

Maria A. Staniszevska¹
Krzysztof Kujawski²
Renata Kopeć³
Krzysztof Sasak⁴

ZABIEG ECPW JAKO ŹRÓDŁO NARAŻENIA RADIACYJNEGO DLA GASTROENTEROLOGA

ERCP PROCEDURES AS A SOURCE OF RADIATION RISK TO A SINGLE GASTROENTEROLOGIST

¹ Uniwersytet Medyczny w Łodzi / Medical University of Lodz, Łódź, Poland

Wydział Nauk Biomedycznych i Kształcenia Podyplomowego, Zakład Medycznych Technik Obrazowania / Faculty of Biomedical Sciences and Postgraduate Education, Department of Medical Imaging Techniques

² Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. Wojskowej Akademii Medycznej – Centralny Szpital Weteranów / University Clinical Hospital Military Memorial Medical Academy – Central Veterans' Hospital, Łódź, Poland

Klinika Nefrologii, Nadciśnienia Tętniczego i Medycyny Rodzinnej / Clinic of Nephrology, Arterial Hypertension and Family Medicine

³ Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk / The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, Kraków, Poland

Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej / Laboratory of Individual and Environmental Dosimetry

⁴ GE Medical Systems Polska Sp. z o.o. / GE Healthcare, Warszawa, Poland

Oddział Edukacji Klinicznej / Department of Clinical Education

STRESZCZENIE

Wstęp: Wykorzystanie promieniowania rentgenowskiego (rtg.) w gastroenterologii stanowi jeden z licznych podobszarów radiologii interwencyjnej. W gastroenterologii fluoroskopia rtg. jest używana w procedurach terapeutycznych, z których częsta jest endoskopowa cholangiopankreatografia wsteczna (ECPW). Procedura ECPW pokazuje radiologiczny obraz dróg żółciowych i przewodu trzustkowego. **Materiał i metody:** W ramach niniejszej pracy przeprowadzono ocenę narażenia na promieniowanie rtg. gastroenterologa wykonującego zabiegi ECPW pod kontrolą fluoroskopii. Badania przeprowadzono w Pracowni ECPW Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego im. Wojskowej Akademii Medycznej – Centralnego Szpitala Weteranów w Łodzi, gdzie gastroenterolog wykonuje je samodzielnie. Realizując cel pracy, wykonano 2 serie pomiarów – pierwsza składała się z zabiegów wykonanych w trybie fluoroskopii ciągłej, druga – z zabiegów, które wykonano w trybie fluoroskopii impulsowej (o częstotliwości 3 pulsy/s). Podczas każdej procedury rejestrowano parametry ekspozycji, dane anatomiczne pacjenta, a także otrzymane przez gastroenterologa równoważniki dawek dla soczewek oczu i skóry dłoni oraz dawkę efektywną dla całego ciała. **Wyniki:** Zebrano dane dotyczące ogółem 70 zabiegów ECPW, w tym 40 zabiegów wykonanych w trybie fluoroskopii ciągłej i 30 – w trybie fluoroskopii impulsowej. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że gastroenterolog wykonujący procedury ECPW w trybie fluoroskopii impulsowej otrzymuje dawki promieniowania niższe o 45–60% niż podczas pracy w trybie fluoroskopii ciągłej. **Wnioski:** Procedury ECPW mogą być źródłem narażenia na promieniowanie rtg. dla wykonującego je gastroenterologa. Używanie trybu fluoroskopii ciągłej może pozwolić na osiągnięcie obniżonej wartości rocznego limitu dawki równoważnej dla soczewek oczu (tj. 20 mSv), rekomendowanej przez Międzynarodową Komisję Ochrony Radiologicznej (International Commission on Radiological Protection – ICRP). Med. Pr. 2017;68(6):735–741

Słowa kluczowe: ekspozycja zawodowa, promieniowanie rtg., dawki, fluoroskopia, ECPW, gastroenterolog

