



# Porównanie dawek otrzymywanych przez pacjentów dorosłych poddanych badaniom tomografii komputerowej głowy bez podania środka kontrastującego z poziomami dawek referencyjnych zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia

## Comparison of radiation doses received by adult patients subjected to computed tomography of a head without contrast media with references to dose levels included under the regulations of the Minister of Health

Karolina Bartynowska-Przędą<sup>1,2</sup>, Łukasz Brandt<sup>1,2</sup>, Izabela Herman-Sucharska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zakład Elektroradiologii WNZ Collegium Medicum UJ, ul. Michałowskiego 12, 31-126 Kraków, tel.: +48 12 634 33 97, e-mail: bartynowska@interia.eu

<sup>2</sup> Katedra Radiologii WL Collegium Medicum UJ, ul. Kopernika 19, 31-501 Kraków

### Streszczenie

### Abstract

Celem pracy jest porównanie dawek otrzymywanych przez pacjentów dorosłych poddanych badaniom tomografii komputerowej głowy z poziomami dawek referencyjnych zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia.

Do retrospektywnej analizy włączono 62 pacjentów, u których wykonano badanie tomografii komputerowej głowy techniką spiralną. Wszystkie badania wykonano przy użyciu tego samego protokołu. Uzyskano wyniki z pomiarów dawek w postaci parametrów: ważony tomograficzny indeks dawki (CTDI<sub>w</sub>) oraz iloczyn dawka-długość (DLP). Analizowane parametry dotyczyły tylko części diagnostycznej badania z wyłączeniem tzw. topogramu. Następnie porównano wyniki z poziomami dawek referencyjnych.

Stwierdzono, iż dawki otrzymywane przez pacjentów poddanych badaniom tomografii komputerowej głowy nie przekraczają poziomów dawek referencyjnych, a protokół, przy użyciu którego wykonane zostały badania, zapewnia pacjentom w pełni akceptowalny poziom narażenia na promieniowanie jonizujące.

**Słowa kluczowe:** tomografia komputerowa, promieniowanie jonizujące, dawka, ważony tomograficzny indeks dawki (CTDI<sub>w</sub>), iloczyn dawka-długość (DLP)

The aim of this study is to compare radiation doses received by adult patients undergoing computerised tomography (CT) of the head with references to dose levels included under the regulations of the Minister of Health.

For the retrospective analysis, 62 patients were enrolled in whom cranial CT had been performed using the spiral technique. All examinations were performed using the same protocol. Results from dose measurements were obtained in the form of Computed Tomography Dose Index weighted (CTDI<sub>w</sub>) and Dose Length Product (DLP) parameters.

The analysed parameters concerned only the diagnostic part of the study, excluding the so-called "topogram". The results were subsequently compared with the reference dose levels.

It was found that the doses received by patients undergoing cranial CT do not exceed the maximum recommended levels, and the protocol by which the examinations were performed provides patients with a fully acceptable level of exposure to ionizing radiation.

**Key words:** computed tomography, ionizing radiation, dose, Computed Tomography Dose index weighted (CTDI<sub>w</sub>), Dose Length Product (DLP)

otrzymano / received:

21.11.2018

poprawiono / corrected:

02.01.2019

zaakceptowano / accepted:

