



Poziomy referencyjne dla obrazowania w tomografii komputerowej wykonywanego na rzecz radioterapii

Diagnostic Reference Levels (DRLs) for computed tomography in radiotherapy

Dominika Oborska

Wprowadzenie

Prace Komisji Europejskiej w dziedzinie ochrony przed promieniowaniem są regulowane przez Traktat Euratom i wdrażają dyrektywy Rady. Najważniejszym z nich jest dyrektywa w sprawie podstawowych norm bezpieczeństwa (BSS) dotycząca ochrony narażonych pracowników i społeczeństwa (80/836/Euratom), zmieniona w 1996 r. (96/29/Euratom), 2011 (2011/70/Euratom),

2013 (213/59/Euroatom), 2014 (2014/87/Euroatom). W przypadku tej ostatniej wersji kraje członkowskie musiały wykazać zgodność do lutego 2018 r.

W 1984 r. Rada Ministrów wydała dyrektywę uzupełniającą BSS w sprawie ochrony osób poddawanych ekspozycji medycznej (84/466/Euratom). Zaktualizowany w 1997 r. obecnie nosi nazwę Dyrektywa w sprawie ekspozycji medycznej (MED) (97/43/

34 ↗

Streszczenie

Tomografia komputerowa (TK), CBCT i obrazowanie portalo-
we stały się nieodzownym narzędziem w procedurach realizowanych w radioterapii. Mają one na celu zapewnienie właściwej lokalizacji oraz weryfikacji pozycji pacjenta podczas leczenia. Promieniowanie jonizujące pochodzące z obrazowania i terapii kumuluje się i niesie ze sobą ryzyko stochastyczne (np. wywołania nowotworów). Może również przynieść deterministyczne skutki uboczne przy tak znaczącej eskalacji ekspozycji pacjenta na dawkę pochodzącą z obrazowania. Wymaganie wdrożenia poziomów referencyjnych dawek (DRLs) w procedurach obrazowania przy użyciu promieniowania jonizującego zostało określone w dyrektywie Komisji Europejskiej 97/43 EURATOM z późniejszymi zmianami. Obecnie nie ma wytycznych dotyczących poziomów dawek dla procedur obrazowania w radioterapii (CT, CBCT, obrazowanie portalo-
we). W Wielkiej Brytanii zostały ustalone i wdrożone DRL na podstawie krajowej kontroli dla procedur TK w radioterapii, opublikowane przez rząd w listopadzie 2018 roku.

Słowa kluczowe: tomografia komputerowa, radioterapia, poziomy referencyjne dawek

Abstract

Computed tomography (CT), CBCT and portal imaging has become an indispensable tool in imaging procedures realised for radiation therapy to ensure proper localization as well verification of patient positioning during treatment. Ionising radiation is cumulative and carries a stochastic risk of malignancy but it can also bring deterministic side effects when imaging modalities are used extensively. The implementation of dose reference levels (DRLs) for imaging procedures using ionising radiation is mandated by European Commission directive 97/43 EURATOM with later amendment. There are currently no dose guidelines for imaging procedures in radiation therapy (CT, CBCT, portal imaging) for particular anatomical regions. There have been established on the base of a national audit and implemented DRLs for CT procedures in radiotherapy in UK. They have been published by the government in Nov 2018.

Key words: computed tomography, radiotherapy, DRLs

otrzymano / received:

18.12.2018

poprawiono / corrected:

15.01.2019

zaakceptowano / accepted:

24.01.2019



Euratom). Ostatecznie w 2013 r. (213/59/Euroatom) Wspólnota Euratom ustanowiła zestaw podstawowych norm bezpieczeństwa w celu ochrony pracowników, członków społeczeństwa i pacjentów przed zagrożeniami wynikającymi z użytkowania promieniowania jonizującego. Podstawowe normy bezpieczeństwa opracowano w porozumieniu z grupą ekspertów w dziedzinie zdrowia publicznego, w szczególności w zakresie ochrony przed promieniowaniem.

