitoren. Verder is het permanent dragen van extra dosismeters bij de ogen onrealistisch, omdat dit het werkcomfort belemmerd en heeft MMC momenteel geen klinische beschikbare ooglensdosimeter (welke prijzig zijn om aan te schaffen). Onderzoek naar een verband tussen de persoons- en ooglensdosis zou daarom tevens zinvol zijn, zo kan mogelijk in de toekomst de ooglensdosis geschat worden zonder het gebruik van extra dosimeters.

Bovenstaande leidt tot de volgende onderzoeksvragen:

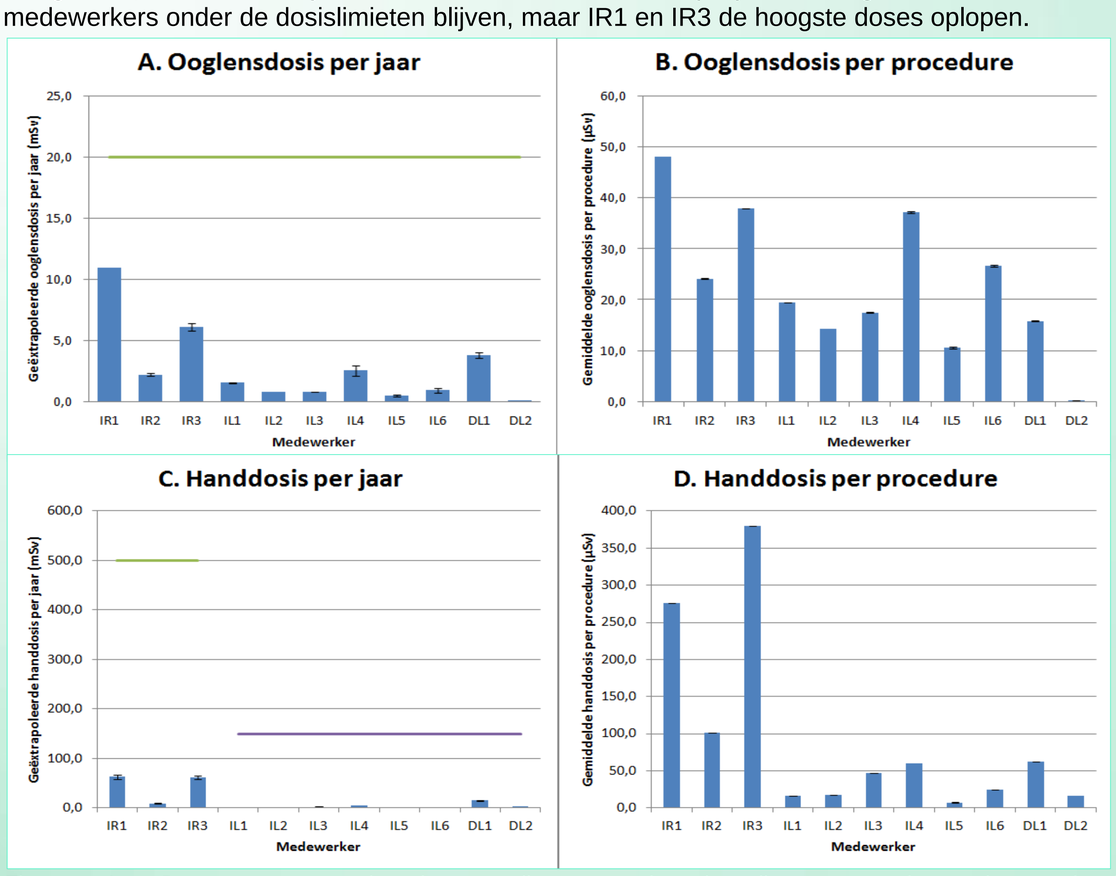
- **In hoeverre blijven de radiologische medewerkers uit het MMC onder de vastgestelde dosislimieten voor 2018 van de ooglens- en handdosis bij angioprocedures en doorlichtingsonderzoeken?**
- **In hoeverre is een lineair verband aanwezig tussen de waarden van de persoonsdosis en de ooglensdosis van de medewerkers?**