29.01.2019



## Wprowadzenie

Tomografia komputerowa (TK) jest specjalistyczną metodą diagnostyki obrazowej wykorzystującą promieniowanie rentgenowskie. Pozwala uzyskiwać wysokiej jakości obrazy w projekcjach poprzecznych, a także w rekonstrukcjach wielopłaszczyznowych, trójwymiarowych, jak również w opcji wirtualnej endoskopii. Obecnie standardem są aparaty TK działające w technice spiralnej z wieloma rzędami detektorów. Postęp techniczny w konstrukcjach aparatów TK spowodował, że diagnostyka z ich użyciem stała się szeroko stosowana, stąd notuje się coraz większą liczbę badań [1]. Niewątpliwą zaletą jest duża dostępność oraz możliwość szybkiego badania, również pacjentów w stanie ciężkim [2]. Istotnym odsetkiem badań TK są procedury dotyczące diagnostyki głowy. Niezależnie od dużej użyteczności, badania tomografii komputerowej wiążą się z narażeniem pacjenta na promieniowanie jonizujące, a ponieważ dawki rejestrowane w przypadku tej właśnie techniki są jednymi z najwyższych, istotnym problemem z punktu widzenia ochrony radiologicznej staje się optymalizacja procedur diagnostycznych TK [3]. Optymalizacja protokołu badania powinna przede wszystkim uwzględniać obniżenie narażenia pacjenta na promieniowanie, ale także zmniejszenie takich parametrów jak czas badania i koszty, co jest istotne na przykład w kontekście zużycia lampy RTG. W badaniu TK głowy należy pamiętać, że w obszarze badania znajdują się gałki oczne, struktury krytyczne dla promieniowania rentgenowskiego. Dobierając jednak odpowiednio takie parametry badania, jak grubość warstwy czy odstęp między warstwami, możemy zapewnić akceptowalną wartość narażenia pacjenta [4].

wybrany z uwagi na wysoką powtarzalność, zarówno w kontekście zakresu badania, jak i użytych parametrów. Zakres badania obejmował mózgowie, a więc obszar od podstawy czaszki do jej wierzchołka. Badania o szerszym zakresie niż mózgowie, tzn. obejmujące dodatkowo twarzoczaszkę lub kręgosłup szyjny, zostały wyłączone z analizy. Wszystkie badania wykonano przy użyciu 64-rzędowego skanera tomografii komputerowej CT Optima 660 firmy GE, zainstalowanego w Pracowni Tomografii Komputerowej Centrum Urazowego Medycyny Ratunkowej i Katastrof Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie. Analizowane parametry dotyczyły tylko części diagnostycznej badania z wyłączeniem tzw. topogramu. Wszystkie badania wykonano przy użyciu tego samego protokołu, o następujących parametrach skanowania: napięcie 120 kV, pitch value 0,5156, grubość warstwy 2,5 mm oraz przy automatycznym doborze natężenia prądu wyrażonym w mA.

Uzyskano wyniki z pomiarów dawek w postaci parametrów: CTDI<sub>w</sub> oraz DLP, gdzie: CTDI<sub>w</sub> – ważony tomograficzny indeks dawki dla jednej warstwy lub w technice spiralnej dla jednego obrotu wyrażony w mGy oraz DLP – dawka dla całego badania wykonanego na fantomie głowy albo ciała przy zastosowaniu protokołu dla standardowego pacjenta wyrażona w mGy x cm. Następnie porównano wyniki z poziomami dawek referencyjnych, które przedstawiają się następująco: CTDI<sub>w</sub> – 60 [mGy], DLP – 1050 [mGy x cm].

Należy zwrócić uwagę, że polskie poziomy referencyjne są zgodne zarówno z wytycznymi Komisji Europejskiej, jak i American College of Radiology; są jednak nieco wyższe niż wytyczne w takich krajach jak: Wielka Brytania (DLP-930), Szwajcaria (DLP-800) czy Tajwan (DLP-850) [6].

## Cel

Celem niniejszej pracy było określenie wielkości dawek otrzymywanych przez pacjentów dorosłych poddanych badaniom tomografii komputerowej głowy bez podania środka kontrastującego oraz porównanie otrzymanych wartości z poziomami referencyjnymi zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (t. jedn. Dz. U. z 2017 r., poz. 884) [5]. Oceniając wielkość dawki, pod uwagę wzięto takie parametry jak ważony tomograficzny indeks dawki (CTDI<sub>w</sub>) oraz iloczyn dawka-długość (DLP).