Skuteczna ochrona przed promieniowaniem obejmuje eliminację ryzyka lub nieproduktywnego narażenia na promieniowanie. Głównymi narzędziami do osiągnięcia tego celu są: uzasadnienie praktyki, optymalizacja ochrony i stosowanie limitów dawek. Limity te nie dotyczą ekspozycji medycznych. W przypadku zastosowań medycznych, indywidualne uzasadnienie do użycia procedury (uzasadnione wskazanie kliniczne) i optymalizacja są podstawą dobrej praktyki w tym obszarze. Optymalizacja oznacza utrzymywanie dawki tak niskiej, jak jest to racjonalnie osiągalne, praktycznie i ekonomicznie uzasadnione, przy uwzględnieniu czynników społecznych. W przypadku ekspozycji wykonywanych dla celów diagnostycznych jest to interpretowane jako tak niska dawka, jaka jest praktycznie możliwa do osiągnięcia, przy utrzymaniu wymaganej jakości obrazu, niezbędnej do uzyskania pożądaných informacji diagnostycznych.

W kontekście pojęcia/procesu optymalizacji wprowadzono diagnostyczne poziomy referencyjne (DRL) zgodnie z zaleceniami ICRP. W związku z tym stworzono wymagania w stosunku do państw członkowskich UE, aby w zakresie swoich struktur oraz w oparciu o profesjonalne grupy doradcze, ustaliły i wdrożyły te poziomy, a także w celu zapewnienia dostępności do wytycznych dotyczących ich wdrażania ustanowiły programy zapewnienia jakości.

DRLs (poziomy referencyjne dawek)

Ustalenie i wprowadzenie DRLs miało na celu optymalizację ochrony i uniknięcia niepotrzebnie wysokiej dawki dla pacjenta. System wykorzystywania DRL obejmuje oszacowanie dawek pacjentów w ramach regularnego programu zapewnienia jakości, dlatego mogą one zostać ustalone na lokalnych poziomach. Diagnostyczne poziomy referencyjne to zestaw poziomów dla standardowych procedur i pacjentów lub standardowych fantomów. Nie powinny przekraczać zalecanych wartości, ale jeżeli jest to uzasadnione np. indywidualnymi przyczynami lub celem wykonywania procedury radiologicznej, techniką itd., można lokalnie ustalić poziomy DRLs po przeprowadzeniu procesu optymalizacji, audytu dawek w zakresie wykonywanej procedury, analizy ryzyka i utrzymaniu zasady uzasadnienia/potwierdzenia zasadności. Zdecydowanie zaleca się również, aby procedury i sprzęt radiologiczny były sprawdzane/weryfikowane, gdy w standardowych procedurach poziomy DRLs są konsekwentnie przekraczane. W razie potrzeby należy podjąć odpowiednie działania naprawcze.

Poziomy referencyjne dawek są definiowane przez MED:

DRLs – poziomy dawek w medycznych procedurach radiologicznych lub – w przypadku radiofarmaceutyków – poziomy aktywności dla typowych badań wykonywanych dla standardowych pacjentów lub standardowych fantomów dla szeroko rozumianego rodzaju sprzętu radiologicznego. Należy spodziewać się, że poziomy te nie będą przekraczane dla standardowych procedur, kiedy zasady dobrej praktyki diagnostycznej i realizacji procedur przy użyciu właściwego sprzętu są ustalone i wprowadzone.

