

# Derde iteratie van de periodieke dosisstudies bij CT-onderzoek (november 2012 – oktober 2013)

## 1. Inleiding

Het besluit van het Federaal Agentschap voor nucleaire controle van 28 september 2011 betreffende patiëntendosimetrie (Belgisch Staatsblad van 11 oktober 2011) bepaalt de doelstellingen en preciseert de modaliteiten voor de patiëntendosimetrie in het kader van het gebruik van röntgenstralen voor medische doeleinden.

De frequentie van de periodieke studies is driejaarlijks voor eenvoudige onderzoeken bij kinderen en volwassenen, mammografieën en interventionele radiologie.  
Voor de CT-onderzoeken bij kinderen en volwassenen is de frequentie jaarlijks.

Dit besluit is in werking getreden op 17 oktober 2011.

## 2. Verloop van de derde iteratie

De derde iteratie van de periodieke studies voor de CT-onderzoeken bij kinderen en volwassenen is in november 2012 van start gegaan en moest oktober 2013 afgerond zijn.

Een herinnering bleek nodig in november 2013 om meer dan een vijftigtal centra aan te sporen om hun dosimetriegegevens in te dienen.

Deze situatie had zich ook reeds voorgedaan bij de tweede iteratie, waarbij in september 2012 een schrijven werd gericht aan de centra die te laat waren.

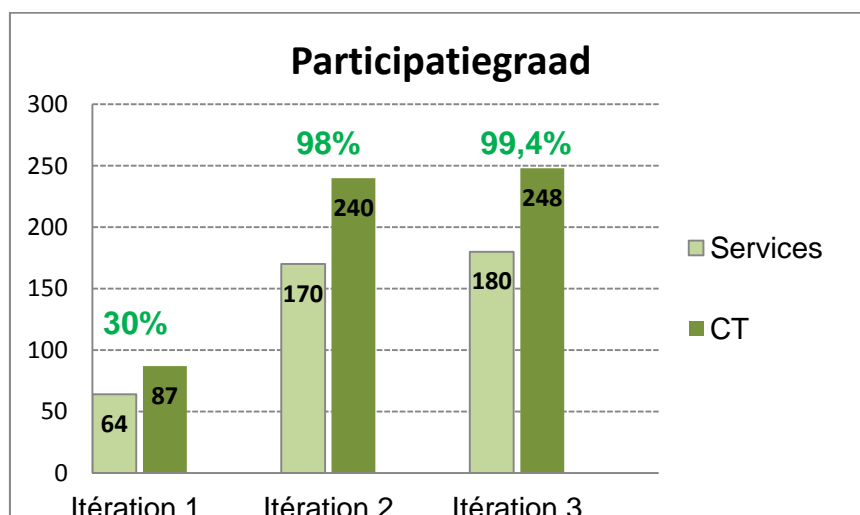
Voor deze 3<sup>e</sup> iteratie hebben de twee laatste radiologiecentra begin februari 2014 geantwoord.

## 3. Diensten opgenomen in de studie

Alle radiologiediensten uitgerust met een CT zijn verplicht om deel te nemen aan periodieke CT-studies voor zover ze regelmatig (gemiddeld >5 maal per maand) minstens een van de in voornoemd besluit van het FANC opgesomde onderzoeken uitvoeren.

Deze studie had betrekking op 180 radiologiecentra: 174 ziekenhuisdiensten of ermee gelijkgestelde diensten en 6 privé-radiologiepraktijken, in totaal 248 CT's.

De grafiek hieronder geeft de participatiegraad weer bij de 3 eerste iteraties.



Grafiek 1: Participatiegraad van de radiologiecentra bij de eerste drie iteraties

Aan de eerste periodieke CT-dosimetriestudie hadden 64 radiologiediensten deelgenomen, met een totaal van 87 CT's. Dit komt neer op iets meer dan 30% van de radiologiediensten uitgerust met een CT.

Na dit eerste, gematigde resultaat, bereikte de tweede iteratie een deelnamegraad van 98%, met 170 diensten en een totaal van 240 CT's.

Dit resultaat dient in verband te worden gebracht met het koninklijk besluit van 1 juli 2011 (B.S. 29.07.2011), gepubliceerd door het RIZIV, dat de terugbetaling van de radiografieprestaties verbindt aan de naleving van onze wetgeving en meer in het bijzonder aan de verplichtingen inzake patiëntendosimetrie (art. 51.2.2 ARBIS).

De participatiegraad voor deze derde iteratie van de dosimetriestudies bij de CT bedroeg 99,4%.

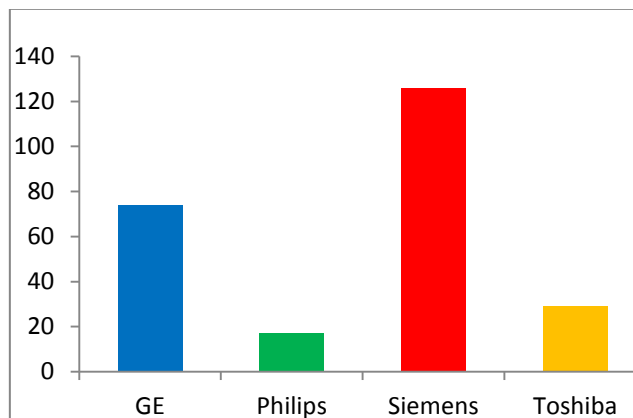
Hierbij wordt geen rekening gehouden met de CT's die verbonden zijn aan een radiologiedienst. De problematiek van de CT's van de hybride machines zal verder worden besproken.

#### 4. CT-park

In de gegevensregistratieformulieren m.b.t. de patiëntendoses (bijlage 5 van voornoemd besluit), wordt precieze informatie gevraagd over de CT-toestellen :

- merk (fabrikant);
- type;
- jaar van installatie;
- aantal slices (coupes);
- intensiteitsmodulatie (TCM);
- programma voor de iteratieve reconstructie.

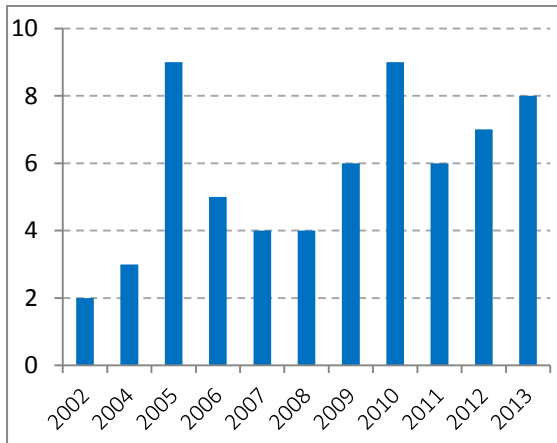
In grafiek 2 wordt de indeling weergegeven van de CT's per fabrikant, met respectievelijk 74 CT's GE (30.1%), 17 CT's Philips (6.9%), 126 CT's Siemens (51.2%) en 29 CT's Toshiba (11.8%).



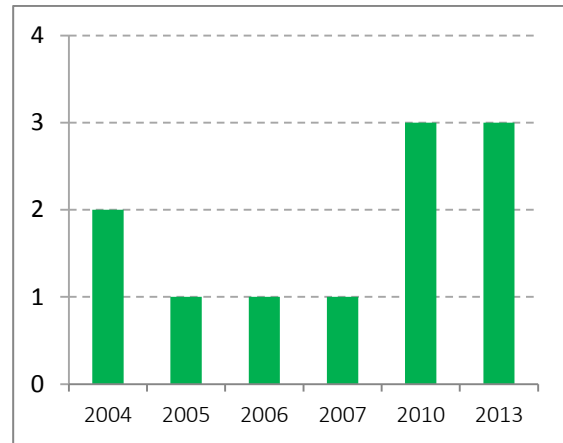
Grafiek 2: Indeling van de CT's per fabrikant

De datum van de installatie wordt vermeld voor 199 van de 248 CT's, wat neerkomt op 80%.

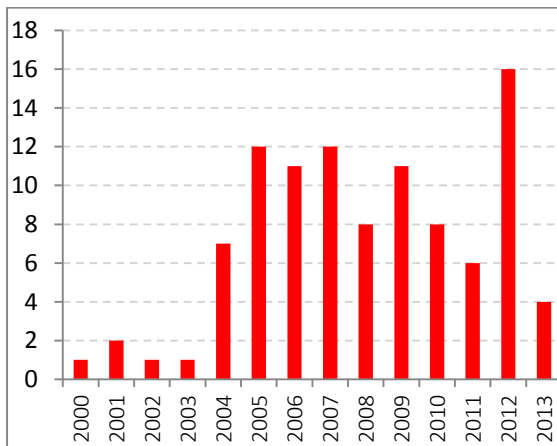
In de grafieken 3 tot 6 worden voor elk van de in België aanwezige fabrikanten de indeling weergegeven van deze 248 CT's per jaar van installatie.



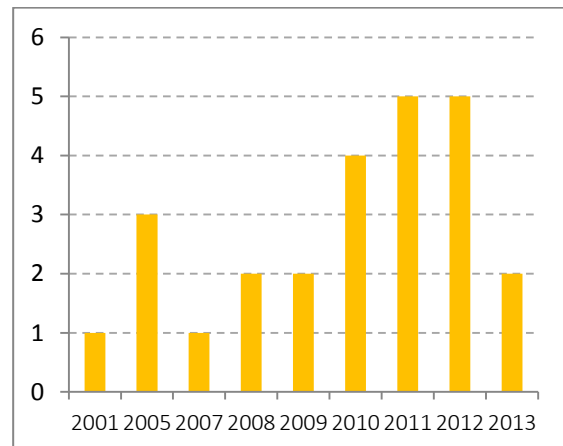
Grafiek 3: GE – 11



Grafiek 4: Philips - 11



Grafiek 5: Siemens – 100



Grafiek 6: Toshiba – 25

Op basis van de installatiedatum kan er worden vastgesteld dat sinds het einde van de eerste iteratie van de periodieke CT-studies (november 2009), er 86 CT's van de 199 werden vervangen, wat neerkomt op 43%.

Per fabrikant is de vernieuwingsgraad 48% voor GE, 55% voor Philips, 34% voor Siemens en 64% voor Toshiba.

Tot slot zijn in het kader van deze vernieuwing 25 CT's van de 86 uitgerust met een programma voor iteratieve reconstructie.

## 5. Gegevensanalyse

Ongeveer 50000 gegevens werden verzameld voor de 10 types van onderzoeken bij volwassenen en 2500 voor de types van onderzoeken bij kinderen ( $\leq 15$  jaar).

De moeilijkheid bij de tweede iteratie ligt bij het definiëren van een standaardonderzoek voor het beantwoorden aan de definitie van het DRN (diagnostisch referentieniveau). Zo is het, bijvoorbeeld, afhankelijk van het centrum of eenzelfde onderzoek een of meerdere acquisities kan bevatten. Bij meerdere acquisities zijn de inlichtingen m.b.t. de dosimetrische indicatoren  $CTDI_{vol}$  en DLP zeer variabel. Bepaalde centra tellen de  $CTDI_{vol}$  en/of de DLP samen, anderen maken een onderscheid tussen de  $CTDI_{vol}$  en/of het DLP van elke acquisitie, nog anderen tellen de  $CTDI_{vol}$  samen maar niet de DLP van verschillende sequenties.

Soms worden ook de topogrammen apart opgesomd of weergegeven bij de totale waarde van het onderzoek.

Hierdoor bevatten de gegevens onjuiste waarden die niet geverifieerd, noch gecorrigeerd kunnen worden gezien het grote aantal ontvangen bestanden.

## 6. Resultaten

### 6.1 Onderzoek bij volwassenen

In tabel 1 worden, per type onderzoek, het bereik, het gemiddelde en de mediaan van de  $CTDI_{vol}$ , evenals het 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentiel van de distributie van de  $CTDI_{vol}$  weergegeven.

Onderzoek	Aantal	$CTDI_{vol}$ (mGy)				
		Bereik	Gemiddelde	Mediaan	P25	P75
Abdomen	9779	0,84-261,50	11,5	8,9	6,59	13,00
Angio CT van de thorax	2607	1,48-566,20	24,4	10,77	6,30	19,53
Hart (CCTA)	1621	0,64-689,62	33,01	20,4	8,86	46,76
Colon	1279	0,9-57,60	6,53	4,69	3,60	8,70
Cervicale wervelkolom	5233	1,6-188,79	26,66	21,33	14,86	31,63
Lumbale wervelzuil	6344	2,9-237	27,3	23,3	17,50	31,20
Schedel (hersenen)	8055	2,2-263,43	48,8	46,4	37,81	57,11
Sinussen	4736	1,06-50,90	6,43	5,3	3,04	8,00
Thorax	6072	0,1-214,20	7,81	6,5	4,58	9,48
Thorax-abdomen	5593	0,13-1092,4	12,17	8,9	6,40	12,90

Tabel 1:  $CTDI_{vol}$  voor een onderzoek met maar 1 acquisitie

Er dient te worden gesignaleerd dat er niets werd gepreciseerd m.b.t. de  $CTDI_{vol}$  bij meerdere acquisities. Zo worden ook voor de  $CTDI_{vol}$ , enkel de enkelvoudige of unieke acquisities in aanmerking genomen.

Bij elke acquisitie vermeld in de tabel stemt een unieke waarde van de  $CTDI_{vol}$  overeen, hetzij de waarde van de  $CTDI_{vol}$  voor de enkelvoudige acquisitie, hetzij de waarde van de  $CTDI_{vol}$  die overeenstemt met elke sequentie bij meerdere acquisities.

Wanneer een CT-onderzoek moeilijk gestandaardiseerd kan worden vanuit het standpunt van het klinisch protocol, dan is de variatie van het DLP per type onderzoek tevens zeer groot. Dit is enerzijds te wijten aan het verschil in de acquisitieprotocollen (kV, mAs, pitch) en anderzijds aan de klinische praktijken (lengte van de acquisitie, contraststof, aantal acquisities).

Tabel 2 geeft, per type onderzoek, het bereik, het gemiddelde en de mediaan van het DLP m.b.t. de enkelvoudige onderzoeken die slechts één acquisitie omvatten en het 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentiel van de distributie van het DLP. De verhouding van het P75 tot het P25 laat toe om de dispersie van het DLP te schatten.

In het geval van een onderzoek met meerdere acquisities, wordt elke acquisitie beschouwd als een enkelvoudig onderzoek wanneer het DLP wordt vermeld, en dit zelfs wanneer de acquisities verschillend zijn.

Voor het thoraco-abdominaal onderzoek is het begrip enkelvoudig onderzoek verkeerd, want vele centra voeren een scan van de thorax uit, gevolgd door een scan van het abdomen. Hierdoor zitten er in de onderzoeksgegevens van het eenvoudig thoraco-abdominaal onderzoek vele thoraxonderzoeken en vele abdominale onderzoeken (waarden in het rood).

Onderzoek	Aant	DLP (mGy.cm)					P <sub>75</sub> /P <sub>25</sub>
		Range	Gemiddelde	Mediaan	P25	P75	
Abdomen	9383	2-3003	471	398	278	596	2,1
Angio CT van de thorax	2559	3-2327	306	258	158	418	2,6
Hart (CCTA)	1578	3-3838	427	245	123	612	5,0
Colon	1377	17-1302	323	247	181	408	2,3
Cervicale wervelkolom	5263	12-3401	432	352	227	527	2,3
Lumbale wervelzuil	6365	46-3814	574	470	339	676	2,0
Schedel (hersenen)	8072	26-2591	779	777	572	968	1,7
Sinussen	4776	1-698	87	70	42	110	2,6
Thorax	6126	2-865	260	232	160	333	2,1
<i>Thorax-abdomen</i>	<i>5484</i>	<i>2-3502</i>	<i>500</i>	<i>419</i>	<i>277</i>	<i>638</i>	2,3

Tabel 2: DLP voor een enkelvoudig onderzoek bij volwassenen

In tabel 3 wordt per type onderzoek, het bereik weergegeven, evenals het gemiddelde en de mediaan van het DLP van de volledige onderzoeken en het 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentiel van de distributie van het DLP, evenals de verhouding van het P75 tot het P25. De gemiddelde en maximale waarden van het aantal acquisities voor de volledige onderzoeken worden eveneens vermeld.