ABSTRACT

Background: One of the numerous sub-areas of interventional radiology is the use of X-rays in gastroenterology. X-ray fluoroscopy is applied in therapeutic procedures, including endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP) that is frequently performed. The ERCP procedure is aimed at imaging the pancreatic duct and biliary tracts. **Material and Methods:** In this paper radiation risk to the gastroenterologist performing ERCP procedures was investigated. The procedures were performed by a single gastroenterologist in the ERCP Laboratory, University Clinical Hospital Military Memorial Medical Academy – Central Veterans' Hospital in Łódź, Poland. The study comprised 2 series of measurements, one taken during the procedures with continuous fluoroscopy mode, the other during procedures with fluoroscopy in pulsed mode at a frequency of 3 pulses/s. Exposure parameters, anatomical data of patient and dose equivalents for the eyes, skin of the hand and the effective dose for whole body of the gastroenterologist were recorded during each procedure. **Results:** The collected data cover 70 ERCP procedures – 40 procedures were controlled by continuous fluoroscopy and 30 by pulsed fluoroscopy. The results reveal that pulsed fluoroscopy makes it possible to reduce doses received by the gastroenterologist from 45% to 60% compared to continuous fluoroscopy. **Conclusions:** Endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedures can cause radiation risk to the gastroenterologist performing them. The use of continuous fluoroscopy can result in achieving an equivalent dose to eye lens nearly 20 mSv per year, i.e., the decreased annual limit recommended by the International Commission on Radiological Protection (ICRP). Med Pr 2017;68(6):735–741

Key words: occupational exposure, X-rays, doses, fluoroscopy, ERCP, gastroenterologist

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Maria A. Staniszevska, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Wydział Nauk Biomedycznych i Kształcenia Podyplomowego, Zakład Medycznych Technik Obrazowania, ul. Lindleya 6, 90-131 Łódź, e-mail: maria.staniszevska@umed.lodz.pl
Nadesłano: 7 czerwca 2016, zatwierdzono: 28 marca 2017

WSTĘP

Promieniowanie jonizujące – jak każdy czynnik fizyczny – oddziałując na człowieka, wprowadza do jego organizmu „nadprogramową” energię, która może zaburzać homeostazę. To z kolei może zaburzać procesy metaboliczne istotne dla funkcjonowania żywego organizmu.

Promieniowanie rentgenowskie (rtg.) to elektromagnetyczne promieniowanie jonizujące, które w zależności od ilości energii wprowadzonej przez nie do organizmu człowieka może spowodować poważny uszczerbek zdrowia.

Najbardziej rozpowszechnionym źródłem promieniowania rtg. jest aparatura rentgenodiagnostyczna (naturalne źródła tego promieniowania na Ziemi nie występują). Z uwagi na liczbę i powszechną dostępność urządzeń emitujących promieniowanie rtg. właśnie procedury z wykorzystaniem tego promieniowania są podstawowym źródłem narażenia pacjentów, a część procedur stanowi istotne źródło narażenia zawodowego dla wykonującego te procedury personelu medycznego.

Obecnie wyraźnie wyodrębniło się kilka obszarów działań opartych na wykorzystaniu promieniowania rtg. w zakresie radiologii:

- radiografia konwencjonalna,
- konwencjonalna fluoroskopia (obecnie rzadko stosowana),
- mammografia,
- tomografia komputerowa,
- procedury naczyniowe (angiograficzne),
- radiologia interwencyjna.

Obszar określony jako „radiologia interwencyjna” jest w istocie bardzo szeroki. Obejmuje on bardzo różnorodne procedury, które łączy to, że są wykonywane pod kontrolą promieniowania rtg. umożliwiającego obserwowanie efektów działań w czasie rzeczywistym.

Kolejną wspólną cechą procedur radiologii interwencyjnej (interventional radiology – IR) – odróżniającą je od pozostałych procedur radiologicznych, które obligatoryjnie są wykonywane i/lub interpretowane przez lekarza radiologa – jest to, że zgodnie z przepisami prawa [1] muszą być one wykonywane przez leka-

rza specjalistę w dziedzinie, której procedura dotyczy (tj. kardiologiczne – przez kardiologa, urologiczne – przez urologa itp.).

