

KOMUNIKACJA DOTYCZĄCA RYZYKA ZWIĄZANEGO Z PROMIENIOWANIEM W OBRAZOWANIU PEDIATRYCZNYM

Informacje ułatwiające rozmowę specjalistów
z pacjentami na temat korzyści i ryzyka



Polskie tłumaczenie publikacji WHO *Communicating radiation risks in paediatric imaging*
przygotowane przez Krajowe Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia



**KRAJOWE CENTRUM
OCHRONY RADIOLOGICZNEJ**
W OCHRONIE ZDROWIA

Komunikacja dotycząca ryzyka związanego z promieniowaniem w obrazowaniu pediatricznym

Informacje ułatwiające rozmowę specjalistów
z pacjentami na temat korzyści i ryzyka



**KRAJOWE CENTRUM
OCHRONY RADIOLOGICZNEJ**
W OCHRONIE ZDROWIA

Publikacja Światowej Organizacji Zdrowia, 2016

pod tytułem Communicating radiation risks in paediatric imaging: Information to support health care discussions about benefit and risk

© Światowa Organizacja Zdrowia, 2016

Światowa Organizacja Zdrowia powierzyła prawa do tłumaczenia i publikacji wydania polskiego Krajowemu Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia, które ponosi wyłączną odpowiedzialność za jakość i dokładność wersji polskiej. W przypadku jakichkolwiek rozbieżności między wersją angielską a tłumaczeniem na język polski, wiążącą i autentyczną wersją jest oryginalna wersja angielska.

Komunikacja dotycząca ryzyka związanego z promieniowaniem w obrazowaniu pediatrycznym – Informacje ułatwiające rozmowę specjalistów z pacjentami na temat korzyści i ryzyka.

© Krajowe Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia, 2025

Zdjęcie na okładce: Garrett Allison i jego mama Gemini Janas rozmawiają z dr. Rajanem Gupta w Duke University Hospital (Durham, USA) o ryzyku, jakie wywołuje promieniowanie stosowane w badaniach diagnostycznych, takich jak tomografia komputerowa. © Shawn Rocco/Duke Medicine (za zgodą).

Zdjęcie na str. 2: Billington Jesse Semwogerere i jego mama Victoria Nandagire w trakcie rozmowy z dr Deborah Babirye w Ecurei-Mengo Hospital (Kampala, Uganda) o ryzyku, jakie wywołuje promieniowanie stosowane w badaniach diagnostycznych, takich jak tomografia komputerowa. Źródło: Elizabeth Nabunya Kawooya (za zgodą).

Spis treści

SŁOWO WSTĘPNE	3
WPROWADZENIE	4
PODZIĘKOWANIA	6
WSPÓŁAUTORZY	7
STRESZCZENIE	9
ROZDZIAŁ 1. KONTEKST NAUKOWY	11
1.1. Wprowadzenie do promieniowania i przegląd trendów w obrazowaniu medycznym	12
1.1.1. Rodzaje promieniowania i jednostki dawek promieniowania jonizującego	12
1.1.2. Źródła ekspozycji na promieniowanie	14
1.1.3. Ekspozycja na promieniowanie w obrazowaniu medycznym	16
1.2. Dawki promieniowania i ryzyko w procedurach pediatrycznych	20
1.2.1. Dawki promieniowania w procedurach pediatrycznych	20
1.2.2. Ryzyko napromieniowania w obrazowaniu medycznym: skutki zdrowotne ekspozycji na promieniowanie	22
1.2.3. Podatność dzieci na promieniowanie jonizujące: istotne aspekty	25
ROZDZIAŁ 2. KONCEPCJE I ZASADY OCHRONY RADIOLOGICZNEJ	29
2.1. Właściwe wykorzystanie promieniowania w obrazowaniu pediatrycznym	30
2.1.1. Podstawy ochrony radiologicznej w ochronie zdrowia	30
2.1.2. Uzasadnienie i właściwy dobór procedur	33
2.1.3. Optymalizacja: dostosowanie procedur do rozmiaru ciała dziecka i wskazań	37
2.2. Promowanie kultury bezpieczeństwa radiologicznego w celu podniesienia jakości ochrony zdrowia	44
2.2.1. Czym jest kultura bezpieczeństwa radiologicznego w ochronie zdrowia?	44
2.2.2. Bezpieczeństwo radiologiczne i zarządzanie kliniczne	46
2.2.3. Ustanowienie kultury bezpieczeństwa radiologicznego	47
ROZDZIAŁ 3. DIALOG O RYZYKU I KORZYŚCIACH	49
3.1. Praktyczne wskazówki do rozmowy o ryzyku i korzyściach	50
3.1.1. Cele i wyzwania komunikacji	50
3.1.2. Przekazywanie informacji o korzyściach i ryzyku	52
3.1.3. Komunikacja z pacjentem pediatrycznym	53
3.1.4. Jak prowadzić dialog w placówkach medycznych	54
3.1.5. Praktyczne przykłady komunikowania się z pacjentem pediatrycznym	56
3.1.6. Pytania i odpowiedzi w komunikacji skoncentrowanej na pacjencie	58
3.1.7. Przykłady kluczowych komunikatów	66
3.2. Rozważania etyczne	66
3.3. Nawiązywanie dialogu w społeczności medycznej	68
3.3.1. Uczestnicy	68
3.3.2. Komunikacja między lekarzami kierującymi na badania a lekarzami radiologami	68
3.3.3. Komunikacja między wykonującymi procedury obrazowania medycznego a administracją placówki medycznej	70
3.3.4. Komunikacja między innymi podmiotami medycznymi zaangażowanymi w opiekę nad pacjentem pediatrycznym	70
3.3.5. Rola zdrowia publicznego w dialogu o ryzyku i korzyściach	71
PIŚMIENNICTWO	72
ZAŁĄCZNIKI	79
ZAŁĄCZNIK A. OBJAŚNIENIA SKRÓTÓW	80
ZAŁĄCZNIK B. SŁOWNIK	81
ZAŁĄCZNIK C. DODATKOWE ŹRÓDŁA	86



Słowo wstępne

Rozwijające się techniki obrazowania otworzyły nowe perspektywy dla diagnostyki klinicznej i znacznie polepszyły jakość opieki nad pacjentem. W wyniku tego w kilku ostatnich dekadach wykorzystanie obrazowania w celach medycznych szybko wzrosło w skali całego świata i poszerzyło się spektrum jego zastosowań w pediatrii. Tomografia komputerowa (computed tomography – CT) u dzieci może dać szybką i dokładną informację, która jest pomocna w postawieniu diagnozy, ratuje życie, a w wielu przypadkach zapobiega stosowaniu bardziej inwazyjnych procedur. Nieodpowiednie wykorzystanie CT może jednak spowodować niepotrzebne ryzyko napromieniowania, którego można uniknąć, zwłaszcza u dzieci. Potrzebne jest zrównoważone podejście pokazujące różnorodne korzyści zdrowotne, jakie można osiągnąć, jednocześnie zapewniając minimum ryzyka.

Pacjenci i ich rodziny powinni uczestniczyć w rozmowie o ryzyku i korzyściach, które wiążą się z obrazowaniem dzieci, aby jak najlepiej zrozumieć przekazywane im informacje i mogli z nich skorzystać, dokonując wyboru. Jeśli nie będą odpowiednio poinformowani o ryzyku i korzyściach związanych z procedurą obrazowania, mogą dokonać niekorzystnego lub wręcz szkodliwego wyboru (np. odmówić badania CT, kiedy jest ono potrzebne, albo domagać się jego wykonania, mimo że jest ono nieuzasadnione). Informowanie o ryzyku, które wynika z ekspozycji na promieniowanie, oraz dialog na temat ryzyka i korzyści są niezbędne również między świadczeniciodawcami opieki zdrowotnej, którzy kierują dzieci na badania radiologiczne lub takie procedury medyczne wykonują. Skuteczna komunikacja między kierującymi na badania a członkami zespołu, którzy te badania wykonują, może wyeliminować nieprawidłowe decyzje o skierowaniu. Skuteczne informowanie o ryzyku, które wynika ze stosowania promieniowania, daje możliwość podejmowania decyzji w oparciu o informacje, co pozwala zagwarantować największe potencjalne korzyści z wykonywania badań obrazowych u dzieci przy najmniejszym możliwym ryzyku.

W odpowiedzi na tę potrzebę Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization – WHO) zwołała globalne gremium, aby zrealizować projekt poświęcony komunikowaniu ryzyka, które wynika z promieniowania, w celu wspierania dialogu o ryzyku i korzyściach wynikających z wykonywania badań obrazowych u dzieci. Niniejszą publikację stworzyła grupa uznanych ekspertów po szerokich konsultacjach z odpowiednimi interesariuszami, w tym z podmiotami świadczącymi usługi zdrowotne, rzecznikami pacjentów, przedstawicielami sektora opieki zdrowotnej, instytucjami regulującymi zasady ochrony radiologicznej, naukowcami i ekspertami ds. komunikacji. Kolejne aktualizacje publikacji odbywały się w oparciu o ocenę zwrotną zebraną podczas licznych warsztatów, które miały miejsce w różnych regionach świata.

Publikacja ta ma służyć jako narzędzie do komunikowania znanych lub potencjalnych ryzyk, które wynikają z promieniowania i wiążą się z procedurami wykonywania badań obrazowych u dzieci, oraz do wspierania dialogu o ryzyku i korzyściach w procesie świadczenia usług w zakresie ochrony zdrowia pacjentów pediatrycznych. Podane tu informacje i źródła mają wspierać strategię komunikacyjną, dając przykłady kluczowego przesłania, jakie można wykorzystać w różnych scenariuszach. Publikacja jest skierowana przede wszystkim do podmiotów świadczących usługi w zakresie ochrony zdrowia, zarówno kierujących dziećmi na badania obrazowe, jak i tych, w których dochodzi do ekspozycji na promieniowanie jonizujące. Poza tą grupą docelową publikacja może być przydatnym narzędziem dla innych interesariuszy.

Światowa Organizacja Zdrowia z radością będzie uczestniczyć w dalszej i poszerzonej współpracy z interesariuszami na poziomie globalnym, regionalnym i krajowym, aby poprawić bezpieczeństwo radiologiczne i jakość opieki zdrowotnej nad dziećmi.

Dr Maria Neira

Director
Department of Public Health,
Environmental and Social
Determinants of Health

Dr Edward Kelley

Director
Department of Service Delivery
and Safety

Wprowadzenie

Informowanie o ryzyku, które wynika z promieniowania, jest kluczowym elementem programu ochrony radiologicznej w opiece zdrowotnej. Poziom świadomości osób zatrudnionych w opiece zdrowotnej na temat dawek promieniowania i związanym z nimi ryzykiem, które wynika z obrazowania medycznego, może być niewielki. Lekarze kierujący na badania obrazowe potrzebują odpowiedniej wiedzy, edukacji i środków, aby mogli klarownie i skutecznie informować o korzyściach i ryzyku, które wiążą się z procedurami obrazowania u dzieci. W odpowiedzi na te potrzeby WHO uruchomiła projekt poświęcony informowaniu o ryzyku, które wynika ze stosowania promieniowania w obrazowaniu dzieci.

We wrześniu 2010 r. WHO zorganizowało International Workshop on Radiation Risk Communication in Paediatric Imaging (międzynarodowy warsztat poświęcony informowaniu o ryzyku wynikającym z badań obrazowych u dzieci). Warsztat odbył się w siedzibie głównej WHO w Genewie, a uczestniczyło w nim 35 osób z 23 samorządów zawodowych, organizacji międzynarodowych i regionalnych oraz agend Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ)¹. Wśród nich byli przedstawiciele głównych interesariuszy w dziedzinie obrazowania dzieci, tj. radiolodzy, elektroradiolodzy/technicy elektroradiologii, fizycy medyczni, lekarze kierujący na badania, pielęgniarki, pacjenci/rodzice, przedstawiciele organów regulacyjnych, naukowcy i eksperci ds. komunikacji. Grupa ta opracowała istniejące wytyczne i narzędzia, które służą do informowania o ryzyku związanym z promieniowaniem w obrazowaniu diagnostycznym, zidentyfikowała braki w nich i zgodziła się, że istnieje potrzeba prowadzenia dialogu o ryzyku i korzyściach w obrazowaniu dzieci. Zaproponowano stworzenie dla świadczeniodawców narzędzia edukacyjnego z wytycznymi dotyczącymi skutecznego informowania różnych osób o ryzyku, związanym z promieniowaniem w radiologicznych procedurach medycznych u dzieci². Kolejna propozycja dotyczyła przekazywania pacjentom i ich rodzinom bardziej zwięzłych informacji.

W tym celu powołano grupę ekspertów i stworzono pierwszą wersję dokumentu. Przedstawiono ją we wrześniu 2011 r. na warsztatach poświęconych informowaniu o ryzyku, które jest powodowane przez promieniowanie w obrazowaniu dzieci, zorganizowanych przez WHO wspólnie ze Światową Organizacją Lekarzy Rodzinnych (World Organization of National Colleges, Academies and Academic Associations of General Practitioners/Family Physicians – WONCA) podczas 17th WONCA Conference of Family Medicine, która odbyła się w Warszawie. W grudniu 2012 r. w Bonn, w Niemczech, WHO zorganizowała 2nd International Workshop on Radiation Risk Communication in Paediatric Imaging (międzynarodowe warsztaty poświęcone

¹ W warsztacie uczestniczyli przedstawiciele następujących organizacji: African Society of Radiology (ASR), Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging/Image Gently campaign, Canadian Association of Radiology (CAR), European Commission (EC), European Society of Radiology (ESR), Federal Agency for Nuclear Control, U.S. Food and Drug Administration (FDA), German Radiation Protection Authority (BfS), International Atomic Energy Agency (IAEA), International Commission on Radiological Protection (ICRP), International Council of Nurses (ICN), International Organization for Medical Physics (IOMP), International Radiology Quality Network (IRQN), International Society of Radiographers and Radiation Technologists (ISRRT), International Society of Radiology (ISR), Sociedad Latino Americana de Radiología Pediátrica [Latin American Society of Paediatric Radiology] (SLARP), National Council of Radiation Protection and Measurements (NCRP), National Institute of Radiological Sciences of Japan (NIRS), Patients for Patient Safety (PFPS), Royal College of Radiology (RCR), United States Environmental Protection Agency (USEPA), and World Organization of National Colleges, Academies and Academic Associations of General Practitioners/Family Physicians (WONCA).

² W niniejszym dokumencie za dziecko uważana jest osoba poniżej 18. roku życia.

informowaniu o ryzyku wynikającym ze stosowania promieniowania w obrazowaniu dzieci). Uczestniczyło w nich 56 osób, w tym eksperci z 19 krajów i przedstawiciele 12 organizacji międzynarodowych, agend ONZ, samorządów zawodowych, stowarzyszeń naukowych, instytucji akademickich, instytutów badawczych, sieci pacjentów i ich organizacji, organów regulacyjnych i ministerstw zdrowia³. Uczestnicy dokonali przeglądu doświadczeń i wniosków, które wynikały z ostatnich akcji informowania o ryzyku związanym z promieniowaniem, omówili dobre praktyki i przekazali wszechstronne opinie na temat dokumentu.

Uaktualniony dokument przetestowano pilotażowo w 2013 r., a kolejnych zmian dokonano na podstawie zebranych ocen. Wśród nich znalazły się materiały z warsztatów WHO-WONCA poświęconych roli lekarzy rodzinnych w informowaniu o ryzyku spowodowanym przez promieniowanie, które zorganizowano w czerwcu 2013 r., w Pradze, w Republice Czeskiej, podczas 20th World Conference of Family Medicine. W grudniu 2014 r. dokument zaprezentowano podczas Seminarium Dialogu Międzynarodowego dla Lekarzy, które współorganizowali WHO i Narodowy Instytut Nauk Radiologicznych (National Institute of Radiological Sciences – NIRS) w Tokio, w Japonii.

Dla świadczących usługi medyczne niniejszy dokument ma być narzędziem, które służy informowaniu o potencjalnym ryzyku wynikającym z promieniowania jonizującego w procedurach obrazowania dzieci, ma także wspierać dialog o ryzyku i korzyściach podczas wykonywania świadczeń zdrowotnych u dzieci. Dostarcza on użytkownikom informacji i środków, które wspierają strategię komunikacji, oraz przykładów kluczowych treści, jakie można wykorzystać w różnych scenariuszach. Dokument składa się z trzech rozdziałów, które oznaczono różnymi kolorami, aby ułatwić poruszanie się po publikacji. Dodatkowe informacje znajdują się w trzech załącznikach.

Publikacja skierowana jest przede wszystkim do świadczeniodawców opieki zdrowotnej, kierujących dzieci na badania obrazowe, podczas których dochodzi do ekspozycji na promieniowanie, ale może być także użytecznym narzędziem dla innych interesariuszy. To narzędzie komunikacji może stać się podstawą do tworzenia kolejnych opracowań skierowanych do pacjentów, rodziców, członków rodzin i szerokiej opinii publicznej.

Potencjalni użytkownicy tego narzędzia komunikacji to:

- pediatrzy, chirurdzy, interniści/lekarze rodzinni, lekarze medycyny ratunkowej, asystenci medyczni, pielęgniarki i inne osoby, które świadczą usługi w zakresie ochrony zdrowia, zaangażowane w proces kierowania dzieci na badania obrazowe z wykorzystaniem promieniowania;
- podmioty świadczące usługi w zakresie ochrony zdrowia, które wykonują, wspierają badania obrazowe u dzieci lub je na nie kierują (np. radiolodzy, lekarze medycyny nuklearnej, fizycy medyczni, elektroradiolodzy, technicy elektroradiologii, dentyści, kardiolodzy interwencyjni, chirurdzy ortopedzi, chirurdzy dziecięcy, chirurdzy naczyniowi, gastroenterolodzy, urolodzy i inni pracownicy służby zdrowia, którzy wykonują badania obrazowe poza oddziałem radiologii);
- decydenci i osoby kształtujące politykę ochrony zdrowia, organy ds. ochrony zdrowia, organy regulacyjne i inne agendy rządowe;
- wydziały medycyny i stomatologii, inne instytucje akademickie i badawcze.

³ Raport z warsztatów jest dostępny na stronie <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/radiation/bonn-workshop.pdf>.

Podziękowania

Niniejszy dokument opracowała Eksperska Grupa Robocza (Expert Working Group) powołana przez WHO, którego powstanie koordynował Sekretariat WHO. W projekcie uczestniczyło wielu ekspertów, którzy zgłaszali swoje uwagi jako członkowie korespondencji i/lub udzielali pomocy technicznej podczas niektórych spotkań. Światowa Organizacja Zdrowia dziękuje wszystkim, którzy wnieśli wkład w tę publikację, kierując specjalne podziękowania do następujących ekspertów za ich wsparcie, wskazówki i zaangażowanie w projekt:

Michael Boyd
Jerrold Bushberg
Steve Ebdon-Jackson
Donald Frush
Donald Miller
Denis Remedios
Angela Shogren

Światowa Organizacja Zdrowia wyraża wdzięczność Feridowi Shannounowi za jego wkład w sprawdzenie i uaktualnienie danych udostępnionych przez Komitet Naukowy Narodów Zjednoczonych ds. Skutków Promieniowania Atomowego (UNSCEAR). Podziękowania kierujemy także na ręce Jerrolda Bushberga, Wesleya Bolcha i Elliotta Stepusina za ich wkład techniczny dotyczący dawek promieniowania i ryzyka. Ten projekt częściowo finansowała Agencja Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych i Ministerstwo Zdrowia i Spraw Społecznych Republiki Francuskiej. Rząd Niemiec był gospodarzem warsztatów nt. informowaniu o ryzyku związanym z promieniowaniem w obrazowaniu pediatrycznym (2nd Workshop on Radiation Risk Communication in Paediatric Imaging), zorganizowanych w Bonn, w Niemczech, w grudniu 2012 r. przez Ministerstwo Środowiska Republiki Federalnej Niemiec (BMU), przy wsparciu technicznym niemieckiego Federalnego Urzędu Ochrony Radiologicznej (BfS) – ośrodka współpracującego z WHO. Narodowy Instytut Nauk Radiologicznych (NIRS) – kolejny ośrodek współpracujący z WHO – był gospodarzem Dialogue Seminar on Risk and Benefit Communication in Paediatric Imaging (seminarium nt. informowania o ryzyku i korzyściach związanych z obrazowaniem pediatrycznym), które odbyło się w Tokio, w Japonii, w grudniu 2014 r.

Współautorzy

Członkowie eksperckiej grupy roboczej

BOYD Michael, Agencja Ochrony Środowiska (United States Environmental Protection Agency), USA

BUSHBERG Jerrold T, Krajowa Rada Ochrony przed Promieniowaniem i Pomiarów (National Council of Radiation Protection and Measurements), USA

EBDON-JACKSON Steve, Agencja ds. Zdrowia Publicznego (Public Health England), Wielka Brytania

FRUSH Donald, Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging / Image Gently campaign (Stowarzyszenie na Rzecz Bezpieczeństwa Radiologicznego w Obrazowaniu Dzieci / kampania Image Gently), USA

MIKHAIL Miriam, Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization), Szwajcaria

MILLER Donald, Agencja ds. Żywności i Leków (U.S. Food and Drug Administration), USA

MURPHY Margaret, WHO Pacjenci na Rzecz Bezpieczeństwa Pacjentów (WHO Patients for Patient Safety), Irlandia

PEREZ Maria del Rosario, Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization), Szwajcaria

PRASOPA-PLAIZIER Nittita, Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization), Szwajcaria

REMEDIOS Denis, Królewskie Towarzystwo Radiologów (Royal College of Radiologists), Wielka Brytania

SHANNOUN Ferid, Komitet Naukowy ONZ ds. Skutków Promieniowania Atomowego (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), Austria

SHOGREN Angela, Agencja Ochrony Środowiska (United States Environmental Protection Agency), USA

Członkowie korespondenci¹

AKAHANE Keiichi, Narodowy Instytut Nauk Radiologicznych (National Institute of Radiological Sciences), Japonia

ADAMS Elizabeth, Międzynarodowa Rada Pielęgniarek (International Council of Nurses), Szwajcaria

APPLEGATE Kimberly, Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging / Image Gently campaign (Stowarzyszenie na Rzecz Bezpieczeństwa Radiologicznego w Obrazowaniu Dzieci / kampania Image Gently), USA

BOUESSEAU Marie-Charlotte, Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization), Szwajcaria

CHOI Simon, Agencja ds. Żywności i Leków (U.S. Food and Drug Administration), USA

CARBONNELLE Sylviane, Federalna Agencja Kontroli Nuklearnej (Federal Agency for Nuclear Control), Belgia

CORRA Lilian, Międzynarodowe Stowarzyszenie Lekarzy na rzecz Środowiska (International Society of Doctors for the Environment), Argentyna

COULOMBE Caroline, Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization), Szwajcaria

COWLING Cynthia, Międzynarodowe Stowarzyszenie Elektroradiologów i Techników Elektroradiologii (International Society of Radiographers and Radiological Technologists), Australia

DEMETER Sandor, Uniwersytet Manitoby, Kanada

ETZEL Ruth, Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization), Szwajcaria

GAMHEWAGE Gaya, Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization), Szwajcaria

GRIEBEL Jürgen, Federalny Urząd Ochrony Radiologicznej (Federal Office of Radiation Protection), Niemcy

HOLAHAN Vincent, Komisja Dozoru Jądrowego (United States Nuclear Regulatory), USA

HOLMARK Birgitte, WHO Pacjenci na Rzecz Bezpieczeństwa Pacjentów (WHO Patients for Patient Safety), Dania

¹ Ta lista obejmuje ekspertów, którzy wnieśli techniczny wkład w stworzenie i/lub recenzowanie publikacji, jak również ekspertów, którzy uczestniczyli w 1st Workshop on Radiation Risk Communication in Pediatric Health Care, który odbył się w siedzibie WHO w Genewie we wrześniu 2010 r., 2nd Workshop on Radiation Risk Communication in Paediatric Health Care zorganizowanym w Bonn w grudniu 2012 r., The International Expert Meeting w siedzibie WHO w Genewie we wrześniu 2013 r. i/lub w Dialogue Seminar on Risk and Benefit Communication in Pediatric Imaging w Tokio w grudniu 2014 r. Afiliacja współautorów odpowiada instytucjom, w których pracowali w czasie pracy i publikacji.