Gezien het volledig onderzoek één of meerdere acquisities bevat, wordt er rekening gehouden met het totale DLP van het onderzoek.

Onderzoek	aantal	DLP (mGy.cm)					P <sub>75</sub> /P <sub>25</sub>	Aantal acquisities	
		Bereik	Gemiddelde	Mediaan	P <sub>25</sub>	P <sub>75</sub>		gemiddelde	max
Abdomen	7836	26-11863	641	490	329	772	2,3	1,31	7
Angio CT van de thorax	2347	50-2327	353	298	192	458	2,4	1,08	3
Hart (CCTA)	1277	22,2-3838	560	378	192	792	4,1	1,28	4
Colon	1048	49-2284	490	408	297	593	2,0	1,6	4
Cervicale wervelkolom	5116	20-3767	449	361	234	541	2,3	1,03	4
Lumbale wervelzuil	6365	46-3814	574	470	339	676	2,0	1,0	2
Schedel (hersenen)	7558	58-4480	871	820	654	1019	1,6	1,1	5
Sinussen	4776	1-698	87	70	42	110	2,6	1,0	1
Thorax	6061	2-1615	263	233	163	338	2,1	1,0	5
Thorax-abdomen	3564	107-4028	861	738	522	1044	2,0	2,0	7

Tabel 3: DLP voor een volledig onderzoek bij volwassenen

Het gemiddeld aantal acquisities per type onderzoek varieert van 1 tot 2. De verhouding van het 75<sup>e</sup> percentiel tot het 25<sup>e</sup> percentiel van de distributie van het DLP varieert van 1,7 tot 5 voor een enkelvoudig onderzoek en van 1,6 tot 4,1 voor een volledig onderzoek.

Deze verhouding laat toe om de dispersie van de gegevens te karakteriseren.

Verschillende oorzaken verklaren deze dispersie:

- de morfologie van de patiënten;
- het aantal acquisities, dat kan variëren van patiënt tot patiënt voor eenzelfde soort onderzoek en eenzelfde radiologisch centrum;
- de karakteristieken van de scanner (leeftijd, intensiteitsmodulatie, iteratieve reconstructie,...);
- verschillende klinische protocollen, afhankelijk van de praktici van eenzelfde dienst.

De standaardisering van een CT-onderzoek is niet makkelijk. De acquisitieprotocollen hangen vaak af van de klinische indicatie; eenzelfde anatomisch gebied kan op verschillende manieren worden onderzocht.

In tabel 4 worden het P<sub>25</sub> en het P<sub>75</sub> van de distributie van het DLP voor enkelvoudige en volledige onderzoeken vergeleken, evenals, voor deze laatste, het gemiddelde en maximale aantal acquisities per onderzoek.

Voor de lumbale wervelzuil en de sinussen wordt het enkelvoudig onderzoek verward met het volledig onderzoek. Wanneer voor de lumbale wervelzuil het maximum aantal acquisities de eenheid overschrijdt dan heeft dit geen enkele invloed op de berekende waarden.

Voor 2 andere onderzoeken: de cervicale wervelkolom en de thorax, ligt het gemiddeld aantal acquisities in het geval van een volledig onderzoek dicht bij één, of is er zelfs gelijk aan, terwijl het maximum aantal acquisities per onderzoek varieert tussen 4 voor de cervicale wervelkolom en 5 voor de thorax. Voor deze twee onderzoeken kan er tevens worden opgemerkt dat de verhoudingen van het P<sub>75</sub> tot het P<sub>25</sub> van de distributie van het DLP voor de enkelvoudige onderzoeken redelijk vergelijkbaar zijn.

Onderzoek	Enkelvoudig onderzoek			Volledig onderzoek				
	DLP		P <sub>75</sub> /P <sub>25</sub>	DLP		P <sub>75</sub> /P <sub>25</sub>	aantal acquisities	
	25P	75P		P25	P75		gemiddelde	Max
Abdomen	278	596	2,1	329	772	2,3	1,31	7
Angio CT van de thorax	158	418	2,6	192	458	2,4	1,08	3
CT hart (CCTA)	123	612	5	192	792	4,1	1,28	4
Colon	181	408	2,3	297	593	2	1,6	4
Cervicale wervelkolom	227	527	2,3	234	541	2,3	1,03	4
Lumbale wervelzuil	339	676	2	339	676	2	1	2
Schedel (hersenen)	572	968	1,7	654	1019	1,6	1,1	5
Sinussen	42	110	2,6	42	110	2,6	1	1
Thorax	160	333	2,1	163	338	2,1	1	5
Thorax-abdomen	277	638	2,3	522	1044	2	2	7

Tabel 4: Vergelijking van het DLP voor een enkelvoudig onderzoek en een volledig onderzoek bij volwassenen

## 6.2 Onderzoeken bij kinderen

Slechts 4 van de 5 geselecteerde CT-onderzoeken bij kinderen werden in aanmerking genomen. Het aantal dosimetriegegevens voor het thoracaal-abdominaal onderzoek is niet toereikend.

Er dient te worden opgemerkt dat dit zelfde zich reeds voordeed bij de tweede iteratie.

De vraag rijst dus of dit soort onderzoeken bij kinderen moet worden behouden voor de patiëntdosisstudies.

In tabel 5 worden per type onderzoek het bereik, het gemiddelde en de mediaan van de CTDI<sub>vol</sub> weergegeven, evenals het 25<sup>e</sup> en het 75<sup>e</sup> percentiel van de distributie van de CTDI<sub>vol</sub>.

Onderzoek	Aantal	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)				
		Bereik	Gemiddelde	Mediaan	P25	P75
Abdomen	302	0,65-23,99	5,47	4,57	3,13	6,70
Schedel (hersenen)	1566	0,6-159,64	36,29	31,65	21,07	44,49
Sinussen	448	0,4-35,90	4,47	3,66	2,15	5,81
Thorax	185	0,09-432,0	7,73	2,29	1,30	3,59
Thorax-abdomen	24	-	-	-	-	-

Tabel 5: CTDI<sub>vol</sub> voor een onderzoek dat slecht één acquisitie bevat bij kinderen

Net als bij de volwassene stemt een waarde van de CTDI<sub>vol</sub> telkens overeen met één acquisitie voor het desbetreffende onderzoek.

In tabel 6 worden per type onderzoek het bereik, het gemiddelde en de mediaan, het 25<sup>e</sup> en het 75<sup>e</sup> percentiel en de verhouding van P75 tot P25 van de distributie van het DLP voor een enkelvoudig onderzoek weergegeven en tabel 7 geeft deze zelfde waarden voor een volledig onderzoek.

Onderzoek	Aantal	DLP (mGy.cm)					P <sub>75</sub> /P <sub>25</sub>
		Bereik	Gemiddelde	Mediaan	P25	P75	
Abdomen	301	2-802	220	175	175	299	1,7
Schedel (hersenen)	1547	3-1739	525	471	302	688	2,3
Sinussen	449	2-294	58	47	28	75	2,7
Thorax	185	2-421	85	52	33	123	3,7
Thorax-abdomen	28	-	-	-	-	-	-

Tabel 6: DLP voor een eenvoudig onderzoek bij kinderen

Onderzoek	Aantal	DLP (mGy.cm)					P <sub>75</sub> /P <sub>25</sub>	Aantal acquisities	
		Bereik	Gemiddelde	Mediaan	P25	P75		gemidd	max.
Abdomen	272	12-1787	249	194	118	321	2,7	1,19	5
Schedel (hersenen)	1427	14-2541	595	529	346	755	2,2	1,12	5
Sinus	449	2-294	58	47	28	75	2,7	1,00	1
Thorax	183	2-838	86	62	33	123	3,7	1,01	2
Thorax-abdomen	20	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 7: DLP voor een volledig onderzoek bij kinderen

Er dient te worden opgemerkt dat het CT-onderzoek van de sinussen slechts één enkele acquisitie bevat.

Een standaardmaat voor de pediatrie patiënten is niet geschikt omwille van het grote verschil in lichaamslengte tussen een pasgeborene en een adolescent van 15 jaar.

Een aanpak bestaat erin de kinderen te categoriseren per leeftijdsklasse.

Er zijn te weinig dosimetriegegevens voor de pediatrie onderzoeken, behalve voor het onderzoek van de schedel (hersenen) en in mindere mate van de sinussen.

De leeftijd wordt vermeld in 91,4% van de overzichten voor het onderzoek van de schedel en in 95,5% van de overzichten voor het onderzoek van de sinussen.

De waarden van het DLP voor de schedel (hersenen) en de sinussen per leeftijdscategorie worden vermeld in tabel 8 voor een eenvoudig onderzoek en deze van het DLP voor de schedel (hersenen) in tabel 9 voor een volledig onderzoek.

Onderzoek	Leeftijd	Aantal	DLP (mGy.cm)					P <sub>75</sub> /P <sub>25</sub>
			Bereik	Gemiddelde	Mediaan	P25	P75	
Schedel (hersenen)	< 1	115	14-1250	329	277	196	394	2,0
	1 - <5	444	6-1660	459	409	284	566	1,8
	5 - <10	505	3-1722	550	513	342	696	2,1
	10 - <15	375	6-1739	675	641	412	884	2,2
<b>Schedel (hersenen) - volwassenen</b>			<b>26-2591</b>	<b>779</b>	<b>777</b>	<b>572</b>	<b>968</b>	<b>1,7</b>
Sinussen	< 1	2	29-130	80	80	55	105	1,9
	1 - 5	35	7-246	51	26	16	49	3,1
	5 - 10	140	6-294	52	40	25	66	2,6
	10 - 15	253	2-274	62	51	32	78	2,4
<b>Sinussen – volwassenen</b>			<b>1-698</b>	<b>87</b>	<b>70</b>	<b>42</b>	<b>110</b>	<b>2,6</b>

Tabel 8: DLP voor een enkelvoudig onderzoek bij kinderen per leeftijdscategorie

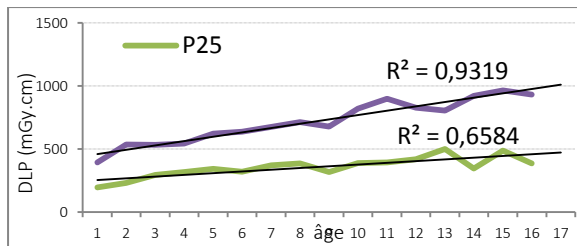


Onderzoek	Leeftijd	Aantal	DLP (mGy.cm)					P <sub>75</sub> /P <sub>25</sub>	Aantal acq.	
			Range	Gemiddelde	Mediaan	P25	P75		gemiddeld	max
Crâne (cerveau)	< 1	110	14-2265	371	298	221	417	1,9	1,12	3
	1 - <5	427	51-2251	511	438	320	608	1,9	1,13	3
	5 - <10	497	15-2541	593	545	380	732	1,9	1,10	3
	10 - <15	370	43-2483	770	708	509	991	2,0	1,15	4
Schedel (hersenen) - volwassenen			58-4480	871	820	654	1019	1,6	1,10	5

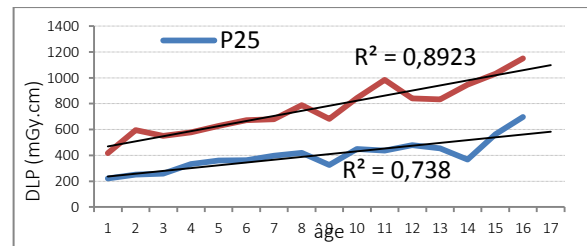
Tabel 9: DLP voor een volledig onderzoek bij kinderen per leeftijdscategorie

Voor deze onderzoeken nemen de waarden van het DLP toe met de leeftijd en benaderen ze het DLP voor volwassenen in termen van het P25 en het P75. Voor het onderzoek van de sinussen, is de statistiek beperkt, vooral voor de eerste leeftijdscategorie (minder dan een jaar) en in mindere mate voor de leeftijdscategorie van 1 tot 5 jaar.

Deze leeftijdsgebonden toename van het DLP, in termen van P25 en P75, wordt voor het eenvoudig onderzoek van de schedel (hersenen) in de grafieken hieronder weergegeven.



Grafiek 7: Leeftijdsgebonden variatie van het DLP (P25 en P75) voor het enkelvoudig onderzoek van de schedel



Grafiek 8: Leeftijdsgebonden variatie van het DLP (P25 en P75) voor het volledig onderzoek van de schedel

## 7. Bepaling van de diagnostische referentieniveaus

De diagnostische referentieniveaus (DRN) worden opgesteld vanuit het P75 van de distributie van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP voor de onderzoeken die slechts één enkele acquisitie omvatten. Het P25 is een waarde waarmee rekening wordt gehouden bij de optimalisatie, maar is afhankelijk van de technologie van de CT.

Gezien een CT-onderzoek vaak verschillende acquisities omvat, is het derhalve nuttig om een DRN op te stellen voor een volledig onderzoek.

Dit DRN wordt voor de volwassenen in tabel 10 en in tabel 11 voor kinderen vermeld.

Volwassenen	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)		DLP (mGy.cm)			
	Eenvoudig onderzoek		Eenvoudig onderzoek		Volledig onderzoek	
	P25	DRN (P75)	P25	DRN (P75)	P25	DRN (P75)
Onderzoek	P25	DRN (P75)	P25	DRN (P75)	P25	DRN (P75)
Abdomen	7	13	280	600	330	780
Angio CT van de thorax	6,5	20	160	420	190	460
Hart (CCTA)	9	47	125	620	190	800
Colon	4	9	180	410	300	600
Cervicale wervelkolom	15	32	230	530	240	540
Lumbale wervelzuil	17,5	32	340	680	340	680
Schedel (hersenen)	38	58	570	980	650	1020
Sinussen	3	8	40	110	40	110
Thorax	5	10	160	340	160	340
Thorax-abdomen	6,5	13	280	640	525	1050

Tabel 10: DRN in CTDI<sub>vol</sub> en DLP voor een CT-onderzoek bij volwassenen

Kinderen	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)		DLP (mGy.cm)			
	Eenvoudig onderzoek		Eenvoudig onderzoek		Volledig onderzoek	
	P25	DRN (P75)	P25	DRN (P75)	P25	DRN (P75)
Onderzoek	P25	DRN (P75)	P25	DRN (P75)	P25	DRN (P75)
Abdomen	3,2	6,7	175	300	120	320
Schedel (hersenen)	21,0	44,5	300	690	350	755
Sinussen	2,2	6,0	28	75	28	75
Thorax	1,3	3,6	33	125	33	125
Thorax-abdomen	-	-	-	-	-	-

Tabel 11: DRN in CTDI<sub>vol</sub> en DLP voor een CT-onderzoek bij kinderen

	Leeftijd	DLP (mGy.cm)			
		Eenvoudig onderzoek		Volledig onderzoek	
		P25	DRN (P75)	P25	DRN (P75)
Schedel (hersenen)	<1	200	400	225	420
	1-<5	285	570	320	610
	5-<10	345	700	380	735
	10-<15	415	885	510	995

Tabel 12: DRN in DLP voor het onderzoek van de schedel (hersenen) bij kinderen per leeftijdscategorie

## 8. Vergelijkende studie van de DRN bij volwassenen

### 8.1. Volwassenen

#### 8.1.1. CTDI<sub>vol</sub>

De eerste iteratie van de periodieke studies was gespreid over meer dan 3 jaar door de inertie inherent aan elke cultuurwijziging. Ze heeft het niet mogelijk gemaakt om een DRN te bepalen voor de CTDI, gezien in de eerste richtlijnen van 2006 naar de CTDI<sub>w</sub> werd gevraagd en de scanners vanaf 2003 de CTDI<sub>vol</sub> weergaven. De vermelding van de pitch die deze 2 parameters verbindt, werd niet gevraagd in de formulieren m.b.t. de dosimetriegegevens.