W zestawieniu z koniecznością przebywania w pobliżu źródła promieniowania zespołu uczestniczącego w zabiegu powoduje to, że personel medyczny w radiologii interwencyjnej jest grupą zawodową otrzymującą najwyższe dawki promieniowania z ogółu osób zawodowo narażonych na promieniowanie rtg. pochodzące ze źródeł medycznych [2–4]. Z tego powodu Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (International Atomic Energy Agency – IAEA) i Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (International Commission on Radiological Protection – ICRP) od wielu lat zalecają, żeby osoby wykonujące procedury radiologii interwencyjnej były wyposażone w co najmniej 2 dozymetry indywidualne [5]. Jeden z nich jest umieszczony na poziomie klatki piersiowej pod fartuchem ochronnym, natomiast drugi może znajdować się w pobliżu oczu lub na dłoni. Wymóg prawny, nakazujący używanie przez tę grupę personelu 2 dawkomierzy indywidualnych, obowiązuje także w Polsce [6].

Procedury radiologii interwencyjnej można podzielić na naczyniowe i inne. Wysoki poziom narażenia występuje w naczyniowych procedurach IR (kardiologicznych, neurochirurgicznych, dotyczących jamy brzusznej czy naczyń obwodowych), gdzie przebieg zabiegu jest właściwie permanentnie monitorowany. Zdecydowanie niższy poziom narażenia (zarówno personelu, jak i pacjenta) jest w innych procedurach (tj. nienaczyniowych), podczas których fluoroskopia używana jest zdecydowanie krócej, ponieważ służy głównie do wizualnej kontroli efektów działania. Nie oznacza to jednak, że problem można bagatelizować, zwłaszcza że takie procedury bywają wykonywane w nieoptymalnych warunkach (pod względem jakości zarówno aparatury rtg., jak i pomieszczeń).

W gastroenterologii fluoroskopia rentgenowska jest wykorzystywana w następujących procedurach terapeutycznych:

- przezskórnej cholangiografii z implantacją stentu w drogach żółciowych (percutaneous transhepatic biliary drainage – PTCD),
- embolizacji krwawień w układzie pokarmowym,

- stentowaniu przełyku,
- endoskopowej cholangiopankreatografii wstecznej (ECPW),
- paliatywnym poszerzeniu przełyku.

Celem niniejszej pracy była ocena poziomu narażenia zawodowego na promieniowanie rtg. gastroenterologa wykonującego zabiegi ECPW pod kontrolą fluoroskopii i wskazanie możliwości zmniejszenia tego narażenia.

Badanie ECPW ma na celu przedstawienie obrazu radiologicznego zewnątrz- i wewnątrzwątrobowych dróg żółciowych oraz przewodu trzustkowego. Można w ten sposób zróżnicować, czy żółtaczką jest pochodzenia wewnątrz- czy zewnątrzwątrobowego, gdzie umiejscowiona jest przeszkoda w odpływie żółci i jaka jest tego przyczyna. Badanie pozwala również ustalić rodzaj dalszego postępowania terapeutycznego. Ma to duże znaczenie, ponieważ nie ma testu biochemicznego różnicującego wymienione rodzaje żółtaczek oraz nierzadko obraz ultrasonograficzny dróg żółciowych może być prawidłowy mimo procesu chorobowego.

Metoda ECPW ma jednak największe znaczenie w terapii zwężeń dróg żółciowych i trzustkowych oraz leczeniu kamicy przewodu żółciowego wspólnego. W tych przypadkach pacjent może uniknąć leczenia operacyjnego, gdy badanie ECPW zostanie zakończone odpowiednim endoskopowym działaniem terapeutycznym, np. nacięciem zwieracza ujścia dróg żółciowych, wyciągnięciem specjalnym koszykiem konkrementów („kamieni”) z przewodu żółciowego wspólnego lub (przy ich dużych rozmiarach) skruszeniem konkrementów przy użyciu tzw. litotryptora oraz innych zabiegów.