Methode

Door middel van een kwantitatief observationeel onderzoek zijn gedurende 32 dagen de hand- ooglens- en borstdoses van 11 MMC-medewerkers (drie interventieradiologen (IR), zes interventielaboranten (IL) en twee doorlichtinglaboranten (DL)) geregistreerd bij doorlichtingprocedures (doorlichtingsonderzoeken en angioprocedures). Bij de medewerkers werd onderscheid gemaakt tussen A-medewerkers (radiologen) en B-medewerkers (radiologisch laboranten). Dataverzameling vond plaats middels het noteren van proceduregegevens in een meetlijst en het monitoren met thermoluminescentiedetectoren (TLD's). De TLD's zaten per drie in één set verpakt. Elke medewerker droeg per procedure drie sets: één op de handen, één ter hoogte van de ooglens (op een veiligheidsbril) en één op de borst (9 TLD's totaal per medewerker). Verder is ook de achtergronddosis gemonitord met vier sets. Voor de data-analyse werd beschrijvende statistiek gebruikt. Om te onderzoeken in hoeverre de medewerkers onder de vastgestelde dosislimieten blijven, werd door middel van een extrapolatie van de data, de jaarlijkse hand- en ooglensdoses berekend, welke werden vergeleken met de corresponderende dosislimieten. Ook werd de gemiddelde dosis per procedure berekend. Om te onderzoeken in hoeverre een lineair verband aanwezig is tussen de borst- en ooglensdosis werd de best passende lineaire vergelijking met bijbehorende correlatiecoëfficiënt (r) bepaald.

Resultaten

De geëxtrapoleerde ooglens- en handdosis per medewerker en de dosis per procedure is getoond in figuur 1, beide met bijbehorende standaard deviatie (SD). In de figuur is te zien dat alle medewerkers onder de dosislimieten blijven, maar IR1 en IR3 de hoogste doses oplopen.



Figuur 1: Doses per medewerker, welke gecorrigeerd zijn voor de achtergrondstraling.
1A: Geëxtrapoleerde jaardoses (mSv), waarbij de groene lijn de equivalente ooglensdosislimiet van 20 mSv per jaar weergeeft, welke rechtsgeldig is vanaf 2018.
1B: Gemiddelde ooglensdosis per procedure (µSv).
1C: Geëxtrapoleerde jaardoses (mSv), waarbij de groene lijn de equivalente handdosislimiet van 500 mSv per jaar weergeeft voor A-medewerkers en de paarse lijn de limiet van 150 mSv per jaar voor B-medewerkers.
1D: Gemiddelde handdosis per procedure (µSv).
IR = interventieradioloog. IL = interventielaborant. DL = doorlichtlaborant.
De foutenbalk representeert de standaard deviatie (welke in figuur 1A en 1B voor IR1 en IL2 niet zijn berekend en in figuur 1C en 1D voor IL4 en DL2 niet zijn berekend, omdat deze gemiddelden maar op twee TLD-waarden berustten).

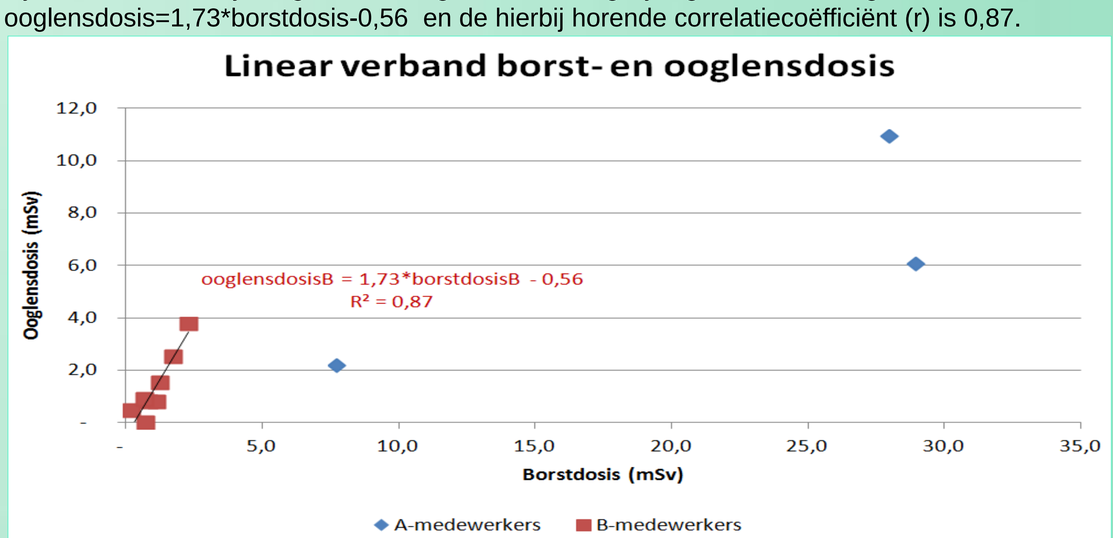
In onderstaande tabel is de informatie op basis van de genoteerde gegevens uit de meetlijst weergegeven.

Tabel 1: Informatie t.a.v. gebruik stralingsbeschermende maatregelen en gebruikte instellingen en posities.