Voor de tweede en derde iteraties kon een DRN voor de CTDI<sub>vol</sub> wel worden bepaald. Dit DRN stemt overeen met één enkele acquisitie en dit voor elk type onderzoek.

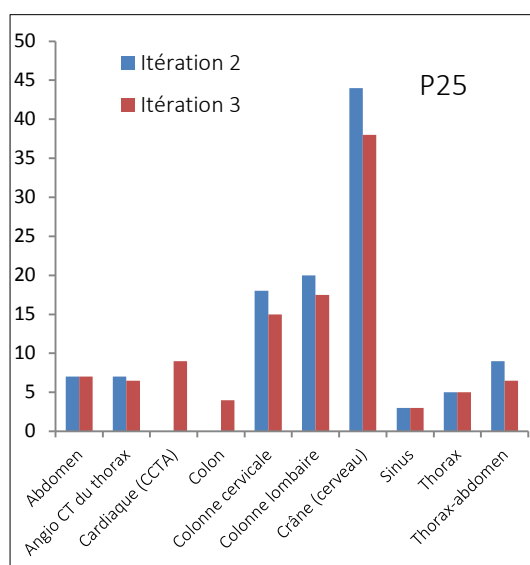
Onderzoek	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)			
	Iteratie 2		Iteratie 3	
	P25	DRN (P75)	P25	DRN (P75)
Abdomen	7	13	7	13
Angio CT van de thorax	7	26	6,5	20
Hart (CCTA)	(1)	(1)	9	47
Colon	(1)	(1)	4	9
Cervicale wervelkolom	18	38	15	32
Lumbale wervelzuil	20	36	17,5	32
Schedel (hersenen)	44	61	38	58
Sinussen	3	9	3	8
Thorax	5	11	5	10
Thorax-abdomen	9	20	6,5	13

<sup>(1)</sup> : Het onderzoek omvat verschillende reeksen, de CTDI<sub>vol</sub> is niet relevant en het DRN werd niet bepaald

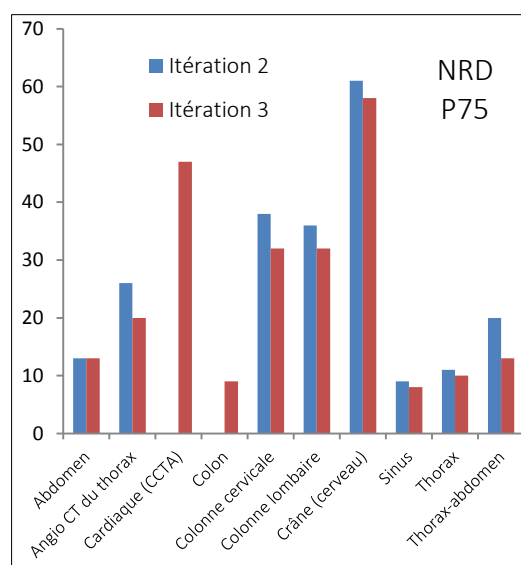
Tabel 12: Vergelijking van het DRN en P25 in CTDI<sub>vol</sub> tussen de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> iteratie

Tabel 12 toont een daling aan van het DRN en het P25, daar waar de vergelijking mogelijk is, uitgezonderd voor het onderzoek van het abdomen, waarbij de waarden ongewijzigd blijven en voor de onderzoeken van de thorax en de sinussen, waarbij enkel het DRN (P75) zeer licht daalt.

De grafieken 9 en 10 hieronder illustreren deze vergelijking van het DRN en het P25 voor de CTDI<sub>vol</sub>.



Grafiek 9: P25 in CTDI<sub>vol</sub> voor de iteraties 2 en 3



Grafiek 10: DRN in CTDI<sub>vol</sub> voor de iteraties 2 en 3

### 8.1.2. DLP

Voor het DLP werd enkel het enkelvoudig onderzoek (eenmalige acquisitie) in aanmerking genomen, net zoals bij de twee eerste iteraties. Tabel 13 geeft de vergelijking van het DRN en P25 voor de drie eerste iteraties.

Onderzoek	DLP (mGy.cm)												
	P25						DRN (P75)						
	Iter 1	Iter 2	Iter 2/Iter 1	Iter 3	Iter 3/Iter 2	Iter 1	Iter 2	Iter 2/Iter 1	Iter 3	Iter 3/Iter 2			
Abdomen	415	295	-120 -29%	280	-15 -5%	830	620	-210 -25%	600	-20 -3%			
Angio CT van de thorax		205		160	-45 -22%		480		420	-60 -13%			
Hart (CCTA)		255 <sup>(1)</sup>		125	-130 -51%		1025 <sup>(1)</sup>		620	-405 -40%			
Colon		260		180	-80 -31%		500		410	-90 -18%			
Cervicale wervelkolom		255		230	-25 -10%		630		530	-100 -16%			
Lumbale wervelzuil	475	365	-110 -23%	340	-25 -7%	870	750	-120 -14%	680	-70 -9%			
Schedel (hersenen)	740	605	-135 -18%	570	-35 -6%	1020	1010	-10 -1%	980	-30 -3%			
Sinussen	70	45	-25 -36%	40	-5 -11%	150	130	-20 -13%	110	-20 -15%			
Thorax	240	185	-55 -23%	160	-25 -14%	400	375	-25 -6%	340	-35 -9%			
Thorax-abdomen		530 <sup>(2)</sup>		280	-250 -47%		1015 <sup>(2)</sup>		640	-375 -37%			

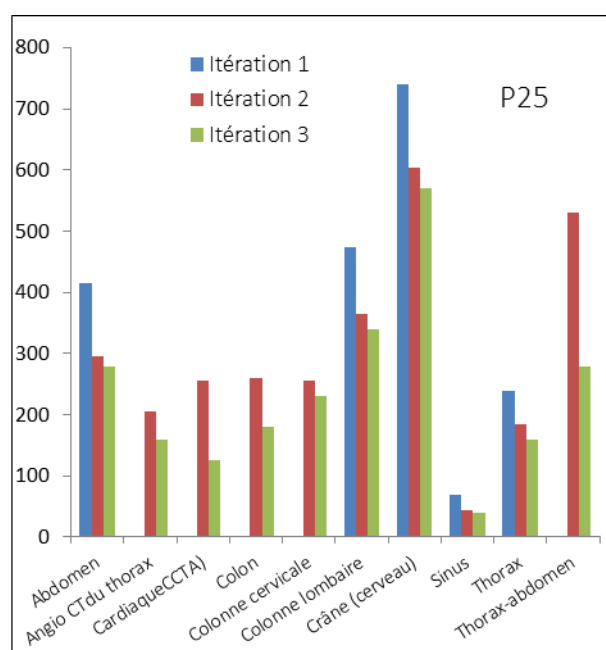
<sup>(1)</sup> : Het onderzoek omvat verschillende reeksen

<sup>(2)</sup> : Thorax en abdomen werden opgenomen als 1 acquisitie

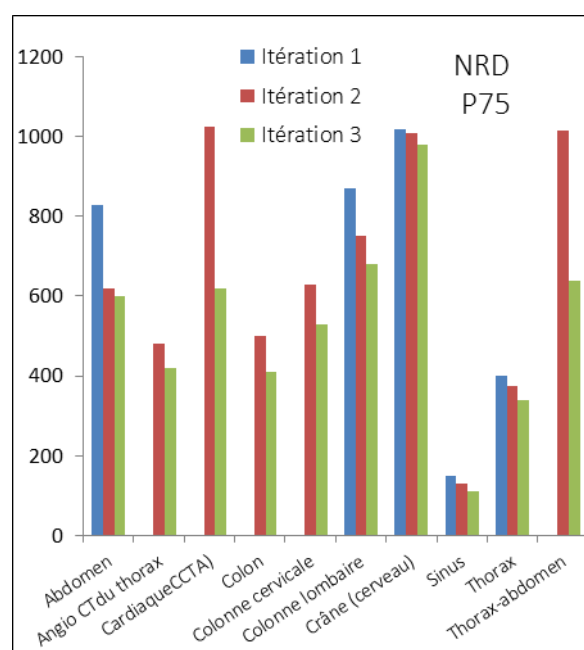
Tabel 13: Vergelijking van het DRN in DLP voor de drie eerste iteraties

Voor de eerste iteratie werden er slechts 5 onderzoeken gedefinieerd.

De tweede iteratie werd vergeleken met de eerste in termen van absoluut en procentueel verschil. De derde wordt op dezelfde manier met de tweede vergeleken. Telkens liggen het DRN (75) en het P25 lager. Deze waarden worden in de grafieken hieronder weergegeven.



Grafiek 11: P25 in DLP voor de 3 iteraties



Grafiek 12 : DRN (P75) in DLP voor de 3 iteraties

## 8.2. Kinderen

Opmerking: de DRN bepaald voor kinderen worden niet per leeftijdscategorie gecategoriseerd. Derhalve is er voorzichtigheid geboden m.b.t. het gebruik ervan. Ook hier wordt er rekening gehouden met één enkele acquisitie.

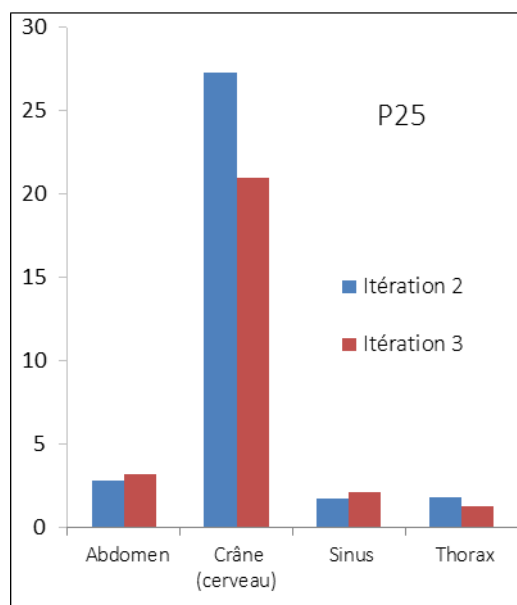
### 8.2.1. CTDI<sub>vol</sub>

Tabel 14 geeft de vergelijking weer van het DRN en het P25 in termen van CTDI<sub>vol</sub> voor de laatste twee iteraties, met voor de laatste iteratie de waarden per leeftijdsklasse voor het onderzoek van de schedel. Ter herinnering, bij de eerste iteratie werd er geen enkel DRN bepaald voor kinderen, gezien er onvoldoende gegevens waren.

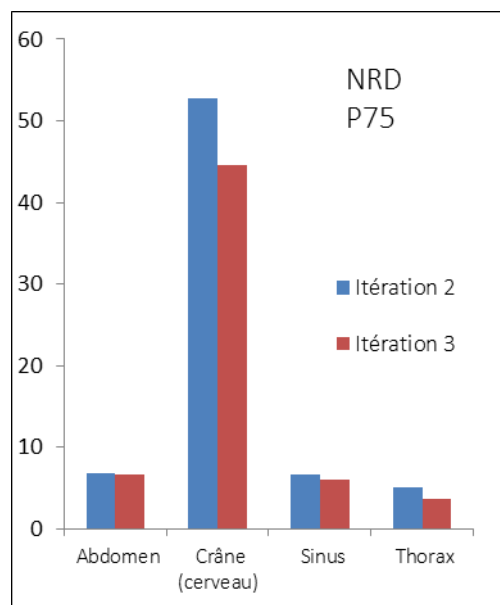
Onderzoek	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)			
	Iteratie 2		Iteratie 3	
	P25	NRD (P75)	P25	NRD (P75)
Abdomen	3	7	3	7
Schedel (hersenen)	27	53	21	45
Sinussen	2	7	2	6
Thorax	2	5	1	4
Thorax-abdomen	-	-	-	-

Tabel 14 : Vergelijking van DRN en P25 in CTDI<sub>vol</sub> voor de iteraties 2 en 3

Voor het thorax-abdomenonderzoek werd er geen DRN opgesteld doordat er gegevens ontbraken. Het P25 voor de onderzoeken van het abdomen en de sinussen liggen hoger bij deze iteratie, vergeleken met de tweede. Deze waarden worden in de grafieken hieronder weergegeven.



Grafiek 13 : P25 in CTDI<sub>vol</sub> voor de iteraties 2 en 3



Grafiek 14 : DRN (P75) in CTDI<sub>vol</sub> voor de iteraties 2 en 3

### 8.2.2. DLP

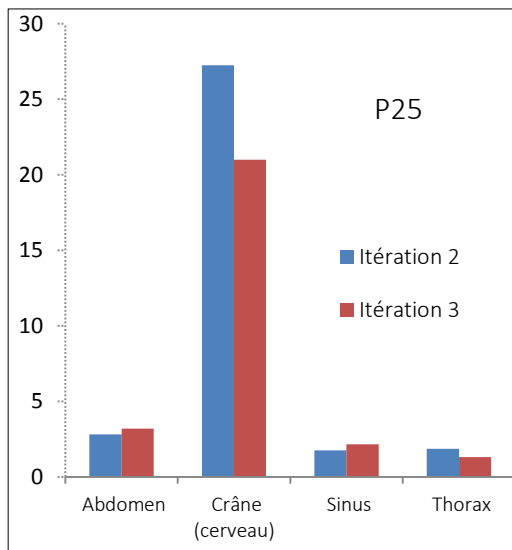
In tabel 15 wordt de vergelijking weergegeven van het DRN en P25 in termen van DLP voor de twee laatste iteraties.

Onderzoek	DLP (mGy.cm) – enkelvoudig onderzoek				Crâne	Iteratie 3	
	Iteratie2		Iteratie 3			P25	DRN (P75)
	P25	DRN (P75)	P25	DRN (P75)			
Abdomen	100	315	175	300	<1	200	400
Schedel (hersenen)	240	580	300	690	1-<5	285	570
Sinussen	20	80	28	75	5-<10	345	700
Thorax	40	130	33	125	10-<15	415	885
Thorax-abdomen	-	-	-	-			

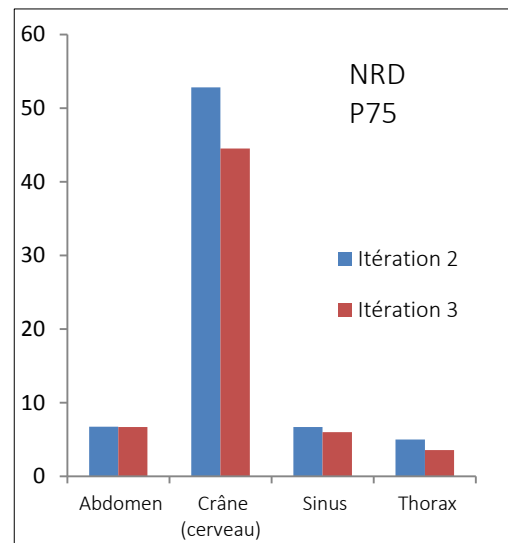
Tabel 15: Vergelijking van het DRN en P25 in DLP voor iteraties 2 en 3

Ok hier volstaan de gegevens m.b.t. het thorax-abdomen onderzoek niet om het DRN te kunnen opstellen.

