

Methodiek Bucky

De basis voor bepaling van nationale DRN's voor Bucky, Doorlichting en CT is de Europese richtlijn "Radiation protection No 185: European Guidelines on diagnostic reference levels for paediatric imaging" (PIDRL, European Commission, 2018).

In deze bijlage is beschreven we hoe de Bucky data is verzameld, voor welke protocollen (anatomische regio's en projecties/procedures) de DRN's zijn bepaald, welke leeftijdscategorieën van toepassing zijn en aan de hand van welke dosisgrootte de DRN's zijn vastgesteld. In de context van het bepalen van DRN's bedoelen we met "protocol" een enkele Bucky opname uit een radiologisch onderzoek dat uit een enkele opname of een serie van opnamen bestaat. Vervolgens wordt uitgelegd hoe de DRN's zijn bepaald met behulp van een model van de leeftijdsafhankelijkheid van de dosiswaarden (curvemethode).

Dataverzameling

Om de DRN's te kunnen bepalen is de volgende minimale set van parameters ten aanzien van uitgevoerde radiologische onderzoeken uitgevraagd aan de participerende ziekenhuizen (zie tabellen S1.1 en S1.2).

Tabel S1.1: Uitgevraagde variabelen

Voor bepaling DRN benodigde informatie	
Patiënt	Geboortedatum of leeftijd op onderzoeksdatum
	Onderzoeksdatum/tijd
Radiologische verrichting	Protocolnaam
Dosis	DOP (mGy x cm ²)

Tabel S1.2: Uitgevraagde protocollen

Anatomische regio	Projectie of procedure
Hoofd	AP/PA en LAT
Thorax	AP/PA
Abdomen	AP
Bekken	AP
Wervelkolkom	Cervicaal
	Thoracaal
	Lumbaal
	Volledig/Scoliose

Data is verzameld van opnamen die zijn gemaakt in de periode van 1-1-2017 tot 1-6-2021. Wanneer een ziekenhuis de beschikking had over een automatisch dosisregistratiesysteem is gevraagd alle in die periode opgeslagen data aan te leveren. Bij handmatige registratie werd verzocht data van de laatste tien onderzoeken per leeftijdsgroep aan te leveren (zie onderstaande tabel) teruggellend vanaf 1-6-2021. Voor protocollen waarvoor dit aantal niet werd gehaald, is verzocht om alle beschikbare data aan te leveren die in de bovengenoemde periode kon worden verzameld.

Data-cleaning

De methode van aanlevering van data verschilde per centrum. Voor elk individueel centrum is de data opgeschoond. Hierbij zijn de volgende standaarden in acht genomen:

- Per beeldvormend onderzoek is op basis van de aangeleverde gegevens bepaald onder welk protocol deze geschaard kon worden. Wanneer er onduidelijkheid bestond over het protocol, is de data geëxcludeerd.

- Bucky opname – Hoofd PA/AP – Als de richting PA of AP maar genoemd is, zijn de opnamen geïnccludeerd. Als AP of PA niet in de benaming voorkomt zijn de opnamen geëxcludeerd.
- Bucky opname – Hoofd Lat - Als de richting Lateraal maar genoemd is, zijn de opnamen geïnccludeerd. Als lateraal niet in de benaming voorkomt zijn de opnamen geëxcludeerd.
- Bucky opname Thorax PA/AP – Inclusie criteria thorax PA of thorax AP, thorax AP kind, bedthorax AP en thorax GGD. Thorax Lat, Thorax ribdetail, bedthorax lateral zijn geëxcludeerd
- Bucky opname – Abdomen: Geïnccludeerd zijn alle benamingen die AP of PA bevatten. Bevat de benaming lateraal, horizontale stralen, linker zijligging of BB, dan zijn de gegevens geëxcludeerd.
- Bucky opname – Bekken: Inclusie criteria moet bevatten Bekken AP of PA. Enkele opname. Heup links en rechts, Heupen, Lauenstein inlet en outlet zijn geëxcludeerd.
- Bucky opname – CWK PA/AP – Als de richting PA of AP maar genoemd is, zijn de opnamen geïnccludeerd. Als AP of PA niet in de benaming voorkomt zijn de opnamen geëxcludeerd.
- Bucky opname – CWK Lat - Als de richting Lateraal maar genoemd is, zijn de opnamen geïnccludeerd. Als lateraal niet in de benaming voorkomt zijn de opnamen geëxcludeerd. Tevens zijn de opnamen die “dens, Flexie en extensie, horizontale stralen, overgang” bevatten geëxcludeerd.
- Bucky opname – TWK PA/AP – Als de richting PA of AP maar genoemd is, zijn de opnamen geïnccludeerd. Als AP of PA niet in de benaming voorkomt zijn de opnamen geëxcludeerd.
- Bucky opname – TWK Lat - Als de richting Lateraal maar genoemd is, zijn de opnamen geïnccludeerd. Als lateraal niet in de benaming voorkomt zijn de opnamen geëxcludeerd. Tevens zijn de opnamen die, horizontale stralen en overgang” bevatten geëxcludeerd.
- Bucky opname – LWK PA/AP – Als de richting PA of AP maar genoemd is, zijn de opnamen geïnccludeerd. Als AP of PA niet in de benaming voorkomt zijn de opnamen geëxcludeerd.
- Bucky opname – LWK Lat - Als de richting Lateraal maar genoemd is, zijn de opnamen geïnccludeerd. Als lateraal niet in de benaming voorkomt zijn de opnamen geëxcludeerd. Tevens zijn de opnamen die “Flexie en extensie, horizontale stralen, overgang” bevatten geëxcludeerd.
- Bucky opname – Wervelkolom totaal PA/AP – Als de richting PA of AP maar genoemd is, zijn de opnamen geïnccludeerd. Als AP of PA niet in de benaming voorkomt zijn de opnamen geëxcludeerd.
- Bucky opname – Wervelkolom totaal Lat - Als de richting Lateraal maar genoemd is, zijn de opnamen geïnccludeerd. Als lateraal niet in de benaming voorkomt zijn de opnamen geëxcludeerd. Tevens zijn de opnamen die “bending en handbelichting” bevatten geëxcludeerd.
- Bij verschillende ziekenhuizen werden meerdere opnamen per beeldvormend onderzoek per patiënt aangeleverd. De opname met de hoogste DOP-waarde is meegenomen in de analyses.
- Beeldvormende onderzoeken waarbij geen leeftijd op de onderzoeksdatum, of DOP-waarde werd aangeleverd, of een DOP-waarde gelijk aan 0 mGy x cm² werd aangeleverd, zijn geëxcludeerd.
- Voor elk onderzoek werd de leeftijd in jaren op de onderzoeksdatum bepaald. Voor de analyses werden de leeftijdscategorieën uit tabel S1.3 aangehouden.
- De eenheden van de DOP waarden werden, indien niet zodanig aangeleverd, alle omgerekend naar mGy x cm².