Poziomy wskaźników dawek dla obrazowania tomograficznego w radioterapii

Do tej pory o poziomach referencyjnych dawek mówiło się tylko w obszarze diagnostyki obrazowej. Temat ten zaczyna się pojawiać również w przypadku technik obrazowych, wykonywanych na rzecz radioterapii (TK, CBCT). Przy aktualnie całkowitej zależności precyzji wykonywanych technik radioterapeutycznych od systemów obrazowania i informacji obrazowej oraz eskalacji pozyskiwania tej informacji, nie sposób pominąć kwestii dostarczanych dawek z tych modalności, a także problemu dotyczącego potrzeby zarządzania nimi. Jest to szczególnie ważne w szacowaniu poza obszarami terapeutycznymi i w organach ryzyka. Te obszary, które podlegają zasadom ochrony radiologicznej, także z punktu widzenia zapisów prawnych, otrzymują znacznie niższe dawki niż obszary terapeutyczne i mogą w nich wystąpić efekty stochastyczne/deterministyczne. Hart i Wall (2005) oszacowali, że zbiorowa dawka dla populacji Wielkiej Brytanii w wyniku ekspozycji na narządy niedocelowe, podczas najczęściej stosowanych procedur terapeutycznych, wynosiła około 740 mSv. Dodanie dawek z systemów obrazowania może doprowadzić do efektów deterministycznych [7].

Pojawiają się pierwsze publikacje dotyczące optymalizacji, zarządzania dawkami, jak i konieczności ustalenia DRLs dla systemów obrazowania, wspierających procedury radioterapeutyczne. Skanowanie tomograficzne stało się integralną składową nowoczesnych metod leczenia radioterapeutycznego, umożliwiając dokładną lokalizację obszarów terapeutycznych i organów ryzyka. Dostarcza informacji o gęstości tkanki wymaganej do obliczenia dawki w systemie planowania leczenia i jest najlepiej zdefiniowana pod względem dozymetrycznym z punktu widzenia poziomów referencyjnych. Znalezione publikacje odnoszą się wyłącznie do tego rodzaju obrazowania.

Praca opublikowana przez fizyków z Trinity College Dublin [5] przedstawia badania przeprowadzone w celu ustalenia, czy istnieją różnice w dawce dostarczanej w obrazowaniu TK dla obszaru głowy i szyi (HN) w radioterapii (RT). Zebranie danych miało posłużyć ustaleniu i zaproponowaniu krajowych diagnostycznych poziomów referencyjnych (DRL) dla tej procedury i do dokonania porównania DRL w różnych krajach europejskich. W krajach unijnych wymóg, dotyczący ustalenia dawek promieniowania jonizującego w przypadku ekspozycji medycznych



wprowadzony jest ustawowo, ale obecnie nie ma wytycznych dotyczących dawkowania dla lokalizacji wykonywanej przy użyciu tomografu na rzecz radioterapii. W Irlandii przeprowadzono badanie mające obejmować wszystkie jednostki radioterapeutyczne i kilka europejskich. Dane dotyczące DLP, CTDIvol, mAs, kV i długość skanu uzyskano dla dziesięciu pacjentów o średnim rozmiarze HN dla każdej jednostki. Zaproponowano DRL dla DLP i CTDIvol przy użyciu zaokrąglonego 75 percentyla rozkładu średniej. Uzyskano wyniki: 42% irlandzkich departamentów i jeden europejski departament wypełniły ankietę. Stwierdzono istotną statystycznie zmienność dla średniej DLP, CTDIvol i długości skanu w irlandzkich departamentach. Proponowany irlandzki DRL wynosi 882 mGy cm i 21 mGy, a europejski DRL 816 mGy cm i 21 mGy odpowiednio dla DLP i CTDIvol. Jak widać, zarówno proces ustalania DRLs, jak również materiał nie są jednoznaczne.