Het P25 voor de onderzoeken van het abdomen, de schedel (hersenen) en de sinussen, zijn, net als het DRN (P75) voor het onderzoek van de schedel (hersenen) hoger bij deze derde iteratie. In grafieken 15 en 16 wordt deze vergelijking weergegeven.



Grafiek 15: P25 in DLP voor iteraties 2 en 3



Grafiek 16 : DRN (P75) in DLP voor de iteraties 2 en 3

De beperkte statistiek m.b.t. de pediatrie dosimetrische gegevens voor deze beide iteraties laat het niet toe om deze gegevens per leeftijdscategorie te categoriseren, uitgezonderd voor het onderzoek van de schedel (hersenen).

Hierdoor zijn de DRN die voor elke iteratie werden opgesteld, weinig representatief en is elke vergelijking weinig significant.

Bijgevolg is het van belang om voor elke pediatrie patiënt informatie te hebben over de parameters, zoals de leeftijd en het gewicht, waardoor ze kunnen worden gecategoriseerd. Om het geringe aantal gegevens te ondervangen, kan er misschien worden voorzien om de pediatrie gegevens over een langere periode dan drie maanden te verzamelen wanneer het minimumaantal van 20 patiënten niet werd bereikt.

## 9. Gedetailleerde analyse per type onderzoek bij volwassenen

Op de volgende pagina's wordt er voor elk type onderzoek bij volwassenen een gedetailleerde analyse weergegeven met de distributies van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP voor een enkelvoudig en een volledig onderzoek en een tabel met de opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP per geslacht.

### 9.1. Abdomen

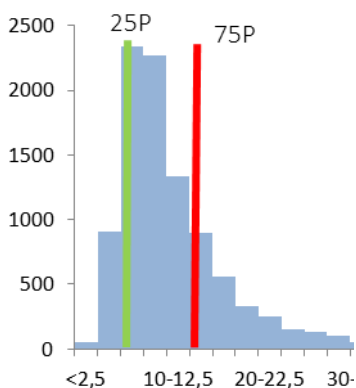


Fig 1 : CTDI<sub>vol</sub>

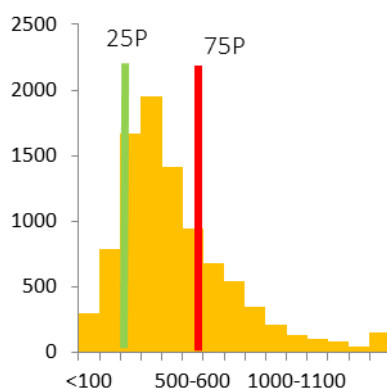


Fig 2 : DLP enkelvoudig onderzoek

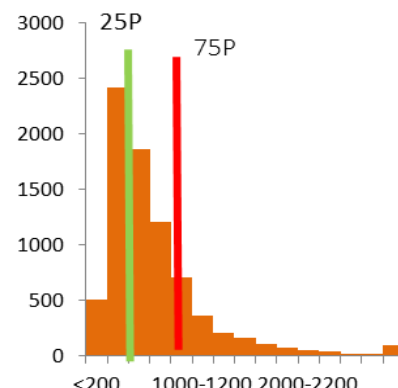


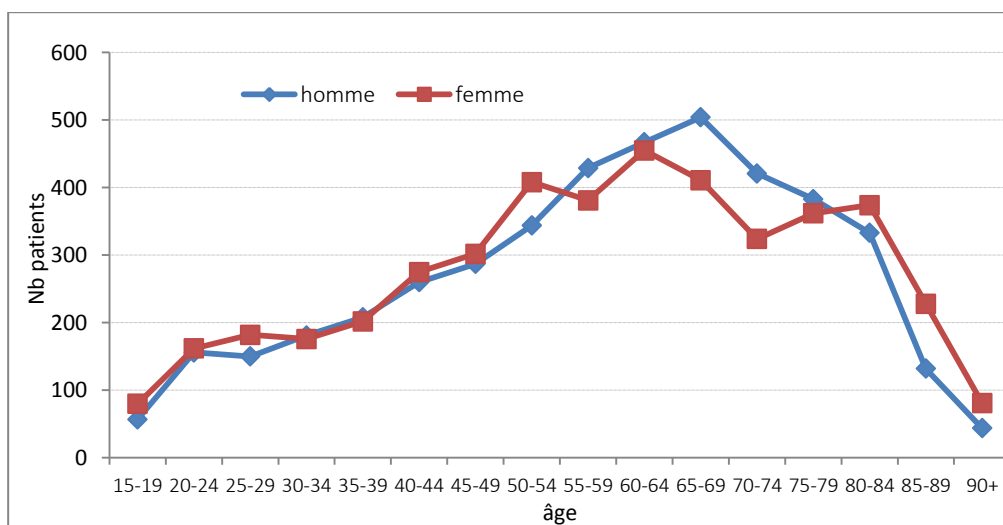
Fig 3 : DLP volledig onderzoek

Er wordt voor 89% van de overzichten informatie verschaft over het geslacht, namelijk 49,2% voor de mannen en 50,8% voor de vrouwen. De waarden per geslacht worden vergeleken met deze voor alle patiënten in de tabel hieronder.

	CTDI <sub>vol</sub>		DLP				
			Enkelvoudig onderzoek		Volledig onderzoek		
	Man	6,70	Man	287	Man	343	
<b>P25</b>	<b>6,59</b>		<b>278</b>		<b>329</b>		
		Vrouw	6,68	Vrouw	275	Vrouw	321
<b>P75</b>		Man	14,00	Man	626	Man	830
	<b>13,00</b>		<b>596</b>		<b>772</b>		
		Vrouw	13,30	Vrouw	575	Vrouw	736

Tabel 16 : Opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en DLP per geslacht

Op basis van de informatie omtrent de patiënten kan hun verdeling per leeftijdscategorie en geslacht in grafieken worden weergegeven.



Grafiek 17: Verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en geslacht voor het onderzoek van het abdomen

## 9.2. Angio CT van de thorax (ThTCA)

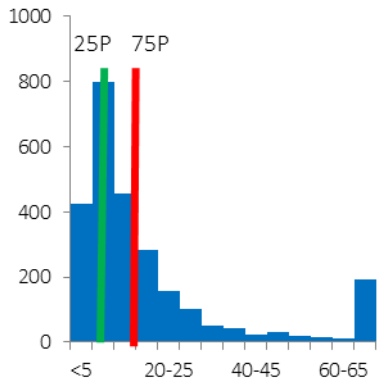


Fig 4: CTDI<sub>vol</sub>

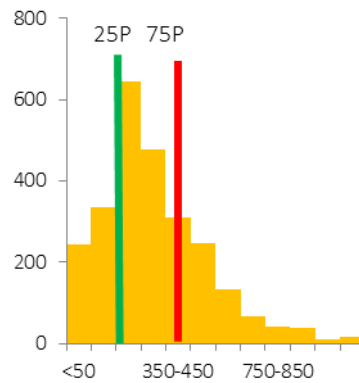


Fig 5 : DLP enkelvoudig onderzoek

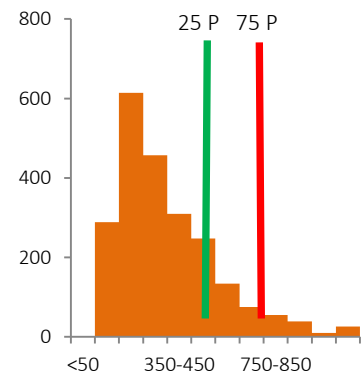


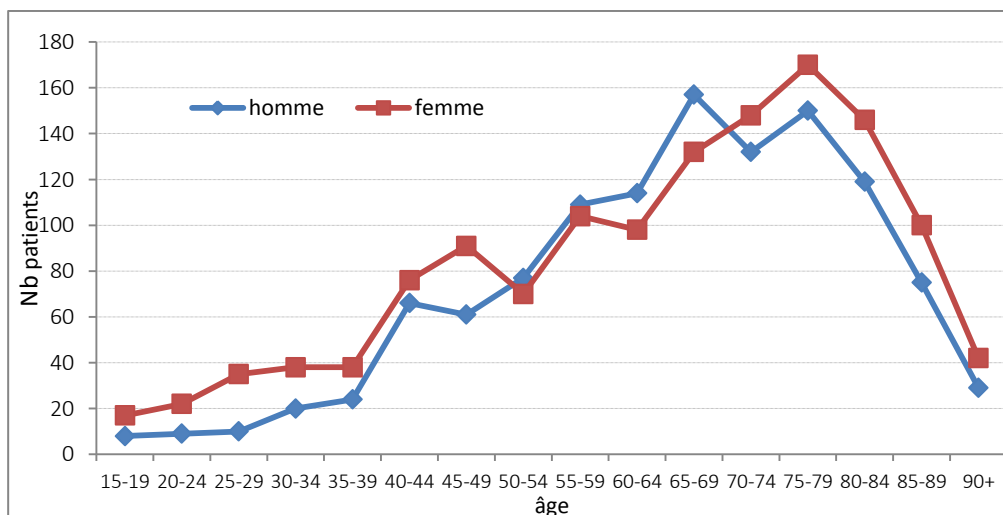
Fig 6 : DLP volledig onderzoek

In tabel 17 wordt de verdeling van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP op basis van het geslacht weergegeven. Dit wordt in 99.9% van de overzichten weergegeven, a rato van 45,6% voor de mannen en 54,4% voor de vrouwen.

	CTDI <sub>vol</sub>		DLP			
			Enkelvoudig onderzoek		Volledig onderzoek	
	Man	6,5	Man	178	Man	209
<b>P25</b>	<b>6,3</b>		<b>158</b>		<b>192</b>	
	Vrouw	6,06	vrouw	145	vrouw	177
<b>P75</b>	Man	19,4	Man	451	Man	494
	<b>19,53</b>		<b>418</b>		<b>458</b>	
	vrouw	20,07	vrouw	384	vrouw	424

Tabel 17 : Opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en DLP per geslacht

In grafiek 18 wordt de verdeling weergegeven van de patiënten per leeftijdscategorie en per geslacht.



Grafiek 18: Verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en geslacht voor de angio CT van de thorax.



### 9.3. Hart (CCTA)

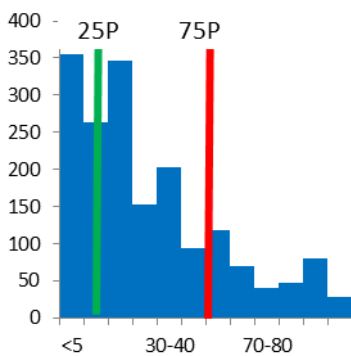


Fig 7 : CTDI<sub>vol</sub>

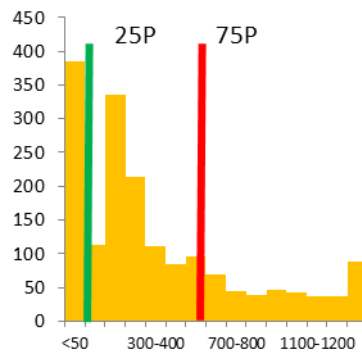


Fig 8 : DLP enkelvoudig onderzoek

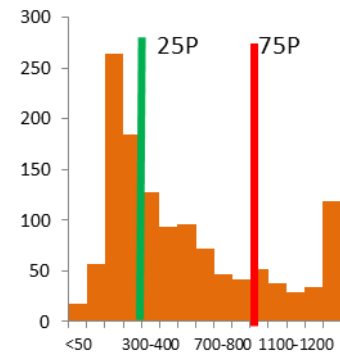


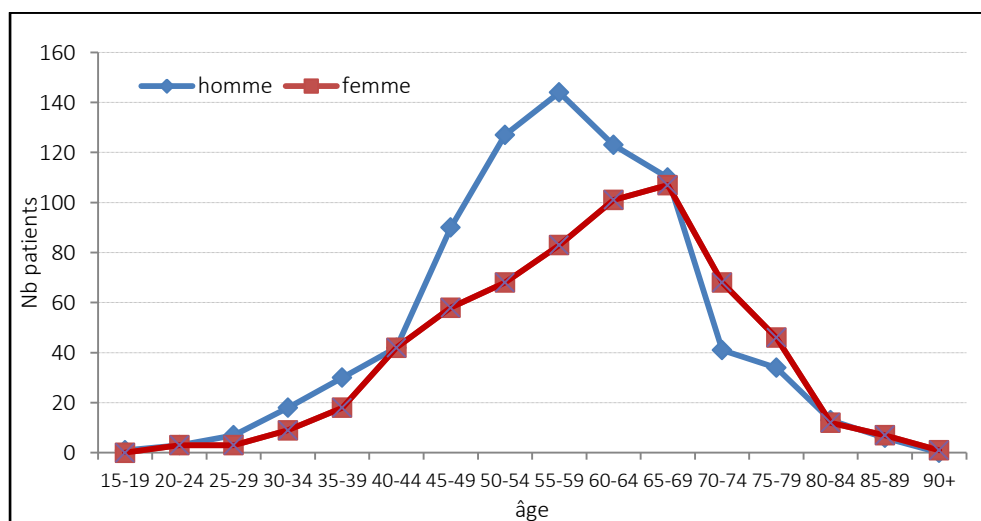
Fig 9 : DLP volledig onderzoek

De opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP per geslacht wordt weergegeven in tabel 18. Het geslacht wordt verstrekt in 95% van de onderzoeken, a rato van 56,7% mannen en 43,3% vrouwen.

	DLP								
	CTDI <sub>vol</sub>		Enkelvoudig onderzoek		Volledig onderzoek				
<b>P25</b>		Man	6,10		Man	53		Man	207
	<b>6,30</b>			<b>73</b>			<b>192</b>		
		Vrouw	6,20		Vrouw	71		Vrouw	207
<b>P75</b>		Man	45,24		Man	585		Man	863
	<b>43,06</b>			<b>585</b>			<b>792</b>		
		Vrouw	47,50		Vrouw	599		Vrouw	809

Tabel 18: Opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en DLP per geslacht

Grafiek 19 geeft de verdeling weer van de patiënten per leeftijdscategorie en per geslacht met een verschil in tempo van de twee curven. Het maximum voor de mannen situeert zich in de leeftijdscategorie van 55-59 jaar en in deze van 65-69 jaar voor de vrouwen. De vrouwen hebben een betere cardiovasculaire bescherming dankzij hun hormonen, een bescherming die verdwijnt met de menopauze. De mannen worden dus reeds op jongere leeftijd meer aan dit soort onderzoeken onderworpen.



Grafiek 19: Verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en geslacht voor het hartonderzoek.