KANDA Reiko, Narodowy Instytut Nauk Radiologicznych (National Institute of Radiological Sciences), Japonia

KAWOoya Michael, Afrykańskie Towarzystwo Radiologiczne (African Society of Radiology), Uganda

KESMINIENE Ausrele, Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer), Francja

KHONG Pek-Lan, Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (International Commission on Radiological Protection), Chiny – Specjalny Region Administracyjny Hongkong

LAU Lawrence, Międzynarodowe Towarzystwo Radiologiczne (International Society of Radiology), Australia

McMICHAEL Nate, Agencja Ochrony Środowiska (United States Environmental Protection Agency), USA

MIYAZAKI Osamu, Krajowe Centrum ds. Zdrowia i Rozwoju Dziecka (National Center for Child Health and Development), Japonia

MOLA Ernesto, Światowa Organizacja Lekarzy Rodzinnych (World Organization of National Colleges, Academies and Academic Associations of General Practitioners/Family Physicians), Włochy

NADER Alejandro, Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (International Atomic Energy Agency), Austria

NEWMAN Donna, Międzynarodowe Stowarzyszenie Elektroradiologów i Techników Elektroradiologii (International Society of Radiographers and Radiological Technologists), USA

NEWELL Stephanie, WHO Pacjenci na Rzecz Bezpieczeństwa Pacjentów (WHO Patients for Patient Safety), Australia

PAULO Graciano, Europejska Federacja Zrzeszająca Stowarzyszenia Elektroradiologów (European Federation of Radiographer Societies), Portugalia

REED Martin, Kanadyjskie Towarzystwo Radiologiczne (Canadian Association of Radiology), Kanada

REHANI Madan, Międzynarodowa Organizacja Fizyki Medycznej (International Organization for Medical Physics) i Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (International Commission on Radiological Protection), USA.

RINGERTZ Hans, Międzynarodowe Towarzystwo Radiologiczne (International Society of Radiology), Szwecja

ROBERTS Richard, Światowa Organizacja Lekarzy Rodzinnych (World Organization of National Colleges, Academies and Academic Associations of General Practitioners/Family Physicians), USA

SHERIDAN Susan, WHO Pacjenci na Rzecz Bezpieczeństwa Pacjentów (WHO Patients for Patient Safety), USA

SHIELDS Glenna, Agencja Ochrony Środowiska (United States Environmental Protection Agency), USA

SHORE Roy, Fundacja Badań nad Skutkami Promieniowania (Radiation Effects Research Foundation), Japonia

SIMEONOV Georgi, Komisja Europejska (European Commission), Luksemburg

SORANTIN Eric, Europejskie Towarzystwo Radiologii Pediatrycznej (European Society of Paediatric Radiology) i Europejskie Towarzystwo Radiologiczne (European Society of Radiology), Austria

SOTO Giordani, Kolegium Radiologiczne Obu Ameryk (Inter-American College of Radiology) i Światowa Federacja Obrazowania Dzieci (World Federation of Paediatric Imaging), Chile

SOUWER Corinne, Federalna Agencja Kontroli Nuklearnej (Federal Agency for Nuclear Control), Belgia

VAN DEVENTER Emilie, Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization), Szwajcaria

VISENTIN Giorgio, Światowa Organizacja Lekarzy Rodzinnych (World Organization of National Colleges, Academies and Academic Associations of General Practitioners/Family Physicians), Włochy

VOCK Peter, Europejskie Towarzystwo Radiologiczne (European Society of Radiology), Szwajcaria

WIEDER Jessica, Agencja Ochrony Środowiska (United States Environmental Protection Agency), USA

YONEHARA Hidenori, Narodowy Instytut Nauk Radiologicznych (National Institute of Radiological Sciences), Japonia

ZAIDI Habib, Międzynarodowa Organizacja Fizyki Medycznej (International Organization of Medical Physics), Szwajcaria

Dane wykorzystane do opracowania ryciny 9. udostępnił J.T. Bushberg², W.E. Bolch³ i E. Stepusin⁴.

² Jerrold T. Bushberg, University of California, Sacramento, CA 95817 (USA).

³ Wesley E. Bolch, University of Florida, Gainesville, FL 32611 (USA).

⁴ Elliott Stepusin, University of Florida, Gainesville, FL 32611 (USA).

Streszczenie

Postępujący rozwój technik, w których wykorzystuje się promieniowanie jonizujące, sprawia, że stale rośnie zakres ich zastosowań klinicznych w diagnozowaniu i leczeniu pacjentów. Doprowadziło to do szerszego wykorzystywania tych technik na całym świecie, także w pediatrii.

- Radiografia cyfrowa pośrednia i bezpośrednia (computed radiography – CR, digital radiography – DR) zastępują konwencjonalną radiografię obrazową, dostarczają obrazy natychmiast dostępne do celów analitycznych, które można przekazywać elektronicznie, co obniża koszty i ułatwia dostęp do nich.
- Tomografia komputerowa (CT) jest cennym narzędziem, które jest używane w ocenie chorób i urazów u dzieci, często zastępuje mniej dokładne lub bardziej inwazyjne procedury diagnostyczne.
- Sterowane fluoroskopią procedury interwencyjne mogą zastąpić zabiegi chirurgiczne, które wiążą się ze stosunkowo większym ryzykiem niekorzystnych konsekwencji u dzieci.
- Medycyna nuklearna pozwala na dokonanie ocen strukturalnych i funkcjonalnych, które uwidaczniają się szczególnie w technikach hybrydowych [np. pozytonowej tomografii emisyjnej z tomografią komputerową (positron emission tomography / computed tomography – PET/CT)].
- Rozwinęła się radiologia dentystyczna, a tomografia komputerowa wiązki stożkowej (cone beam computed tomography – CBCT) jest coraz częściej stosowana u dzieci przez dentystów i ortodontów w celu uzyskania trójwymiarowego obrazu twarzy i zębów.

Stosowanie promieniowania w obrazowaniu dzieci ratuje życie – wartość kliniczna obrazowania z użyciem promieniowania stosowanego u dzieci w diagnostyce chorób lub urazów nie podlega dyskusji. Nieodpowiednie lub nieumiejętne używanie tych technik może jednak prowadzić do niepotrzebnej ekspozycji, która może zwiększyć ryzyko, nie dając żadnych dodatkowych korzyści pacjentom pediatrycznym. O ile dawka promieniowania podawana podczas procedur diagnostycznych jest niska i nie powinna powodować żadnych poważnych urazów, o tyle interwencyjne procedury obrazowe mogą wiązać się z dawkami na tyle wysokimi, że mogą one skutkować efektami deterministycznymi, takimi jak urazy skóry. W obrazowaniu dzieci szczególnie interesuje nas ryzyko stochastyczne, ponieważ dzieci są bardziej narażone niż dorośli na niektóre rodzaje nowotworów, mają też przed sobą więcej lat życia, podczas których mogą rozwinąć się u nich długoterminowe skutki zdrowotne spowodowane promieniowaniem. Jednostkowe ryzyko związane z napromieniowaniem w większości przypadków jest dość niewielkie, jednak zwiększenie bezpieczeństwa radiologicznego w obrazowaniu dzieci stało się kwestią zdrowia publicznego ze względu na rosnącą liczbę pacjentów pediatrycznych poddawanych tym badaniom, a także coraz większą świadomość społeczeństwa, które często alarmuje o niepokojących sytuacjach.

Korzyści, które wynikają z badań obrazowych u dzieci, należy postrzegać w kontekście potencjalnego ryzyka związanego z ekspozycją na promieniowanie. Naszym celem jest to, aby korzyści przewyższały potencjalne szkody, co wymaga odpowiedniej polityki i działań, które pozwalają dostrzegać i maksymalizować różnorodne korzyści zdrowotne, a jednocześnie minimalizować potencjalne ryzyko zdrowotne. Taki stan można osiągnąć dzięki wprowadzeniu dwóch zasad ochrony radiologicznej, które stosuje się w medycynie – uzasadnienia procedury i optymalizacji ochrony, które można ująć jako „zastosowanie właściwej procedury” i „prawidłowe wykonanie procedury”. Istniejące wytyczne, które dotyczą kierowania na badania obrazowe, mogą wesprzeć proces uzasadniania kierowania na badanie i sprawić, że decyzja o tym będzie trafniejsza. Takie narzędzia wspierania decyzji mogą być wskazówką dla lekarzy kierujących na badanie i dla radiologów, a także rodziców/opiekunów, informującą, czy wybrano odpowiednie badanie. W ochronie

radiologicznej optymalizacja oznacza utrzymanie dawki „na najniższym rozsądnie osiągalnym poziomie” (as low as reasonably achievable – ALARA). W przypadku obrazowania medycznego ALARA oznacza podanie najmniejszej możliwej dawki niezbędnej, aby otrzymać odpowiednie obrazy danych diagnostycznych. Istnieje wiele sposobów zmniejszenia dawki promieniowania, które nie powodują znaczącej utraty informacji diagnostycznych.

Podmioty medyczne, które kierują na wykonanie i/lub wykonują radiologiczne badania obrazowe u dzieci są współodpowiedzialne za prawidłowe i skuteczne informowanie pacjentów, rodziców i innych opiekunów o ryzyku radiologicznym. Powinny więc umieć prowadzić rozmowy o ryzyku i korzyściach, aby decyzje były podejmowane na podstawie odpowiednich informacji. To samo dotyczy lekarzy radiologów, elektroradiologów, fizyków medycznych i innych członków zespołu wykonującego badania obrazowe, którzy także powinni umieć rozmawiać o korzyściach i ryzyku ze swoimi koleżankami i kolegami, zwłaszcza pediatrami, lekarzami rodzinnymi, lekarzami medycyny ratunkowej i innymi lekarzami kierującymi na badania. Świadomość lekarzy odnośnie do dawek promieniowania i ryzyka związanego z obrazowaniem medycznym może być jednak niska.

Skuteczne i zrównoważone komunikowanie ryzyka radiologicznego wymaga określonej wiedzy, wykształcenia i zasobów, które wspierają rozmowę o ryzyku i korzyściach, zwłaszcza u pacjentów pediatrycznych. Na przykład ważne jest informowanie, że ryzyko można kontrolować, a korzyści maksymalizować dzięki wybraniu odpowiedniej procedury i zastosowaniu metod, które redukują ekspozycję pacjenta, nie zmniejszając skuteczności klinicznej. O ile podstawy sposobu informowania o ryzyku oraz prowadzenia dialogu o ryzyku i korzyściach są wspólne dla wszystkich kontekstów medycznych, o tyle realizacja strategii skutecznej komunikacji w obszarze badań obrazowych u dzieci często wymaga uwzględnienia nietypowych kwestii.

W niniejszym dokumencie omówiono różne podejście do sposobu prowadzenia takiego dialogu w kontekstach klinicznych, także sposoby komunikowania się z pacjentem pediatrycznym. Podano też praktyczne wskazówki, jak można wspierać dyskusję o ryzyku i korzyściach, w tym przykłady często zadawanych pytań i odpowiedzi, które można wykorzystać do opracowania materiałów informacyjnych dla pacjentów i ich rodzin. W publikacji omówiono także kwestie etyczne, które wiążą się z informowaniem o ryzyku napromieniowania podczas badań obrazowych u dzieci, oraz zaproponowano różne scenariusze i interesariuszy zaangażowanych w nawiązywanie dialogu w społeczności medycznej. Przedstawiono również koncepcje i zasady ochrony radiologicznej, sposób ich stosowania w badaniach obrazowych u dzieci oraz kluczowe czynniki, które są niezbędne do wykształcenia i utrzymania kultury bezpieczeństwa radiologicznego w opiece zdrowotnej w celu ulepszenia stosowanych praktyk, co jest filarem ochrony radiologicznej w medycynie.

Kwestie te poprzedza rozdział, w którym opisano rodzaje promieniowania i źródła narażenia dzieci występujące w procedurach medycznych. W tej samej części dokonano też przeglądu bieżących trendów w stosowaniu promieniowania jonizującego w badaniach obrazowych u dzieci. W rozdziale podano szacunkowe dawki promieniowania dla procedur wykonywanych u dzieci oraz omówiono znane potencjalne rodzaje ryzyka, które wiążą się z narażaniem dzieci na promieniowanie.

Dobra praktyka medyczna obejmuje skuteczne przekazywanie informacji o korzyściach i ryzyku wynikających z interwencji medycznych. W tym kontekście informowanie o ryzyku, które wiąże się z napromieniowaniem, jest bardzo istotną częścią dobrej praktyki w wykonywaniu obrazowania medycznego i odgrywa kluczową rolę w prawidłowym dialogu o ryzyku i korzyściach między pracownikami ochrony zdrowia, a także w rozmowach z dziećmi, ich rodzicami lub opiekunami.

Rozdział 1.

Kontekst naukowy

Zastosowanie promieniowania jonizującego w medycynie staje się coraz powszechniejsze na całym świecie. Zaawansowane techniki obrazowania medycznego otwierają nowe perspektywy dla diagnostyki i lepszej opieki nad pacjentem. Wymaga to przyjęcia polityki, która uznaje i maksymalizuje potencjalne korzyści zdrowotne, a jednocześnie uwzględnia i minimalizuje potencjalne ryzyko dla zdrowia. W tej sekcji znajdują się informacje naukowe o promieniowaniu, które mogą być pomocne w prowadzeniu dialogu o ryzyku i korzyściach w kontekście badań obrazowych u dzieci.

Sekcja 1.1. opisuje rodzaje promieniowania i źródła narażenia, zawiera też przegląd obecnych trendów w wykorzystaniu promieniowania jonizującego w obrazowaniu medycznym.

Sekcja 1.2. prezentuje dawki promieniowania w procedurach stosowanych u dzieci oraz jest przeglądem znanych i potencjalnych zagrożeń, które wiążą się z ekspozycją na promieniowanie w dzieciństwie.

1. Kontekst naukowy

1.1. Wprowadzenie do promieniowania i przegląd trendów w obrazowaniu medycznym

1.1.1. Rodzaje promieniowania i jednostki dawek promieniowania jonizującego

Promieniowanie to energia emitowana w postaci fal lub cząstek, która przechodzi przez dany ośrodek lub przestrzeń. Promieniowanie, którego energia pozwala uwolnić elektrony z atomu, nazywa się „promieniowaniem jonizującym”. Promieniowanie jonizujące jest wysyłane przez atomy, które mają nadmiar energii. Atomy radioaktywnego materiału uwalniają tę energię (np. w postaci promieni gamma) kiedy „rozpadają się” (tzn. przekształcają) i przechodzą w stan o niższej energii. Sprzęt do badań obrazowych, który stosuje się w medycynie nuklearnej, pozwala śledzić rozmieszczenie znaczników radioaktywnych (radiofarmaceutyków) wewnątrz ciała dzięki emitowanemu przez nie promieniowaniu gamma.

Inną formą promieniowania jonizującego jest promieniowanie X (RTG, rentgenowskie), które można sztucznie wygenerować w specjalnych lampach próżniowych. Stosowane jest ono w skanerach tomografii komputerowej (CT) i innych urządzeniach, w których używa się

Ramka 1.1. Ilość i jednostki

Dawka pochłonięta to ilość energii przekazana tkankom/narządom na jednostkę masy wyrażona w grejach (Gy). Dla obrazowania diagnostycznego jeden grey to bardzo duża jednostka, dlatego często praktyczniejsze jest posługiwanie się miligrejami (mGy). Jeden grey to tysiąc miligrejów.

Ryzyko, które wynika z narażenia na działanie różnych rodzajów promieniowania, można porównywać, korzystając z dawki równoważnej. Dawka równoważna zdefiniowana jest dla danego rodzaju promieniowania z wykorzystaniem współczynnika wagowego promieniowania, który w przypadku promieniowania X i gamma wynosi 1, ale może być wyższy dla innych rodzajów promieniowania.

Dawka skuteczna (efektywna) to suma ważonych dawek równoważnych napromienienia tkanek/narządów, którą oblicza się, używając czynników wagowych specyficznych dla każdej tkanki. Czynniki te są przede wszystkim zgrubnym przybliżeniem względnej wrażliwości tkanek na chorobę nowotworową wywołaną promieniowaniem.

Koncepcja dawki skutecznej powstała jako narzędzie stosowane w ochronie radiologicznej pracowników i społeczeństwa w ogóle. Można jej używać w praktyce do porównywania dawek z różnych badań diagnostycznych i procedur interwencyjnych. Pozwala też na porównanie dawek, które pochodzą z różnych technik lub technologii wykorzystywanych w tym samym badaniu medycz-

nym, i/lub dawek przyjmowanych w trakcie wykonywania podobnych procedur na różnych urządzeniach. Zakłada się, że reprezentatywni pacjenci, dla których obliczamy dawkę efektywną, są podobni pod względem płci, wieku i masy ciała. Celem dawki skutecznej nie było dokładne oszacowanie ryzyka wystąpienia skutków promieniowania u osób poddanych radiologicznym procedurom medycznym. Dla oceny indywidualnego ryzyka oraz dla potrzeb badań epidemiologicznych lepszą wielkością byłaby dawka w narządzie (pochłonięta lub równoważna).

W ekspozycjach medycznych do porównania szacunkowych dawek przyjętych przez populację używa się zbiorowej dawki skutecznej, która nie jest jednak narzędziem prognozowania wystąpienia skutków zdrowotnych. Oblicza się ją, mnożąc średnią dawkę efektywną dla medycznej procedury radiologicznej przez oszacowaną liczbę procedur w danej populacji. Całkowitej dawki skutecznej ze wszystkich procedur radiologicznych dla całej populacji można użyć do opisanego globalnych tendencji wykorzystywania promieniowania w medycynie.

Jednostką dawki równoważnej i skutecznej jest siwert (Sv). W diagnostyce obrazowej jeden siwert to bardzo duża jednostka, dlatego często praktyczniejszym rozwiązaniem jest posługiwanie się milisiewertami (mSv). Jeden siwert to tysiąc milisiewertów. Zbiorowa dawka skuteczna mierzona jest w osobosiwertach (person-Sv).

promieniowania rentgenowskiego. Natomiast „promieniowanie niejonizujące” to termin opisujący promieniowanie, o energii zbyt małej, aby w efekcie oddziaływania z atomem uwolnić elektrony. Promieniowanie niejonizujące obejmuje niskoenergetyczne pola elektryczne i magnetyczne. Jego przykłady to fale radiowe, mikrofałe, podczerwień, ultrafiolet i światło widzialne. Ultrasonograficzne systemy obrazowania używają fal dźwiękowych do generowania obrazów tkanek i organów, a skanery do obrazowania z użyciem rezonansu magnetycznego (magnetic resonance imaging – MRI) używają silnych pól magnetycznych i fal radiowych do generowania obrazów wewnętrznych struktur ciała. Jeśli nie wskazano inaczej, termin „promieniowanie” używany w tym dokumencie oznacza promieniowanie jonizujące.

Dawka promieniowania to ilość energii pochłonięta przez jednostkę masy w narażonych tkankach i narządach. Zrozumienie podstawowych wielkości i jednostek promieniowania może pomóc w lepszym komunikowaniu się ze współpracownikami lub pacjentami (patrz **ramka 1.1.**).

Ramka 1.2. Jak opisać ilość materiału radioaktywnego

Jednostką radioaktywności stosowaną w Międzynarodowym Układzie Jednostek Miar jest *bekerele* (Bq). W medycynie nuklearnej używa się go do wyrażenia ilości radioaktywności podanej pacjentowi. Jeden Bq to bardzo niewielka ilość materiału radioaktywnego – odpowiada jednemu rozpadowi promieniotwórczemu na sekundę. *Kiur* (Ci) to jednostka radioaktywności

stosowana w przeszłości. Jeden Ci to dość duża ilość materiału radioaktywnego: odpowiada $3,7 \times 10^{10}$ (37 mld) rozpadów promieniotwórczych na sekundę^a. Obecnie niezwykle rzadko korzysta się z jednostki Ci, ale nadal jest użyteczna dla celów porównawczych. Poniżej podajemy kilka przykładów.

Międzynarodowy Układ Jednostek Miar (układ SI)	Jednostki równoważne	Rozpady promieniotwórcze na sekundę
1 terabekerele (TBq)	27 kiurów (Ci)	1 000 000 000 000
1 gigabekerele (GBq)	27 milikiurów (mCi)	1 000 000 000
1 megabekerele (MBq)	27 mikrobiurów (μCi)	1 000 000
1 kilobekerele (kBq)	27 nanobiurów (nCi)	1 000
1 bekerele (Bq)	27 pikobiurów (pCi)	1
37 gigabekerele (GBq)	1 kiur (Ci)	37 000 000 000
37 megabekerele (MBq)	1 milikiur (mCi)	37 000 000
37 kilobekerele (kBq)	1 mikrobiur (μCi)	37 000
37 bekerele (Bq)	1 nanobiur (nCi)	37
0,037 bekerele (Bq)	1 pikobiur (pCi)	0,037

Poniżej podano przykłady poziomów naturalnej radioaktywności, które występują w codziennym życiu:

Naturalna radioaktywność produktów żywnościowych			Typowa ilość naturalnej radioaktywności w organizmie ^b	
Żywność	⁴⁰ K (potas)	²²⁶ Ra (rad)	Nuklid	
Banan	130 Bq/kg	0,037 Bq/kg	Uran	1,1 Bq
Orzechy brazylijskie	207 Bq/kg	37–260 Bq/kg	Tor	0,11 Bq
Marchew	130 Bq/kg	0,02–0,1 Bq/kg	Potas	4,4 kBq
Biały ziemniak	130 Bq/kg	0,037–0,09 Bq/kg	Rad	1,1 Bq
Piwo	15 Bq/kg	brak danych	Węgiel	3,7 kBq
Czerwone mięso	110 Bq/kg	0,02 Bq/kg	Tryt	23 Bq
produkty surowe	170 Bq/kg	0,07–0,2 Bq/kg	Polon	37 Bq

^a Choć zachęca się do korzystania z Międzynarodowego Układu Jednostek Miar, w tej ramce informacyjnie uwzględniono kiur (Ci) i powiązane z nim jednostki, ponieważ nadal są okazjonalnie stosowane przez społeczność medyczną, kiedy mowa o ilości radioaktywności podanej podczas procedur medycyny nuklearnej.