Druga praca zespołu z Trinity College Dublin [6] miała na celu ustalenie, czy w procedurach lokalizacyjnych TK raka piersi istnieją różnice pomiędzy ośrodkami radioterapii (RT) w Irlandii i zaproponowanie diagnostycznych poziomów referencyjnych (DRL) dla tej procedury. Wszystkie ośrodki RT w Irlandii zostały zaproszone do wzięcia udziału w badaniu kontroli dawki. Miały one dostarczyć dane w zakresie: CTDIvol, DLP, mAs, kV, długość skanowania, grubość warstwy tomograficznej, marginesy skanowania, użycie systemu automatycznej kontroli ekspozycji (AEC) i dane na temat systemu TK. Każdy z tych ośrodków został poproszony o dane dla 10 „standardowych” pacjentów z rakiem piersi. DRL wyznaczono dla każdego deskryptora dawki, obliczając zaokrąglony 75 percentyl rozkładu średnich dawek. Otrzymano dane z 6 ośrodków RT – 60 pacjentów (50% ośrodków odpowiedziało na kwestionariusz). Autorzy pracy zaobserwowali znaczną zmienność średnich CTDIvol i średnich DLP pomiędzy ośrodkami ($p < 0,0001$). Również średnie długości skanu i średnie mAs różniły się istotnie pomiędzy centrami ($p < 0,0001$). Wszystkie ośrodki stosowały 120 kV. System AEC był używany w 5 na 6 ośrodków, które odpowiedziały. W oparciu o analizę danych i przy uwzględnieniu zaobserwowanych różnic w poszczególnych ośrodkach zaproponowano wartości DRL dla lokalizacji piersi – CTDIvol 26 mGy i DLP 732 mGy*cm. Zróżnicowanie dawki z projekcji lokalizacyjnych w TK pomiędzy ośrodkami wskazało na potrzebę optymalizacji, jak również unifikacji stosowanych procedur, co ostatecznie skutkuje zmniejszeniem dawki. Autorzy jednak mocno zaznaczyli, że zebrane dane oparte były o ankiety – nie wszystkie ośrodki przeprowadziły procedury optymalizacji. Nie wiadomo również, w jaki sposób zweryfikowano wskaźniki dawek wyświetlane przez system tomograficzny w stosunku do rzeczywistych wartości, potwierdzonych w pomiarach.

Raport Public Health England *Doses from Computed Tomography (CT) Examinations in the UK – 2011 Review* jasno zaznacza, że: „*It was not possible to make any further comparisons of the sample against national patterns for specialised scanner application, such as neuro-radiology, radiotherapy or paediatrics, or for workload*”.

Dlaczego nie można w sposób prosty i oczywisty zaimplementować diagnostycznych DRLs do procedur lokalizacyjnych w radioterapii, realizowanych przy użyciu systemów tomograficznych:

- Długość skanowania na potrzeby lokalizacji w radioterapii jest zawsze dłuższa w stosunku do procedur diagnostycznych/zalecanych dla procedur diagnostycznych, zwłaszcza dla obszaru głowy-szyi. Wynika to z potrzeby pokrycia informacją obrazową obszaru, dla którego jest obliczony rozkład dawki, plus około 5 cm marginesów dla obu stron skanowania (SUP-INF).
- Liczba wykonywanych skanów na rzecz procedury radioterapeutycznej (np. w warunkach pustego/pełnego pęcherza dla ginekologii, czy też skanowanie bez i z kontrastem).
- Procedura skanów kontrolnych – krótkie skany niskodawkowe o bardzo krótkim zakresie skanowania (2-3 cm) w celu kontroli np. wypełnienia pęcherza.
- Definicja „średniej wielkości” pacjenta z punktu np. przyjętej pozycji lokalizacyjnej – dla piersi pacjent jest zwykle ułożony w pozycji z jedną lub dwiema rękami ponad głowę na urządzeniu unieruchamiającym i wspierającym tę pozycję. W przypadku stosowania systemów AEC wskaźniki dawek mogą się zmienić w stosunku do klasycznego badania dla tego obszaru i standardowego ułożenia pacjenta dla badania diagnostycznego.
- Wykonywanie skanów w celu weryfikacji lokalizacji na rzecz zmiany planu leczenia, szczególnie w przypadkach, gdy podczas leczenia kształt/wymiary pacjenta ulegną zmianie.
- Skanowanie CBCT – technika akwizycji, parametry techniczne systemów CBCT oraz protokoły skanowania, długość skanowanego obszaru, standardy pomiarowe dla CTDIw wynikające ze standardu IEC 60601-2-44 (2009) and IEC 60601-2-44-A1 (2012) dla szerokich wiązek skanowania, liczba wykonywanych akwizycji podczas wszystkich sesji terapeutycznych.
- Obrazy portalowe – kV i MV – technika akwizycji, parametry techniczne systemów obrazowania portalowego oraz protokoły akwizycji, długość i szerokość projekcji dla danego obszaru, standardy pomiarowe dla dawek, liczba wykonywanych projekcji podczas wszystkich sesji terapeutycznych.
- Obrazy wykonywane w celach lokalizacyjnych (dla obrazów tomograficznych dodatkowo brana jest funkcja dozymetryczna – prawidłowe zdefiniowanie wartości HU), a nie diagnostycznych – kryteria jakości obrazowania i optymalizacji dawki vs informacja obrazowa oparta o inne kryteria oceny obrazu.