### 9.4. Colon (virtuele colonoscopie in 3D)

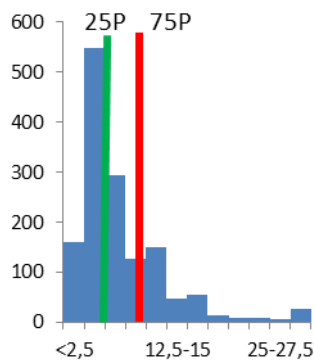


Fig 10 : CTDI<sub>vol</sub>

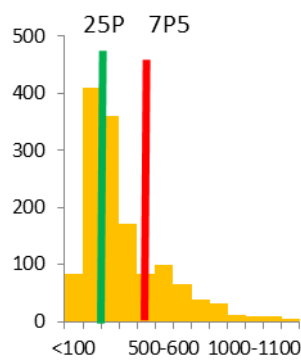


Fig 11 : DLP enkelvoudig onderzoek

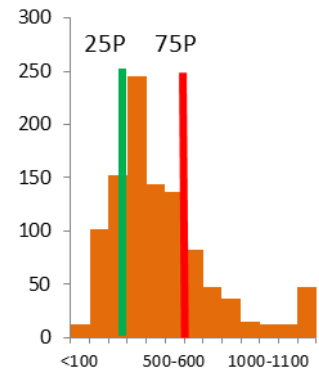


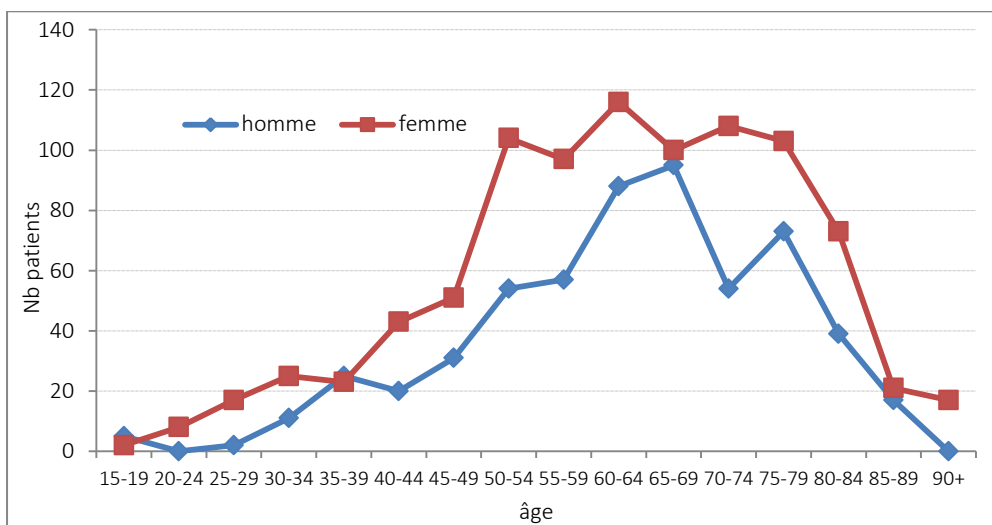
Fig 12 : DLP volledig onderzoek

De opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP per geslacht wordt weergegeven in tabel 19. Het geslacht wordt vermeld in 99,3% van de onderzoeken, en omvat 38,4% mannen en 61,6% vrouwen.

		DLP							
		CTDI <sub>vol</sub>		Enkelvoudig onderzoek		Volledig onderzoek			
<b>P25</b>		Man	3,60		Man	185		Man	304
	<b>3,60</b>			<b>181</b>		<b>297</b>			
		Vrouw	3,60		Vrouw	180		Vrouw	295
<b>P75</b>		Man	8,23		Man	403		Man	600
	<b>8,96</b>			<b>408</b>		<b>593</b>			
		Vrouw	9,39		Vrouw	421		Vrouw	580

Tabel 19: opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en de DLP per geslacht

Grafiek 20 geeft de verdeling weer van de patiënten per leeftijdscategorie en per geslacht. De twee curven hebben grotendeels hetzelfde tempo met de rode curve (vrouwen) bovenaan en de blauwe curve (mannen) onderaan.



Grafiek 20: Verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en geslacht voor de virtuele colonoscopie in 3D

## 9.5. Cervicale wervelkolom

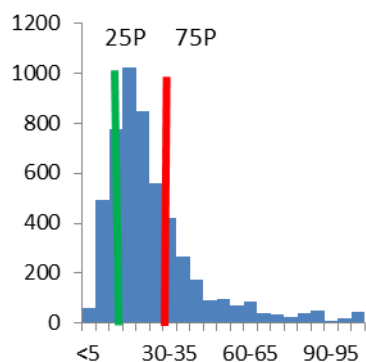


Fig 13: CTDI<sub>vol</sub>

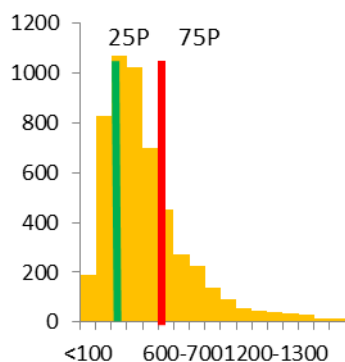


Fig 14: DLP enkelvoudig onderzoek

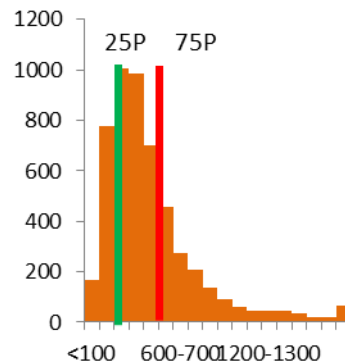


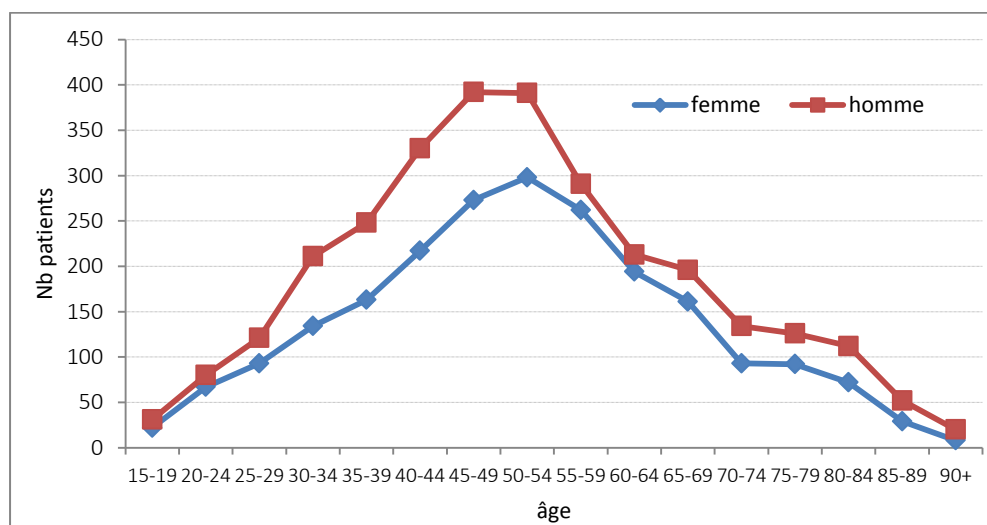
Fig 15: DLP volledig onderzoek

Tabel 20 geeft de indeling weer van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP per geslacht. Dit wordt verstrekt in 98% van de onderzoeken, a rato van 42,5% mannen en 57,5% vrouwen.

	CTDI <sub>vol</sub>	DLP			
		Enkelvoudig onderzoek		Volledig onderzoek	
		Man	Vrouw	Man	Vrouw
<b>25P</b>	14,86	16,30	227	235	268
		13,73		206	210
<b>75P</b>	31,64	33,90	527	541	600
		29,73		474	413

Tabel 20: Opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP per geslacht

Grafiek 21 geeft de verdeling weer van patiënten per leeftijdscategorie en geslacht.



Grafiek 21 : Verdeling van de patiënten per leeftijdsgroep en geslacht voor de cervicale wervelkolom

## 9.6. Lumbale wervelzuil

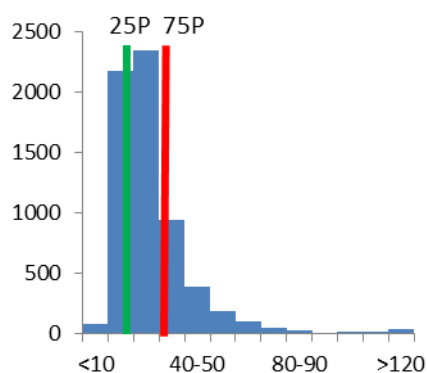


Fig 16 : CTDI<sub>vol</sub>

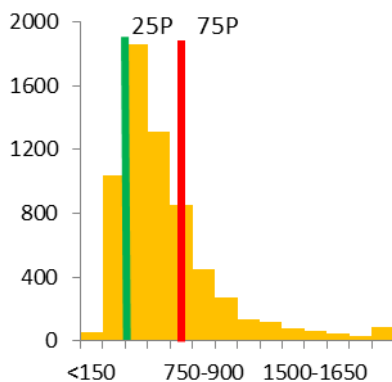


Fig 17 : DLP enkelvoudig onderzoek

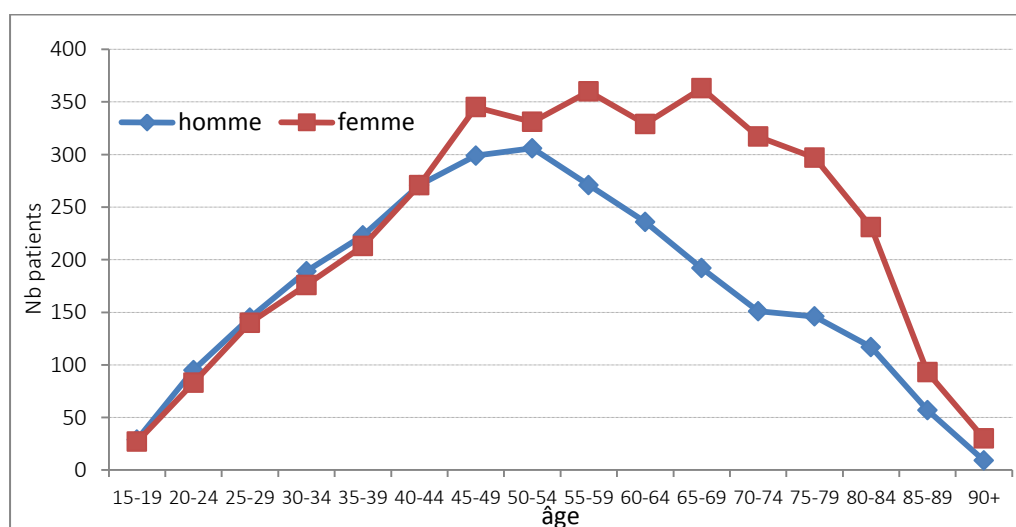
Het enkelvoudig onderzoek wordt verward met het volledig onderzoek.

De opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP per geslacht wordt weergegeven in tabel 21. Het geslacht wordt vermeld in 99,7% van de onderzoeken, a ratio van 43,1% mannen en 56,9% vrouwen.

	DLP								
	CTDI <sub>vol</sub>			Enkelvoudig onderzoek		Volledig onderzoek			
<b>P25</b>		Man	17,4		Man	344		Man	344
	<b>17,5</b>			<b>339</b>			<b>339</b>		
		Vrouw	17,6		Vrouw	331		Vrouw	331
<b>P75</b>		Man	31,7		Man	714		Man	714
	<b>31,2</b>			<b>678</b>			<b>678</b>		
		Vrouw	30,83		Vrouw	660		Vrouw	660

Tabel 21: Opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en de DLP per geslacht

Grafiek 22 geeft de opsplitsing van de patiënten per leeftijdscategorie en per geslacht, met een verschil in de twee curven. Voor de mannen situeert het maximum zich in de leeftijdscategorie 50-54, terwijl bij de vrouwen het maximum zich eerder situeert in de leeftijdscategorie van 45 tot 69.



Grafiek 22: Verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en geslacht voor het onderzoek van de lumbale wervelzuil

## 9.7. Schedel (hersenen)

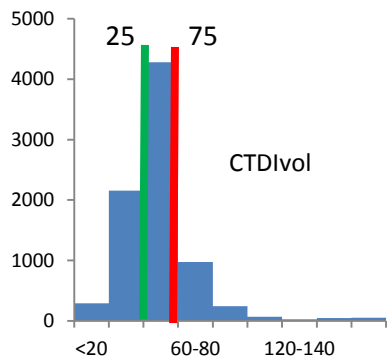


Fig 18 : CTDI<sub>vol</sub>

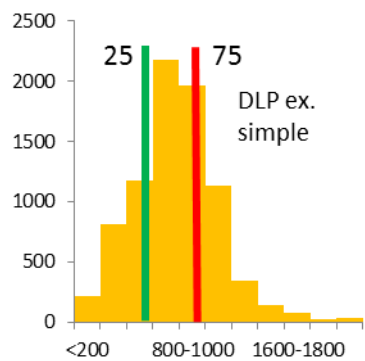


Fig 19 : DLP enkelvoudig onderzoek

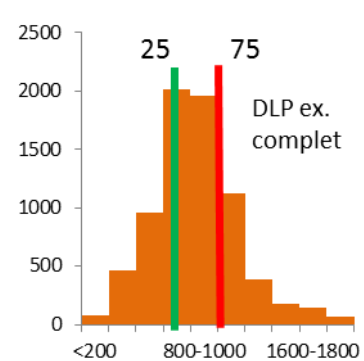


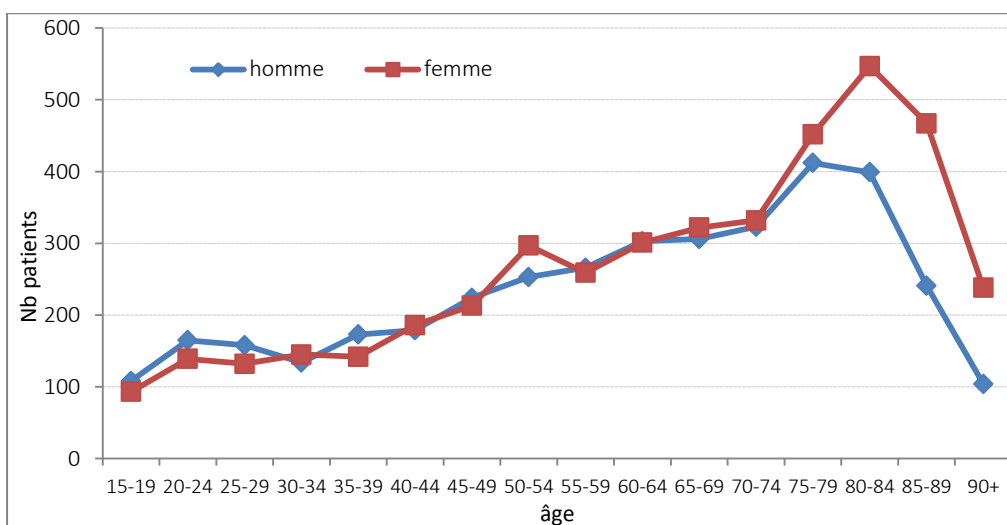
Fig 20 : DLP volledig onderzoek

De opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP per geslacht wordt weergegeven in tabel 22. Het geslacht wordt vermeld in 98,4% van de onderzoeken, a rato van 46,9% mannen en 53,1% vrouwen.

		DLP							
		CTDI <sub>vol</sub>		Enkelvoudig onderzoek		Volledig onderzoek			
<b>P25</b>		Man	38		Man	583		Man	688
	<b>37,93</b>			<b>572</b>			<b>654</b>		
		Vrouw	37,6		Vrouw	568		Vrouw	626
<b>P75</b>		Man	58,5		Man	1007		Man	1070
	<b>57,69</b>			<b>968</b>			<b>1019</b>		
		Vrouw	57,01		Vrouw	932		Vrouw	980

Tabel 22 : Opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP per geslacht

De verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en geslacht, geïllustreerd in grafiek 23, toont aan dat dit onderzoek hoofdzakelijk vanaf 70 jaar wordt uitgevoerd.