^b Typowa liczba rozpadów promieniotwórczych na sekundę w ludzkim ciele, która wynika z naturalnej radioaktywności, wynosi ok. 7400 rozpadów na sekundę.

Do opisania ilości materiału radioaktywnego stosowanego w procedurach medycyny nuklearnej używa się konkretnych terminów i jednostek miar (patrz **ramka 1.2.**). Specyficzne terminy, które pojawiają się w tym dokumencie, również wyjaśniono w tym rozdziale (patrz **ramka 1.3.**). **Załączniki** od **A** do **C** zawierają informacje dodatkowe: definicje skrótów i skrótowców (**załącznik A**), słownik (**załącznik B**) oraz linki do stron organizacji, na których można znaleźć informacje o praktykach i wytycznych dotyczących obrazowania medycznego (**załącznik C**).

1.1.2. Źródła ekspozycji na promieniowanie

Narażenie na małe dawki promieniowania jest naturalną i stałą cechą naszego środowiska. Ludzie narażeni są na promieniowanie pochodzące z przestrzeni kosmicznej (w tym na promieniowanie słoneczne), a także na promieniowanie z naturalnie występujących materiałów radioaktywnych, które znajdują się w glebie, wodzie, powietrzu, żywności i w naszym ciele. Sztuczne generowanie promieniowania X rozpoczęło się pod koniec XIX w. Eksperymentalne prace Roentgena dowiodły, że promieniowanie X potrafi pokazać obraz szkieletu na płycie fotograficznej. Szybkie poszerzenie wachlarza zastosowania promieniowania w medycynie, przemyśle, rolnictwie i badaniach naukowych nastąpiło w XX w. Testowanie broni nuklearnej, rutynowe zrzuty z zakładów przemysłowych i awarie przemysłowe uwolniły do środowiska dodatkową radioaktywność spowodowaną przez człowieka. Obecnie jednak największym wytworzonym przez człowieka źródłem ekspozycji na promieniowanie jest promieniowanie stosowane w medycynie (UNSCEAR, 2010).

Średnia roczna ekspozycja populacji świata na promieniowanie ze wszystkich źródeł wynosi ok. 3 mSv/rok na osobę. Średnio 80% (2,4 mSv) dawki rocznej, jaką przyjmuje człowiek ze wszystkich źródeł, przypada na radon i inne naturalne źródła promieniowania (naturalne promieniowanie tła), 19,7% (0,6 mSv) spowodowane jest wykorzystaniem promieniowania w medycynie, a pozostałe 0,3% (ok. 0,01 mSv) pochodzi z innych źródeł promieniowania wytworzonych przez działalność człowieka (**ryc. 1**). Wielkość dawki otrzymanej przez różne osoby może być bardzo różna, w zależności od miejsca zamieszkania. Na przykład naturalny poziom promieniowania tła różni się w zależności od różnic w budowie geologicznej, a w niektórych obszarach może być 10 razy większy od średniej światowej. W Stanach Zjednoczonych w 2006 r., po raz pierwszy w historii, narażenie na promieniowanie pochodzące z obrazowania dla potrzeb medycznych zastąpiło źródła naturalne na pierwszym miejscu wśród największych źródeł narażenia człowieka (**ryc. 2**). Na **rycinie 3** pokazano wzrost narażenia populacji USA na promieniowanie ze źródeł związanych z procedurami medycznymi w latach 1987 i 2006. Roczne średnie dawki promieniowania i typowe zakresy indywidualnych dawek przedstawiono w **tabeli 1**. Na **rycinie 4** pokazano zmiany w udziale ekspozycji ze źródeł medycznych w średniej rocznej dawce promieniowania na osobę w krajach o podobnym poziomie opieki zdrowotnej.

Ramka 1.3. Definicje niektórych popularnych terminów używanych w niniejszej publikacji

„Ryzyko zdrowotne” to prawdopodobieństwo, że w określonych okolicznościach lub na skutek narażenia na określone zagrożenie wystąpią skutki zdrowotne. Jeśli nie wskazano inaczej, pojęcia „ryzyko” używa się w tej publikacji ogólnie dla opisanego ryzyka, które jest spowodowane promieniowaniem, nie różniąc między znanym/rozpoznanym ryzykiem (np. procedury z użyciem wysokiej dawki) a ryzykiem potencjalnym/zakładanym (np. procedury z użyciem niskiej dawki, które stanowią większość obrazowych procedur diagnostycznych). Domniemane założenie mówi, że niepewność nie zawsze można określić.

Jeśli nie wskazano inaczej, termin „promieniowanie” używany jest w tej publikacji do opisanego promieniowania jonizującego.

W tej publikacji termin „dawka” odnosi się do oszacowania dawki promieniowania dla wielu typowych diagnostycznych procedur

medycznych. Są to jedynie wartości typowe, a nie dokładne dane dozymetryczne.

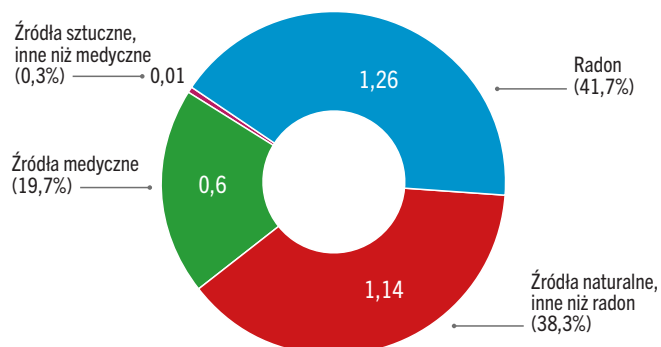
Jeśli nie wskazano inaczej, termin „rodzina” używany w niniejszej publikacji oznacza rodziców lub innych członków rodziny, którzy pełnią rolę opiekunów dziecka i będą potencjalnie uczestniczyć w dyskusjach o ryzyku i korzyściach wynikających z użycia promieniowania w badaniu obrazowym dziecka.

Jeśli nie wskazano inaczej, termin „procedura” używany jest w tej publikacji jako pojęcie ogólne i odnosi się albo do badań diagnostycznych, albo do interwencji z wykorzystaniem technik obrazowania.

Inne terminy zdefiniowano w *Słowniku* (załącznik B).

Rycina 1. Rozkład średniego rocznego narażenia populacji świata na promieniowanie

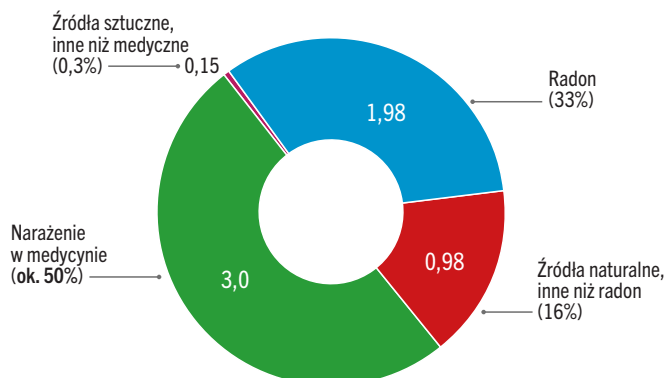
Przeciętne narażenie na promieniowanie na świecie (mSv)
Wartość całkowita: 3 mSv



Źródło: opracowanie za zgodą UNSCEAR (2010).

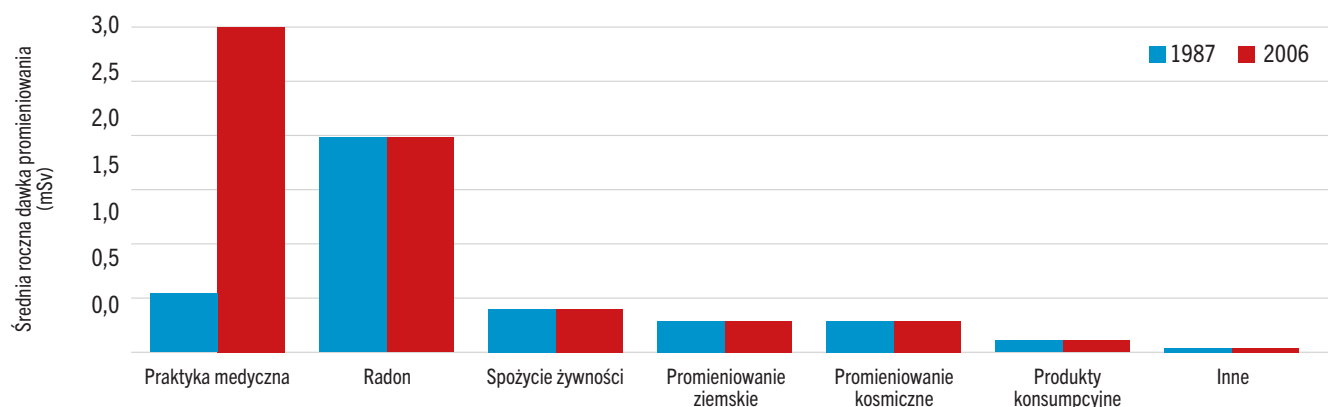
Rycina 2. Średnie roczne narażenie na promieniowanie populacji USA przedstawione tak samo jak na ryc. 1. w celach porównawczych

Przeciętne narażenie na promieniowanie w USA (mSv)
Wartość całkowita: 6,11 mSv



Źródło: opracowanie własne na podstawie NCRP (2009).

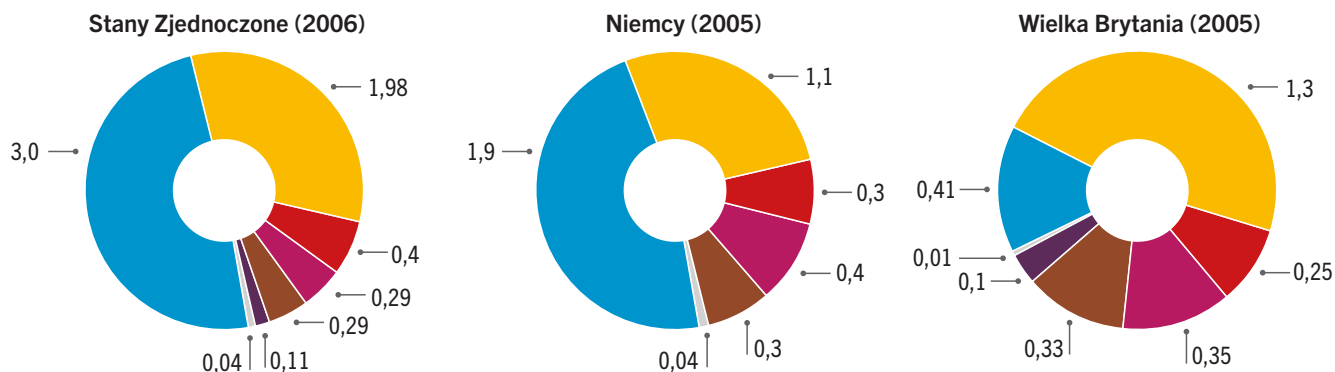
Rycina 3. Średnia roczna dawka promieniowania na osobę (mSv) dla populacji USA (zauważ wzrost narażenia spowodowanego obrazowaniem medycznym)



Źródło: opracowanie za zgodą NCRP (2009).

Rycina 4. Zmiany w udziale narażenia na promieniowanie w praktyce medycznej w średniej rocznej dawce promieniowania na osobę w krajach o podobnym poziomie opieki medycznej

■ Praktyka medyczna ■ Radon ■ Spożycie żywności ■ Promieniowanie ziemskie ■ Promieniowanie kosmiczne ■ Produkty konsumpcyjne ■ Inne



Źródło: opracowanie za zgodą UNSCEAR (2010).

Tabela 1. Średnie roczne dawki promieniowania na osobę i zakresy ich wartości dla całego świata

Źródło promieniowania lub droga narażenia	Średnie roczne dawki dla całego świata i typowe zakresy ich wartości (mSv ^a)
Naturalne źródła narażenia	
Wdychanie (radon)	1,26 (0,2–10) ^b
Spożywanie żywności i wody pitnej	0,29 (0,2–1)
Promieniowanie ziemskie	0,48 (0,3–1) ^c
Promieniowanie kosmiczne	0,39 (0,3–1) ^d
Razem dla źródeł naturalnych	2,4 (1–13)^e
Źródła narażenia spowodowane działalnością człowieka	
Diagnostyka medyczna (bez terapii)	0,6 (~0–20+)
Inne (np. energia jądrowa i przeprowadzone dotychczas testy broni jądrowej)	~0,005
Razem dla źródeł sztucznych	0,6 (~0–20+)
Razem	3 (1–20+)

^a mSv: milisiwert, jednostka miary dawki skutecznej

^b W niektórych mieszkaniach dawka może być znacznie wyższa.

^c W niektórych lokalizacjach dawka jest większa.

^d Dawka wzrasta wraz z wysokością.

^e Duże grupy populacji otrzymują dawkę w zakresie 10–20 mSv.

Źródło: opracowanie za zgodą UNSCEAR (2010).

1.1.3. Ekspozycja na promieniowanie w obrazowaniu medycznym

Wzrost dostępności i powszechności stosowania obrazowania medycznego (zwłaszcza CT), jaki obserwujemy w ostatnich kilku dekadach, pozwolił uratować życie niezliczonych osób, a w wielu przypadkach zapobiegł korzystaniu z bardziej inwazyjnych procedur i uniknięciu związanego z nimi ryzyka. Powinniśmy jednak optymalizować obrazowe badania diagnostyczne, aby pacjenci (zwłaszcza dzieci) nie byli narażani na ciągłą ekspozycję na promieniowanie jonizujące lub na dawki wyższe niż te, które wystarczą do uzyskania obrazu o odpowiedniej jakości diagnostycznej.

Od 1991 do 1996 r. na całym świecie przeprowadzano rocznie ok. 2,4 mld medycznych badań diagnostycznych, przy czym ok. 250 mln z nich dotyczyło dzieci poniżej 15. roku życia¹. W okresie 1997–2007 całkowita liczba medycznych badań diagnostycznych wzrosła do ponad 3,6 mld, w tym ok. 350 mln badań dotyczyło dzieci poniżej 15. roku życia (UNSCEAR, 2000; UNSCEAR, 2010).

Badanie rentgenowskie (RTG) klatki piersiowej stanowi 40% wszystkich procedur, które wykonuje się na całym świecie z wykorzystaniem technik obrazowania. W krajach o wysokich i średnich dochodach ok. 9% badań RTG klatki piersiowej wykonuje się u dzieci (UNSCEAR, 2010). Dawka promieniowania w takim badaniu jest bardzo niska, co wyjaśnia, dlaczego jej wkład w dawkę dla populacji (dawka zbiorowa) jest stosunkowo niski w porównaniu z innymi, rzadziej wykonywanymi rodzajami obrazowania (**tabela 2**). Dla porównania, tabela ta pokazuje, że CT, które wykonuje się stosunkowo rzadziej niż RTG klatki piersiowej (6,3% wszystkich badań RTG), ma największy udział w dawce zbiorowej (43,2%).

¹ Choć dane te zebrano dla dzieci do 15. roku życia, UNICEF jako górną granicę wieku dziecka określa na 18 lat i taką koncepcję przyjęliśmy na potrzeby tej publikacji. Termin „noworodek” odnosi się do dzieci poniżej 28. dnia życia.

Ograniczone dane na temat częstotliwości medycznych procedur diagnostycznych u dzieci dostępne są wraz z niektórymi przykładami w tabeli 3. Choć częstotliwość znacznie różni się między krajami, szacuje się, że ok. 3–10% wszystkich procedur radiologicznych wykonywanych jest u dzieci (UNSCEAR, 2013).

Tabela 2. Średnia globalna względna częstotliwość wykonywania i dawka zbiorowa dla różnych rodzajów procedur diagnostycznych RTG (wszystkie kategorie wiekowe, kobiety i mężczyźni)^a

Badanie z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego	Względna częstotliwość (%)	Dawka zbiorowa (%)
Badanie klatki piersiowej (projekcja tylna-przednia, boczna, inna)	40	13,3
Kończyny i stawy	8,4	< 1
Czaszka	3,2	4,2
Jama brzuszna, miednica, biodro	5,2	4,5
Kręgosłup	7,4	4,2
Fluoroscopia przewodu pokarmowego	4,8	14,5
Mammografia	3,6	< 1
Tomografia komputerowa	6,3 ^b	43,2 ^b
Angiografia i zabiegi interwencyjne sterowane za pomocą fluoroskopii	< 1	6,1
Inne procedury obrazowania medycznego z wykorzystaniem promieni RTG	3	11
Procedury stomatologiczne ^c	13	< 1

^a Typowe procedury i dawki dla pacjentów pediatrycznych podano w **tabeli 3**.

^b Wartości te pogrubiono, aby podkreślić, że radiologiczna procedura medyczna (CT), która stanowi tylko 6% wszystkich badań z wykorzystaniem promieni rentgenowskich, odpowiada za 43% globalnej dawki zbiorowej.

^c Choć nie ujęto tu globalnych danych na temat częstotliwości wykonywania tomografii komputerowej wiązki stożkowej (CBCT) w stomatologii, ich włączenie nie zmieniłoby znacząco podanych wartości procentowych

Źródło: tabelę opracowano na podstawie danych z UNSCEAR (2010) – za zgodą udostępniającego.

Tabela 3. Procedury radiologiczne wykonywane u dzieci (0–15 lat) w krajach, w których opieka medyczna znajduje się na poziomie I^a

Badane obszary ciała	Procent wszystkich badań danego typu wykonanych w poszczególnych obszarach anatomicznych ciała u dzieci poniżej 15. roku życia
Radiografia	
Głowa/czaszka	19%
Kończyny	15%
Jama brzuszna	13%
Kręgosłup AP (odcinek piersiowy, lędźwiowy, krzyżowy)	7–12%
Klatka piersiowa (projekcja tylna-przednia i boczna)	9–12%
Miednica/biodra	9%
Inne procedury RTG	3–9%
Tomografia komputerowa (CT)	
CT głowy	8%
CT jamy brzusznej	4%
CT klatki piersiowej	5%
CT kręgosłupa	3%

^a UNSCEAR (2010) zdefiniował kraje, w których opieka zdrowotna jest na poziomie I, jako te, w których jest co najmniej jeden lekarz na 1000 osób populacji ogólnej.

Źródło: opracowanie własne na podstawie UNSCEAR (2013).

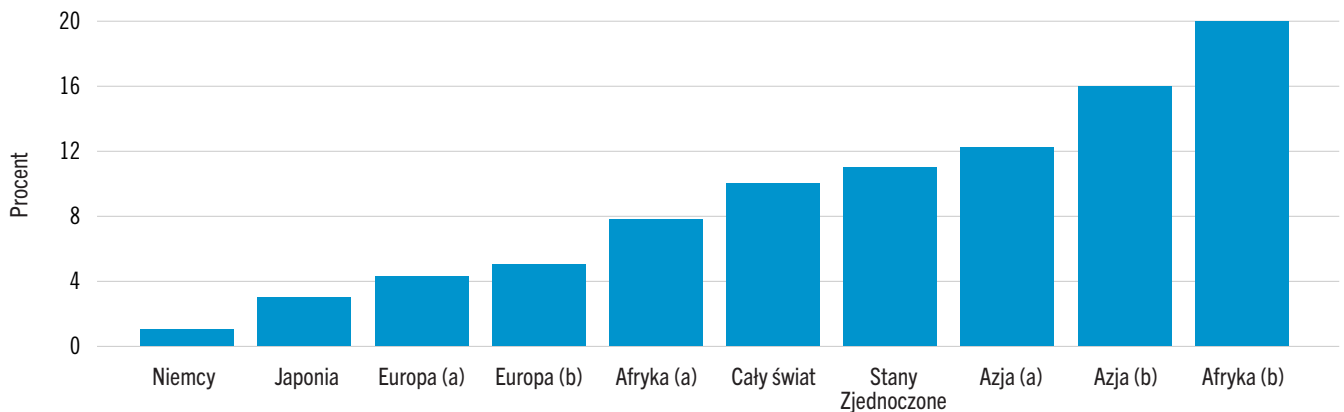
Wykorzystanie tomografii komputerowej wiązki stożkowej (CBCT) w stomatologii jest stosunkowo nową praktyką. W CBCT używa się dawek wyższych niż w innych badaniach rentgenowskich w stomatologii. Coraz więcej uwagi zwraca się na wskazania kliniczne (uzasadnienie), optymalizację, gwarancję jakości i szkolenie w zakresie CBCT w stomatologii (NCRP, 2003; European Commission, 2004, 2012).

Ważną procedurą stosowaną u dzieci, w której wykorzystuje się techniki obrazowania, jest fluoroskopia. Badania fluoroskopowe u dzieci mogą być stosowane do oceny pęcherza/cewki moczowej (cystourethrografia mikcyjna – CUM), górnej części przewodu pokarmowego (badania kontrastowe przetyku, żołądka i jelita cienkiego) i dolnej części przewodu pokarmowego (kontrastowe wlewy doodbytnicze). Poza obrazowaniem diagnostycznym fluoroskopię coraz częściej stosuje się jako wsparcie w kardiologicznych i gastroenterologicznych zabiegach u dzieci, a także w procedurach interwencyjnych, które są przeprowadzane w związku z problemami w układzie nerwowym i krwionośnym, zabiegami ortopedycznymi i operacjami pod kontrolą fluoroskopii. Procedury interwencyjne kontrolowane obrazem fluorescencyjnym mogą narażać pacjentów i personel na promieniowanie większe niż wynikające z typowej diagnostyki obrazowej, jednak nie wiąże się z nimi wiele znaczących zagrożeń związanych ze złożonymi chirurgicznymi zabiegami pediatrycznymi. Dawka zależy od rodzaju procedury (zabiegu), sprzętu i postępowania operatora (Tsapaki i wsp., 2009).

Tomografia komputerowa w latach 1997–2006 stanowiła ok. 6% wszystkich procedur obrazowania medycznego, które wykonano na całym świecie, i odpowiadała za 43% całkowitej dawki wynikającej z tych procedur. Udział CT w dawce zbiorowej w latach 1991–1996 wynosił 34% (UNSCEAR, 2010). Mimo że nowoczesny sprzęt do CT bardzo mocno obniżył dawkę promieniowania, badanie to jest dziś głównym źródłem ekspozycji dzieci i dorosłych na promieniowanie w medycynie. Skan głowy to najczęściej wykonywane u dzieci badanie CT – stanowi ok. 8% całkowitej liczby tomografii komputerowych przeprowadzanych w krajach o wysokich i średnich dochodach (UNSCEAR, 2010). Choć w niektórych przypadkach ultrasonografia (USG) i MRI są preferowanymi sposobami obrazowania dzieci, bo nie wykorzystuje się w nich promieniowania jonizującego, to CT jest coraz częściej wykonywane ze względu na jego szeroką dostępność i szybkość uzyskania obrazu (Broder i wsp., 2007; Shenoy-Bhangle, Nimkin & Gee, 2010).