Mając na uwadze, że obszar obrazowania na rzecz radioterapii nie ma zdefiniowanych swoich poziomów referencyjnych dla dawek, IPEM opracowało raport [8] na podstawie przeprowadzonego badania wieloośrodkowego, w którym zaproponowano wartości poziomów referencyjnych dla CTDIvol i DRLs dla lokalizacyjnych akwizycji tomograficznych. W literaturze niewiele jest wytycznych dotyczących poziomów dawek w obrazowaniu



tomograficznym w radioterapii zarówno w Wielkiej Brytanii, jak i na całym świecie. Jak widać, jest to tak naprawdę pierwszy krok do próby wprowadzenia unifikacji i optymalizacji dawek dostarczanych z modalności obrazowych podczas leczenia radioterapeutycznego. Raport IPEM [8] przedstawia wyniki pierwszego ogólnobrytyjskiego badania deskryptorów dawek w skanowaniu tomograficznym w radioterapii. Wskaźniki dawek dla pacjentów zostały zebrane dla badań obrazowych gruczołu krokowego, obszaru ginekologicznego, piersi, płuc 3D, płuc 4D, mózgowia oraz obszaru głowy-szyi. Obliczono średnie wartości parametrów dawek dla każdego skanera i typu badania oraz zaproponowano krajowe poziomy referencyjne dawek i „osiągalne poziomy” CTDI_{vol}, DLP i długości skanu w oparciu o trzeci kwartyl i medianę tych wartości oraz rozkład statystyczny. W ramach tego audytu uwzględniono dane z 68 skanerów używanych na potrzeby radioterapii. W raporcie przedstawiono

między ośrodkami/skanerami we wskaźnikach dawki, zwłaszcza dla obszaru głowy-szyi oraz procedury skanowania 4D dla płuc. Maksymalna odnotowana różnica wynosiła osiemnastokrotność minimalnych zarejestrowanych wartości wskaźników dawek. Istniały również dowody na predefiniowane ustawienia parametrów skanowania, narzucone przez producenta skanera tomograficznego, co mogło wskazywać na brak lokalnej optymalizacji parametrów skanowania do zadań klinicznych dla poszczególnych systemów. Zaproponowane w tym raporcie poziomy referencyjne dla obrazowania tomograficznego w radioterapii zostały zaimplementowane do obowiązującego stanu prawnego (<https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnostic-reference-levels-ndrls/ndrl>, listopad 2018).

CBCT i akwizycje 2D

6. National Dose Reference Levels for Radiotherapy Planning CT Scans

Radiotherapy planning CT scans are not considered diagnostic scans, and therefore the use of the term Diagnostic Reference Levels is not appropriate. However, the use of dose reference levels is a useful method of demonstrating dose optimisation has taken place. The following table provides dose index values, which can be taken to be equivalent to formal NDRLs.

Examination	CTDI _{vol} per sequence (mGy)	DLP per complete examination (mGy cm)	Scan length (mm)
Breast	10	390	360
Gynaecological	16	610	400
Lung 3D	14	550	390
Lung 4D	63	1750	340
Prostate	16	570	340
Brain	50	1500	290
Head and Neck	49	2150	420

Rys. 1 Poziomy referencyjne dla wskaźników dawek w tomografii komputerowej stosowanej w radioterapii
Źródło: [9].