Grafiek 23: Verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en geslacht voor de schedel (hersenen)

## 9.8. Sinussen

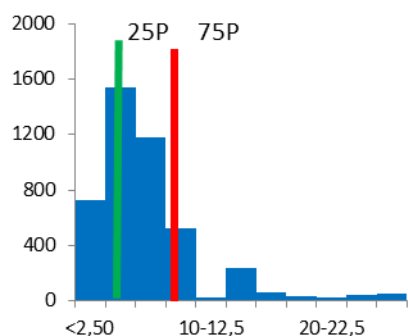


Fig 21 : CTDI<sub>vol</sub>

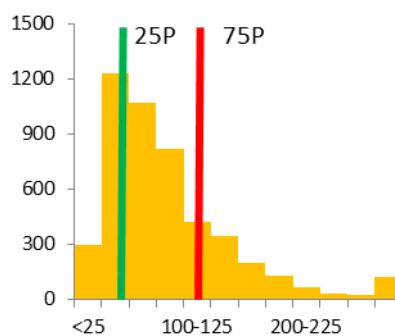


Fig 22 : DLP enkelvoudig onderzoek

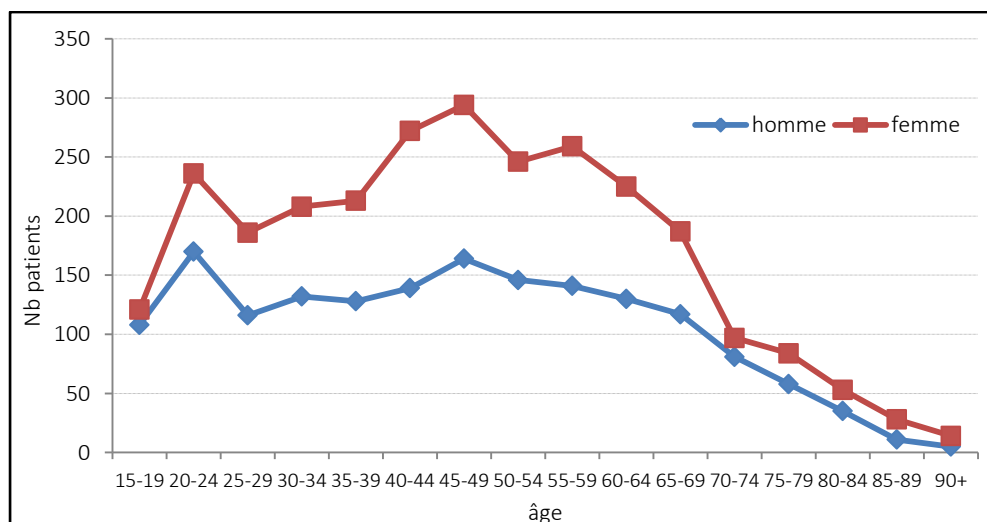
Het enkelvoudig onderzoek wordt verward met het volledig onderzoek.

De CTDI<sub>vol</sub> en het DLP worden vermeld in 99,9% van de overzichten. Hun opsplitsing wordt weergegeven in de volgende tabel, a ratio van 42,9% mannen en 57,1% vrouwen.

	DLP								
	CTDI <sub>vol</sub>			Eenvoudig onderzoek		Volledig onderzoek			
		Man			Man		Man		
<b>P25</b>			3,10			44		44	
	<b>3,04</b>			<b>42</b>			<b>42</b>		
		Vrouw	3,00		Vrouw	41		Vrouw	41
<b>P75</b>		Man	8,35		Man	118		Man	118
	<b>8,00</b>			<b>110</b>			<b>110</b>		
		Vrouw	7,95		Vrouw	104		Vrouw	104

Tabel 23: Opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP per geslacht

De verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en per geslacht wordt weergegeven in de grafiek hieronder.



Grafiek 24: Verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en geslacht voor de sinussen

## 9.9. Thorax

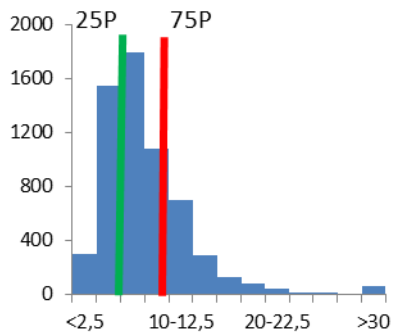


Fig 23 : CTDI<sub>vol</sub>

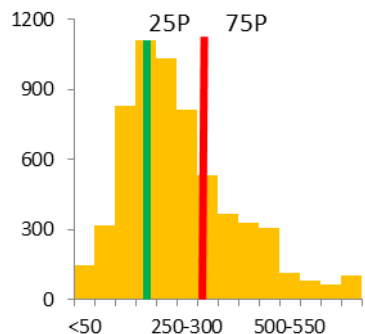


Fig 24 : DLP enkelvoudig onderzoek

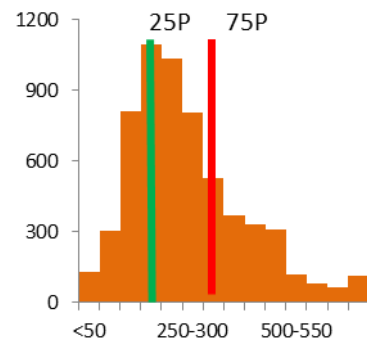


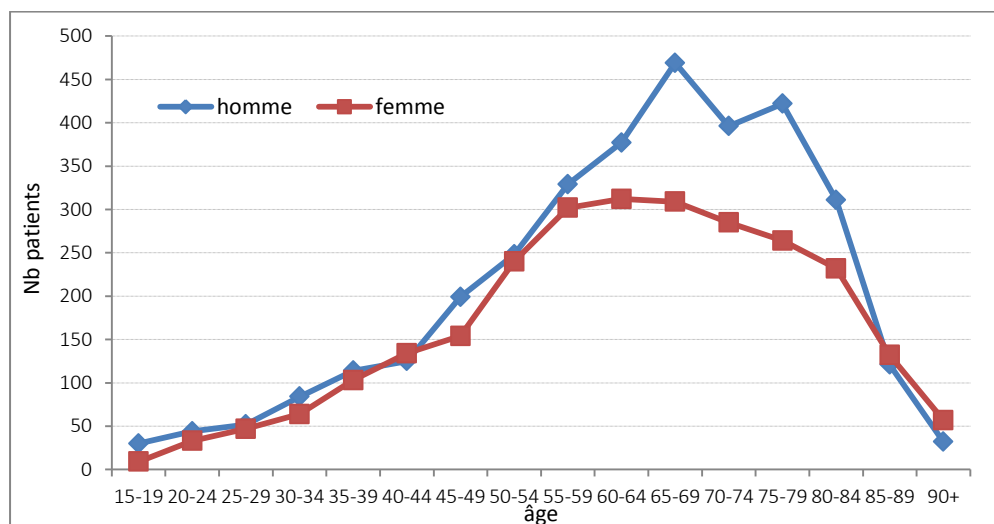
Fig 25 : DLP volledig onderzoek

De CTDI<sub>vol</sub> en het DLP worden vermeld in 98,6% van de onderzoeken (55,6% mannen en 44,4% vrouwen). Hun opsplitsing wordt weergegeven in tabel 24.

	DLP								
	CTDI <sub>vol</sub>			Enkelvoudig onderzoek		Volledig onderzoek			
		Man	4,80		Man	175		Man	167
<b>P25</b>	<b>4,58</b>			<b>160</b>			<b>163</b>		
		Vrouw	4,30		Vrouw	146		Vrouw	146
<b>P75</b>		Man	9,91		Man	363		Man	367
	<b>9,47</b>			<b>333</b>			<b>337</b>		
		Vrouw	8,95		Vrouw	294		Vrouw	297

Tabel 24: Opsplitsing van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP per geslacht

De verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en geslacht wordt weergegeven in grafiek 25.



Grafiek 25: Verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en geslacht voor de thorax

## 9.10. Thorax-abdomen

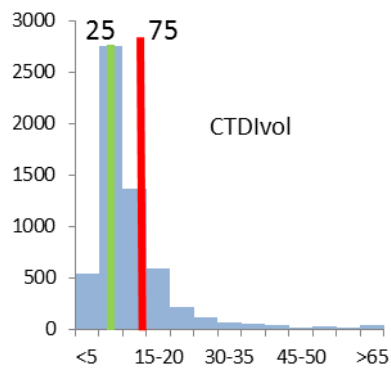


Fig 26 : CTDI<sub>vol</sub>

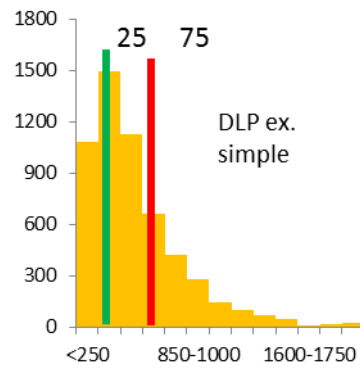


Fig 27 : DLP enkelvoudig onderzoek

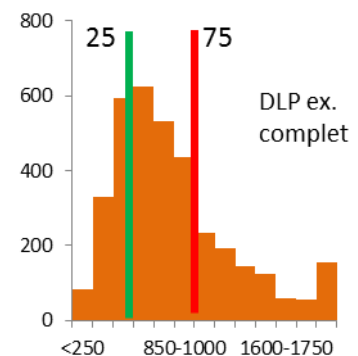


Fig 28 : DLP volledig onderzoek

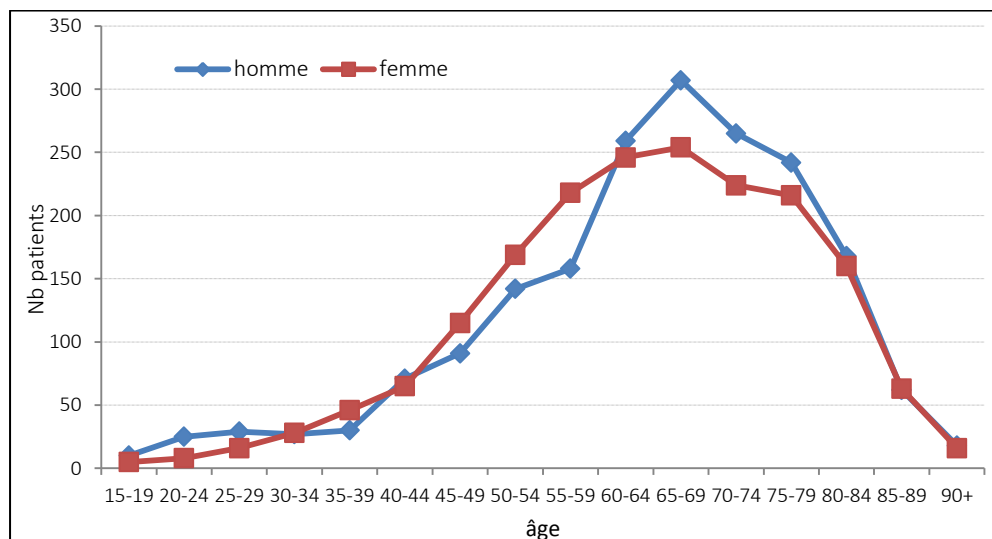
De CTDI<sub>vol</sub> en het DLP worden vermeld in 62,8% van de onderzoeken (respectievelijk 50,7% mannen en 49,3 % vrouwen). De opsplitsing per geslacht wordt weergegeven in tabel 25.

	DLP							
	CTDI <sub>vol</sub>			Enkelvoudig onderzoek		Volledig onderzoek		
		Man	7,00	Man	305*	Man	575	
<b>P25</b>	<b>6,50</b>			<b>277*</b>		<b>522</b>		
		Vrouw	6,10	Vrouw	240*	Vrouw	494	
<b>P75</b>		Man	15,96	Man	746*	Man	1171	
	<b>13,61</b>			<b>638*</b>		<b>1044</b>		
		Vrouw	14,07	Vrouw	633*	Vrouw	952	

\* thorax en abdomen apart

Tabel 25 : Opsplitsingdeling van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP per geslacht

In grafiek 26 wordt de verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en per geslacht weergegeven.



Grafiek 26: verdeling van de patiënten per leeftijdscategorie en geslacht voor thorax-abdomen



## 10. Vergelijking van de gegevens van de periodieke studies met deze van het RIZIV

In tabel 26 worden de gegevens vermeld die verstrekt werden door het RIZIV (Rijksinstituut voor ziekte- en invaliditeitsverzekering) m.b.t. de CT-scans (scanneronderzoek terugbetaald in 2012).

Onderzoek	Aantal CT-scans	RIZIV-codes	Onderzoeken opgelijst in FANC-besluit
Abdomen	459.336	459572-459583 458452-458463	Abdomen Colon
Schedel (hersenen)	501.808	458673-458684 459690-459701 459675-459686	Schedel (hersenen) Aangezichtsschedel CT/CBCT zonder contrast Sinussen Aangezichtsschedel CT met contrast Sinussen
Wervels	401.184	458835-458846 458850-458861	1 niveau 2 of meer niveaus cervicale, dorsale, lumbale wervelkolom
Thorax	258.391	459550-459561	Thorax + angio CT van de thorax
Thorax + Abdo	118.626	459616-459620	Thorax -abdomen
Nek	72.988	458813-458824	
Rotsbeen/Turks zadel	55.820	458732-458743	
Nek +Thorax + Abdo	31.243	459631-459642	
Gewrichten	55.408	458894-458905	
Hart	13.605	458570 -458581 458592-458603	Hart bij volwassene Hart bij kinderen
Nek + Thorax	8.758	459594-459605	
Ledematen	126.018	458872-458883	

Tabel 26 : RIZIV-gegevens en overeenstemming met de onderzoeken opgelijst in het FANC-besluit m.b.t. de patiëntendosismetrie (28 september 2011 – B.S. 11/10/2011).

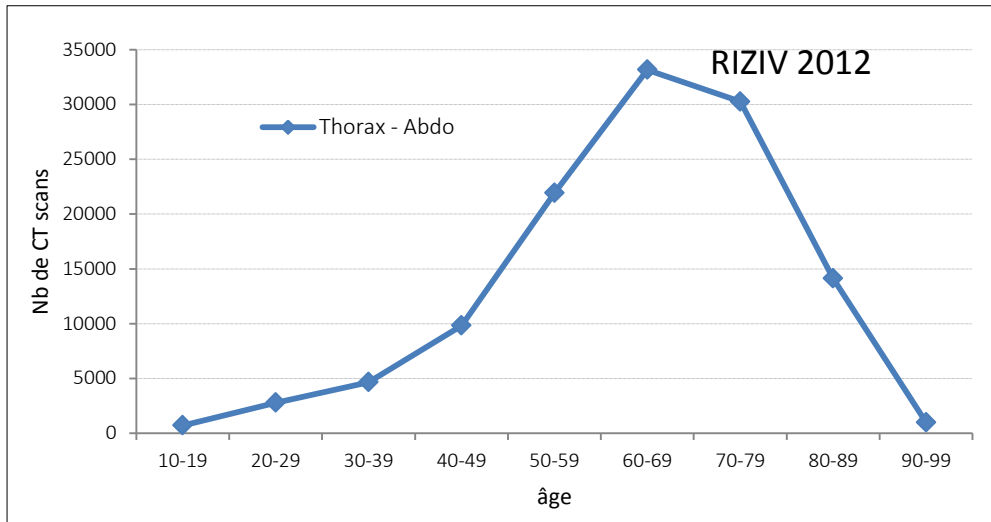
In de eerste kolom worden de onderzoeken weergegeven met één of meerdere RIZIV-codes waarvoor terugbetaling mogelijk is. In de tweede kolom het aantal uitgevoerde onderzoeken (die werden terugbetaald in 2012). In de laatste kolom worden de onderzoeken opgenomen die werden opgelijst in het FANC-besluit.

Enkel voor het thorax-abdomenonderzoek is er een afzonderlijke RIZIV-code en met uitzondering van het hart zijn er geen specifieke codes voor volwassenen en kinderen.