Mede-werker	Aantal proce-dures	Loodscherm niet gebruikt (%)	Hand in bundel (%)	Gem. positie (cm)	Gem. doorlichttijd (minuten)	Gem. DOP (Gy·cm²)
IR1	20	55	5	32	11,96	65,37
IR2	8	16	0	31	11,76	106,36
IR3	11	10	22	41	15,39	78,15
DL1	21	95	33	50	0,57	5,07
DL2	16	0	75	50	1,08	11,36

IR = interventieradioloog. DL = doorlichtlaborant. AD = actieve dosimeter. Gem. = gemiddelde. Met de positie wordt de geschatte afstand van de medewerker tot het aangestraalde gebied van de patiënt bedoeld.

Omdat A-medewerkers (IR) en B-medewerkers (IL en DL) een andere positie t.o.v. de patiënt hebben en ook anders met het loodscherm werken, werden deze groepen niet tezamen bekeken. En omdat de groep A-medewerkers te klein is om een correlatie te bepalen, zijn de A-medewerkers buiten beschouwing gelaten. De correlatie tussen de geëxtrapoleerde borst- en ooglensdoses met bijbehorende trendlijn is getoond in figuur 2. De vergelijking die hieruit volgt voor B-medewerkers is ooglensdosis=1,73*borstdosis-0,56 en de hierbij horende correlatiecoëfficiënt (r) is 0,87.



Figuur 2: Correlatie tussen de borst- en ooglensdosis.

Discussie:

•Wanneer de resultaten van dit onderzoek vergeleken wordt met literatuur komt uit het onderzoek van Krim et al. (1) naar voren dat 30% van de IR de handdosislimiet overschrijden. In dit onderzoek bleek op basis van de geëxtrapoleerde doses 0% van de IR de handdosislimiet te overschrijden. In het onderzoek van Martin et al. (2) werd geconcludeerd dat 30% van de IR de ooglensdosis van 10 mSv overschrijden. In dit onderzoek bleek dat 33% van de IR de 10mSv overschrijden, wat vergelijkbaar is met het onderzoek van Martin et al. (2).

•De waarde van r gebaseerd op de B-medewerkers zijn geïnterpreteerd aan de hand van richtlijnen (11,12) om te bepalen of een lineair verband tussen de persoons- en ooglensdosis aanwezig is. Zowel de interpretatie van r (0,87) volgens Applied statistics for the behavioral sciences (11) duidt op een correlatie, aangezien de r>0,70, als de interpretatie van volgens Statistics (12), aangezien de r>0,602. Dit zou tevens betekenen dat de vergelijking toepasbaar zou zijn in de praktijk, zodat in de toekomst de ooglensdosis van B-medewerkers geschat zou kunnen worden op basis van de persoonsdosis, echter berust dit maar op acht data-waarden.

De validiteit en betrouwbaarheid van het onderzoek zijn hoog, omdat aan is getoond dat de gebruikte TLD's valide meten door het gebruik in sets van drie TLD's ook betrouwbaar zijn. Een kanttekening in dit onderzoek is dat de meetperiode slechts een moment-opname is geweest, welke niet geheel elke andere maand van het jaar representeert, aangezien niet alle procedures elke maan even frequent voorkomen en sprake is van een wisselend werkrooster.

•De gemeten hand- en ooglensdoses van de medewerkers zijn relevant voor MMC. Door deze resultaten heeft MMC inzicht in specifieke dosiswaarden van de medewerkers, met name de ooglensdosis is relevant, aangezien deze limiet vanaf 2018 wordt aangescherpt. De resultaten geven ook duidelijkheid dat extra beschermingsmaatregelen voor de handen en ooglenzen niet vereist zijn, maar het wel wenselijk is om de ooglens, gezien de redelijk hoge stralingsblootstelling en stralingsgevoeligheid van de ooglens, verder te beschermen (bijvoorbeeld door loodbrillen).

•Daarnaast geven de in de meetlijst genoteerde resultaten (zie tabel 1) de betrokken medewerkers inzicht in de handelingen tijdens de procedures, waaruit bijvoorbeeld blijkt dat IR3 gemiddeld langer doorlicht per procedure en DL2 maar gering gebruikt maakt van de loodafscherming. De radiologische medewerkers van MMC kunnen op basis van deze inzichten hun handelen aanpassen wanneer mogelijk om stralingshygiënischer te werk gaan.

•Verder kunnen op basis van dit onderzoek (door de gemiddelde dosis per procedure) bovengrenzen geschat worden, welke aangeeft hoeveel procedures elke medewerker mag doen zonder dat deze de limieten zal overschrijden. Hierbij is een veiligheidsmarge wenselijk, omdat de bovengrenzen berusten op schattingen.