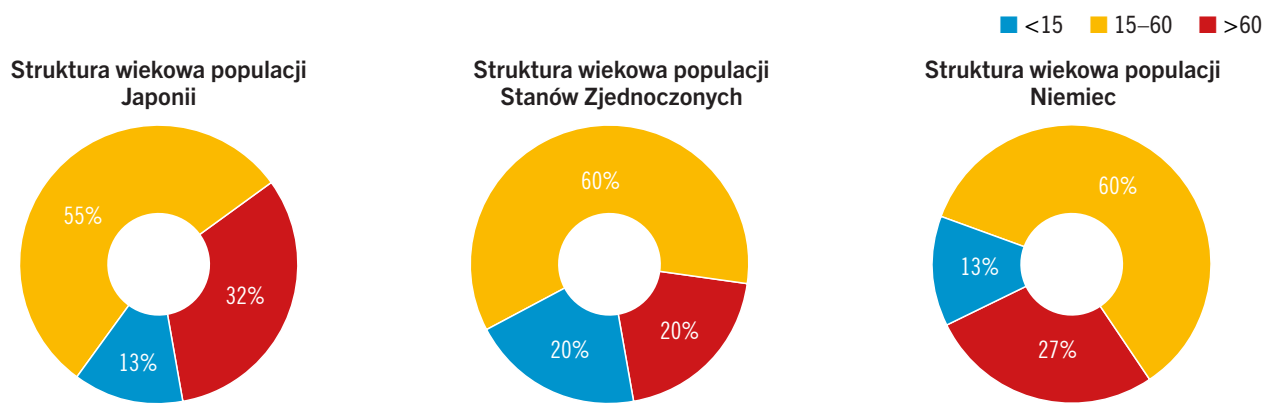
- Ponad 10% badań CT na świecie przeprowadza się u pacjentów poniżej 18. roku życia (UNSCEAR, 2010).
- Choć całkowita liczba badań CT wykonywanych na świecie nie jest znana, dostępne są dane o ich częstotliwości w trzech krajach, gdzie ten rodzaj badań stosuje się najczęściej, co wskazuje, że rocznie na świecie przeprowadza się ponad 100 mln badań CT.
- Około 3% wszystkich CT wykonywanych co roku w Japonii to badania u dzieci (UNSCEAR, 2010).
- Około 11% wszystkich badań CT wykonywanych w USA to badania u dzieci (UNSCEAR, 2010).
- Udział badań CT wykonywanych u dzieci w Niemczech w latach 2005–2006 był rzędu 1% (Galanski, Nagel & Stamm, 2006).
- Dane ze 101 placówek w 19 krajach rozwijających się Afryki, Azji i Europy Wschodniej pokazują, że przeciętna częstotliwość badań CT u dzieci wynosiła odpowiednio: 20%, 16% i 5% wszystkich wykonywanych CT (Muhogora i wsp., 2010). Nowsze analizy częstotliwości wykonywania badań CT w 40 krajach pokazały również, że częstotliwość wykonywania CT u dzieci jest najniższa w placówkach europejskich. Zgodnie z tymi analizami badanie CT głowy stanowi prawie 75% wszystkich badań CT wykonywanych u dzieci (Vassileva i wsp., 2012).

Na **ryc. 5.** podsumowano opisane powyżej trendy w wykonywaniu badań CT u dzieci w różnych regionach świata.

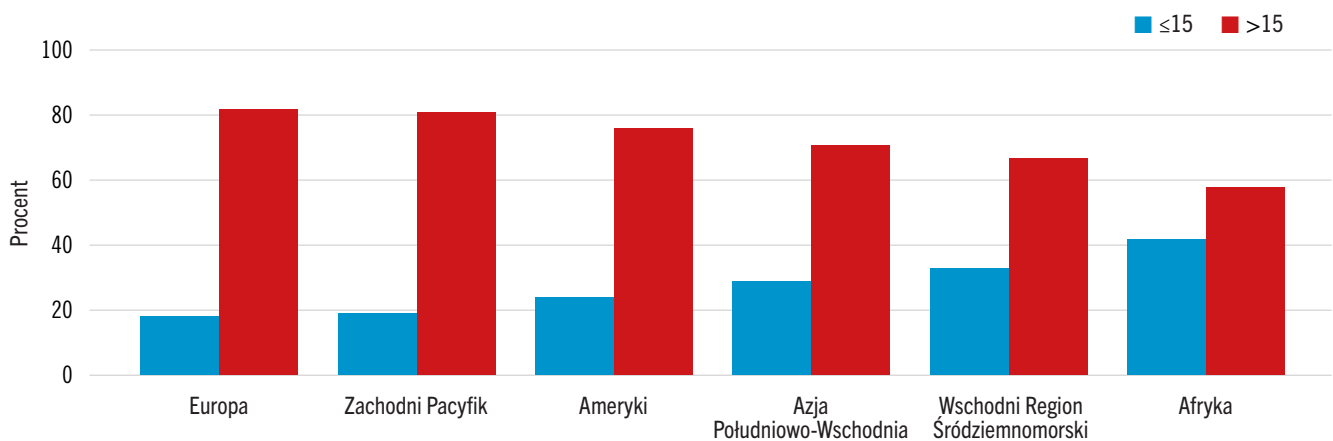
Rycina 5. Procentowy udział wszystkich badań CT wykonywanych u dzieci w różnych regionach świata^a

^a Przedstawiono różne dane z Europy, Afryki i Azji: (a) za Vassileva i wsp. (2012) i (b) za Muhogora i wsp. (2010).

Źródło: na podstawie danych opublikowanych w UNSCEAR (2010), Galanski, Nagel & Stamm (2006), Vassileva i wsp. (2012) i Muhogora i wsp. (2010).

Rycina 6. Struktura wiekowa populacji trzech krajów, w których badania CT wykonywane były najczęściej

Źródło: WHO (2015a).

Rycina 7. Procent populacji poniżej 15. roku życia w porównaniu z pozostałą częścią populacji w sześciu regionach WHO

Źródło: na podstawie danych WHO (2015a).

Liczebność grup wiekowych w populacji różnych krajów i regionów może wpływać na liczbę badań CT wykonywanych u dzieci. Na **ryc. 6.** pokazano podział na grupy wiekowe ludności Japonii, USA i Niemiec – trzech krajów, w których badanie CT wykonuje się najczęściej. Na **ryc. 7.** widzimy procent ludności poniżej 15. roku życia w porównaniu z resztą ludności w sześciu regionach WHO: Afryce, obu Amerykach, Wschodnim Regionie Śródziemnomorskim, Europie, Azji Południowo-Wschodniej i Zachodnim Pacyfiku.

W przypadku dzieci medycyna nuklearna dostarcza ważnych informacji, które są pomocne w stawianiu diagnozy, ocenie zaawansowania choroby, leczeniu i dalszej rehabilitacji. To nieinwazyjna gałąź medycyny, dlatego jest użyteczna w ocenie stanu zdrowia dzieci (Fahey, Treves & Adelstein, 2011). Ogólnie w ostatnich dwóch dekadach całkowita liczba skanów, które wykonano w technice medycyny nuklearnej w celach diagnostycznych, utrzymuje się na raczej stałym poziomie (32,5 mln/rok w latach 1991–1996 i 32,7 mln/rok w 1997–2007). Liczby te są znacznie mniejsze niż roczna częstotliwość diagnostycznych procedur medycznych, które są wykonywane z użyciem promieniowania rentgenowskiego (UNSCEAR, 2010). Dawki podawane pacjentom są wyższe w przypadku skanów pozytonowej tomografii emisyjnej (positron emission tomography – PET) i PET/CT, czyli technik obrazowania w medycynie nuklearnej, które udostępniają informacje funkcjonalne i anatomiczne, najczęściej wykorzystywanych do oceny i monitorowania zmian złośliwych (Accorsi i wsp., 2010). Dostęp do badań PET i PET/CT w wielu krajach jest jednak nadal ograniczony. Dostępność procedur medycyny nuklearnej jest zróżnicowana geograficznie, 90% tych badań wykonuje się w krajach uprzemysłowionych (UNSCEAR, 2010).

1.2. Dawki promieniowania i ryzyko w procedurach pediatrycznych

1.2.1. Dawki promieniowania w procedurach pediatrycznych

Oszacowanie ryzyka dla indywidualnego pacjenta obejmuje dalsze ustalenie dawki w poszczególnych narządach, przy czym współczynniki ryzyka charakterystyczne dla danego narządu dostosowane są do wieku i płci pacjenta. Dawki promieniowania w obrazowaniu diagnostycznym często podawane są w postaci dawki skutecznej. Jak podano w ramce 1.1. (rozdział 1), dawka skuteczna nie jest odpowiednia do oszacowania ryzyka dla indywidualnego pacjenta, które wynika z dawki promieniowania w przypadku konkretnej procedury obrazowania medycznego. Tylko wtedy, gdy populacje pacjentów są podobne (ze względu na wiek i płeć), dawki skuteczne mogą stać się potencjalnie użytecznymi wielkościami do porównywania względnych dawek użytych w badaniu.

W ostatnim dziesięcioleciu niezwykle szybko wzrosła liczba badań CT, w których przypadku odnotowano również największy wzrost spośród badań obrazowych u dzieci. Skany CT wiążą się z pochłanianiem dawek promieniowania większych niż w przypadku RTG klatki piersiowej (**tabela 4**), jednak należy zauważyć, że dostarczają znacznie więcej informacji. Choć częstotliwość wykonywania skanów CT u dzieci wzrosła, ulepszona technologia spowodowała znaczne obniżenie dawek promieniowania na procedurę. Obecnie, korzystając ze skanerów CT najnowszej generacji do wykonania tomografii komputerowej jamy brzusznej, można wyemitować dawkę promieniowania mniejszą niż dla konwencjonalnego badania RTG. Dawki różnią się jednak znacząco w przypadku starszych i nowszych technologii oraz technik obrazowania (Larson i wsp., 2015).

Przeprowadzenie badania w medycynie nuklearnej wymaga podania małych ilości radioaktywności zawartej w radiofarmaceutykach, które podawane są w postaci aerozoli, tabletek lub zastrzyków. Badania takie wykonuje się także u dzieci, jednak znacznie rzadziej niż u dorosłych. W przypadku wybranych radionuklidów dawka na jednostkę aktywności dla dzieci może być dziesięciokrotnie wyższa niż dla dorosłych (UNSCEAR, 2013). Różnorodne radiofarmaceutyki stosowane w medycynie nuklearnej różnie rozkładają się w ludzkim ciele. Różni się także wachlarz badań w medycynie nuklearnej, które przeprowadza się u dzieci, od tych, które wykonuje się u dorosłych. U dzieci dominują badania nerek i kości. Często dawki w narządach

Tabela 4. Typowe dawki efektywne w diagnostycznych badaniach obrazowych i ich równoważniki w postaci liczby wykonanych zdjęć RTG klatki piersiowej oraz czasu ekspozycji na naturalne promieniowanie tła^a

Procedura diagnostyczna	Równoważna liczba wykonanych zdjęć RTG klatki piersiowej	Równoważny czas ekspozycji na naturalne promieniowanie tła ^b	Typowa dawka skuteczna (mSv)
RTG klatki piersiowej (pojedyncze zdjęcie w projekcji PA)			
Osoba dorosła	1	3 dni	0,02 ^c
5-letnie dziecko	1	3 dni	0,02 ^c
CT głowy			
Osoba dorosła	100	10 miesięcy	2 ^c
Noworodek ^e	200	2,5 roku	6
Roczne dziecko	185	1,5 roku	3,7
5-letnie dziecko	100	10 miesięcy	2 ^d
10-letnie dziecko	110	11 miesięcy	2,2
Angiografia CT głowy u dziecka ^f	250	2 lata	5
CT klatki piersiowej			
Osoba dorosła	350	3 lata	7 ^c
Noworodek ^g	85	8,6 miesiąca	1,7
Roczne dziecko	90	9 miesięcy	1,8
5-letnie dziecko	150	1,2 roku	3 ^d
10-letnie dziecko	175	1,4 roku	3,5
CT jamy brzusznej			
Osoba dorosła	350	3 lata	7 ^c
Noworodek	265	2,2 roku	5,3
Roczne dziecko	210	1,8 roku	4,2
5-letnie dziecko	185	1,5 roku	3,7
10-letnie dziecko	185	1,5 roku	3,7
Badania medycyny nuklearnej (5-letnie dziecko)			
FDG PET/CT	765	6,4 roku	15,3 ^f
Tc-99m cystografia	9	1 miesiąc	0,18 ^f
Tc-99m skan kości	300	2,5 roku	6 ^f
Badania stomatologiczne			
RTG zębów	0,25	< 1 dzień	0,005 ^c
Badanie panoramiczne (stomatologiczne)	0,5	1,5 dnia	0,01 ^c
Tomografia komputerowa wiązki stożkowej (CBCT)	< 50	< 5 miesięcy	< 1 godz.
Kardiologia interwencyjna pod kontrolą obrazów z fluoroskopii	300 (zakres: 50–1850)	2,5 roku (zakres: 5 mies. – 15 lat)	mediana 6 (zakres: 1–37) ⁱ
Cystoskopia fluorescencyjna (5-letnie dziecko)	16	1,7 miesiąca	0,33 ^j

PA – projekcja tył-przód (posterior-anterior), FDG – fludeoksyglukoza.

^a Skuteczne dawki w CT dla pacjentów pediatrycznych na podstawie danych z tabeli B17. z publikacji Summary of patient dose data for paediatric CT examinations (UNSCEAR, 2010) z wyjątkiem tych, dla których wskazano inne źródło.

^b Na podstawie ogólnościowej średniej: 2,4 mSv/rok.

^c Mettler i wsp. (2008).

^d Ze strony internetowej kampanii Image Gently (<http://www.imagegently.org>).

^e Dotyczy fantomów, które odpowiadają wielkości referencyjnej dziecka o wymiarach fizycznych typowych dla danego wieku, a nie konkretnego wieku.

^f Johnson i wsp. (2014).

^g Dotyczy fantomów, które odpowiadają wielkości referencyjnej dziecka o wymiarach typowych dla danego wieku, a nie konkretnego wieku.

^h Komisja Europejska (2012).

ⁱ Bacher i wsp. (2005).

^j Brody i wsp. (2007).

na jednostkę podanej radioaktywności są wyższe u dzieci, jednak w praktyce można (i należy) zrównoważyć je podaniem niższych dawek (UNSCEAR, 2013; Lassmann i wsp., 2014). Ostatnio dostępne są kalkulatory on-line, które pozwalają obliczyć zalecane redukcje dawki podawanej pacjentom pediatrycznym².

Przy omawianiu dawek promieniowania dla danej procedury diagnostycznej zaleca się porównywanie ich do lepiej znanych ekspozycji na promieniowanie (np. RTG klatki piersiowej lub naturalne promieniowanie tła), aby ułatwić zrozumienie, czym jest dawka. W **tabeli 4.** pokazano takie porównawcze dawki promieniowania dla kilku procedur diagnostyki obrazowej wykonywanych u dzieci. Porównania te jednak można stosować z pewnymi zastrzeżeniami. Dawka podana podczas badania RTG klatki piersiowej jest tak mała, że użycie jej jako mianownika do obliczenia równoważnej liczby badań RTG klatki piersiowej, porównywalnej z poziomem dawki jakiegokolwiek innej procedury radiologicznej, może być mylące oraz może niepotrzebnie niepokoić pacjentów i ich rodziców. Koncepcja naturalnego promieniowania tła nie musi być znana pacjentom ani ich rodzicom, a nawet pracownikom ochrony zdrowia, dlatego porównywanie dawki dla danej medycznej procedury radiologicznej z równoważnym okresem narażenia na promieniowanie naturalne może być niezrozumiałe. Dodatkowym, potencjalnie wprowadzającym w błąd, aspektem porównywania dawek promieniowania, które są podawane pacjentowi, do równoważnych naturalnych ekspozycji jest to, że promieniowanie tła oddziałuje na całe ciało, podczas gdy narażenie na promieniowanie w diagnostyce ma najczęściej charakter miejscowy (o bardziej sprecyzowanej lokalizacji).

1.2.2. Ryzyko napromieniania w obrazowaniu medycznym: skutki zdrowotne ekspozycji na promieniowanie

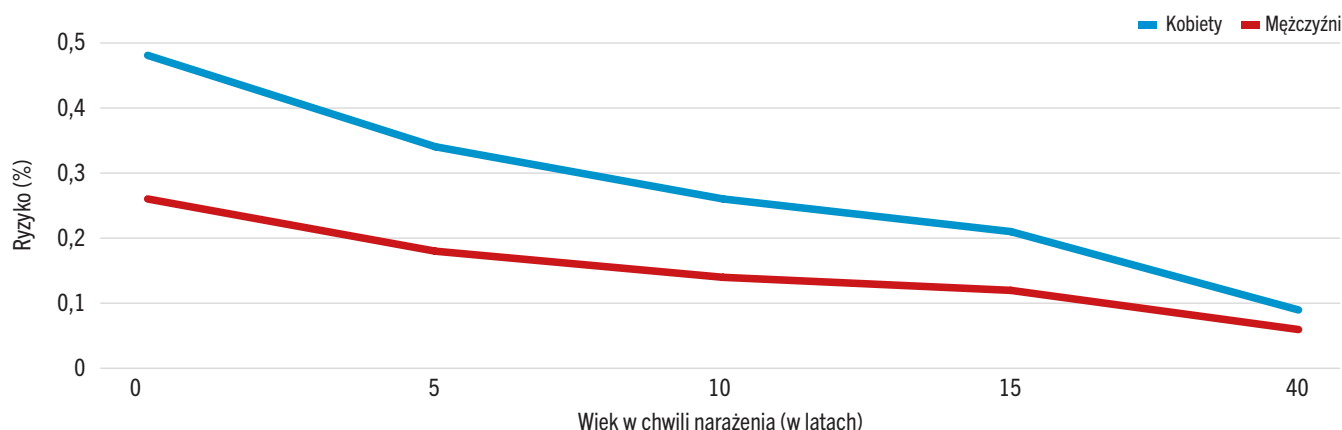
Energia, jaką pochłaniają tkanki i narządy narażone na promieniowanie, może spowodować dwa rodzaje skutków. Przy dawkach znacznie wyższych niż te stosowane w standardowych diagnostycznych badaniach obrazowych promieniowanie może spowodować śmierć komórek. Uszkodzenie może być na tyle rozległe, że może wpłynąć na funkcje tkanek i staje się zauważalne klinicznie (np. zaczerwienienie skóry, utrata włosów, katarakta). Takie skutki nazywane są „reakcjami tkanek” lub „skutkami deterministycznymi” i występują tylko wtedy, gdy dawka promieniowania przekracza pewien próg (ICRP, 2012).

Mimo silnych mechanizmów naprawy DNA w ludzkim ciele ekspozycja na promieniowanie może wywoływać także zmiany, które nie powodują śmierci komórek. Zmienione komórki, które nie zostaną usunięte, po długim okresie utajenia (od kilku lat do dekad) mogą stać się złośliwe. Takie skutki nazywa się „skutkami stochastycznymi”. Dla potrzeb ochrony radiologicznej zakłada się, że może występować liniowa zależność między ekspozycją a ryzykiem wystąpienia nowotworu, przy czym nie ma wartości progowej, poniżej której ryzyko to maleje do zera. Na podstawie tego liniowego modelu bez wartości progowej (linear non-threshold – LNT) zakłada się, że prawdopodobieństwo rozwoju choroby nowotworowej wzrasta wraz ze wzrostem dawki promieniowania nawet w przypadku procedur obrazowania medycznego o niskich dawkach (Brenner i wsp., 2001; Brenner, 2002; Brenner i wsp., 2003; Brenner & Hall, 2007; Chodick i wsp., 2007; Johnson i wsp., 2014).

Nie ma pewności co do ryzyka rozwoju choroby nowotworowej na skutek działania niskich dawek promieniowania, takich jakie stosuje się w diagnostyce obrazowej. Choć ryzyko takich badań można oszacować, korzystając z wcześniej wspomnianych założeń, nie wiemy obecnie, czy szacunki te są prawidłowe. Ryzyko może być bardzo niewielkie, być może niższe od szacowanego. Zastrzeżenie to będziemy powtarzać w niniejszej publikacji, ale domniemane założenie jest takie, że nie mamy pewności, choć nie zawsze jest to wyrażone wprost. Przy braku pewności należy stosować podejście ostrożnościowe, aby mieć pewność, że dawka promieniowania użyta do przeprowadzenia procedury nie przekracza dawki, która jest niezbędna do uzyskania obrazu o odpowiedniej jakości diagnostycznej.

² <http://www.snmmi.org/ClinicalPractice/PediatricTool.aspx>

Rycina 8. Ryzyko wystąpienia choroby nowotworowej w całym okresie życia, zależnie od płci i wieku, dla jednorazowego narażenia na podaną do całego organizmu dawkę 10 mSv – na podstawie szacunków dla populacji USA



Źródło: BEIR (2006).

Wyniki niektórych badań epidemiologicznych sugerują, że ekspozycja na promieniowanie jonizujące zwiększa ryzyko wystąpienia niektórych nowotworów w przypadku dawek w narządzie, które wynoszą ok. 50–100 mSv (Pearce i wsp., 2012; Matthews i wsp., 2013; Miglioretti i wsp., 2013; Boice Jr, 2015). To zakres dawki, jaką można osiągnąć po wykonaniu kilku skanów CT. Biorąc pod uwagę obecny stan wiedzy, niezależnie od niepewności co do ryzyka, które wiąże się z wielokrotną ekspozycją/dawkami skumulowanymi, nawet niska dawka promieniowania stosowana w diagnostyce obrazowej u dzieci może doprowadzić do niewielkiego wzrostu ryzyka wystąpienia choroby nowotworowej w przyszłości (UNSCEAR, 2008; UNSCEAR, 2013).