Gezien de RIZIV-gegevens per leeftijdscategorie worden verstrekt, kan de verdeling van deze gegevens worden vergeleken met deze die uit de periodieke dosisstudies werden verkregen. Het aantal gegevens per type onderzoek, dat tijdens de tweede iteratie werd ontvangen, is vergelijkbaar met dat van deze derde iteratie.

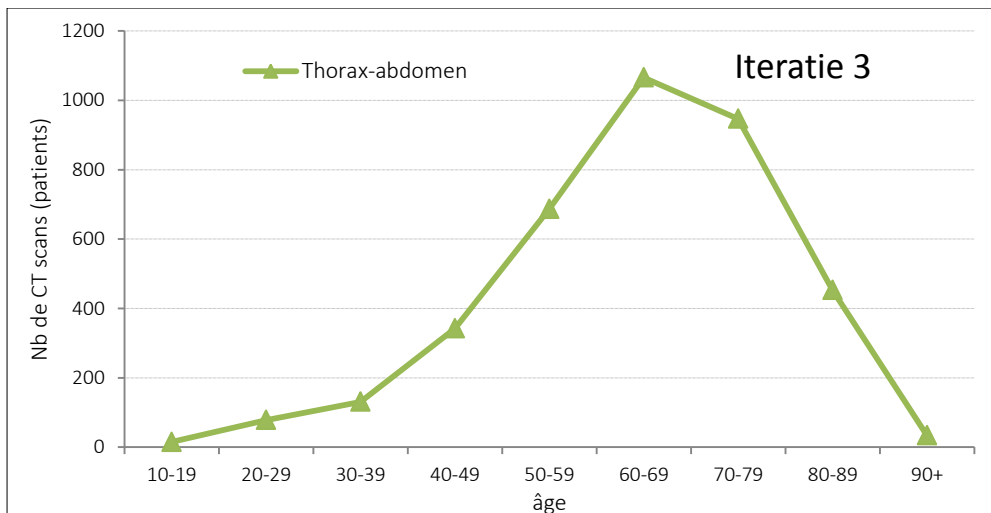
De eerste vergelijking heeft betrekking op het thorax-abdomenonderzoek.

De grafieken 27 en 28 zijn in grote lijnen vergelijkbaar. Hieruit kan worden besloten dat de aldus verkregen steekproef bij deze iteratie representatief is voor de nationale verdeling.



118.626  
(2012)

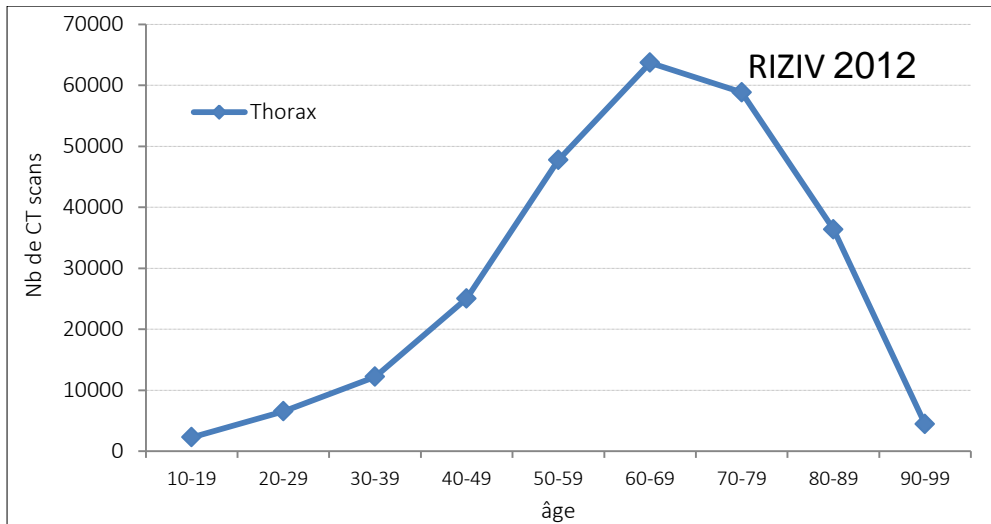
Grafiek 27: Verdeling van het thoracaal-abdominaal onderzoek per leeftijdscategorie – RIZIV-gegevens



5.973  
(2013)  
5.327  
(2012)

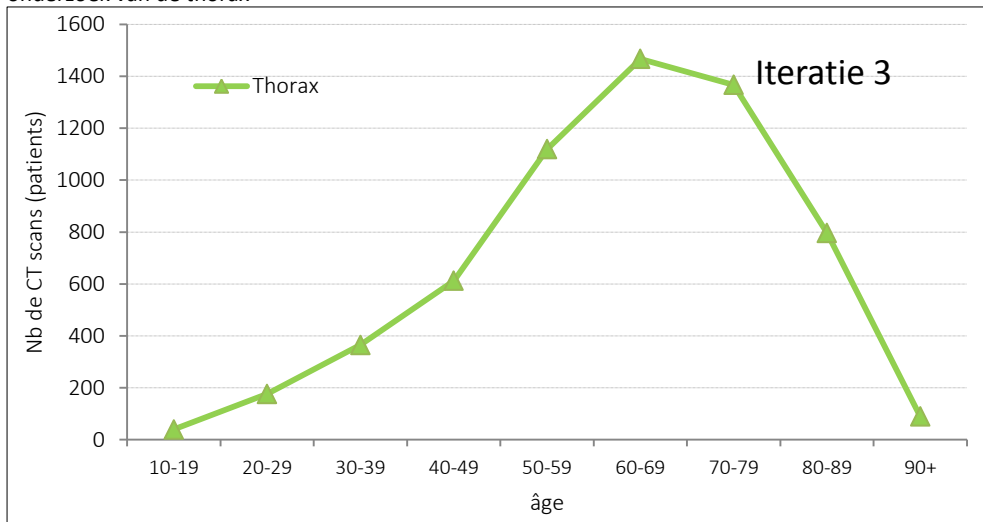
Grafiek 28: Verdeling van het thoracaal-abdominaal onderzoek per leeftijdscategorie – FANC-gegevens

Voor het onderzoek van de thorax kan uit de vergelijking van de grafieken 29 en 30 dezelfde conclusie worden getrokken, ook al bevatten de RIZIV-gegevens ook deze m.b.t. de angio CT van de thorax.



258.391\*  
 \*+angio CT van de  
 thorax  
 (2012)

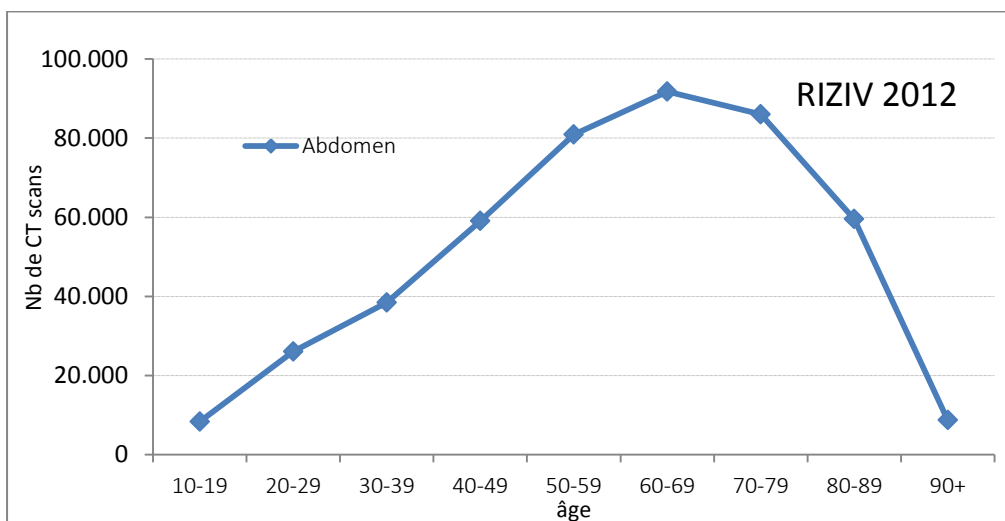
Grafiek 29: Verdeling van het thoraxonderzoek per leeftijdscategorie – RIZIV-gegevens met inbegrip van het angio CT-onderzoek van de thorax



6.148  
 (2013)  
 6.668  
 (2012)

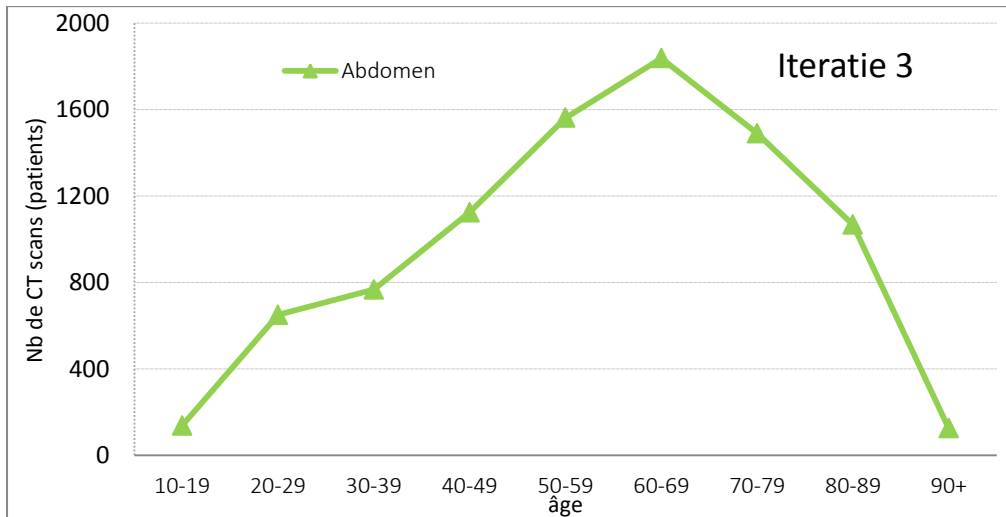
Grafiek 30: Verdeling van het onderzoek van de thorax per leeftijdscategorie– FANC-gegevens

De vergelijking van de distributiecurven voor het abdomen is dezelfde. In de RIZIV-gegevens is ook het colononderzoek opgenomen.



459.336\*  
 \*+colon  
 (2012)

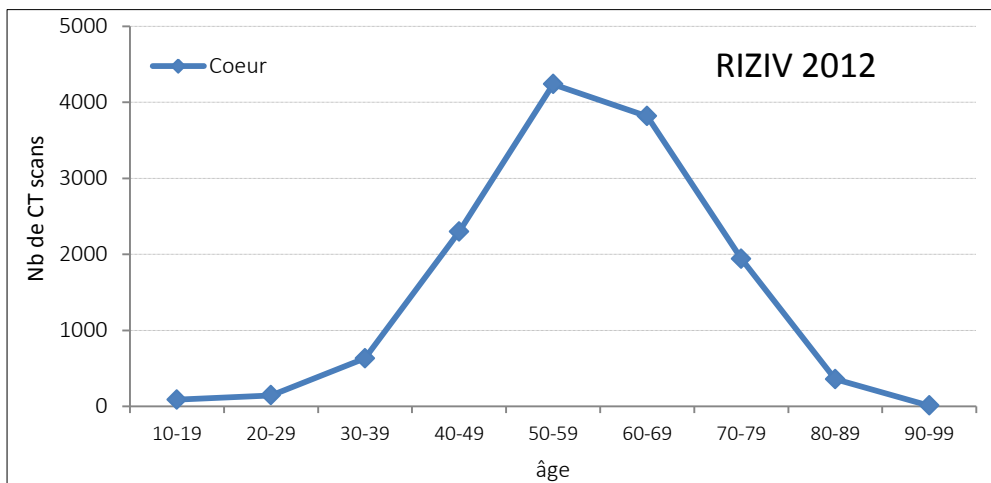
Grafiek 31: Verdeling van het onderzoek van het abdomen per leeftijdscategorie– RIZIV-gegevens



9.911  
(2013)  
9.526  
(2012)

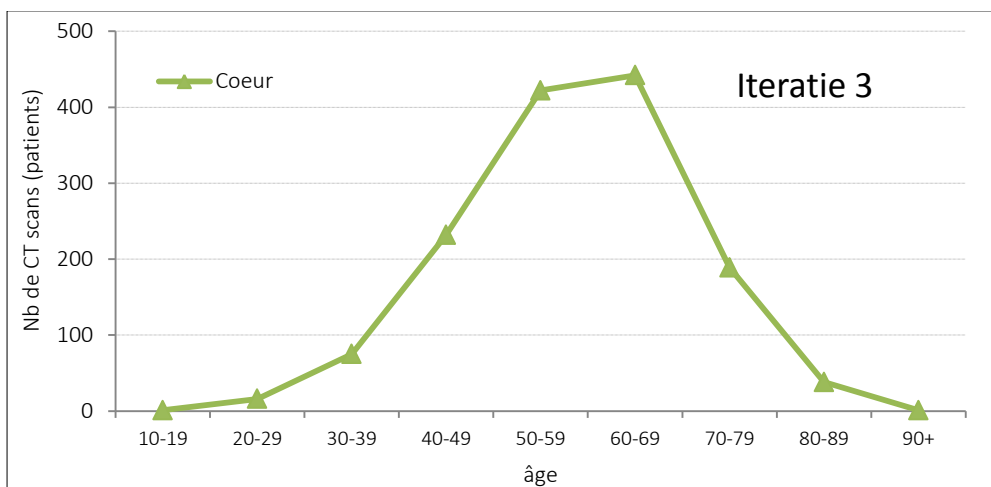
Grafiek 32: Verdeling van het onderzoek van het abdomen per leeftijdscategorie – FANC-gegevens met inbegrip van colononderzoek

De vergelijking van de grafieken 33 en 34 voor het hartonderzoek geven een verschil weer op het maximumniveau van de curves. De RIZIV-gegevens, waarbij geen informatie wordt verstrekt over het geslacht van de patiënten, laten niet toe om dit verschil te verklaren.