## Materiał i metoda

Do retrospektywnej analizy włączono 62 badania TK głowy pacjentów dorosłych bez podania środka kontrastującego, wykonanych techniką spiralną. Analiza badań wykonanych tą techniką umożliwiła porównanie poziomów referencyjnych z parametrami badań zarówno w zakresie CTDI<sub>w</sub>, jak i DLP. Typ badania został

## Wyniki

Otrzymano następującą średnią wartości CTDI<sub>w</sub> dla analizowanej grupy pacjentów – zestawienie w tabeli 1.

**Tabela 1** Średnia wartość CTDI<sub>w</sub> dla analizowanej grupy pacjentów oraz poziomy referencyjne

CTDI <sub>w</sub> [mGy] (średnia wartość dla całej grupy badawczej)	CTDI <sub>w</sub> [mGy] (poziom referencyjny)	Wynik [%] (stosunek procentowy CTDI <sub>w</sub> do wartości dawki referencyjnej)
22,5	60	38

Źródło: Opracowanie własne.

Średnia wartość parametru CTDI<sub>w</sub> dla analizowanej grupy pacjentów wyniosła 22,5 [mGy], co stanowi 38% wartości dawki referencyjnej. Minimalna wartość CTDI<sub>w</sub> dla analizowanej grupy wyniosła 17,9 [mGy], natomiast wartość maksymalna wyniosła 29,1 [mGy]. W żadnym z przypadków nie zanotowano przekroczenia wartości CTDI<sub>w</sub> w stosunku do wartości dawki referencyjnej.

Otrzymano następujące średnie wartości DLP dla analizowanej grupy pacjentów – zestawienie w tabeli 2.



**Tabela 2** Średnia wartość DLP dla analizowanej grupy pacjentów oraz poziomy referencyjne

DLP [mGy] (średnia wartość dla całej grupy badawczej)	DLP [mGy x cm] (poziom referencyjny)	Wynik [%] (stosunek procentowy DLP do wartości dawki referencyjnej)
827,2	1050	79

Źródło: Opracowanie własne.

Średnia wartość parametru DLP dla analizowanej grupy pacjentów wyniosła 827,2 [mGy x cm], co stanowi 79% wartości dawki referencyjnej. Minimalna wartość DLP dla analizowanej grupy wyniosła 623,28 [mGy x cm], natomiast wartość maksymalna wyniosła 1094,9 [mGy x cm]. W dwóch przypadkach odnotowano wartość DLP powyżej wartości dawki referencyjnej. W pierwszym przypadku przekroczenie wyniosło 2%, natomiast w drugim przypadku 4% wartości dawki referencyjnej. Należy przy tym zwrócić uwagę, że w żadnym z tych przypadków wartość CTDI<sub>w</sub> nie przekroczyła wartości dawki referencyjnej.

Dodatkowo obliczono medianę i odchylenie standardowe zarówno dla DLP, jak i CTDI<sub>w</sub>. Obliczone wartości to odpowiednio dla DLP – mediana 820,5; odchylenie standardowe 118,9 oraz dla CTDI<sub>w</sub> – mediana 22,1; odchylenie standardowe 2,6.

Na podstawie powyższych badań można stwierdzić, iż stosowany w pracowni tomografii komputerowej ZDO CUMRIk protokół do badania głowy techniką spiralną zapewnia pacjentom w pełni akceptowalny poziom narażenia na promieniowanie jonizujące.

## Dyskusja


Prawidłowe wykonanie badania TK to takie wyważenie parametrów badania, które zapewnia pacjentowi możliwie najniższe narażenie na promieniowanie, przy zachowaniu diagnostycznej wartości obrazu. Powyższe stwierdzenie jest realizacją tzw. zasady ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), czyli tak niski (poziom promieniowania), jak jest to realnie możliwe. W tomografii komputerowej nie ma możliwości zwiększenia odległości pomiędzy pacjentem a źródłem promieniowania, czyli jedna z trzech żelaznych reguł (czas, odległość, stosowanie osłon) zasady ALARA nie ma bezpośredniego zastosowania. Można jednak tak konstruować protokoły badania TK, aby uzyskać akceptowalną jakość obrazu przy możliwie najniższej dawce.