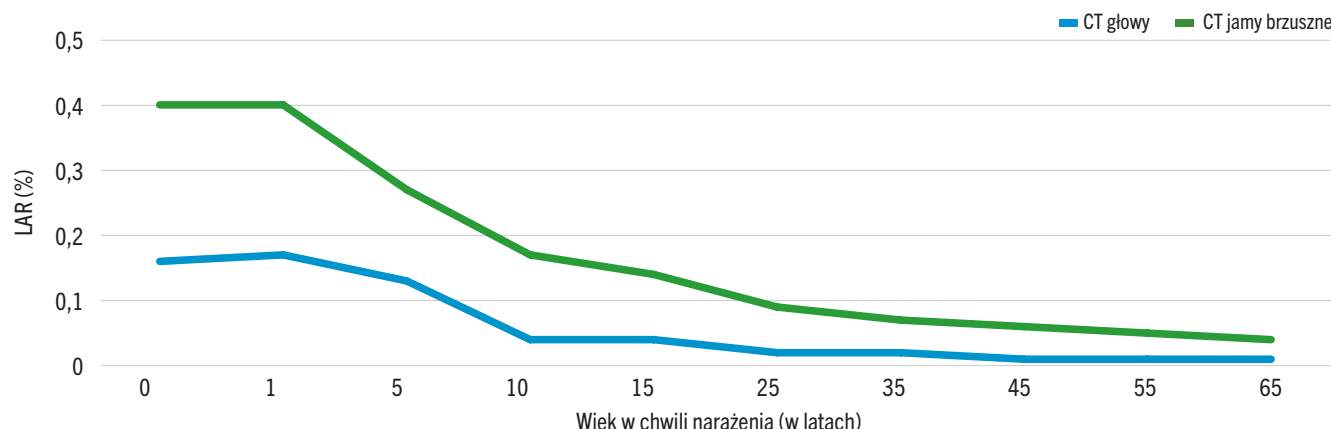
Dawka promieniowania dostarczona podczas procedur diagnostycznych nie powinna wywoływać skutków deterministycznych³. Procedury interwencyjne z wykorzystaniem technologii obrazowania medycznego mogą jednak dostarczyć dawki wystarczająco wysokie, aby spowodować skutek deterministyczny, taki jak uszkodzenia skóry u niektórych pacjentów, przede wszystkim u dorosłych i rosnącej młodzieży. W obrazowaniu dzieci szczególny niepokój wywołuje ryzyko wystąpienia skutków stochastycznych, ponieważ dzieci są bardziej narażone na niektóre rodzaje nowotworów niż dorośli, mają też dłuższą perspektywę życia, podczas którego mogą wystąpić długoterminowe skutki promieniowania, takie jak choroba nowotworowa.

Każdy człowiek może zachorować na nowotwór (parametr: częstość) i/lub umrzeć na raka (parametr: śmiertelność). To „ryzyko podstawowe w całym okresie życia” (lifetime baseline risk – LBR). Dodatkowe ryzyko przedwczesnego wystąpienia choroby lub śmierci z powodu nowotworu spowodowanego ekspozycją na promieniowanie to „ryzyko przypisane w całym okresie życia” (lifetime attributable risk – LAR). To ostatnie wymienione jest wielkością ryzyka zależną od wieku i płci, obliczoną przy pomocy modeli ryzyka, które pochodzą z badań epidemiologicznych (UNSCEAR, 2008; BEIR, 2006; UNSCEAR, 2013).

Na **ryc. 8.** przedstawiono wartość LAR wystąpienia choroby nowotworowej w zależności od płci i wieku w czasie ekspozycji, dla jednej dawki 10 mSv na całe ciało, na podstawie szacunków dla populacji USA (BEIR, 2006). Liczba ta pokazuje, że ryzyko rozwoju choroby nowotworowej na skutek ekspozycji na promieniowanie jest większe u dzieci niż u dorosłych, przy czym najbardziej zagrożone są niemowlęta. Pokazuje też, że ryzyko rozwoju choroby nowotworowej na skutek ekspozycji na promieniowanie jest mniejsze u mężczyzn niż u kobiet. Liczby na osi Y pozwala lepiej zrozumieć wyjaśnienie, że LAR o wartości 0,2% oznacza ryzyko 2 na 1000, co równa się ryzyku wystąpienia choroby u 1 na 500 dzieci.

³ Wyklucza to niezamierzone/przypadkowe nadmierne ekspozycje.

Rycina 9. Ryzyko wystąpienia choroby nowotworowej przypisane w całym okresie życia (LAR), związane z ekspozycją na promieniowanie podczas badań CT głowy i jamy brzusznej, jako funkcja wieku w chwili ekspozycji – uśrednione łącznie dla kobiet i mężczyzn



Dawka na całe ciało w wysokości 10 mSv, której użyto na **ryc. 8.**, została wybrana arbitralnie jako przykład wartości LAR dla konkretnej płci i wieku. Dawka ta jest znacząco wyższa niż typowe dawki skuteczne dla diagnostyki obrazowej (patrz **tabela 4**). Poza tym, odnosząc się do ryzyka promieniowania wynikającego z ekspozycji medycznej, dawka w narządzie (a nie dawka skuteczna) jest bardziej odpowiednią wartością, jaką należy mierzyć. Na **ryc. 9.** pokazano wartości LAR uśrednione ze względu na płeć dla częstości występowania nowotworu, związane z CT głowy i CT jamy brzusznej wykonywanymi w różnym wieku, na podstawie typowych dawek szacowanych dla 16 różnych narządów⁴ (Bushberg JT, University of California, Davis School of Medicine, Sacramento, USA, Komunikat z 15 grudnia 2015 r.). Jeśli przyjmie się opisany powyżej model LNT i pamięta o braku pewności co do oszacowań ryzyka dla ekspozycji na niskie dawki promieniowania, liczba ta praktycznie mogłaby posłużyć do porównania ryzyka z dwóch różnych badań w odniesieniu do wieku w czasie ekspozycji. Ryzyko pokazane na **ryc. 9.** należy porównywać z wysokimi wartościami LBR dla częstości występowania nowotworów (tj. więcej niż 1 na 3)⁵ i znacznymi korzyściami, jakie oferuje wykonanie CT zalecanego z powodów medycznych. Niezależnie od tego w kontekście zdrowia publicznego pojawia się problem coraz większej populacji dzieci, które są narażone na to małe ryzyko (Brody i wsp., 2007; UNSCEAR, 2013).

Liczyby pokazane na **ryc. 9.** można wyjaśnić przy użyciu podejścia kwantyfikacyjnego (np. wartość LAR 0,1% oznacza, że ryzyko wynosi 1 na 1000). Łatwiej poziom ryzyka można wyjaśnić, korzystając z podejścia jakościowego, co zilustrowano w **tabelach 5–8**. W **tabeli 5.** podano przykłady podejścia jakościowego do wyjaśniania poziomu ryzyka śmiertelności spowodowanej chorobą nowotworową, natomiast **tabela 6.** mówi o ryzyku wystąpienia nowotworu. Dla potrzeb ilustracyjnych w obu tabelach porównano poziom dodatkowego ryzyka (przedstawiony jako LAR) z poziomem ryzyka bazowego (LBR) dla odpowiednio: śmiertelności spowodowanej chorobą nowotworową i jej występowaniem.

Ostatnio Johnson i wsp. obliczyli LAR dla częstości występowania choroby nowotworowej w przypadku niektórych szczególnych procedur radiologicznych wykonywanych u dzieci,

⁴ Oszacowano 16 grup dawek w następujących narządach: jama ustna i krtań, przełyk, żołądek, okrężnica, wątroba, pęcherzyk żółciowy, trzustka, płuco, pierś, jajniki, macica/prostata, pęcherz moczowy, nerki, system nerwowy, tarczycza i szpik kostny. Dane zebrane przez Advanced Laboratory for Radiation Dosimetry Studies, College of Engineering, University of Florida, z wykorzystaniem fantomów referencyjnych ICRP 89 (więcej patrz <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2089>). Protokół badań ustalono, używając obecnych standardowych protokołów dla CT z University of Florida i wytycznych Image Gently. Ryzyko obliczono przy użyciu narzędzia do oceny ryzyka promieniowania National Cancer Institute's Radiation Risk Assessment Tool (RadRAT).

⁵ Podano, że np. ryzyko bazowe wystąpienia nowotworu w całym okresie życia w USA wynosi 46,3% dla mężczyzn i 37,5% dla kobiet, a średnia dla obu płci to 41,9% (BEIR, 2006).

korzystając z danych z VII raportu BEIR dla populacji USA (Johnson i wsp., 2014). W **tabeli 7.** podano niektóre wyniki tego badania w odniesieniu do uśrednionego ze względu na płeć i wiek dodatkowego ryzyka zachorowania na nowotwór, które wiąże się z tymi procedurami, w porównaniu z LBR dla częstości występowania nowotworu. W **tabeli 8.** podano jakościową prezentację ryzyka wystąpienia nowotworu w przypadku niektórych powszechnie stosowanych badań u dzieci dla trzech kategorii wiekowych pacjentów, z uwzględnieniem zestawu danych przedstawionych w tej sekcji.

1.2.3. Podatność dzieci na promieniowanie jonizujące: istotne aspekty

Ryzyko negatywnych skutków promieniowania dla zdrowia człowieka było tematem wielu prac badawczych i debat. Ekspozycja na niskie dawki promieniowania, takie jak te podawane pacjentom podczas procedur diagnostycznych, może stanowić ryzyko (choć niewielkie) wywołania choroby nowotworowej w ciągu kilku lub kilkadziesiąt lat po wykonaniu badania (UNSCEAR, 2008). Jeśli procedury te zalecono prawidłowo i prawidłowo je wykonano, korzyści dla pacjentów znacznie przewyższają ryzyko napromieniowania.

Tabela 5. Przykłady jakościowego podejścia do informowania o różnych poziomach ryzyka wystąpienia śmiertelnego nowotworu w porównaniu z ryzykiem podstawowym śmierci z powodu nowotworu

Kwalifikacja ryzyka	Przybliżony poziom dodatkowego ryzyka śmiertelnego nowotworu	Prawdopodobieństwo śmiertelnego nowotworu w populacji ogólnej (% LBR) ^a	Prawdopodobieństwo śmiertelnego nowotworu w populacji ogólnej, po zsumowaniu z dodatkowym poziomem ryzyka (% LBR + % LAR)
Nieznaczące	< 1 na 1 000 000	20	20,00
Minimalne	między 1 na 1 000 000 a 1 na 100 000	20	20,00
Bardzo niskie	między 1 na 100 000 a 1 na 10 000	20	20,01
Niskie	między 1 na 10 000 a 1 na 1 000	20	20,10
Umiarkowane	między 1 na 1 000 a 1 na 500	20	20,20

^a Podane w tej kolumnie 20% jest uśrednioną ze względu na płeć i zaokrągloną wartością LBR, która określa śmiertelność z powodu nowotworu, wywołaną przez białaczkę i nowotwór lity, na podstawie BEIR VII, tabela 12-4 (BEIR, 2006).

Tabela 6. Przykłady jakościowego podejścia do informowania o różnych poziomach ryzyka rozwoju nowotworu w porównaniu z podstawowym ryzykiem rozwoju nowotworu

Kwalifikacja ryzyka	Przybliżony poziom dodatkowego ryzyka rozwoju nowotworu	Prawdopodobieństwo rozwoju nowotworu w populacji ogólnej (% LBR) ^a	Prawdopodobieństwo rozwoju nowotworu w populacji ogólnej po zsumowaniu z dodatkowym poziomem ryzyka (% LBR + % LAR)
Nieznaczące	< 1 na 500 000	42	42,00
Minimalne	między 1 na 500 000 a 1 na 50 000	42	42,00
Bardzo niskie	między 1 na 50 000 a 1 na 5 000	42	42,02
Niskie	między 1 na 5 000 a 1 na 500	42	42,25
Umiarkowane	między 1 na 500 a 1 na 250	42	42,50

^a Podane w tej kolumnie 42% jest uśrednioną ze względu na płeć i zaokrągloną wartością LBR, która określa prawdopodobieństwo rozwoju nowotworu, w tym białaczki i nowotworu łagodnego, na podstawie BEIR VII, tabela 12-4 (BEIR, 2006).

Tabela 7. Dodatkowe ryzyko zachorowania na nowotwór związane z przeprowadzeniem procedur radiologicznych u dzieci w porównaniu z podstawowym ryzykiem rozwoju nowotworu – uśrednione dla płci i wieku

Kwalifikacja ryzyka	Prawdopodobieństwo wystąpienia nowotworu w populacji ogólnej (% LBR)	Prawdopodobieństwo wystąpienia nowotworu w populacji ogólnej po zsumowaniu z dodatkowym poziomem ryzyka (% LBR + % LAR) ^a	Proponowana klasyfikacja ryzyka
Zabieg cewnikowania	42	42,36	umiarkowane
Cewnikowanie diagnostyczne	42	42,25	niskie ^a
Angiografia CT głowy	42	42,16	niskie
CT klatki piersiowej	42	42,15	niskie
CT jamy brzusznej	42	42,12	niskie
Angiografia CT jamy brzusznej	42	42,12	niskie
CT miednicy	42	42,10	niskie
CT głowy	42	42,06	niskie
Badanie przełyku z kontrastem (bar)	42	42,05	niskie
Badanie jelita grubego z kontrastem (bar, wlew doodbytniczy)	42	42,04	niskie
Skan perfuzji płuc	42	42,04	niskie
Umieszczenie rury do fluoroskopii	42	42,04	niskie
RTG klatki piersiowej (PA i boczne)	42	42,00	nieznaczące

^a W rozróżnieniu między niskim a umiarkowanym poziomem ryzyka należy brać pod uwagę wiek pacjenta i relację ryzyka do korzyści.

PA – projekcja tylna-przednia (posterior-anterior).

Źródło: dane dla populacji USA, opracowane na podstawie Johnson i wsp. (2014) za zgodą autorów.

Tabela 8. Proponowana jakościowa prezentacja ryzyka dla niektórych badań powszechnie wykonywanych u dzieci w trzech kategoriach wiekowych – na podstawie danych z tej części publikacji

Rodzaj badania	1 rok	5 lat	10 lat
Stomatologiczne zdjęcie RTG wewnątrzustne	bd.	nieznaczące	nieznaczące
Zdjęcie RTG klatki piersiowej	nieznaczące	nieznaczące	nieznaczące
Badanie CT głowy	niskie	niskie	niskie
Badanie CT klatki piersiowej	niskie	niskie	niskie
Badanie CT jamy brzusznej	umiarkowane	niskie	niskie
Badanie PET/CT z użyciem FDG	umiarkowane	umiarkowane	umiarkowane

bd. – brak danych, PET – pozytonowa tomografia emisyjna, FDG – fludeoksyglukoza.

Specjalną uwagę zwrócono na dzieci, ponieważ często uznaje się je za szczególnie wrażliwe na zagrożenia środowiskowe. Istotnie, w przypadku ekspozycji na promieniowanie dzieci są bardziej niż dorośli wrażliwe na niektóre rodzaje guzów. Zwiększona wrażliwość zmienia się w zależności od wieku, przy czym im dziecko młodsze, tym ryzyko jest większe (UNSCEAR, 2013). Badania naukowe wykazały również, że występowanie u dzieci nowotworów popromiennych jest bardziej zróżnicowane niż u dorosłych oraz zależy od rodzaju guza, płci i wieku dziecka w momencie ekspozycji. Badania, które dotyczyły różnic we wrażliwości na promieniowanie między dziećmi a dorosłymi, wykazały, że dzieci są wrażliwsze na rozwój nowotworu tarczycy, mózgu, skóry i piersi oraz białaczki (UNSCEAR, 2013). Dostępne dane nie są jednak wystarczające, aby ustalić, czy dzieci wykazują większą podatność również w odniesieniu do innych umiejscowień nowotworu (UNSCEAR, 2013).

Badanie długości życia osób, które przeżyły wybuch bomby atomowej w Hiroszimie i Nagasaki, wykazało, że ryzyko rozwoju raka wzrosło u osób narażonych na działanie bomby w młodszych

wieku niż u tych, którzy w momencie tego zdarzenia byli starsi. Ryzyko jest około dwukrotnie większe w przypadku ekspozycji w wieku 10 lat niż w wieku lat 40. Szczególnie wrażliwe na promieniowanie są dzieci poniżej 10. roku życia (Douple, 2011). Badanie długości życia i inne pokazały również, że u kobiet, u których ekspozycja wystąpiła w młodym wieku (< 20. roku życia), prawdopodobieństwo rozwoju nowotworu piersi w późniejszym życiu jest dwukrotnie większe niż u kobiet, u których ekspozycja miała miejsce, kiedy były już dorosłe. U dzieci po napromieniowaniu z większym prawdopodobieństwem niż u dorosłych rozwija się większość rodzajów nowotworów, ale choroba może nie ujawnić się aż do późniejszych lat życia, kiedy osiągną wiek, w którym zwykle pojawia się nowotwór (UNSCEAR, 2013).

Niektóre rzadkie choroby genetyczne sprawiają, że dzieci są podatniejsze na promieniowanie jonizujące, co skutkuje wysoką wrażliwością na promieniowanie i wyższym ryzykiem zachorowania na nowotwór. Chociaż tylko niewielki odsetek osób jest „wysoko wrażliwych” na promieniowanie, pracownicy służby zdrowia, którzy przepisują lub stosują je u dzieci, powinni być świadomi tych chorób. Należą do nich np.: zespół ataksja-teleangiektazja (AT), zespół Nijmegen (Nijmegen breakage syndrome – NBS) i niedokrwistość Fanconiego (Fanconi anemia). Inne schorzenia powiązane z pewnym stopniem wrażliwości na promieniowanie to: twardzina układowa (sklerodermia), choroba Behçeta (Behçet disease – BD) i zespół Downa. Chore na nowotwór dzieci z rodzin, w których jest historia nowotworowa, mogą mieć też predyspozycje do rozwoju wtórnych nowotworów wywołanych promieniowaniem i do klinicznej nadwrażliwości na promieniowanie (Bourguignon i wsp., 2005).

Wykonując obrazowanie medyczne u dzieci, należy wziąć pod uwagę cztery główne kwestie:

1. Dzieci są bardziej podatne niż dorośli na niektóre nowotwory wywołane napromieniowaniem; w przypadku innych nowotworów nie ma jeszcze wystarczających danych (UNSCEAR, 2013). Ogólna opinia, że dzieci są podatniejsze na ekspozycję na promieniowanie niż dorośli, jest tylko częściowo prawdziwa. Podatność dzieci na nowotwory wywołane napromieniowaniem znajduje się jednak w centrum zainteresowania od ponad pół wieku. Najnowsze badania wskazują, że (ogólnie) dzieci mogą być dwa do trzech razy bardziej podatne na promieniowanie niż dorośli⁶.
2. Nowotwory związane z ekspozycją w dzieciństwie prowadzą do skrócenia życia przeciętnie o więcej lat niż te, które wiążą się z ekspozycją w dorosłym wieku. Dzieci mają dłuższy oczekiwany czas życia, czyli większe okno czasowe, w którym mogą wystąpić długoterminowe skutki zdrowotne wywołane promieniowaniem.
3. Nowotwory wywołane promieniowaniem mogą przez długi czas pozostawać uśpione, zależnie od typu złośliwości i otrzymanej dawki. Okres opóźnienia rozwoju białaczki u dzieci wynosi przeciętnie mniej niż 5 lat, podczas gdy czas opóźnienia rozwoju niektórych guzów litych można mierzyć w dekadach.
4. Podczas wykonywania obrazowania u małych dzieci i niemowląt pozostawienie parametrów ekspozycji/ustawień dla dorosłych i większych dzieci spowoduje, że otrzymają one większą dawkę, niż potrzeba (Frush, Donnelly & Rosen, 2003; Frush & Applegate, 2004; Brody i wsp., 2007). Taka niepotrzebnie wyższa dawka (i wyższe ryzyko) można znacznie obniżyć bez negatywnych konsekwencji dla jakości obrazu (optymalizacja ochrony).

Kliniczna wartość obrazowania z wykorzystaniem promieniowania w diagnostyce chorób i urazów u dzieci jest niekwestionowana. Istnieje wiele możliwości zmniejszenia dawki promieniowania bez znacznej utraty danych diagnostycznych. Nawet jeśli indywidualne ryzyko napromieniowania jest dość niewielkie, ochrona radiologiczna w obrazowaniu dzieci jest problemem zdrowia publicznego, ponieważ duża populacja dzieci jest narażona na takie ryzyko.

⁶ Choć dowody naukowe wskazujące na późne skutki dla zdrowia, które wynikają z ekspozycji na niskie dawki promieniowania, dotyczą wywołania choroby nowotworowej, niektóre badania sugerują zwiększone ryzyko skutków innych niż nowotwory (np. chorób sercowo-naczyniowych). Do potwierdzenia związku przyczynowo-skutkowego konieczne są dalsze badania (ICRP, 2012; UNSCEAR, 2013).

Rozdział 2.

Koncepcje i zasady ochrony radiologicznej

Nowe technologie w dziedzinie ochrony zdrowia i nowoczesne urządzenia medyczne, w których wykorzystuje się promieniowanie jonizujące, przyniosły dużą poprawę w diagnozowaniu i leczeniu chorób. Nieodpowiednie lub niewprawne posługiwanie się tymi technologiami i urządzeniami może jednak doprowadzić do niepotrzebnej lub niezamierzonej ekspozycji i potencjalnego zagrożenia dla zdrowia pacjentów i pracowników. Ważne, aby prowadząc dialog o ryzyku i korzyściach związanych z obrazowaniem u dzieci, powiedzieć, że ryzyko można kontrolować, a korzyści zmaksymalizować poprzez wybór odpowiedniej procedury i stosowanie metody zmniejszającej ekspozycję pacjenta bez obniżania skuteczności klinicznej.

Część 2.1. przedstawia koncepcje i zasady ochrony radiologicznej oraz omawia sposób ich zastosowania podczas obrazowania medycznego dzieci.

Część 2.2. podsumowuje kluczowe czynniki wprowadzenia i utrzymania kultury bezpieczeństwa radiologicznego w ochronie zdrowia w celu poprawy praktyki działania.

2. Konceptcje i zasady ochrony radiologicznej

2.1. Właściwe wykorzystanie promieniowania w obrazowaniu pediatrycznym

2.1.1. Podstawy ochrony radiologicznej w ochronie zdrowia

2.1.1.1. Kierowanie na obrazowanie medyczne i wykonywanie badań

Międzynarodowe Podstawowe Normy Ochrony przed Promieniowaniem Jonizującym i Bezpieczeństwa Źródeł Promieniowania (International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources – BSS) określają obowiązki pracowników ochrony zdrowia związane z ochroną radiologiczną i bezpieczeństwem ekspozycji medycznych (BSS, 2014). Normy te definiują pracownika ochrony zdrowia jako „osobę, która została formalnie uznana, w ramach odpowiednich procedur krajowych, za uprawnioną do wykonywania zawodu w obszarze związanym z ochroną zdrowia (np. medycyna¹, stomatologia, chiropraktyka, podologia, pielęgniarstwo, fizyka medyczna, techniki promieniowania medycznego², radiofarmacja, medycyna pracy)”.