Praktische aanbevelingen zijn loodbrillen beschikbaar stellen, bovengrenzen per medewerker opstellen (waarmee rekening gehouden kan worden bij het maken van het werknemersrooster) en voor de medewerkers hun eigen werkwijze analyseren en indien mogelijk aanpassen om stralingshygiënischer te kunnen werken (bijvoorbeeld meer gebruik maken van het loodscherm, wanneer naar voren kwam dat dit weinig werd gebruikt). Aanbevelingen voor een vervolgonderzoek zijn het lineaire verband voor A-medewerkers met meer deelnemers onderzoeken, zodat betrouwbare conclusies getrokken kunnen worden op een groot aantal data-waarden. Tevens zou ook voor de B-medewerkers een meer betrouwbare uitspraak kunnen volgen indien over meer maanden gemeten zou worden, zodat eventuele uitschieters minder invloed op het resultaat kunnen hebben. Ook zou het berekenen van lineaire verband en vergelijking op basis van meer datawaarden de validiteit ten goede doen, zodat de uitkomende vergelijking werkelijk toepasbaar kan zijn in de praktijk.

Referenties

1. de Ru VJ, Scheurleer JS, Welleweerd J. Radiobiologie en stralingsbescherming. 2006;
2. Martin CJ, Magee JS. Assessment of eye and body dose for interventional radiologists, cardiologists, and other interventional staff. J Radiol Prot. 2013;33(2):445–60.
3. Koukorava C, Carinou E, Simantirakis G, Vrachliotis TG, Archontakis E, Tierris C, et al. Doses to operators during interventional radiology procedures: Focus on eye lens and extremity dosimetry. Radiat Prot Dosimetry. 2011;144(1–4):482–6.
4. Ainsbury EA, Barnard S, Bright S, Dalke C, Jarrin M, Kunze S, et al. Ionizing radiation induced cataracts: Recent biological and mechanistic developments and perspectives for future research. Mutat Res - Rev Mutat Res [Internet]. 2016;770:238–61. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.mrrev.2016.07.010
5. Seals KF, Lee EW, Cagnon CH, Al-Hakim RA, Kee ST. Radiation-Induced Cataractogenesis: A Critical Literature Review for the Interventional Radiologist. Cardiovasc Intervent Radiol. 2016;39(2):151–60.
6. Barnard SGR, Ainsbury EA, Quinlan RA, Bouffler SD. Radiation protection of the eye lens in medical workers-basis and impact of the ICRP recommendations. Br J Radiol. 2016;89(1060).
7. Sandblom V. Evaluation of eye lens doses received by medical staff working in intervetional radilogy at sahlgrenska University Hospital. 2012;(January).
8. ICRP International Commission on Radiological Protection [Internet]. Publications - Annals of the ICRP and more. Available from: http://www.icrp.org/publications.asp
9. Ciraj-Bjelac O, Carinou E, Ferrari P, Gingaume M, Merce MS, O'Connor U. Occupational Exposure of the Eye Lens in Interventional Procedures: How to Assess and Manage Radiation Dose. J Am Coll Radiol [Internet]. 2016;13(11):1347–53. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jacr.2016.06.015
10. Carinou E, Ferrari P, Bjelac OC, Gingaume M, Merce MS, O'Connor U. Eye lens monitoring for interventional radiology personnel: dosemeters, calibration and practical aspects of H p (3) monitoring. A 2015 review. J Radiol Prot [Internet]. 2015;35(3):R17-34. Available from: http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0952-4746/35/3/R17
11. Hinkle D, Wiersma W. Applied Statistics for the Behavioral Sciences. 5e editie. Cengage Learning, Inc; 2003. 792 p.
12. Sullivan M. Statistics, Informed Decisions Using Data. Fourth edi. Boston: Pearson; 2013. 789 p.

Acknowledgement
Begeleider: dr. Ir. Monica van Dam-Breurken, Fontys Paramedische Hogeschool
Opdrachtgever: dr. ir. Carola van Pul,Máxima Medisch Centrum

Conclusie

De radiologische medewerker uit het MMC blijven voldoende onder de vastgestelde ooglensdosislimiet voor 2018 en ruim onder de handdosislimiet bij angioprocedures en doorlichtingsonderzoeken, waardoor extra stralingsbeschermingsmaatregelen geen vereiste zijn voor de medewerkers van MMC. Het is wel een advies om loodbrillen beschikbaar te stellen voor de medewerkers.

Een sterk positief lineair verband is bevonden tussen de persoons- en ooglensdosis van radiologisch laboranten. Dit impliceert dat het mogelijk is om op basis van de gemeten persoonsdosis (wat standaard per maand wordt gemonitord bij radiologische medewerkers) een schatting te geven van de ooglensdosis voor B-medewerkers, echter zou dit op basis van meer data-waarden onderzocht en vastgesteld moeten worden.