Endoskopowa cholangiopankreatografia wsteczna jest połączeniem metod endoskopowej i radiologicznej. Na początku badania do dwunastnicy wprowadza się fiberoskop (duodenoskop). Następnie, po znalezieniu ujścia dróg żółciowych i trzustkowych, podaje się cienkim cewnikiem środek cieniujący (kontrast) w celu wizualizacji dróg żółciowych.

Zabieg ECPW jest wykonywany na zlecenie lekarza w warunkach szpitalnych. Samodzielnie może go przeprowadzać gastroenterolog, któremu asystuje pielęgniarka, znajdująca się jednak w znacznie większej odległości od pierwotnej wiązki promieniowania niż lekarz.

Podczas zabiegu pacjent leży na plecach lub lewym boku. Rodzaj projekcji (czyli sposób padania wiązki pierwotnej promieniowania rtg.) zależy od możliwości zestawu rtg. Jeśli stół, na którym leży pacjent, jest wykonany z materiału słabo absorbującego promieniowa-

nie, lampa rtg. powinna być usytuowana pod stołem. W przeciwnym przypadku lampa rtg. znajduje się nad stołem, a wiązka pierwotna pada na przód tułowia pacjenta. Należy podkreślić, że usytuowanie lampy rtg. nad stołem z definicji implikuje wyższe narażenie członków zespołu zabiegowego, a szczególnie lekarza operatora [6].

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem niniejszych badań była ocena narażenia gastroenterologa wykonującego zabiegi ECPW pod kontrolą fluoroskopii rentgenowskiej.

Badania przeprowadzono w pracowni ECPW Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego im. Wojskowej Akademii Medycznej – Centralnego Szpitala Weteranów w Łodzi, gdzie wykonuje je samodzielnie gastroenterolog. Używano aparatu rtg. z ramieniem „C” CARMEX (prod. Italray, Włochy), który jest fluoroskopem analogowym, ze wzmacniaczem obrazu o średnicy 23 cm (9”), automatycznym doбором parametrów prądowo-napięciowych i możliwością pracy w trybie fluoroskopii ciągłej lub impulsowej. Nie ma możliwości wyboru trybu mocy dawki przez operatora – wynika ona z wybranej automatycznie kombinacji napięcie (kV) – ładunek (mAs). Lampa rtg. podczas ekspozycji znajduje się pod stołem. Odległość ogniska lampy od powierzchni wzmacniacza obrazu (Source to Image Distance – SID) jest stała i wynosi 75 cm.

Dla realizacji celu pracy wykonano 2 serie pomiarów:

1. Zabiegi wykonane w trybie fluoroskopii ciągłej.
2. Zabiegi wykonane w trybie fluoroskopii impulsowej o częstotliwości 3 pulsy/s.

Wszystkie zabiegi przeprowadził ten sam gastroenterolog. Jako środków ochrony przed promieniowaniem lekarz podczas ekspozycji używał jedynie fartucha z gumy ołowiowej o równoważniku 0,25 mm Al i kołnierza ochronnego o równoważniku 0,25 mm Al.

Ekspozycje odbywały się jedynie w trybie fluoroskopii. Podczas zabiegów rejestrowane były następujące dane:

1. Parametry wyświetlane na monitorze sprzężonym z aparatem rtg. – tj. kV, mAs, iloczyn dawki i pola powierzchni wiązki (dose area product – DAP) w mGy×cm² oraz czas ekspozycji (odpowiadający czasowi fluoroskopii).
2. Cechy pacjenta – płeć, masa ciała i wzrost.