W BSS lekarza radiologa (radiological medical practitioner – RMP) definiuje się jako „pracownika ochrony zdrowia posiadającego specjalistyczne wykształcenie i przeszkolenie w zakresie wykorzystania promieniowania w medycynie, który odpowiada za podanie dawki promieniowania pacjentowi, zdolnego do samodzielnego wykonania lub nadzorowania procedury, w której dochodzi do ekspozycji medycznej w zakresie danej specjalizacji” (BSS, 2014). Lekarz radiolog jest przede wszystkim odpowiedzialny za ochronę radiologiczną i bezpieczeństwo pacjentów. Niektóre kraje mają formalne mechanizmy akredytacji, certyfikacji i rejestracji lekarzy radiologów, podczas gdy w innych konieczne jest odpowiednie weryfikowanie wykształcenia, przeszkolenia i kompetencji pod kątem standardów międzynarodowych lub krajowych.

W niniejszej publikacji termin „lekarz radiolog” używany jest ogólnie wobec dużej grupy pracowników ochrony zdrowia, którzy mogą wykonywać radiologiczne procedury medyczne (zdefiniowane w BSS), a bardziej szczegółowe określenia stosuje się odpowiednio do potrzeb (np. „radiolog”³). Pojęcie „lekarz radiolog” obejmuje przede wszystkim klasyczne specjalizacje medyczne, w których wykorzystuje się promieniowanie jonizujące w ochronie zdrowia: radiologię diagnostyczną, radiologię interwencyjną (procedury wspomagane obrazem), onkologię radiacyjną i medycynę nuklearną. W niektórych przypadkach specjalizacja lekarza radiologa może być jednak węższa, jak w przypadku stomatologów, chiropraktyków lub pediatrów. Podobnie w diagnostyce obrazowej i/lub procedurach wspomaganych obrazem kardiologów, urologów,

¹ W tym lekarzy i ich asystentów.

² Ta kategoria obejmuje elektroradiologów i innych techników elektroradiologii zatrudnionych w radiologii diagnostycznej, radiologii interwencyjnej i medycynie nuklearnej.

³ W niniejszej publikacji termin „radiolog” używany jest w sposób ogólny oraz obejmuje radiologię diagnostyczną i/lub zabiegową. W niektórych krajach radiologia diagnostyczna i zabiegowa to dwie różne dziedziny – każda z nich ma ścieżkę specjalizacji i certyfikacji umiejętności zawodowych.

gastroenterolodzy, chirurdzy ortopedzi lub neurologi mogą używać radiologii w bardzo specjalistyczny sposób. Poza tym klinicyści w niektórych krajach wykonują i/lub opisują konwencjonalne zdjęcia, np. RTG klatki piersiowej.

Na potrzeby tej publikacji „lekarz kierujący” to pracownik ochrony zdrowia, który rozpoczyna proces kierowania pacjentów do lekarza radiologa w celu wykonania obrazowania medycznego. W przypadku obrazowania dzieci lekarzami, którzy najczęściej kierują pacjentów na badanie diagnostyki obrazowej, są pediatry i lekarze rodzinni/interniści. Często w codziennej praktyce na badania obrazowe kierują dzieci także lekarze ze szpitalnego oddziału ratunkowego (SOR), lekarze specjaliści dziecięcy, asystenci medyczni i inni świadczący usługi zdrowotne pacjentom pediatrycznym. Również każdy lekarz specjalista może mieć potrzebę skierowania pacjenta pediatrycznego na obrazowanie medyczne i w takiej sytuacji zostanie uznany za „lekarza kierującego”. Zwykle lekarz kierujący i lekarz radiolog to dwie różne osoby. Obie te role odgrywa jednak czasem ta sama osoba. Na przykład dentyści decydują, czy zalecane jest wykonanie badania RTG, opisują zdjęcia i w wielu krajach sami przeprowadzają tę procedurę.

Personel, który wykonuje obrazowanie medyczne na oddziałach radiologii, to zwykle zespół wielodyscyplinarny, w którego skład wchodzi radiolodzy, elektrolodzy/technicy elektroradiologii, fizycy medyczni i pielęgniarki.

2.1.1.2. Zasady ochrony radiologicznej w medycynie

Indywidualne ryzyko, które wynika z ekspozycji na promieniowanie w związku z obrazowaniem medycznym, jest ogólnie niewielkie, natomiast korzyści z takiego obrazowania są znaczące. Duża liczba pacjentów poddanych takiej ekspozycji sprawia jednak, że jest to problem zdrowia publicznego. Uzasadnienie i optymalizacja to dwie podstawowe zasady ochrony radiologicznej w ekspozycjach medycznych⁴, jak wskazano poniżej:

1. Ekspozycje medyczne należy uzasadnić, porównując oczekiwane korzyści diagnostyczne lub terapeutyczne z potencjalną szkodą spowodowaną napromieniowaniem. Należy przy tym wziąć pod uwagę korzyści i ryzyko dostępnych alternatywnych technik, w których nie występuje ekspozycja na promieniowanie. Procedura powinna być oceniona jako przynosząca więcej korzyści niż szkód.
2. Zasada uzasadnienia stosuje się w medycynie na trzech opisanych poniżej poziomach (ICRP, 2007a):
 - Na pierwszym poziomie właściwe użycie promieniowania w medycynie jest akceptowane jako technika, która przynosi społeczeństwu więcej korzyści niż szkód.
 - Na drugim poziomie procedura jest uzasadniona dla grupy pacjentów, którzy mają określone objawy, lub dla grupy osób zagrożonych chorobą, którą można wykryć i leczyć.
 - Na trzecim poziomie zastosowanie konkretnej procedury u pacjenta jest uzasadnione, jeśli ocenia się, że przyniesie to pacjentowi więcej korzyści niż szkód.
3. Uzasadnianie poszczególnych procedur radiologicznych zwykle musi być zatwierdzone przez krajowe władze resortu zdrowia i samorządy zawodowe (np. poprzez rekomendowanie procedur dla osób zagrożonych konkretną chorobą)⁵.
4. Odpowiedzialność za uzasadnienie wykonania procedury u pacjenta⁶ spada na lekarzy, którzy są bezpośrednio zaangażowani w proces opieki zdrowotnej (lekarzy kierujących,

⁴ Choć system ochrony radiologicznej opiera się na trzech zasadach – uzasadnienia, optymalizacji i ograniczenia dawki – w przypadku ekspozycji medycznych limity dawek nie znajdują zastosowania. Mogą bowiem zmniejszyć skuteczność diagnozy lub leczenia, przynosząc więcej szkód niż pożytku (ICRP, 2007a).

⁵ Jest to „uzasadnienie ogólne” (poziom 2).

⁶ Jest to „uzasadnienie indywidualne” (poziom 3).

lekarzy radiologów). Wytyczne do kierowania na badanie obrazowe pomagają lekarzom w podejmowaniu decyzji, udostępniając narzędzia do podejmowania decyzji, które stworzono na podstawie kryteriów opartych na dowodach naukowych (po więcej patrz **część 2.1.2**). Uzasadnienie badania musi polegać na profesjonalnej ocenie informacji uzyskanych od pacjenta, które obejmują historię choroby, wcześniejsze badania obrazowe, informacje o badaniach laboratoryjnych i leczeniu.

5. Tam, gdzie jest to możliwe i dostępne, preferuje się korzystanie z metod obrazowania, w których nie korzysta się z promieniowania jonizującego, np. ultrasonografia (fale dźwiękowe) lub MRI (fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej), szczególnie u dzieci i kobiet w ciąży (zwłaszcza, jeśli może dojść do bezpośredniej ekspozycji płodu podczas obrazowania jamy brzusznej/miednicy). Trzeba także wziąć pod uwagę możliwość przełożenia obrazowania na później, kiedy/jeżeli stan pacjenta może ulec zmianie. Na ostateczną decyzję mogą wpływać także koszty, posiadane doświadczenie, dostępność zasobów i/lub wartości wyznawane przez pacjenta.

Ramka 2.1. Możliwe powody wykonywania nieodpowiednich procedur z użyciem promieniowania jonizującego u dzieci

- Brak świadomości na temat dawek promieniowania i związanego z nimi ryzyka.
- Niedostępne lub ignorowane kryteria adekwatności/wytyczne do kierowania na badania obrazowe.
- Niewystarczające, nieprawidłowe lub niejasne informacje kliniczne podane w uzasadnieniu
- Brak zaufania do diagnozy i nadmierne poleganie na obrazowaniu.
- Żądania klienta (oczekiwania pacjenta i/lub rodziny).
- Skierowanie wynikające z prośby pacjenta o wykonanie dodatkowych, nawet niepotrzebnych badań obrazowych.
- Obawa przed postępowaniem sądowym o błąd w sztuce (medycyna defensywna).
- Presja na promowanie zaawansowanej technologii dostępnej na rynku.
- Brak dialogu/konsultacji między kierującymi na badania a radiologami.
- Nieuwzględnianie lub brak świadomości istnienia odpowiedniejszych technik obrazowania, w których nie wykorzystuje się promieniowania jonizującego (np. USG lub MRI, jeśli są dostępne).
- Zbyt częste lub niepotrzebne powtarzanie badań.
- Presja wywierana przez lekarzy kierujących lub innych specjalistów.
- Poleganie na doświadczeniu własnym i źródłach niepotwierdzonych dowodami naukowymi.
- Presja na wydajność (np. szybkie załatwianie pacjentów na SOR-ze).
- Brak doświadczenia w zakresie alternatywnych źródeł obrazowania i/lub sprzętu (np. żeby wykonać USG poza typowymi godzinami pracy).
- Nieodpowiednie zalecenia dotyczące dalszych badań obrazowych zawarte w opisach badań.

Ramka 2.2. Medycyna defensywna: silny czynnik napędowy

Terminem „medycyna defensywna” opisuje się odchodzenie od standardowej praktyki medycznej w celu zmniejszenia liczby skarg lub krytyki postępowania lekarza albo aby temu zapobiec. Aby uniknąć zagrożenia postępowaniem sądowym, lekarze mogą kierować pacjenta na więcej badań, z których część może być zalecana w wytycznych klinicznych i korzystna, ale pozostałe mogą być niepotrzebne i szkodliwe. Poniżej dla przykładu podajemy podsumowanie wyników badania przeprowadzonego w stanie Massachusetts, które było poświęcone medycynie defensywnej (Massachusetts State-wide Survey on Defensive Medicine; <http://www.massmed.org/defensivemedicine>):

- Badanie przeprowadzono wśród 3650 lekarzy w latach 2007 i 2008.
- 83% lekarzy podało, że praktykuje medycynę defensywną.
- Zachowanie defensywne lekarzy wiązało się z nadużywaniem:
 - standardowych badań RTG: 22%,
 - badań CT: 33% lekarzy medycyny ratunkowej i położników/ginekologów oraz 20% wśród lekarzy innych specjalności,
 - testów laboratoryjnych: 18%,
 - skierowań do szpitala: 13%.

W kontekście ochrony radiologicznej optymalizacja oznacza utrzymanie dawek na „najniższym rozsądnie osiągalnym poziomie” (ALARA). Zwłaszcza w obrazowaniu medycznym ALARA oznacza podanie najniższej możliwej dawki niezbędnej do uzyskania obrazów z odpowiednimi danymi diagnostycznymi, co najlepiej opisano jako „podanie dawki promieniowania współmiernej do celu medycznego” (ICRP, 2007a & 2007b).

2.1.2. Uzasadnienie i właściwy dobór procedur

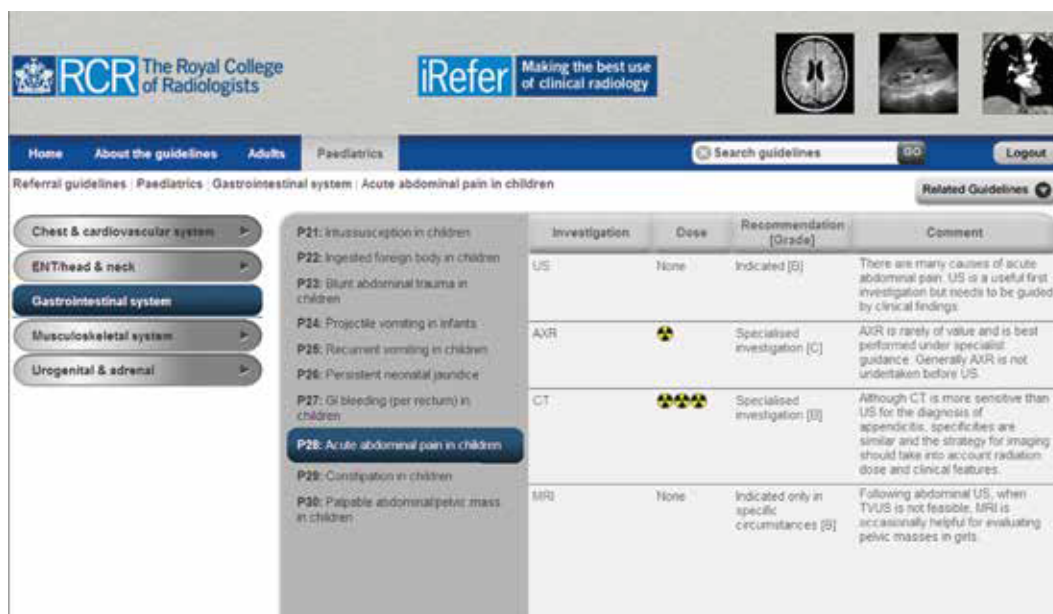
Najskuteczniejszym sposobem zmniejszenia dawki promieniowania w obrazowaniu dzieci jest zmniejszenie lub (co byłoby najlepsze) wyeliminowanie niepotrzebnych lub nieprawidłowo zleconych procedur. Uzasadnienie wykonania badania przez kierującego na nie lekarza i przez lekarza radiologa (patrz **część 2.1.1**) to kluczowy sposób, który pozwala uniknąć podania niepotrzebnej dawki promieniowania przed poddaniem pacjenta obrazowaniu medycznemu. Większość badań radiologicznych jest uzasadniona. W niektórych przypadkach jednak ocena kliniczna lub techniki obrazowania bez promieniowania jonizującego pozwalają postawić dokładną diagnozę i eliminują potrzebę wykonywania badań RTG. Na przykład w badaniu bólu brzucha u dzieci może być uzasadnione CT, jednak często odpowiedniejszą techniką jest USG (patrz **ryc. 10, 11 i 12**).

2.1.2.1. Niepotrzebne procedury

Nadużywanie promieniowania w celach diagnostycznych niesie ryzyko, którego można uniknąć, i może zwiększyć koszty ochrony zdrowia. W niektórych krajach znaczna część badań radiologicznych (ponad 30%) ma wątpliwą wartość i może nie dawać pełnych korzyści dla zdrowia pacjenta (Hadley, Agola & Wong, 2006; Oikarinen i wsp., 2009). W **ramkach 2.1. i 2.2.** wskazano niektóre możliwe powody nieodpowiedniego stosowania promieniowania w obrazowaniu medycznym.

Rzeczywisty rozmiar nieuzasadnionego ryzyka, które jest spowodowane nieodpowiednim wykorzystaniem promieniowania w obrazowaniu dzieci, pozostaje nieznany. Oszacowano np. że w Stanach Zjednoczonych prawdopodobnie aż 20 mln badań CT u osób dorosłych i ponad 1 mln badań CT u dzieci wykonuje się każdego roku niepotrzebnie (Brenner & Hall, 2007).

Rycina 10. Wytyczne The Royal College of Radiologists dla bólu brzucha u dzieci



Investigation	Dose	Recommendation (Grade)	Comment
US	None	Indicated [B]	There are many causes of acute abdominal pain. US is a useful first investigation but needs to be guided by clinical findings.
AXR	☠	Specialised investigation [C]	AXR is rarely of value and is best performed under specialist guidance. Generally AXR is not undertaken before US.
CT	☠☠☠	Specialised investigation [D]	Although CT is more sensitive than US for the diagnosis of appendicitis, specificities are similar and the strategy for imaging should take into account radiation dose and clinical features.
MRI	None	Indicated only in specific circumstances [B]	Following abdominal US, when TVUS is not feasible, MRI is occasionally helpful for evaluating pelvic masses in girls.

Źródło: RCR (2012); przedruk za zgodą The Royal College of Radiologists.

Rycina 11. Wytyczne Amerykańskiego Kolegium Kryteriów Trafności w radiologii (The American College of Radiology's Appropriateness Criteria®) w diagnozowaniu bólu w prawej dolnej części brzucha u dzieci

Wariant 4: Gorączka, leukocytoza, możliwe zapalenie wyrostka robaczkowego, nietypowe objawy u dzieci (poniżej 14. roku życia)

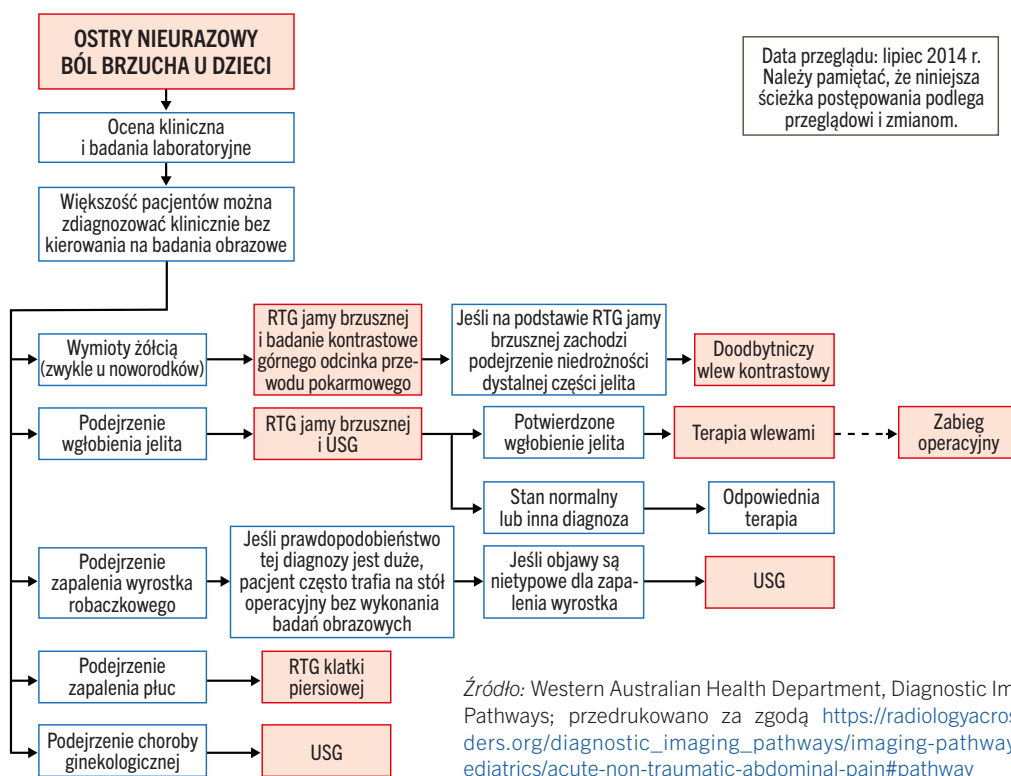
Procedura radiologiczna	Ocena	Uwagi	RRL*
USG prawego dolnego kwadranta brzucha	8	Ze stopniową kompresją.	○
CT jamy brzusznej i miednicy z kontrastem	7	Może być przydatna po negatywnym lub niejednoznacznym USG. Użycie kontrastu podanego doustnie lub doodbytniczo zależy od preferencji instytucjonalnych. Rozważyć ograniczoną CT prawego dolnego kwadranta.	▲▲▲▲▲
RTG jamy brzusznej	6	Może być użyteczne w wykluczeniu odmy otrzewnowej lub niedrożności.	▲▲▲
USG miednicy	5		○
CT jamy brzusznej i miednicy bez kontrastu	5	Użycie kontrastu podanego doustnie lub doodbytniczo zależy od preferencji instytucjonalnych. Rozważyć ograniczoną CT prawego dolnego kwadranta.	▲▲▲▲▲
MRI jamy brzusznej i miednicy bez kontrastu i z kontrastem	5	Patrz stwierdzenie dotyczące kontrastu w tekście pod hasłem „Przewidywane wyjątki”.	○
CT jamy brzusznej i miednicy bez kontrastu i z kontrastem	4	Użycie kontrastu podanego doustnie lub doodbytniczo zależy od preferencji instytucjonalnych. Rozważyć ograniczoną CT prawego dolnego kwadranta.	▲▲▲▲▲
MRI jamy brzusznej i miednicy bez kontrastu	4		○
RTG z kontrastem doodbytniczym	3		▲▲▲▲▲
Scyntygrafia leukocytów Tc-99m – brzuch i miednica	2		▲▲▲▲▲

Skala ocen: 1, 2, 3 – zwykle nieodpowiednie; 4, 5, 6 – może być odpowiednie; 7, 8, 9 – zwykle odpowiednie.

* RRL – względny poziom promieniowania (relative radiation level).

Źródło: ACR (2015); przedruk za zgodą American College of Radiologists.

Rycina 12. Wytyczne Western Australia's Diagnostic Imaging Pathways dla bólu brzucha u dzieci



Powtarzanie badania obrazowego, które wykonano już w innej placówce ochrony zdrowia, stanowi znaczną część niepotrzebnie wykonanych badań. Aby temu zapobiec, wcześniejsze badania (zdjęcia i opisy) powinny być zarejestrowane wystarczająco szczegółowo i udostępnione innym podmiotom medycznemu, tj. w miejscu świadczenia usług zdrowotnych. Pomogłoby to także w tworzeniu historii obrazowania poszczególnych pacjentów. Metody, które stosuje się podczas dokumentowania ekspozycji na promieniowanie, obejmują zarówno dokumentację papierową (np. karty dawek), jak i zapisy elektroniczne (karty chipowe i oprogramowanie komputerowe) (Seuri i wsp., 2013; Rehani i wsp., 2012).

2.1.2.2. Wybór odpowiedniej procedury

Wybierając procedurę obrazowania z użyciem promieniowania jonizującego, musimy dogłębnie rozważyć relację między korzyściami a ryzykiem. Poza skutecznością należy rozważyć takie aspekty, jak bezpieczeństwo, koszty, lokalna wiedza specjalistyczna, dostępne zasoby i dostępność, a także potrzeby pacjenta i wartości, jakimi się kieruje.

Odpowiednie dane kliniczne pozwalają lekarzowi kierującemu i radiologowi lub lekarzowi medycyny nuklearnej wybrać najprzydatniejszą procedurę. Obrazowanie medyczne jest użyteczne, jeśli jego wynik (pozytywny lub negatywny) wpływa na opiekę nad pacjentem lub wzmacnia zaufanie do diagnozy. Dodatkową wartością jest uspokojenie (pacjenta, rodziny lub opiekunów).

2.1.2.3. Wytyczne do kierowania na badania obrazowe

Po zapoznaniu się z informacjami klinicznymi kierujący na badania podejmuje decyzję w oparciu o najlepszą praktykę medyczną. Złożoność i szybkie postępy w obrazowaniu medycznym utrudniają jednak lekarzom kierującym śledzenie zmian w standardach opieki, które wypracowano na podstawie dowodów medycznych. Wytyczne do uzasadniania badań obrazowych opracowują zwykle samorządy medyczne we współpracy z ministerstwem zdrowia.