Tabel S1.3: Leeftijdscategorieën

Leeftijdsgroepen voor protocollen
0 tot 1 maand
1 maand tot 4 jaar
4 tot 10 jaar
10 tot 14 jaar
14 tot 18 jaar

Bepaling DRN

Bij de “traditionele” methode voor het bepalen van de DRN’s wordt per ziekenhuis de mediaan bepaald van de relevante dosisparameter voor een bepaald protocol en leeftijdsgroep. Hierna wordt van de voor alle ziekenhuizen bepaalde medianen, het 75^e percentiel voor een bepaald protocol en leeftijdsgroep bepaald als DRN. Uitgangspunt daarbij is dat er per ziekenhuis minimaal tien dosiswaarden per protocol en leeftijdsgroep beschikbaar zijn. In de uitvraag bleek dat vaak niet het geval. Om voor alle protocollen dosishoogtes te kunnen genereren, die gebruikt kunnen worden voor DRN bepaling, is ervoor gekozen om een exponentieel model van dosishoogte versus leeftijd te fitten aan de beschikbare verzamelde dosishoogtes. De methode werkt als volgt:

1. Voor een bepaald protocol wordt voor elk ziekenhuis een quantiele regressie uitgevoerd, gebaseerd op een exponentiële curve, om de mediaancurve te bepalen van dosishoogte versus leeftijd. Om de fit met voldoende betrouwbaarheid te kunnen maken is een minimum van tien gesteld aan het aantal datapunten (leeftijd, dosis) en een verdeling van de datapunten over minimaal vijf leeftijdsjaren (en daarmee meerdere leeftijdscategorieën). Op basis van visuele inspectie door de werkgroep was hiermee voldoende leeftijdsbereik van de curves.
2. Per ziekenhuis worden op basis van de in de 1^e stap bepaalde curve 1800 datapunten gesampled.
3. Er wordt opnieuw een quantiele regressie uitgevoerd op de in de 2^e stap gegenereerde datapunten, om de 75^e percentielcurve te bepalen als DRN-curve. Bij deze regressie wordt een weging per centrum toegepast evenredig met het aantal in een standaardperiode aangeleverde onderzoeken voor het onderhavige protocol.

Om de vergelijking met Europese of andere internationale DRN’s mogelijk te maken zijn ook discrete DRN-waarden bepaald uit de 75^e percentiel exponentiële DRN-curves op basis van de DRN-waarde bij de mediane leeftijd binnen een leeftijdsinterval.

Alle statistische analyses zijn uitgevoerd in het softwarepakket R. (R, versie nr. 4.2.0). In R is de quantiele regressie geïmplementeerd op basis van het Barrodale and Roberts algorithm (Koenker, 1987; Koenker 1994).

Literatuurreferenties

European Commission. Radiation protection No 185: European Guidelines on diagnostic reference levels for paediatric imaging. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. Rapport. ISBN 978-92-79-89876-1 ISSN 2315-2826 doi:10.2833/486256 MJ-XA-18-002-EN-N. Beschikbaar via http://www.eurosafeimaging.org/wp/wp-content/uploads/2018/09/rp_185.pdf.

Koenker, R. W., & d'Orey, V. (1987). Algorithm AS 229: Computing regression quantiles. *Applied statistics*, 383-393.

Koenker, R., & d'Orey, V. (1994). Remark AS R92: A remark on algorithm AS 229: Computing dual regression quantiles and regression rank scores. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, 43(2), 410-414.