zaproponowane poziomy referencyjne dawek dla CTDI_{vol} i DLP: prostata 16 mGy i 570 mGy · cm, obszar ginekologiczny 16 mGy i 610 mGy · cm, piersi 10 mGy i 390 mGy · cm, płuca 3D 14 mGy i 550 mGy · cm, płuca 4D 63 mGy i 1750 mGy · cm, mózgowie 50 mGy i 1500 mGy · cm oraz obszar głowa-szyja 49 mGy i 2150 mGy · cm. Podczas przeprowadzonego badania, opartego o ankietę/audyt, zaobserwowano znaczne różnice

Dane dla poziomów referencyjnych dla CBCT oraz obrazowania kV i MV 2D lub nawet próby ich określenia w radioterapii nie istnieją. Niemniej istnieją zobowiązania prawne do przeprowadzania procesu optymalizacji, użycia poziomów dawek promieniowania jonizującego w sposób najniższy praktycznie możliwy, zarządzania dawkami i ochrony radiologicznej. Pomocne może być to, że aktualnie producenci są zobowiązani do podania danych dozymetrycznych dla CBCT i akwizycji 2D kV i MV.

Poniżej przedstawiono przykładowe dane dozymetryczne dla system Elekta (XVI R.5.0.4). Należy jednak pamiętać, że dane dozymetryczne dostarczone są tylko dla predefiniowanych ustawień parametrów ekspozycji/akwizycji, wprowadzonych przez producenta do systemu. Producent jasno zaznacza w swojej dokumentacji technicznej, że wszelkie zmiany w predefiniowanych ustawieniach wymagają przeprowadzenia przez użytkownika pomiarów wskaźników dawek. Natomiast żadna z publikacji/rekomendacji/wytycznych/dokumentów legislacyjnych nie

Table 7.27 Air Kerma measurements for the PlanarView™ and MotionView™ presets


Image Type	Preset Name	Air Kerma (mGy)	Air Kerma Rate (mGy/s)	Air Kerma/Frame (mGy/frame)
PlanarView™	Head	0.02	0.40	0.004
	Chest / AP Pelvis	0.30	1.51	0.073
	Lateral Pelvis	0.39	1.93	0.091
MotionView™	Chest S20	9.07	1.51	0.060
	Chest 15x15	8.87	1.48	0.059

Rys. 2 Tabela wartości kerry powietrznej dla akwizycji planarnych dla predefiniowanych ustawień producenta system dla poszczególnych projekcji
Źródło: [7].



stanowi, jakie są zalecane/wymagane poziomy referencyjne dawek dla tych systemów obrazowania. Należy zwrócić uwagę, jak niewiele relatywnie akwizycji CBCT wystarczy, aby powstało ryzyko efektów deterministycznych dla skóry. Warto byłoby również znaleźć odpowiedź na pytanie o poziomy dawek dysterbuowanych do poszczególnych obszarów/organów i jak one kontrybuują w dawce dostarczonej z procedury radioterapeutycznej.

Podsumowanie

Jak wykazali autorzy przedstawionych prac oraz wyniki przeprowadzonych wielośrodkowych audytów wskaźników dawek w tomografii komputerowej w radioterapii, istnieją znaczące rozbieżności w dawkach pomiędzy ośrodkami RT. Ponieważ obrazy te służą temu samemu celowi klinicznemu, znaczne zróżnicowanie dawki pomiędzy ośrodkami nie wydaje się być uzasadnione. W związku z tym zostały opublikowane, a następnie zaimplementowane na poziomie prawnym, wartości DRLs dla poszczególnych obszarów anatomicznych. Stanowią one podstawę do optymalizacji dawki w ośrodkach RT i mogą ułatwić zmniejszenie łącznego narażenia pacjentów na promieniowanie. 