Na podstawie powyższych danych dla każdego pacjenta wyliczano wskaźnik masy ciała (body mass index – BMI) zgodnie ze wzorem:

Tabela 1. Parametry promieniowania X zarejestrowane podczas zabiegów endoskopowej cholangiopankreatografii wstecznej (ECPW) oraz BMI pacjentów poddanych tym zabiegom

Table 1. X-ray parameters recorded during endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedures (ERCP) and BMI of patients subjected to these procedures

Seria Series	BMI pacjenta Patient BMI [kg/m ²] (M±SD)	Promieniowanie X X-ray	
		czas ekspozycji gastroenterologa exposure time of gastroenterologists [s] (M±SD)	DAP [mGy×cm ²] (M±SD)
I. Zabiegi wykonane w trybie fluoroskopii ciągłej / Procedures performed under continuous fluoroscopy	25±5	378±190	34 600±18 864
II. Zabiegi wykonane w trybie fluoroskopii impulsowej / Procedures performed under pulsed fluoroscopy	25±4	263±106	23 433±9 492

BMI – indeks masy ciała / body mass index, DAP – iloczyn dawki i pola powierzchni wiązki promieniowania / dose area product.

M – średnia / mean, SD – odchylenie standardowe / standard deviation.

Tabela 2. Sumaryczne dawki promieniowania X otrzymane przez gastroenterologa podczas wykonywania zabiegów endoskopowej cholangiopankreatografii wstecznej (ECPW)

Table 2. Summarized X-ray doses for gastroenterologists during endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedures (ERCP)

Seria Series	Zabiegi Procedures [n]	Dawka promieniowania X (ogółem) X-ray dose (total) [mSv] (M±SE*)		
		efektywna effective	równoważna equivalent	
			oczy eyes	skóra dłoni hand skin
I. Zabiegi wykonane w trybie fluoroskopii ciągłej / Procedures performed under continuous fluoroscopy	40	0,41±0,08	3,75±0,21	6,11±0,34
II. Zabiegi wykonane w trybie fluoroskopii impulsowej / Procedures performed under pulsed fluoroscopy	30	0,17±0,03	1,10±0,06	2,32±0,14

M – średnia / mean, SE – błąd standardowy (niepewność rozszerzona pomiaru) / standard error (extended uncertainty of measurement).

* Według sprawozdania z badań wydanego przez Laboratorium Akredytowane Nr AB 1317 podana jest niepewność rozszerzona przy poziomie ufności 95% i współczynniku rozszerzenia k = 2 / According to the measurement report prepared by Accredited Laboratory No AB 1317 here is given the extended uncertainty at confidential level 95% and extension coefficient k = 2.

Tabela 3. Dawki promieniowania X otrzymane przez gastroenterologa (w przeliczeniu na 1 zabieg) podczas wykonywania endoskopowej cholangiopankreatografii wstecznej (ECPW)

Table 3. X-ray doses for gastroenterologist (per 1 procedure) during endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedures (ERCP)

Seria Series	efektywna effective	Dawka promieniowania X (1 zabieg) X-ray dose (1 procedure) [μSv] (M±SE*)	
		równoważna equivalent	
		oczy eyes	skóra dłoni hand skin
I. Zabiegi wykonane w trybie fluoroskopii ciągłej / Procedures performed under continuous fluoroscopy	10,3±2,0	93,8±5,3	152,8±8,5
II. Zabiegi wykonane w trybie fluoroskopii impulsowej / Procedures performed under pulsed fluoroscopy	5,7±1,0	36,7±2,0	77,3±4,7

Objaśnienia jak w tabeli 2 / Abbreviations as in Table 2.

$$\text{BMI} = \text{masa [kg]} / (\text{wzrost [m]})^2 \quad (1)$$

Podczas każdego z monitorowanych zabiegów gastroenterolog był wyposażony w zestaw 3 indywidualnych dawkomierzy zawierających dozymetry termoluminescencyjne. Rejestrowane były następujące równoważniki dawek:

- Hp(3) – określający dawkę równoważną dla soczewek oczu,
- Hp(0,07) – określający dawkę równoważną dla skóry dłoni,
- Hp(10) – dla całego ciała na przedniej powierzchni tułowia (mierzony pod fartuchem ochronnym – na poziomie klatki piersiowej) i traktowany jako wartość dawki efektywnej.

Równoważnik dawki Hp(3) był określany na podstawie odczytu z dozymetru umieszczonego z boku twarzy przy oku od strony lampy rtg.

