

## Methodiek CT

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 hoe de CT-data is verzameld, voor welke protocollen (anatomische regio's) de DRN's zijn bepaald, welke leeftijdscategorieën van toepassing zijn en aan de hand van welke dosisgrootte DRN's zijn vastgesteld. In de context van het bepalen van DRN's bedoelen we met "protocol" een enkele CT-scan uit een radiologisch onderzoek dat uit een enkele scan of een serie van scans 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 datum van onderzoek
	Onderzoeksdatum/tijd
Radiologische verrichting	Protocolnaam
Dosis	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)
	DLP (mGy x cm <sup>2</sup> )

**Tabel S1.2: Uitgevraagde protocollen**

Anatomische regio*
Hoofd
Nek
Thorax
Abdomen

\* Op basis van de aangeleverde informatie was het niet altijd mogelijk om verder onderscheid te maken in type CT-scan of procedure. Gedetailleerde informatie over de geïnccludeerde protocollen is op aanvraag beschikbaar.

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 verwijderd. Daarnaast werden ook topogrammen geëxcludeerd.
  - CT hoofd: Inclusiecriteria voor CT hoofd waren CT hersenen, CT schedel, CT cerebrum of CT hoofd. CT sinus, CT orbita, CT aangezicht, CT CWK, CT kaak, CT mastoid en

- dergelijke protocollen zijn geëxcludeerd. De DRN is verder gebaseerd op één onderzoek door het hoofd (dus als er meerdere onderzoeken werden uitgevoerd, bijvoorbeeld met en zonder contrast, is er één onderzoek geïncludeerd).
- CT CWK: Inclusiecriteria voor CT CWK waren alle protocollen met CWK of cervicale wervelkolom. Alle andere protocollen zijn geëxcludeerd.
  - CT thorax: Inclusiecriteria voor CT thorax waren CT thorax en CT thorax blanco, dus zonder toevoegingen. Bijvoorbeeld CTA thorax, CT thorax HR, CT thorax, CT thorax longembolie en dergelijke zijn geëxcludeerd.
  - CT abdomen: Inclusiecriteria voor CT abdomen waren CT abdomen, CT abdomen veneus en CT abdomen blanco. Exclusiecriteria waren CT abdomen arterieel, CT abdomen nieren, CT abdomen low dose, CT nieren en dergelijken. De DRN is verder gebaseerd op één onderzoek door het abdomen (dus als er meerdere onderzoeken werden uitgevoerd, bijvoorbeeld in meerdere fases is er één onderzoek geïncludeerd).
- Bij verschillende ziekenhuizen werden meerdere scans per beeldvormend onderzoek per patiënt aangeleverd. De CT-scan met de hoogste DLP-waarde is meegenomen in de analyses.
  - Beeldvormende onderzoeken waarbij geen leeftijd op de onderzoeksdatum of DLP werd aangeleverd, of een DLP gelijk aan 0 mGy\*cm 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.
  - Voor de analyses van de CTDI<sub>vol</sub> is uitgegaan van onderzoeken waarbij ook DLP-waarden aanwezig waren en daarnaast een CTDI<sub>vol</sub>-waarde groter dan 0 mGy was aangeleverd.
  - De eenheden van de DLP en CTDI<sub>vol</sub> waarden werden, indien niet zodanig aangeleverd, alle omgerekend naar respectievelijk mGy\*cm en mGy.

**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<sup>e</sup> percentiel voor een bepaald protocol en leeftijdsgroep bepaald als DRN. Uitgangspunt daarbij is dat er per ziekenhuis minimaal 10 dosiswaarden per protocol en leeftijdsgroep beschikbaar zijn. In de uitvraag bleek dat vaak niet het geval. Om voor alle protocollen dosisgrootheden te kunnen genereren, die gebruikt kunnen worden voor DRN bepaling, is ervoor gekozen om een exponentieel model van dosisgrootheid versus leeftijd te fitten aan de beschikbare verzamelde dosisgrootheden. 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 dosisgrootheid 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 leeftijdsinterval van minimaal vijf jaren (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<sup>e</sup> stap bepaalde curve 1800 datapunten gesampled.

3. Er wordt opnieuw een quantiele regressie uitgevoerd op de in de 2<sup>e</sup> stap gegenereerde datapunten, om de 75e 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<sup>e</sup> percentiel exponentiele 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](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.