Te wytyczne do kierowania na badania obrazowe pomagają w uzasadnieniu, podając zalecenia oparte na dowodach medycznych, aby lekarze kierujący i radiolodzy mogli wraz z pacjentem/opiekunem podjąć świadomą decyzję i wybrać odpowiednie badanie (Perez, 2015). Przykładami takich wytycznych są: amerykańskie The ACR Appropriateness Criteria⁷, brytyjskie RCR iRefer: Diagnostic imaging referral guidelines for physicians⁸ oraz australijskie The Western Australian Diagnostic Imaging Pathways⁹ (ACR, 2015; RCR, 2012). Wytyczne do kierowania na badania oparte na dowodach medycznych zyskały szeroką akceptację na świecie. Biorąc pod uwagę zbliżoną częstotliwość występowania typowych schorzeń, nie jest zaskoczeniem, że wytyczne w różnych częściach świata są podobne (patrz **ryc. 10, 11 i 12**).

Wytyczne do kierowania na badania obrazowe to systematycznie rozwijane zalecenia oparte na najlepszych dostępnych dowodach (w tym poradach ekspertów), które mają pomóc kierującemu w prawidłowym wybraniu dla pacjenta procedury najbardziej odpowiedniej do konkretnych wskazań klinicznych. Wytyczne do kierowania na badania dostarczają informacji, które pomagają w prawidłowym korzystaniu z obrazowania. Wskazują, które badanie obrazowe jest najlepsze do uzyskania wyczerpujących informacji o stanie klinicznym oraz czy zaleca się alternatywną technikę, z niższą dawką, która jest tak samo lub potencjalnie bardziej skuteczna, czyli bardziej odpowiednia. Takie wytyczne mogą obniżyć liczbę badań aż o 20% (RCR, 1993 & 1994; Oakeshott, Kerry & Williams, 1994; Eccles i wsp., 2001).

⁷ [https://www.jacr.org/article/S1546-1440\(18\)31175-X/pdf](https://www.jacr.org/article/S1546-1440(18)31175-X/pdf)

⁸ <https://pl.irefer.org.uk/wytyczne>

⁹ https://radiologyacrossborders.org/diagnostic_imaging_pathways/imaging-pathways/paediatrics/acute-non-traumatic-abdominal-pain#pathway

Oparte na dowodach medycznych wytyczne dla kierujących na badania biorą pod uwagę dawki skuteczne i wspierają dobre praktyki medyczne, prowadząc do trafnego zlecenia procedur diagnostyki obrazowej. Podają uzasadnienie ogólne (poziom 2) i informacje do uzasadnienia indywidualnego (poziom 3) (patrz **część 1.1.3**). Do oceny skuteczności diagnostycznej i terapeutycznej danego badania obrazowego w określonym wskazaniu klinicznym, z uwzględnieniem niezbędnych aspektów diagnostyki różnicowej, stosuje się dowody naukowe zebrane na całym świecie.

Wytyczne dla kierujących na badania obrazowe nie są obligatoryjne, ale mają charakter doradczy. Mimo że nie są obowiązkowe, to odejście od wytycznych wymaga solidnego uzasadnienia przez kierującego na badanie. W **tabeli 9** podano przykłady pytań, które wraz z wytycznymi do kierowania na badania obrazowe mogą pomóc kierującemu w podjęciu decyzji o uzasadnieniu zastosowania procedury obrazowania medycznego. W razie wątpliwości kierujący powinien skonsultować się z lekarzem radiologiem¹⁰. Do monitorowania korzystania z wytycznych i utrwalania praktyki ich stosowania mogą posłużyć audyty kliniczne.

Tabela 9. Sokratejskie pytania^a dla lekarzy kierujących, którzy rozważają zlecenie badań obrazowych

Pytania, na które powinien odpowiedzieć lekarz kierujący	Ekspozycje na promieniowanie, których można uniknąć
Czy to badanie już było wykonywane?	Niepotrzebne powtarzanie badań, które już wykonano
Czy to badanie jest mi potrzebne?	Zlecenie badań, których wyniki raczej nie wpłyną na leczenie pacjenta
Czy jest mi potrzebne teraz?	Badanie wykonane zbyt wcześnie
Czy to najlepsze badanie?	Wykonanie niewłaściwego badania
Czy wyjaśniłem problem?	Brak odpowiednich informacji klinicznych i pytań, na które powinno odpowiedzieć badanie obrazowe

^a Klasyczna metoda pobudzania myślenia erudycyjnego stosowana w nauczaniu radiologii (Zou i wsp., 2011).

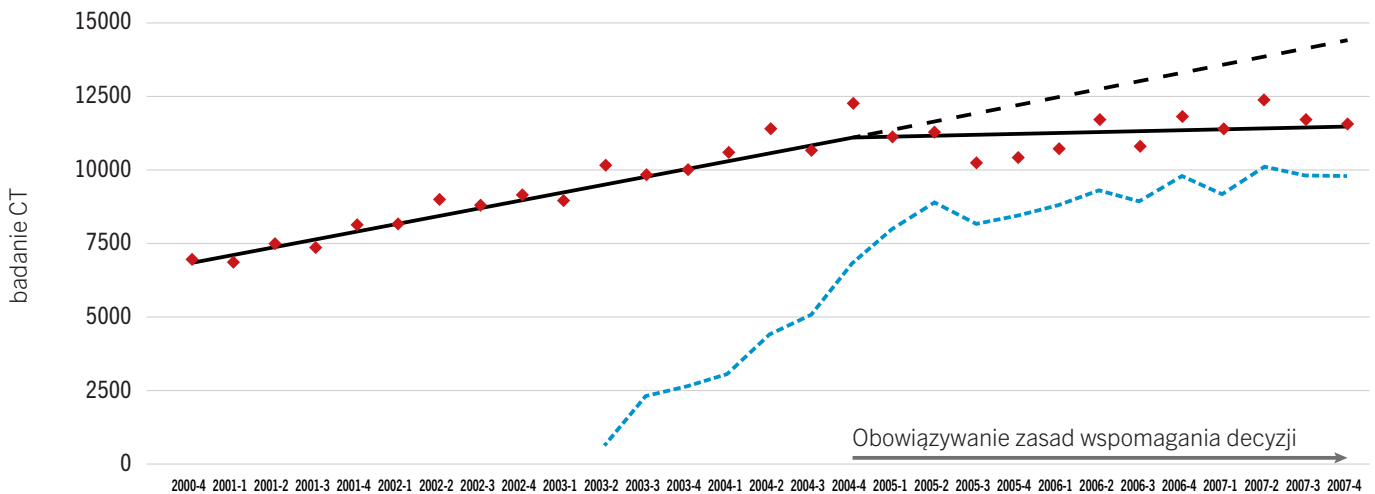
Źródło: zaadaptowane z RCR (2012), za zgodą The Royal College of Radiologists.

2.1.2.4. Trafność decyzji klinicznych i ich wsparcie

Systemy, które służą poprawie trafności skierowań na badania obrazowe, obejmują ścieżkę opieki nad pacjentem i komputerowe wspomaganie decyzji medycznych, najlepiej realizowane w „czasie rzeczywistym”, w trakcie wykonywania czynności klinicznych. Aby takie systemy dobrze działały, wypracowane zalecenia powinny być dostępne w czasie i miejscu dynamicznego podejmowania decyzji (Kawamoto i wsp., 2005). Zintegrowanie systemu wspomagania decyzji klinicznych (clinical decision support – CDS) z systemami kierowania na badania radiologiczne może spowolnić tempo wzrostu korzystania z CT. Na **ryc. 13** pokazano, że po wprowadzeniu CDS odnotowano znaczny spadek liczby i tempa wzrostu liczby badań CT (Sistrom i wsp., 2009; Sistrom i wsp., 2014).

Długoterminowe badania pokazują, że zintegrowanie komputerowego systemu wspomagania decyzji medycznych z procesem kierowania na badania radiologiczne jest akceptowane przez lekarzy i poprawia trafność skierowań na badania, zwłaszcza na oddziałach ratunkowych (Raja i wsp., 2012). Oprócz trudności związanych z zapewnieniem łączności i integracji z istniejącymi systemami, które zawierają informacje radiologiczne i kliniczne, czynnikami ograniczającymi stosowanie systemów CDS są: tendencja do omijania pojawiających się w systemie powiadomień (soft stops), niezdolność do uwzględniania wszystkich objawów klinicznych i problemy

¹⁰ Zajrzyj do *Słownika* (załącznik B), aby zapoznać się z definicją tego terminu w kontekście niniejszej publikacji. Zauważ, że obejmuje on nie tylko radiologów i lekarzy medycyny nuklearnej, ale także kardiologów interwencyjnych i wszystkich innych lekarzy, którzy odpowiadają za wykonanie medycznej procedury radiologicznej.

Rycina 13. Wpływ wprowadzenia systemu wspomagania decyzji na wzrost liczby procedur CT^a

^a Liczbę badań CT, które wykonano w systemie ambulatoryjnym (oś OY) w danym kwartale (oś OX), oznaczono czerwonymi rombami. Ocenę trafności rozpoczęto w 4. kwartale 2004 r. i kontynuowano przez czas trwania badania (strzałka na dole po prawej). Linia ciągła pokazuje, że punkt przełamania dla regresji segmentowej znajduje się w 4. kwartale 2004 r. Linia przerywana pokazuje przewidywany liniowy wzrost bez wprowadzenia systemu wspomagania decyzji. Linia przerywana w kolorze niebieskim pokazuje liczbę badań CT, które zlecono poprzez system informatyczny.

Źródło: Sistrom i wsp. (2009); przedruk za zgodą autorów.

z dostosowaniem wytycznych do indywidualnego pacjenta. Niezależnie od tego komputerowy system wspomagania decyzji klinicznych jest użytecznym narzędziem, które udostępnia oparte na dowodach medycznych wytyczne do kierowania na badania obrazowe w czasie podejmowania decyzji o skierowaniu na takie badanie, a także może dostarczyć innych ważnych i pomocnych informacji (np. o wykonanych wcześniej procedurach obrazowania).

2.1.3. Optymalizacja: dostosowanie procedur do rozmiaru ciała dziecka i wskazań

Wraz z rozwojem zaawansowanych technik obrazowania badania obrazowe stały się coraz bardziej istotnym elementem klinicznej oceny stanu zdrowia dzieci. Radiologia dziecięca obejmuje wiele różnych technik, takich jak konwencjonalne badania RTG (zdjęcia RTG, radiografia komputerowa i cyfrowa), fluoroskopia i tomografia komputerowa. We wszystkich z nich korzysta się z promieni X, aby uzyskać „obraz” struktur anatomicznych, przez które przeszła wiązka promieniowania. Najnowsze postępy w technikach obrazowania oferują wiele korzyści w zakresie pozyskania i dalszej obróbki obrazów. Brak zrozumienia, na czym te postępy technologiczne polegają, może prowadzić do niepotrzebnej ekspozycji na promieniowanie – zwłaszcza, że często można podjąć kroki w celu zmniejszenia dawki promieniowania, jaką otrzymują dzieci, bez negatywnego wpływu na efekty diagnostyczne badania.

Korzystanie z parametrów dla pacjentów dorosłych może prowadzić do większej niż potrzebna ekspozycji dzieci na promieniowanie. Ekspozycję należy dostosować do parametrów dziecka, aby podać najmniejszą dawkę promieniowania niezbędną dla uzyskania obrazu, na podstawie którego można uzyskać dokładną diagnozę. Podsumowuje to hasło kampanii koalicji Image Gently¹¹: *One size does not fit all* (Jeden rozmiar nie pasuje do wszystkich).

¹¹ Kampania koalicji Image Gently jest kampanią edukacyjną i uświadamiającą, którą opracowało Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging (Stowarzyszenie na Rzecz Bezpieczeństwa Radiologicznego w Badaniach Obrazowych Dzieci). Więcej informacji jest dostępnych na <http://imagegently.org>.

2.1.3.1. Optymalizacja ochrony radiologicznej¹² w radiologii dziecięcej

W radiologii dziecięcej jest wiele sposobów zmniejszenia dawki podawanej pacjentowi. Dialog i współpraca wszystkich zaangażowanych w świadczenie opieki zdrowotnej mogą pomóc zidentyfikować te możliwości i je wykorzystać. Więcej skuteczniejszej komunikacji między kierującymi na badania a radiologami specjalistami ułatwiłoby proces optymalizacji. Informacje, które przekazuje kierujący na badanie (np. czytelne i jasno sformułowane zlecenia badań), powinny zawierać pytania kliniczne, na jakie odpowiedź powinno dać badanie obrazowe. Informacje te są niezbędne, aby ustalić, czy procedura jest uzasadniona. Może też pomóc zoptymalizować protokół badania, pozwalając dostosować techniczne parametry napromieniowania tak, aby uzyskać jakość obrazu odpowiednią dla potrzeb diagnostycznych, przy najmniejszej możliwej dawce promieniowania (Linton & Mettler, 2003).

2.1.3.2. Konwencjonalna radiologia dziecięca

Konwencjonalna radiologia dziecięca to zarówno standardowe zdjęcia RTG, jak i radiografia cyfrowa pośrednia (computed radiography – CR) i bezpośrednia (digital radiography – DR). Podczas cyfrowej radiografii pośredniej na płycie zapisują się informacje z ekspozycji, które potem przenoszone są na czytnik obrazu. Technika tę często stosuje się, kiedy wykonywane są badania z użyciem sprzętu przenośnego. Receptor w radiografii cyfrowej bezpośredniej tworzy obraz natychmiast po ekspozycji, bez użycia przejściowej płyty do zapisania/przekazania obrazu. Niezależnie od wybranej techniki dostępne są różne techniki i technologie, które zapewniają optymalizację dawki, co jest zbieżne z celami medycznymi (ICRP, 2013b).

W porównaniu z radiologią konwencjonalną radiologia cyfrowa oferuje znaczne korzyści, takie jak trwałość i łatwość archiwizowania (zdjęcia się nie gubią, materiał elektroniczny dostępny jest natychmiast) oraz manipulowanie obrazem (np. powiększanie, dopasowywanie kontrastu i jasności, większy zakres dynamiczny, co może dać odpowiednią jakość przy krótszej ekspozycji stosowanej do uzyskania niedoświetlonych obrazów na kliszy). Istnieje jednak także ryzyko niezamierzonego zwiększenia dawki podanej pacjentowi, co widać w poniżej wyjaśnionych przykładach.

Obrazy prześwietlone bywały ciemne, natomiast technologia cyfrowa pozwala to skompensować, zmieniając poziom jasności i kontrast po dostarczeniu obrazu. Poza tym, jeśli nie wprowadzono mocnego programu kontroli jakości, wielokrotne ekspozycje można po prostu wyeliminować, nigdy nie przekazując ich do interpretacji (technologię konwencjonalną monitorowano zużyciem kliszy i „rolek kliszy”, na której można było zobaczyć źle wykonane zdjęcia). Dodatkowo kolimacja manualna jako część obróbki pozwala stworzyć wysyłany odbiorcy do opisu obraz, na którym nie jest podane, jaką część oryginalnego obrazu rzeczywiście naświetlono (wykadrowano). Ponadto brak znajomości techniki, takiej jak algorytmy do przetwarzania końcowego, może zmniejszyć jakość pokazywanego obrazu.

Edukacja i szkolenie, a także zespołowe podejście do zarządzania dawką (tj. współpraca radiologa, fizyka medycznego i elektroradiologa/technika elektroradiologii) są kluczowe dla zagwarantowania optymalizacji ochrony w radiologii komputerowej i cyfrowej (Uffmann & Schaefer-Prokop, 2009, ICRP, 2007b).

2.1.3.3. Fluoroscopia diagnostyczna

Fluoroscopia to technika obrazowania, w której wykorzystuje się wiązkę promieni X do stworzenia w czasie rzeczywistym dynamicznych obrazów ciała, które są uchwycone przez specjalny detektor i widoczne na ekranie. W rozmowach z pacjentem, rodziną lub innymi opiekunami często pomocne jest porównanie tej techniki do kamery filmowej. Konwencjonalna radiografia jest

¹² Proszę pamiętać, że publikacja ta ukierunkowana jest na ochronę radiologiczną. Nie poruszono tu innych kwestii dotyczących bezpieczeństwa pacjenta, które wiążą się z badaniami obrazowymi dzieci (np. ewentualnych negatywnych skutków spowodowanych podanym kontrastem).

odpowiednikiem jednorazowej ekspozycji lub jednego zdjęcia RTG, podczas gdy fluoroskopia to film rentgenowski. Dzięki obecnej technologii cyfrowej badania można łatwo zapisać na płycie CD. Możliwość wyświetlania i zapisywania ruchu podczas wykonywania fluoroskopii sprawia, że jest to idealna technika do oceny przewodu pokarmowego (np. badania z kontrastem).

Fluoroskopia jest szczególnie pomocna jako narzędzie do sterowania różnymi procedurami diagnostycznymi lub interwencyjnymi (patrz poniżej). Fluoroskopia może jednak wiązać się z podaniem pacjentowi stosunkowo wysokiej dawki¹³, a całkowity czas fluoroskopii, podczas którego kamera jest włączona, jest głównym czynnikiem decydującym o ekspozycji pacjenta. Wiele praktycznych środków pozwala zredukować niepotrzebne narażenie pacjentów pediatrycznych na promieniowanie w fluoroskopii diagnostycznej (ICRP, 2013b).

2.1.3.4. Procedury interwencyjne sterowane obrazem

Radiologia interwencyjna daje możliwość wykonania minimalnie inwazyjnych procedur z użyciem małego sprzętu medycznego, takiego jak cewniki lub igły, i ze sterowaniem za pomocą obrazu pochodzącego z USG, MRI, CT lub RTG/fluoroskopii. W przypadku zabiegów, które wykonuje się pod kontrolą fluoroskopii, u dzieci obowiązują pewne szczególne zasady bezpieczeństwa radiologicznego. Dawki stosowane we fluoroskopii mogą być stosunkowo wysokie i, choć rzadko się to zdarza, mogą prowadzić do podrażnienia tkanek (zwanego też „skutkami deterministycznymi”), takiego jak uszkodzenia skóry, zwłaszcza u rośli nastolatów¹⁴. Podrażnienia skóry są niezwykle rzadkie po procedurach sterowanych za pomocą CT. Skomplikowane zabiegi interwencyjne mogą wymagać wyższych dawek promieniowania, a ich uzasadnienie należy oceniać dla każdego przypadku odrębnie. Ryzyko napromieniowania można zminimalizować, wprowadzając praktyczne środki, które optymalizują ochronę (Sidhu i wsp., 2010; NCRP, 2011).

Przed zabiegiem komunikacja między lekarzem kierującym a lekarzem radiologiem (np. radiologiem interwencyjnym, kardiologiem interwencyjnym lub innym lekarzem specjalistą) umożliwia wymianę informacji, która wspomaga podjęcie decyzji (uzasadnienie). Uwzględnić należy inne opcje obrazowania, zwłaszcza takie, które nie wymagają zastosowania promieniowania jonizującego (np. MRI, USG). Lekarz kierujący może pomóc w zebraniu historii choroby pacjenta i przeprowadzonych badań obrazowych, co pozwala ocenić skumulowaną ekspozycję pacjenta na promieniowanie. Uwzględnienie wyników z poprzednich badań może być też istotne dla bieżącego badania.

Zwykle lekarz kierujący jest pierwszym medykiem na ścieżce pacjenta w systemie opieki zdrowotnej, który bezpośrednio rozmawia z pacjentem i jego rodziną. Informowanie o korzyściach i ryzyku, które wynikają ze sterowania procedurą interwencyjną za pomocą fluoroskopii, może wymagać rozważenia kwestii bezpieczeństwa radiologicznego. Dialog o ryzyku i korzyściach musi być więc wspierany przez lekarza radiologa (np. radiologa, kardiologa interwencyjnego) i innych członków zespołu radiologicznego (np. fizyków medycznych, elektroradiologów/techników elektroradiologii). Zadanie to może ułatwić korzystanie z drukowanych i/lub elektronicznych materiałów informacyjnych dla lekarzy, pacjentów, rodziców, krewnych i innych opiekunów. Takie informacje można udostępnić podczas procesu świadomego wyrażania zgody na zabieg i/lub przekazywania wskazań po wykonaniu procedury.

¹³ Fluoroskopia, a zwłaszcza zabiegi interwencyjne sterowane obrazem z fluoroskopii, to źródło szczególnych problemów dotyczących bezpieczeństwa promieniowania dla pracowników. Dawki podane pracownikom mogą być stosunkowo wysokie i mogą prowadzić do negatywnych konsekwencji, takich jak zmętnienie soczewki. Ochrona przed promieniowaniem w środowisku pracy pozostaje poza zakresem tej publikacji, a dalsze informacje dostępne są w innych źródłach (NCRP, 2011; strona internetowa IAEA poświęcona bezpieczeństwu pacjentów – <https://www.iaea.org/resources/rpop/resources/training-material>).

¹⁴ Pacjenci pediatryczni są różnych rozmiarów, od małych wcześniaków do rośli nastolatów. Wielkość pacjenta ma wpływ na dawkę stosowaną we fluoroskopii, np. przy automatycznej kontroli ekspozycji napięcie lampy (kV) i natężenie prądu (mA) dostosowywane są do pacjenta, co prowadzi do większej dawki promieniowania dla dużych/otyłych pacjentów.

Podczas wykonywania zabiegu wszyscy członkowie zespołu radiologii interwencyjnej współpracują, aby zagwarantować optymalizację ochrony i bezpieczeństwa. Skuteczna komunikacja między personelem medycznym pomaga utrzymać dawkę promieniowania na jak najniższym poziomie. Wieloma parametrami, które wpływają na dawkę promieniowania podawaną pacjentowi, można zarządzać, co pozwala tę dawkę znacząco obniżyć, a jednocześnie utrzymać wysoką jakość obrazów diagnostycznych, które sterują interwencją (Miller i wsp., 2010).

Lekarz kierujący powinien mieć dostęp do informacji pozabiegowych, w tym dotyczących możliwych skutków ubocznych, aby mógł przekazać je pacjentowi i/lub opiekunowi. Lekarz powinien też prowadzić historię badań obrazowych, które wykonano u pacjenta, w różnych formach (np. karty pacjenta).

U pacjentów, którzy podczas jednej lub kilku procedur otrzymali stosunkowo wysokie dawki promieniowania na skórę, wskazane jest przeprowadzenie badań kontrolnych. Idealnie byłoby, gdyby wykonał je lekarz radiolog, a nie lekarz kierujący. Jeśli jednak pacjent mieszka daleko od placówki, w której można wykonać badanie, lekarz kierujący będzie potrzebował więcej danych, aby zlecić badanie kontrolne (NCRP, 2011; ICRP, 2013a). Pacjent i rodzina powinni również zostać poinformowani o klinicznych objawach uszkodzenia skóry, takich jak zaczerwienienie (rumień) w miejscu wejścia wiązki, a także o tym, co zrobić, jeśli się one pojawią.