Odczyty dawkomierzy wykonała Sekcja Kontroli Dawek Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej (LADIS) (akredytowanego przez Polskie Centrum Akredytacji) z Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk w Krakowie.

WYNIKI

W ramach realizacji niniejszej pracy zebrano dane dotyczące ogółem 70 zabiegów ECPW wykonanych w Pracowni ECPW Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego im. Wojskowej Akademii Medycznej – Centralnego Szpitala Weteranów w Łodzi.

W 1. serii było to 40 zabiegów wykonanych w trybie fluoroskopii ciągłej od 20 maja do 4 lipca 2014 r. W 2. serii było to 30 zabiegów wykonanych w trybie fluoroskopii impulsowej od 17 listopada 2014 r. do 5 lutego 2015 r.

Zestawienie wyników dotyczących średnich wartości parametrów w obu seriach zabiegów przedstawiono w tabeli 1. Sumaryczne wartości dawek, jakie otrzymał gastroenterolog w wyniku każdej serii zabiegów, przedstawiono w tabeli 2. Średnie wartości dawek w przeliczeniu na 1 zabieg przedstawiono w tabeli 3.

OMÓWIENIE

Zestawienie danych z tabeli 1. pokazuje, że – mimo prawie identycznych wartości BMI pacjentów – średni czas ekspozycji w trybie fluoroskopii impulsowej jest o 30% krótszy od czasu ekspozycji w trybie fluoroskopii ciągłej. Konsekwentnie – średnia wartość DAP w trybie

fluoroskopii impulsowej jest o 32% mniejsza od analogicznej średniej w trybie fluoroskopii ciągłej.

To ewidentne skrócenie czasu narażenia na promieniowanie rtg. w trybie fluoroskopii impulsowej znajduje odzwierciedlenie w wartościach dawek otrzymywanych przez gastroenterologa wykonującego zabiegi ECPW.

W trybie fluoroskopii impulsowej w odniesieniu do trybu fluoroskopii ciągłej:

- dawka równoważna dla oczu jest niższa o 61%,
- dawka równoważna dla skóry dłoni jest niższa o 49%,
- dawka efektywna jest niższa o 45%.

Świadczy to o istotnym znaczeniu używania trybu fluoroskopii impulsowej dla redukcji dawek, co potwierdza słuszność zaleceń metodycznych zawartych nawet w przepisie prawnym [1].

Wyniki niniejszych badań porównano z danymi z piśmiennictwa [7–9]. Zwraca przy tym uwagę, że w odróżnieniu od niniejszych badań:

- podczas procedur ECPW opisywanych w cytowanych pracach wykorzystywano nie tylko fluoroskopię, lecz także radiografię,
- w procedurach ECPW uczestniczył znacznie liczniejszy zespół – wyliczano 3 osoby (operator, asystent, stażysta) przy stole pacjenta [9], a pielęgniarki opuszczały salę zabiegową podczas ekspozycji.

Podobnie jak w niniejszych badaniach personel nie używał okularów ani rękawic ochronnych.

Zakres wartości iloczynu dawki i pola powierzchni wiązki (DAP) zarejestrowanych w niniejszych badaniach nie odbiega od podawanych w piśmiennictwie:

- w badaniach własnych – w pierwszej serii: 8,4–165,1 Gy×cm², w drugiej serii: 7,8–123,3 Gy×cm²,
- w badaniu Tsapaki i wsp. [10] – 0,1–106,7 Gy×cm².

Należy jednak zaznaczyć, że wyniki podane w pracy [10] pochodzą ze 157 pomiarów wykonanych dawkomierzami termoluminescencyjnymi umieszczonymi na fartuchu operatora i zawierają wkład od fluoroskopii plus 1–4 filmów.

Zbieżność zakresu wartości DAP dowodzi dominującego wkładu fluoroskopii do dawki promieniowania otrzymywanej przez personel zabiegowy (a także przez pacjenta).

Porównanie wartości dawek otrzymywanych przez lekarza operatora w przeliczeniu na jedną procedurę zamieszczono w tabeli 4.