13.605\*  
\* + kinderen  
(2012)

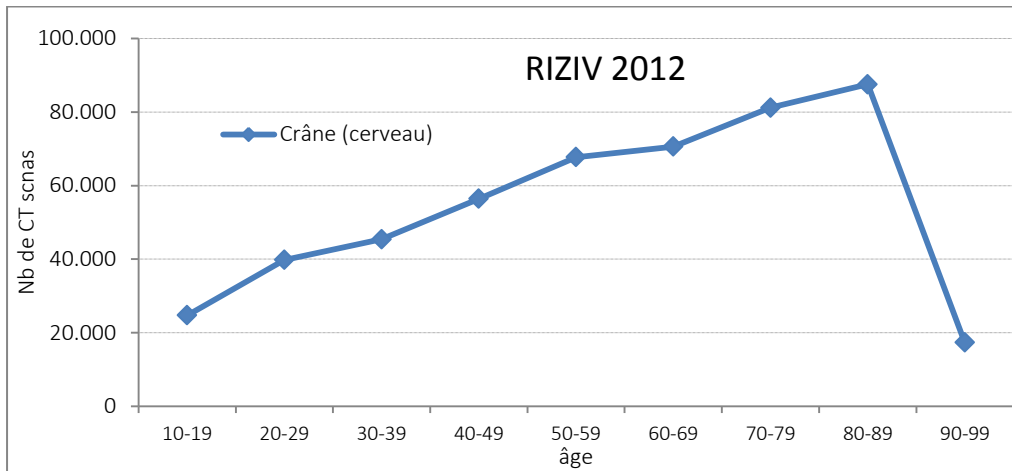
Grafiek 33: Verdeling van het hartonderzoek per leeftijdscategorie – RIZIV-gegevens



1.846  
(2013)  
1.742  
(2012)

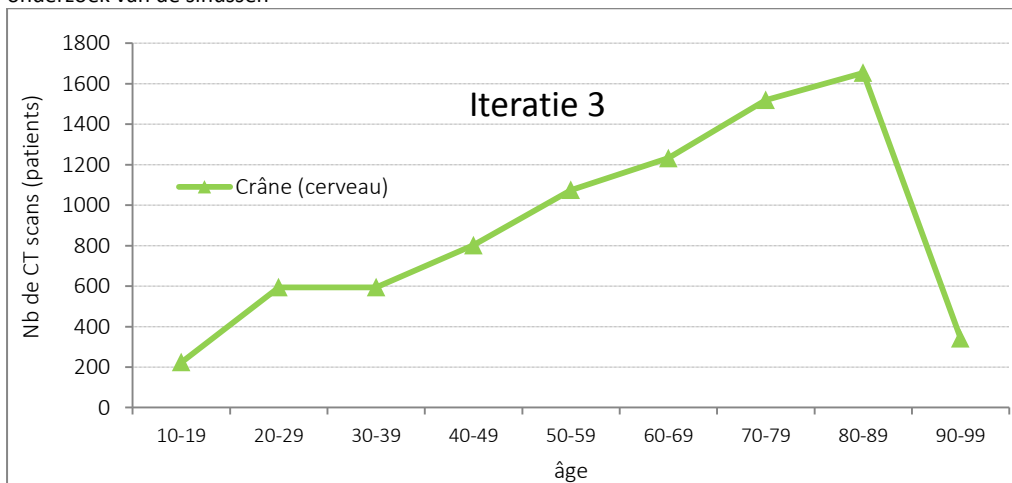
Grafiek 34: Verdeling van het hartonderzoek per leeftijdscategorie – FANC-gegevens

De laatste vergelijking heeft betrekking op het onderzoek van de schedel (hersenen). De verdeling per leeftijdscategorie op nationaal niveau toont ook aan dat dit soort onderzoeken in aantal toeneemt met de leeftijd.



501.808\*  
\*+ sinussen  
(2012)

Grafiek 35: Verdeling van het onderzoek van de schedel (hersenen) per leeftijdscategorie – RIZIV-gegevens met inbegrip van onderzoek van de sinussen



8.226  
(2013)  
8.506  
(2012)

Grafiek 36: Verdeling van het onderzoek van de schedel (hersenen) per leeftijdscategorie – FANC-gegevens

Voor de onderzoeken van de cervicale en de lumbale wervelkolom wordt dergelijke vergelijking niet gemaakt omdat het niet mogelijk is om deze twee soorten onderzoeken los te koppelen van de gegevens m.b.t. het onderzoek van een wervel (RIZIV).

## **11. CT-onderzoeken uitgevoerd in de nucleaire geneeskunde en in de radiotherapie**

Het FANC-besluit van 28/09/2011 (Belgisch Staatsblad van 11/10/2011) betreffende patiëntendosimetrie bepaalt de modaliteiten voor de patiëntendosimetrie in het kader van het gebruik van röntgenstralen voor medische doeleinden en meer in het bijzonder voor de medische diagnose.

Het doel van de patiëntendosimetrie bestaat, enerzijds, in de optimalisatie van dosis die de patiënt bij een radiologische procedure ontvangt en, anderzijds, in het sensibiliseren van het medisch team voor het gebruik van straling voor medische diagnose.

Bij de patiëntdosistudies werden de CT-scanners die uitgerust zijn met SPECT- en PET-camera's, net als de CT's voor de radiotherapie, niet opgenomen. Echter, een aanzienlijk aantal CT-onderzoeken voor diagnostische doeleinden wordt in de nucleaire geneeskunde met behulp van deze hybride machines uitgevoerd.

Elk CT-onderzoek voor diagnostische doeleinden dient het voorwerp uit te maken van een periodieke dosimetriestudie, en dit ongeacht de lokalisatie van de CT. Deze notie van « CT voor diagnostische doeleinden » werd niet goed begrepen en vraagt om verduidelijking.

Het KB van 25/7/1994 legt de nomenclatuur vast van de geneeskundige verstrekkingen die in rekening kunnen worden gebracht bij het RIZIV. De CT's voor diagnostische doeleinden werden opgenomen in artikel 17 en worden beschouwd als prestaties waarvoor de kwalificatie van een arts-specialist in de radiodiagnostiek vereist is.

De CT-onderzoeken vermeld in het FANC-besluit beantwoorden aan deze definitie.

Elk CT-onderzoek voor diagnostische doeleinden dat in deze lijst werd opgenomen, dient het voorwerp uit te maken van een periodieke studie indien het gemiddeld minstens >5 maal per maand wordt uitgevoerd, en dit ongeacht de lokalisatie van het CT-toestel : in de radiologie, de urgentiediensten, de nucleaire geneeskunde,...

De notie «CT voor diagnostische doeleinden » wordt gebruikt om deze onderzoeken te onderscheiden van andere CT's die in de nucleaire geneeskunde in het kader van een attenuatiecorrectie, of een anatomische lokalisatie worden uitgevoerd.

Deze laatste CT-onderzoeken hebben geen ordernummer en werden niet opgenomen in de nomenclatuur van de geneeskundige verstrekkingen opgesteld door het RIZIV.

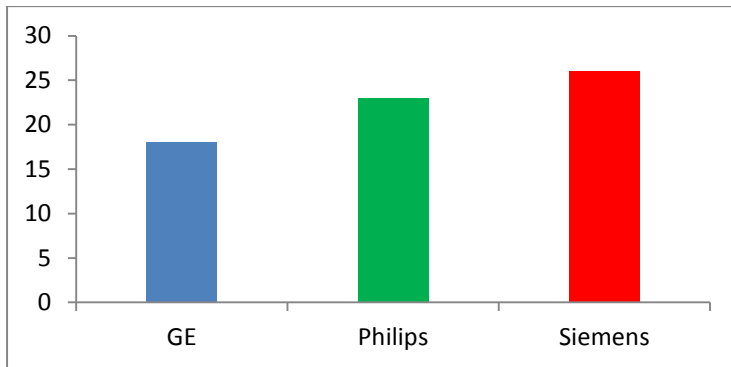
### **11.1. Diensten opgenomen in de studie**

Ingevolge het schrijven gericht aan de diensten nucleaire geneeskunde in juli 2013, dat bovenstaande verduidelijking omvatte, hebben 76 diensten nucleaire geneeskunde geantwoord, 67 van hen hebben dosimetrieoverzichten overgemaakt en 4 diensten hebben geen hybride toestel (SPECT-CT).

Ter vergelijking: er hebben bij de tweede iteratie van de periodieke CT-studies 6 diensten op eigen initiatief hun dosimetrische gegevens overgemaakt.

### **11.2. CT-park (hybride toestellen)**

In tabel XVIII wordt de indeling weergegeven van de CT's per fabrikant, met respectievelijk 18 hybride toestellen voor GE, 23 voor Philips, waarvan 1 CT bestemd voor de radiotherapie en 26 Siemens-toestellen, waarvan tevens 1 bestemd voor de radiotherapie.



Tabel 27: Verdeling van de CT's per fabrikant

De verschillende types hybride toestellen omvatten, voor GE:

- 15 SPECT-CT (9 Discovery NM/CT 670-16 - 5 Hawkeye - 1 CZT -64)
- 3 PET-CT(Discovery 690-16/64)

voor Philips:

- 13 SPECT-CT (12 Brightview XCT -1 Precedence-16)
- 9 PET-CT(Gemini TF-16)
- 1 bestemd voor de RT (Brilliance Big Bore-16 RT)

voor Siemens:

- 22 SPECT-CT(22 Symbia -10 T2, 6 T6 et 6 T16)
- 3 PET-CT (Biograph -16/40/64)
- 1 bestemd voor de radiotherapie (Sensation Open 40 R).

### 11.3. Analyse van de gegevens

Verschillende gegevens hebben betrekking op onderzoeken die niet werden opgenomen in het besluit van 28 september 2011.

Van alle ontvangen gegevens van de 67 diensten zijn er slechts ~2200 bruikbaar.

Naast de CT's voor de nucleaire geneeskunde, net als de « low dose » onderzoeken voor de attenuatiecorrectie, heeft een aantal gegevens betrekking op bepaalde anatomische gebieden, voornamelijk voor de lokalisatie. Voorbeelden zijn de skeletonderzoeken, zonder verdere precisering, of ook nog de onderzoeken van de extremiteiten (voeten).

Bepaalde hybride toestellen beschikken over een CT die equivalent is aan deze die ook in de radiologie wordt gebruikt, anderen zijn uitgerust met een CT met een niet-instelbare en unieke regeling van de parameters (GE Hawkeye) of een CBCT (Philips Brightview XCT).

De gegevens m.b.t. de CT-onderzoeken die met deze laatste toestellen worden uitgevoerd, kunnen dus moeilijk worden vergeleken met de andere gegevens die afkomstig zijn van een "klassieke" CT.

Daarom worden de CT-dosimetriegegevens van de nucleaire geneeskunde apart behandeld.

### 11.4. Resultaten

In de tabellen 28 en 29 worden respectievelijk, per soort onderzoek, de range, de gemiddelde en mediane waarden weergegeven, evenals de 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentielen van de verdeling van de CTDI<sub>vol</sub> en het DLP.

Deze gegevens hebben slechts betrekking op 6 onderzoeken en enkel bij volwassenen.

De gegevens m.b.t. het onderzoek van de sinussen zijn slechts afkomstig van 2 diensten en zijn statistisch niet toereikend. Het CT-onderzoek van het volledige lichaam ("whole body") is karakteristiek voor de PET-beeldvorming en heeft geen equivalent in de radiologie (RIZIV-codering).

Onderzoek	Aantal	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)				
		Bereik	Gemiddelde	Mediaan	P25	P75
Abdomen	452	1,21-34,5	8,16	6,64	4,49	10,39
Cervicale wervelkolom	253	2,79-57,37	20,67	15	10,67	25,08
Schedel (hersenen)	269	1,71-88,03	40,55	35,6	21,43	66,5
Lumbale wervelkolom	506	1,63-81,44	18,6	14,61	6,38	25,36
Sinussen	24	-	-	-	-	-
Thorax	239	1,52-23,52	9,01	7,24	4,35	17,16
Thorax-abdomen	142	1,22-33,40	9,04	6,5	5,23	12,53
Whole body	332	2,40-22,70	12,09	12,9	7,6	16,2

Tabel 28: waarden van de CTDI<sub>vol</sub> voor de onderzoeken uitgevoerd in de nucleaire geneeskunde en radiotherapie

Onderzoek	Aantal	DLP (mGy.cm)					
		Bereik	Gemiddelde	Mediaan	P25	P75	P <sub>75</sub> /P <sub>25</sub>
Abdomen	452	68-1811	447	369	270	532	2,0
Cervicale wervelkolom	253	31-1796	394	276	216	451	2,1
Schedel (hersenen)	269	34-1814	803	900	343	1148	3,3
Lumbale wervelkolom	506	58-2103	470	360	230	572	2,5
Sinussen	24	-	-	-	-	-	-
Thorax	239	24-858	353	319	157	606	3,9
Thorax-abdomen	142	119-1689	689	562	392	916	2,3
Whole body	332	242-3328	1291	1300	753	1713	2,3

Tabel 29: Waarden van het DLP voor de onderzoeken uitgevoerd in de nucleaire geneeskunde en radiotherapie

In tabel 30 wordt een vergelijking gemaakt van de waarden van de CTDI<sub>vol</sub> van de CT-onderzoeken voor diagnostische doeleinden uitgevoerd in de nucleaire geneeskunde met behulp van een hybride toestel, met deze van dezelfde types onderzoeken binnen een radiologiedienst.

Onderzoek	Modaliteit	Aantal	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)				
			Bereik	Gemiddelde	Mediaan	P25	P75
Abdomen	RX	9779	0,84-261,50	12,13	9,1	6,66	13,69
	MN - RT	452	1,21-34,5	8,16	6,64	4,49	10,39
Cervicale wervelkolom	RX	5235	1,6-188,79	26,68	21,35	14,86	31,64
	MN - RT	253	2,79-57,37	20,67	15	10,67	25,08
Lumbale wervelkolom	RX	6364	2,9-237	27,35	23,3	17,50	31,20
	MN - RT	506	1,63-81,44	18,6	14,61	6,38	25,36
Schedel (hersenen)	RX	8008	2,2-263,43	49,39	46,44	37,93	57,69
	MN - RT	269	1,71-88,03	40,55	35,6	21,43	<b>66,5</b>
Thorax	RX	6094	0,1-214,20	7,84	6,5	4,58	9,47
	MN - RT	239	1,52-23,52	9,01	7,24	4,35	<b>17,16</b>
Thorax-abdomen	RX	5877	0,13-1092,4	12,95	9,1	6,50	13,61
	MN - RT	142	1,22-33,40	9,04	6,5	5,23	12,53

Tabel 30: Vergelijking van de CTDI<sub>vol</sub> van de onderzoeken in de nucleaire geneeskunde – radiotherapie en radiologie

In tabel 31 worden de waarden van het DLP voor de CT-onderzoeken uitgevoerd in de nucleaire geneeskunde vergeleken met deze van de CT-onderzoeken uitgevoerd in de radiologie.



Onderzoek	Modaliteit	Aantal	DLP (mGy.cm)				
			Bereik	Gemiddelde	Mediaan	P25	P75
Abdomen	RX	9383	2-3003	471	398	278	596
	MN - RT	452	68-1811	447	369	270	532
Cervicale wervelkolom	RX	5263	12-3401	434	354	227	530
	MN - RT	253	31-1796	394	276	216	451
Lumbale wervelkolom	RX	6385	46-3814	575	471	337	678
	MN - RT	506	58-2103	470	360	230	572
Schedel (hersenen)	RX	8071	26-2591	779	777	572	968
	MN - RT	269	34-1814	803	900	343	<b>1148</b>
Thorax	RX	6148	2-865	260	232	160	333
	MN - RT	239	24-858	353	319	157	<b>606</b>
Thorax-abdomen	RX	3564	107-4028	861	738	522	1044
	MN - RT	142	119-1689	689	562	392	916

Tabel 31: Vergelijking van het DLP voor de onderzoeken in de nucleaire geneeskunde – radiotherapie en radiologie

De waarden van de  $CTDI_{vol}$  en het DLP voor de CT-onderzoeken uitgevoerd in de nucleaire geneeskunde liggen aanzienlijk lager dan deze van de overeenstemmende onderzoeken uitgevoerd in de radiologie, behalve voor de P75 voor de schedel (hersenen) en de thorax. Dit kan misschien verklaard worden door het verschillend diagnostisch doel dat bij beide modaliteiten wordt beoogd.

## 12. Conclusie

De resultaten tonen aan dat de DRN die overeenstemmen met een één enkele acquisitie allen lager liggen, of gelijk zijn aan de DRN die bij de voorgaande iteraties werden opgesteld, ongeacht of het DRN wordt bepaald in termen van  $CTDI_{vol}$  of DLP.

De DRN opgesteld per volledig onderzoek vormen een aanvulling voor de optimalisatie van de daadwerkelijk ontvangen doses door de patiënten, in de wetenschap echter dat het aantal acquisities afhankelijk is van de klinische indicatie en het gebruikte protocol, een protocol dat ook afhankelijk is van de klinische praktijk. Er dient te worden opgemerkt dat in het geval van meerdere acquisities, elke acquisitie verschillend kan zijn.

Dit alles lijkt erop te wijzen dat de sensibilisering voor de stralingsbescherming van de patiënten een aandachtspunt van de radiologiecentra is. Daarenboven wijst de vervanging van bepaalde CT's door meer performante toestellen in termen van toegediende dosis eveneens in dezelfde richting.