Literatura

1. Radiation Protection 109: Guidance on diagnostic reference levels (DRLs) for medical exposures.
2. ICRP 60, ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21, 1-3.
3. ICRP 73, ICRP, 1996. Radiological Protection and Safety in Medicine. ICRP Publication 73. Ann. ICRP 26, 2.
4. Drektywy EUROATOM od 1984 do 2013.
5. C. Clerkin, S. Brennan, L.M. Mullaney: *Establishment of national diagnostic reference levels (DRLs) for radiotherapy localisation computer tomography of the head and neck*, Reports of Practical Oncology and Radiotherapy, 23(5), 2018, 407-412.
6. S. O'Connor, O. McArdle, L. Mullaney: *Establishment of national diagnostic reference levels for breast cancer CT protocols in radiation therapy*, British Journal of Radiology, 89(1066), 2016, 20160428.
7. Elekta Medical Linear Accelerator, XVI 5.0.4 Instructions for Use, Document ID: 1522594 01.
8. T.J. Wood et al.: *IPEM topical report: the first UK survey of dose indices from radiotherapy treatment planning computed tomography scans for adult patients*, Physics in Medicine and Biology, 63, 2018, 185008.
9. <https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnostic-reference-levels-ndrls/ndrl>.
10. P.C. Shrimpton, M.C. Hillier, S. Meeson, S.J. Golding: *Public Health England, Doses from Computed Tomography (CT) Examinations in the UK – 2011 Review*, Sept 2014, (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/349188/PHE_CRCE_013.pdf).
11. S.J. Foley, M.F. McEntee, L.A. Rainford: *Establishment of CT diagnostic reference levels in Ireland*, Br J Radiol., 85(1018), 2012, 1390-1397, (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3474022/>).

Table 7.28 The highest dose delivered to the skin (averaged over 1cm²) for the PlanarView™ and MotionView™ presets

Preset	Skin Dose (mGy)	Estimated number of exposures to get to Deterministic levels
Head	0.10	20000
Chest	1.13	1769
AP Pelvis	1.07	1869
Lateral Pelvis	2.00	1000

Rys. 3 Wykaz maksymalnych dawek dla skóry i oczu (uśrednione dla 1 cm²) dla akwizycji planarnych dla predefiniowanych ustawień producenta systemu i poszczególnych projekcji
Źródło: [7].

Table 7.38 CTDI₁₀₀ and CTDI_w measurements, measured in compliance with IEC 60601-2-44-A1 (2012)

Preset Name	Phantom	Dose (mGy)						
		Center	0°	90°	180°	270°	Peripheral	Weighted
Head and Neck S10	Head	0.9	0.6	1.4	1.6	0.9	1.1	1.0
Pelvis M20	Body	10.2	17.7	17.5	16.5	20.9	18.1	15.5
Chest M20	Body	2.5	4.4	4.3	4.1	5.2	4.5	3.8
Pelvis M15	Body	10.1	17.6	17.3	16.4	20.3	17.9	15.3
Pelvis L20	Body	12.5	21.6	20.8	19.9	25.4	21.9	18.8
Prostate M10	Body	16.3	28.1	27.3	26.2	32.7	28.6	24.5
Prostate M15	Body	16.1	27.8	27.0	26.0	32.4	28.3	24.2
Symmetry	Body	5.4	24.1	17.7	1.4	11.8	13.8	11.0
Fast Head and Neck S20	Head	0.4	0.3	0.7	0.8	0.4	0.6	0.5
Fast Prostate Seed S10	Body	2.1	3.2	3.6	2.0	1.5	2.6	2.4

Rys. 4 Tabela CTDI₁₀₀ and CTDI_w dla akwizycji wolumetrycznych dla predefiniowanych ustawień producenta system dla poszczególnych akwizycji
Źródło [7].

Table 7.41 The highest dose delivered to the skin (averaged over 1 cm²) for the VolumeView™ presets

Preset	Skin Dose (mGy)	Estimated number of exposures to get to Deterministic levels
Head and Neck S10	2.7	740
Fast Head and Neck S20	1.5	1333
Chest M20	13.6	147
Pelvis M15	52.4	38
Pelvis M20	53.1	37
Pelvis L20	49.6	40
Fast Prostate Seed S10	2.1	952
Prostate M10	75.0	26

Rys. 5 Tabela maksymalnych dawek dla skóry (uśredniona do 1 cm²) dla akwizycji wolumetrycznych dla predefiniowanych ustawień producenta system dla poszczególnych akwizycji
Źródło [7].