Na temat trybu pracy aparatu rtg. w artykule Sulimana i wsp. [9] podano jedynie informację, że podczas fluoroskopii była wykorzystywana opcja niskodawkowa, natomiast nie wiadomo, czy była to praca ciągła czy impulsowa.

Tabela 4. Dawki promieniowania X otrzymane przez gastroenterologa (w przeliczeniu na 1 zabieg) podczas wykonywania endoskopowej cholangiopankreatografii wstecznej (ECPW) – badanie własne vs badania innych autorów
Table 4. X-ray doses for gastroenterologist (per 1 procedure) during endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedure (ERCP) – the authors' own study vs. other authors' studies

Źródło danych Source of data	Dawka promieniowania X (1 zabieg) X-ray dose (1 procedure) [mSv]		
	efektywna effective	równoważna equivalent	
		oczy eyes	skóra dłoni hand skin
O'Connor i wsp. [7]	n.r.	0,01–0,03* 0,09–0,10**	n.r.
Suliman i wsp. [8]*	0,4	0,003	0,027
Suliman i wsp. [9]*	n.r.	0,004	0,027
Badania własne / The authors' own results			
fluoroscopia ciągła / continuous fluoroscopy	0,010	0,094	0,153
fluoroscopia impulsowa / pulsed fluoroscopy	0,006	0,037	0,077

* Lampa rtg. usytuowana pod stołem / X-ray tube under the table.

** Lampa rtg. usytuowana nad stołem / X-ray tube over the table.

n.r. – nie rejestrowano / not recorded.

W pracach Sulimana i wsp. [9] oraz Tsapaki i wsp. [10] wskazano na znaczenie doświadczenia operatora jako czynnika redukującego poziom narażenia radiacyjnego w zabiegach ECPW.

W piśmiennictwie [11,12] podkreśla się też niekorzystny wpływ małych rozmiarów sal zabiegowych. Zwiększa to ilość promieniowania rozproszonego, a tym samym dawki dla personelu wykonującego zabiegi.

W podsumowaniu wyników niniejszych badań przeprowadzono oszacowanie rocznych wartości dawek równoważnych dla oczu i skóry dłoni oraz dawki efektywnej, jaką może otrzymać operator wykonujący zabiegi ECPW. Przyjęto, że zgodnie z danymi z Pracowni ECPW Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego im. Wojskowej Akademii Medycznej – Centralnego Szpitala Weteranów w Łodzi rocznie wykonywanych jest maksymalnie 200 procedur ECPW. Oznacza to, że maksymalne roczne wartości dawek wynoszą:

1. Dawka równoważna dla skóry dłoni:
 - a) przy fluoroskopii ciągłej – ok. 30 mSv,
 - b) przy fluoroskopii impulsowej – ok. 15 mSv.
2. Dawka równoważna dla oczu:
 - a) przy fluoroskopii ciągłej – ok. 19 mSv,
 - b) przy fluoroskopii impulsowej – ok. 8 mSv.
3. Dawka efektywna:
 - a) przy fluoroskopii ciągłej – ok. 2 mSv,
 - b) przy fluoroskopii impulsowej – ok. 1,2 mSv.

W zestawieniu z obowiązującymi obecnie limitami dawek dla ekspozycji zawodowej powyżej oszacowane wartości są ewidentnie niższe od limitów, które wynoszą: 500 mSv dla dłoni, 150 mSv dla oczu i 20 mSv dla dawki efektywnej. Uwzględniając jednak zalecenia ICRP [13] – uprawomocnione Dyrektywą Rady 2013/59/EURATOM [14] – które wskazują na konieczność obniżenia limitu dawki równoważnej dla oczu do 20 mSv/rok, z przedstawionego wyżej oszacowania jasno wynika, że istnieje potrzeba bezwzględnego odstąpienia od używania fluoroskopii ciągłej.