Odpowiedzią na pytanie, czy stosowane protokoły są odpowiednio zoptymalizowane pod kątem dawki promieniowania, jest porównanie parametrów CTDI<sub>w</sub> oraz DLP otrzymanych podczas badania z wartościami referencyjnymi.

W opracowaniu J. Domienik, M. Zmyślony oszacowano współczynnik zmienności wartości średniej DLP dla badania głowy na poziomie 27%. W grupie analizowanych wyników wartość ta wynosiła 14%, natomiast współczynnik zmienności dla parametru CTDI<sub>w</sub> 12%. Niższa wartość współczynnika zmienności uzyskana w niniejszej pracy świadczy o większej powtarzalności badań. Dowodem tego są też zbliżone do siebie wartości średniej i mediany dla każdego z parametrów, świadczące bezpośrednio o symetryczności rozkładu wartości dawek.

W pracy J. Domienik, M. Zmyślony określono średnią dawkę efektywną dla badania głowy na poziomie 1,8 mSv. Aby móc przybliżyć średnią dawkę efektywną, należy przemnożyć DLP przez współczynnik przeliczeniowy  $E_{DLP}$ , który jest odzwierciedleniem dawki efektywnej znormalizowanej do DLP, zmierzonej w standardowym fantomie TK. Po przyjęciu do obliczeń tej samej wartości współczynnika  $E_{DLP}$  co J. Domienik, M. Zmyślony, czyli 0,0021 mSv (mGy x cm)<sup>-1</sup>, średnia wartość dawki efektywnej uzyskana w niniejszej pracy wyniosła ok. 1,7 mSv [3]. Ponadto wyznaczona przez wymienionych autorów średnia wartość DLP dla badania głowy wyniosła 842 mGy, była bardzo zbliżona do wartości uzyskanej w pracy.

Wyniki obu opracowań są podobne, pomimo iż badania TK głowy wykonane zostały w innych warunkach i na innym sprzęcie. Otrzymane przez pacjentów dawki są porównywalne i w obu przypadkach niższe niż wartości dawek referencyjnych.

Wyniki przeprowadzonej analizy potwierdzają, że możliwe jest takie dobranie parametrów badania TK, aby przy uzyskaniu akceptowalnej jakości badania nie przekraczać poziomów dawek referencyjnych. 

## Podziękowanie

Autorzy dziękują Panu prof. dr. hab. med. Tadeuszowi Popieli za umożliwienie realizacji pracy.

## Literatura

1. M. Prokop, M. Galanski: *Spiralna i wielorzędowa tomografia komputerowa człowieka*, Wydawnictwo Medipage, Warszawa 2007.
2. A. Kwolek: *Rehabilitacja w udarze mózgu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2011.
3. J. Domienik, M. Zmyślony: *Ocena dawek otrzymywanych przez pacjentów poddanych badaniom tomografii komputerowej*, *Medycyna Pracy*, 63(6), 2012, 629-635.
4. B. Pruszyński: *Diagnostyka obrazowa Podstawy teoretyczne i metodyka badań*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2000.
5. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (t. jedn. Dz. U. z 2017 r., poz. 884).
6. C. McCollough, T. Branham, V. Herlihy, M. Bhargavan, L. Robbins, K. Bush, M. McNitt-Gray, J.T. Payne, T. Ruckdeschel, D. Pfeiffer, D. Cody, R. Zeman: *Diagnostic reference levels from the ACR CT Accreditation Program*, *J Am Coll Radiol.*, 8(11), 2011, 795-803.
7. ACR-AAPM-SPR practice parameter for diagnostic reference levels and achievable doses in medical x-ray imaging: [www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/Diag-Ref-Levels.pdf](http://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/Diag-Ref-Levels.pdf).
8. W. Huda, F.A. Mettler: *Volume CT Dose Index and Dose-Length Product Displayed during CT: What Good Are They?*, *Radiology*, 258(1), 2011, 236-242.