WNIOSKI

Wyniki przedstawione w niniejszej pracy upoważniają do stwierdzenia, że procedury ECPW są źródłem narażenia dla wykonującego je gastroenterologa. Należy więc dążyć do wykorzystania dostępnych metod redukcji dawek, z których najprostsze to:

- używanie trybu fluoroskopii impulsowej (zamiast ciągłej),
- używanie zabezpieczeń osobistych w postaci fartucha, rękawic i okularów ochronnych.

Używanie trybu fluoroskopii ciągłej może sprawić, że u operatora gastroenterologa zostanie osiągnięta obniżona wartość rocznego limitu dawki równoważnej dla soczewek oczu (20 mSv), zalecona w Dyrektywie Rady 2013/59/EURATOM [14].

Z piśmiennictwa [11,12] wynika też, że należy unikać wykonywania zabiegów w pomieszczeniach o małej powierzchni i wyposażonych w wiele sprzętów rozpraszających promieniowanie.

PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej. DzU z 2011 r. nr 51, poz. 265
2. Ho P., Cheng S.W., Wu P.M., Ting A.C., Poon J.T., Cheng C.K. i wsp.: Ionizing radiation absorption of vascular surgeons during endovascular procedures. *J. Vasc. Surg.* 2007;46(3): 455–459, <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2007.04.034>
3. Ritter M., Krombach P., Martinschek A., Siegel F.P., Schmitt M., Weiss C. i wsp.: Radiation exposure during endourologic procedures using over-the-table fluoroscopy sources. *J. Endourol.* 2012;26(1):47–51, <https://doi.org/10.1089/end.2011.0333>
4. Taylor E.R., Kramer B., Frye T.P., Wang S., Schwartz B.F., Köhler T.S.: Ocular radiation exposure in modern urological practice. *J. Urol.* 2013;190(1):139–143, <https://doi.org/10.1016/j.juro.2013.01.081>
5. International Commission on Radiological Protection: Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. ICRP Publication 85. *Ann. ICRP* 2000;30(2)
6. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków pracy z urządzeniami radiologicznymi. DzU z 2006 r. nr 180, poz. 1325
7. O'Connor U., Gallagher A., Malone L., Reilly G.O.: Occupational radiation dose to eyes from endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedures in light of the revised eye lens dose limit from the International Commission on Radiological Protection. *Br. J. Radiol.* 2013; 86(1022), <https://doi.org/10.1259/bjr.20120289>
8. Sulieman A., Elzaki M., Khalil M.: Occupational exposure to staff during endoscopic retrograde cholangiopancreatography in Sudan. *Radiat. Prot. Dosimetry* 2011;144(1–4): 530–533, <https://doi.org/10.1093/rpd/ncq353>
9. Sulieman A., Paroutoglou G., Kapsoritakis A., Kapatena-kis A., Potamianos S., Vlychou M. i wsp.: Reduction of radiation doses to patients and staff during endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Saudi J. Gastroenterol.* 2011;17(1):23–29, <https://doi.org/10.4103/1319-3767.74456>
10. Tsapaki V., Parakseva K.D., Mathau N., Andrikopoulos E., Tentas P., Triantopoulou C., Karagiannis J.A.: Patient and endoscopist radiation dose during ERCP procedures. *Radiat. Prot. Dosimetry* 2011;147(1–2):111–113, <https://doi.org/10.1093/rpd/ncr285>
11. Wagner L.K., Archer B.R.: Minimising risks from fluoroscopic X rays. Wyd. 3. *Partners in Radiation Management (R.M. Partnership)*, The Woodlands 2000
12. Sutton D.G., Williams J.R. [red.]: Radiation shielding for diagnostic X-rays: Report of a Joint BIR/IPEM Working Party. *British Institute of Radiology, London* 2000
13. International Commission on Radiological Protection: Statements on tissue reactions. *Commission, Ottawa* 2011
14. Dyrektywa Rady 2013/59/EURATOM z dnia 5 grudnia 2013 r. ustanawiająca podstawowe normy bezpieczeństwa w celu ochrony przed zagrożeniami wynikającymi z narażenia na działanie promieniowania jonizującego oraz uchylająca dyrektywy 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom i 2003/122/Euratom. DzU UE z 2014 r., L 13