2.1.3.5. Tomografia komputerowa

Tomografia komputerowa to kolejna technika, w której wykorzystuje się promieniowanie jonizujące. Pacjent leży na wąskim stole, który porusza się wzdłuż okrągłego otworu wewnątrz urządzenia. Wiązka promieniowania rentgenowskiego przechodzi przez wycinek ciała pacjenta i przesuwają się w kierunku detektorów. Źródło promieni X i detektory obracają się wewnątrz aparatu. Kiedy pacjent przesuwa się przez gantry wewnątrz maszyny, komputer generuje obrazy kolejnych przekrojów ciała i wyświetla je na monitorze. Dawka promieniowania w CT zależy od kilku czynników i może prowadzić do podania dawki tak wysokiej (lub nawet wyższej) jak w trakcie fluoroskopii.

Możliwości zredukowania niepotrzebnej dawki promieniowania w badaniu CT u dzieci obejmują dostosowanie parametrów ekspozycji do wielkości dziecka (indywidualnego rozmiaru/wieku) i wskazań klinicznych, ze zwróceniem uwagi na diagnostyczne poziomy lub zakresy referencyjne (diagnostic reference levels or ranges – DRLs/DRRs, patrz niżej). Więcej szczegółów o aspektach, które należy brać pod uwagę przy optymalizacji CT u dzieci podano w innych publikacjach (Strauss i wsp., 2010; ICRP, 2013b; Strauss, Frush & Goske, 2015).

Tabela 10. Przykłady wpływu niektórych ustawień parametrów technicznych, powszechnie stosowanych w CT na dawkę promieniowania przyjmowaną przez pacjenta

Parametr techniczny w CT	Wpływ na dawkę promieniowania
Energia promieniowania RTG (maks. wartość napięcia na lampie RTG – kVp) ^a	Obniżone kVp → zmniejszona dawka
Natężenie prądu na lampie RTG (milliamper – mA) ^a	Obniżone mA → zmniejszona dawka
Prędkość obrotu lampy RTG (sekundy) ^a	Szybszy obrót gantry → zmniejszona dawka
Zakres/odległość skanowania (cm)	Krótsza odległość skanowania → zmniejszona dawka
Ułożenie pacjenta w skanerze	Niewłaściwe ustawienie gantry może zwiększyć dawkę
Liczba sekwencji (faz) skanowania	Zwiększenie liczby sekwencji (np. przed podaniem i po podaniu kontrastu) zwiększa dawkę
Skanowanie kilku obszarów ciała	Minimalizowanie nakładania się skanów zmniejsza wielkość dawki
Optymalne wykorzystanie kontrastu podanego dożylnie (barwnik)	Lepsza widoczność struktur może pozwolić na niższe ustawienia (np. kVp)
Techniki specjalne	Zależnie od skanera; możliwość dodatkowej redukcji dawki

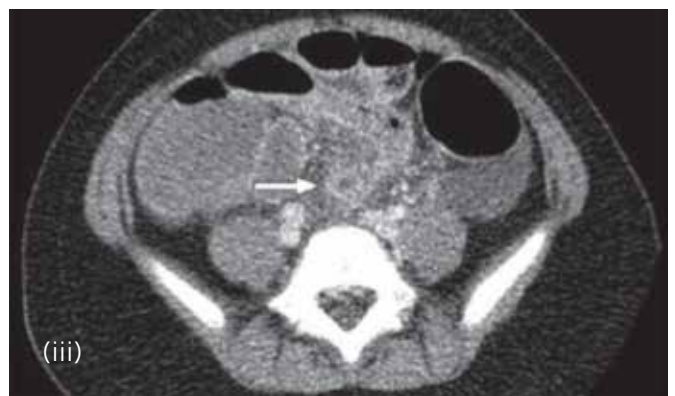
^a Przy założeniu, że wszystkie pozostałe czynniki pozostają stałe. Proszę też zauważyć, że niższa dawka często oznacza większe zakłócenia obrazu. W obrazowaniu dobrej jakości dąży się do utrzymania odpowiedniej równowagi między tymi czynnikami.

Rycina 14. Wpływ przyjętej symulowanej redukcji dawki (np. dodatkowe zakłócenia, brak powtarzania skanowania) na uzyskany obraz

a) Dziecko w wieku 11 lat ze zdrowym wyrostkiem robaczkowym; (i) prąd na lampie bez regulacji, (ii) 50% redukcji prądu na lampie i (iii) 75% redukcji prądu na lampie. Na wszystkich skanach w przekroju poprzecznym widać wyrostek wypełniony powietrzem (patrz strzałki).



b) Dziecko w wieku 3 lat z zapaleniem wyrostka robaczkowego; (i) konwencjonalne natężenie prądu na lampie, (ii) 50% redukcji prądu na lampie i (iii) 75% redukcja prądu na lampie. Strzałki wskazują na obrzęk wyrostka robaczkowego. Należy również zwrócić uwagę na treść, która zalega w jelitach, widoczną na wszystkich obrazach przy każdym natężeniu prądu.



Zródło: Swanick i wsp. (2013); przedruk za zgodą.

W **tabeli 10.** znajdują się przykłady, obrazujące wpływ zmiany parametrów technicznych aparatu w badaniach CT na dawkę promieniowania podaną pacjentowi. „Rozmiar” dziecka może prowadzić do znacznego zmniejszenia dawki. Natomiast **ryc. 14.** ilustruje wpływ (symulowanej) redukcji prądu na lampie na uzyskany obraz.

Nawet w przypadku tomografii komputerowej o niskiej dawce u dzieci protokoły można dostosować tak, żeby dalej zmniejszyć dawki promieniowania. Badanie przeprowadzone w szpitalu w Belgii wykazało, że używając wielorzędowej tomografii komputerowej (multi-row-detector computed tomography – MDCT) o małej dawce w badaniu zatok u dziecka obniżono dawkę skuteczną do poziomu porównywalnego z konwencjonalnym RTG, jednocześnie zachowując odpowiednią jakość diagnostyczną tomografii komputerowej zatoki przynosowej (Mulken i wsp., 2005). Badanie to pokazało, że optymalizacja protokołu dla tomografii komputerowej zatok przynosowych u dzieci może dać wysokiej jakości obrazy diagnostyczne z wykorzystaniem dawki skutecznej porównywalnej z tą stosowaną w standardowym RTG. To przykład dobrej praktyki, w której skuteczny dialog między lekarzem kierującym na badanie a lekarzem radiologiem działa na rzecz optymalizacji, pozwalając dostosować protokoły skanowania do pytań klinicznych, na jakie ma odpowiedzieć badanie.

2.1.3.6. Medycyna nuklearna

W medycynie nuklearnej do uzyskania obrazu i oceny funkcjonalnych aspektów organizmu pacjenta (diagnostyczna medycyna nuklearna) i/lub zniszczenia nieprawidłowych komórek (terapeutyczna medycyna nuklearna) wykorzystuje się substancje radioaktywne (radiofarmaceutyki). Radiofarmaceutyk kumuluje się przede wszystkim w badanym narządzie lub tkance, gdzie uwalnia energię (promieniowanie). W obrazowaniu w medycynie nuklearnej to promieniowanie odbiera detektor, który pozwala zwizualizować, jak radiofarmaceutyk rozkłada się w ciele. Oprócz obrazów radioaktywność można mierzyć również w krwi, moczu i/lub innych próbkach pobranych od pacjenta. Dzięki temu można ocenić i zmierzyć funkcje poszczególnych narządów, układów i tkanek (np. perfuzję, metabolizm, proliferację, ekspresję i gęstość receptorów/przeciwciał itd.). Detektorem najczęściej stosowanym w medycynie nuklearnej jest kamera gamma, zwana też kamerą scyntylicyjną do obrazowania planarnego (2D) lub trójwymiarowego (3D). Dzięki tomo-

Ramka 2.3. Obrazowanie w ultrasonografii i rezonansie magnetycznym

Ultrasonografia to wykorzystanie fal dźwiękowych w obrazowaniu medycznym. Transduktor lub sonda emitują fale dźwiękowe i odbierają odbite sygnały. Ultradźwięki należy postrzegać jako pełnowartościową alternatywę do promieni X w obrazowaniu dzieci (Riccabona, 2006). U dzieci badania USG często używa się do oceny, np. ewentualnych nieprawidłowości w funkcjonowaniu serca, przerostowego zwężenia odźwiernika, dysplazji stawu biodrowego, zapalenia wyrostka robaczkowego, zaburzeń wewnątrzczaszkowych u noworodków, a także nieprawidłowości w rozwoju rdzenia kręgowego i kręgosłupa u noworodków. Ultradźwięki stosuje się także do oceny wielu innych wskazań, związanych z jamą brzuszną, miednicą, układem mięśniowo-szkieletowym, tarczycą i piersiami, a także do obrazowania naczyniowego i endoluminalnego. Innowacyjne zastosowanie ultradźwięków i nowe techniki USG – takie jak ultrasonografia Dopplerowska kodowana kolorem, obrazowanie harmoniczne i wysokiej rozdzielczości, USG z kontrastem i obrazowanie 3D – poszerzyły spektrum zastosowań USG, czyniąc z niego cenną technikę obrazowania, która nie wymaga ekspozycji na promieniowanie jonizujące. Poza tym, w wielu procedurach interwencyjnych wykorzystuje się obraz z USG do sterowania zabiegiem.

Żeby otrzymać obraz w rezonansie magnetycznym, wykorzystuje się połączenie silnych pól magnetycznych, fal radiowych i gradientów pola magnetycznego do uzyskania obrazów 2D i 3D narządów oraz wewnętrznych układów w ciele człowieka. Wysoka wrażliwość na różnice występujące w tkance miękkiej i bezpieczeństwa pacjenta, które wynika z tego, że badanie wykonuje się bez promieniowania jonizującego, to kluczowe powody, dla których MRI wyparł CT i radiografię konwencjonalną w przypadku wielu procedur obrazowania. Rezonans magnetyczny w obrazowaniu dzieci stosuje się w różnym celu, w tym do oceny chorób centralnego układu nerwowego i przewodu moczowego, chorób/urazów układu mięśniowo-szkieletowego, wrodzonych wad serca i innych chorób sercowo-naczyniowych (w tym do obrazowania naczyń krwionośnych: angiografia MRI). Może też być pomocny w ocenie fazy choroby nowotworowej i planowania leczenia nowotworu. Spektroskopia rezonansu magnetycznego to nowa technika obrazowania do oceny zaburzeń mózgu u dzieci. Interwencyjny rezonans magnetyczny obejmuje wykonywanie procedur interwencyjnych, przede wszystkim dotyczących mózgu, z wykorzystaniem specjalnie zaprojektowanego aparatu do MRI w sali operacyjnej. Ponieważ MRI nie używa promieniowania jonizującego, często wybierany jest jako technika obrazowania stosowana w badaniu dzieci.

grafii emisyjnej pojedynczych fotonów (single photon emission computed tomography – SPECT) uzyskuje się obrazy uzyskane pod różnymi kątami wokół pacjenta. Rekonstrukcja obrazu w tomografii komputerowej daje informacje w wymiarze 3D o tym, jak radiofarmaceutyk rozłożył się w ciele pacjenta. Obrazy w medycynie nuklearnej można nakładać na obrazy z CT lub MRI, a praktyka ta nazywana jest fuzją obrazów. Wprowadzenie pozytonowej tomografii emisyjnej (positron emission tomography – PET) i hybrydowych systemów obrazowania (np. SPECT/CT, PET/CT, PET/MRI) poszerzyło zastosowanie obrazowania molekularnego z radiofarmaceutykami.

Pacjenci poddawani badaniu PET/CT lub SPECT/CT są narażeni na promieniowanie ze strony wstrzykniętego radiofarmaceutyku i promieni RTG ze skanera CT. W przypadku obydwu źródeł promieniowania dawki utrzymywane są na jak najniższym poziomie, ale bez narażania jakości badania. Większość radiofarmaceutyków używanych w obrazowaniu diagnostycznym ma krótki okres połowicznego rozpadu (od minut do godzin) i szybko są eliminowane. Diagnostyczne poziomy referencyjne dla medycyny nuklearnej wyrażone są w podanej aktywności. Aby zoptymalizować ochronę dzieci i młodzieży w diagnostycznej medycynie nuklearnej, stosuje się optymalizację dawki dla aktywności podawanych dzieciom. Na ogół opiera się to na dawce zalecanej dla dorosłych, dostosowanej do różnych parametrów, takich jak masa ciała pacjenta. Różne warianty tego podejścia przyjęły ostatnio stowarzyszenia zawodowe w Ameryce Północnej i w Europie (Gelfand, Parisi & Treves, 2011; Fahey, Treves & Adelstein, 2011; Lassmann i wsp., 2007; Lassmann i wsp., 2008; Lassmann i wsp., 2014). Ostatecznym celem jest zmniejszenie ekspozycji na promieniowanie do najniższych możliwych poziomów bez pogarszania jakości diagnostycznych obrazów.

2.1.3.7. Radiologia stomatologiczna

Wewnątrzustne RTG zgryzowe zębów i/lub zdjęcie pantomograficzne to od dawna istniejące narzędzia, które stosują stomatolodzy i ortodonci. Dostępne obecnie: tomografia komputerowa wiązki stożkowej (CBCT) i wielowarstwowa spiralna tomografia komputerowa (multi-slice computer tomography – MSCT), używane do oceny uzębienia i/lub chorób jamy ustnej i okolic twarzowo-szczękowych budzą jednak wiele pytań o uzasadnienie ich stosowania i optymalizację. Uczestnicy panelu w ramach projektu SEDENTEXCT¹⁵ w 2011 r. doszli do wniosku, że potrzebne są badania, które pokazałyby zmienione (i lepsze) skutki dla pacjentów, zanim weźmie się pod uwagę szerokie stosowanie CBCT w ww. celu. Wyjątkiem byłyby sytuacje, kiedy zgodnie z bieżącą praktyką stosuje się MSCT, aby zlokalizować niewyrżnięte zęby (Alqerban i wsp., 2009). W takich przypadkach z dużym prawdopodobieństwem preferowane jest CBCT, a nie MSCT, jeśli dawka jest mniejsza. W każdym razie badanie radiologiczne kłów szczękowych zazwyczaj nie jest konieczne u dzieci poniżej 10. roku życia (European Commission, 2012).

W ostatnich latach wzrosło wykorzystanie obrazowania z użyciem USG i MRI u dzieci. W technikach tych do generowania obrazów używa się promieniowania niejonizującego. Choć niniejsza publikacja koncentruje się na informowaniu o ryzyku, które wiąże się z promieniowaniem jonizującym, w **ramce 2.3.** podano ogólne informacje o tych procedurach.

2.1.3.8. Diagnostyczne poziomy referencyjne

Diagnostyczne poziomy referencyjne (diagnostic reference levels – DRLs) to rodzaj poziomu dawki (w radiologii diagnostycznej i interwencyjnej) lub podanej radioaktywności (w medycynie nuklearnej), który zdefiniowano dla typowych badań i grup standardowych pacjentów, stosowane jako narzędzia optymalizacji i zapewnienia jakości. Zróżnicowanie rozmiarów osób dorosłych jest niewielkie w porównaniu z różnicami w wielkości pacjentów pediatrycznych. W obrazowaniu dzieci potrzebne są więc specjalne diagnostyczne poziomy referencyjne dla

¹⁵ Projekt SEDENTEXCT (2008–2011) wspierany był przez siódmy program ramowy Europejskiej Wspólnoty Energii Atomowej (Euratom) w zakresie działań badawczych i szkoleniowych (2007–2011), <https://wayback.archive-it.org/12090/20140422211042/http://cordis.europa.eu/fp7>.

pacjentów pediatrycznych różnych rozmiarów. Są one określone według wagi lub wieku. Diagnostyczne poziomy referencyjne nie ograniczają dawki. Mają raczej charakter pomocniczy niż obowiązkowy, choć samo wprowadzenie koncepcji DRL jest podstawowym wymogiem normy bezpieczeństwa. Diagnostyczne poziomy referencyjne podlegają okresowemu przeglądowi i aktualizacji, aby zachowywały spójność z aktualną wiedzą. Placówki mogą porównywać dawki, jakie stosują w swojej praktyce z DRL dla odpowiednich grup pacjentów, aby upewnić się, że dawki w danej procedurze nie odbiegają znacząco od stosowanych w innych placówkach. Diagnostyczne poziomy referencyjne pomagają zidentyfikować sytuacje, w których dawka lub aktywność podana pacjentowi jest wyjątkowo wysoka lub niska (ICRP, 2001 & 2007b).

2.1.3.9. Zmniejszenie liczby powtarzanych badań i śledzenie historii napromieniowania pacjentów pediatrycznych

U jednej trzeciej wszystkich dzieci poddanych CT odnotowano trzy lub więcej wykonanych takich badań (Mettler i wsp., 2000). Indywidualna dawka promieniowania dla pacjenta z powodu powtarzanych procedur może wynieść kilkadziesiąt mSv dawki skutecznej lub może przekroczyć nawet 100 mSv (Rehani & Frush, 2011). Wielokrotne badania RTG często wykonuje się u wcześniaków, a także u niemowląt z dysplazją stawu biodrowego (Smans i wsp., 2008). Pacjenci pediatryczni, którzy cierpią na choroby przewlekłe (np. wrodzoną chorobę serca, wyleczeni z choroby nowotworowej), mogą być poddawani wielu procedurom obrazowania i zabiegom interwencyjnym, dlatego ich ekspozycja łączna może być stosunkowo wysoka. U takich pacjentów jako alternatywę należy brać pod uwagę techniki obrazowania z wykorzystaniem promieniowania niejonizującego, takie jak MRI lub USG (Seuri i wsp., 2013; Riccabona, 2006).

Pediatrzy i lekarze rodzinni mogą upowszechniać metody śledzenia historii ekspozycji ich pacjentów pediatrycznych na promieniowanie. Zaproponowano kilka wariantów (np. e-kartę zdrowia, karty elektroniczne, zapisy ekspozycji na promieniowania zintegrowane z systemem e-zdrowia, internetową indywidualną historię choroby, paszport promieniowania i tradycyjne karty papierowe). Na stronie kampanii Image Gently udostępniono do pobrania formularz zatytułowany „My child’s medical imaging record” (Historia obrazowania medycznego mojego dziecka)¹⁶, podobny do karty szczepień.

W przypadku procedur, w których podaje się stosunkowo niską dawkę (np. badanie RTG klatki piersiowej, inne konwencjonalne procedury RTG), rozsądnym podejściem byłoby monitorowanie wyłącznie liczby przeprowadzonych badań. Natomiast w przypadku procedur, w których używa się wyższych dawek (np. CT, PET/CT, procedury interwencyjne sterowane obrazem, większość procedur medycyny nuklearnej), zaleca się zapisywać nie tylko liczbę przeprowadzonych badań, ale także dawkę (lub czynniki, które pozwolą tę dawkę oszacować) dla każdego badania (Rehani & Frush, 2010).

2.2. Promowanie kultury bezpieczeństwa radiologicznego w celu podniesienia jakości ochrony zdrowia

2.2.1. Czym jest kultura bezpieczeństwa radiologicznego w ochronie zdrowia?

Ostatecznym celem ochrony radiologicznej w sektorze ochrony zdrowia jest zapewnienie bezpieczeństwa pacjentom i innym osobom¹⁷ poprzez minimalizowanie ryzyka, które wiąże się z korzystaniem z promieniowania, przy jednoczesnym maksymalizowaniu korzyści wynikających z opieki nad pacjentem.

¹⁶ Do pobrania z http://www.imagegently.org/Portals/6/Parents/Dose_Record_8.5x11_fold.pdf

¹⁷ W tym kontekście „inne osoby” oznaczają rodziców/opiekunów, pracowników ochrony zdrowia i ogół społeczeństwa.

W świadczenie usług z zakresu opieki zdrowotnej wpisany jest pewien stopień ryzyka. Wraz ze wzrostem złożoności i rozdrobnienia systemów ochrony zdrowia i realizowanych w nich procesów ryzyko w każdej placówce medycznej i liczba tych placówek mogą wzrosnąć. Zakończone sukcesem leczenie i jakość opieki zdrowotnej nie zależą tylko od kompetencji indywidualnych podmiotów, które świadczą usługi zdrowotne. Ważnych jest wiele innych czynników. Obejmują one strukturę organizacyjną, kulturę i sposób zarządzania, a także polityki i procedury stosowane w celu minimalizowania lub łagodzenia ryzyka wyrządzenia krzywdy.

Instytucje ochrony zdrowia są coraz bardziej świadome tego, jak ważna jest zmiana ich kultury organizacyjnej w celu poprawy ochrony pacjentów i pracowników ochrony zdrowia. Dane ze źródeł europejskich stale pokazują, że błędy medyczne i zaniedbania w sektorze opieki zdrowotnej występują w przypadku 8–12% hospitalizacji¹⁸. Placówki ochrony zdrowia powinny być rozliczane z ciągłego poprawiania bezpieczeństwa pacjentów i podnoszenia jakości świadczonych usług.

Kultura organizacyjna zwykle opisywana jest jako system przekonań podzielanych przez grupę, która tworzy daną organizację. Kultura bezpieczeństwa to część kultury organizacyjnej, którą można zdefiniować jako efekt wartości, postaw, percepcji, kompetencji i wzorców zachowania indywidualnych osób i grupy, determinujących zaangażowanie w kwestie bezpieczeństwa oraz styl i poziom profesjonalizmu w zarządzaniu bezpieczeństwem. Określono trzy główne etapy rozwoju kultury bezpieczeństwa:

- Etap 1. Podstawowy system zgodności z przepisami – wszystkie programy szkoleń w zakresie bezpieczeństwa, warunki pracy, procedury i procesy są zgodne z przepisami. Jest to bierna zgodność.
- Etap 2. Indywidualny system zgodności z przepisami – pracownicy zapewniają działanie zgodne z przepisami i biorą osobistą odpowiedzialność za spełnienie wymogów, które dotyczą realizacji szkoleń i innych przepisów. Kładzie się tu nacisk na aktywne przestrzeganie przepisów.
- Etap 3. Behawioralny system bezpieczeństwa – uczenie pracowników, aby wykrywali zagrożenia, zwracali uwagę na potencjalne szkody i na mogące im zapobiec bezpieczne działania oraz aby postępowali w sposób bezpieczny. System ten podkreśla współzależność między pracownikami, czyli dbałość o wzajemne bezpieczeństwo. Celem każdego programu rozwoju kultury bezpieczeństwa w organizacji jest promowanie indywidualnych i zbiorowych zachowań dla osiągnięcia najbardziej zaawansowanego etapu.

W tym kontekście kultura bezpieczeństwa pacjenta obejmuje podzielane postawy, wartości i normy, które wiążą się z bezpieczeństwem pacjenta.

Kultura bezpieczeństwa radiologicznego w ochronie zdrowia dotyczy ochrony radiologicznej pacjentów, pracowników ochrony zdrowia i ogółu społeczeństwa. Jest ona osadzona w szerszej koncepcji bezpieczeństwa pacjenta i stanowi część koncepcji dobrej praktyki medycznej. Z tego powodu wykorzystuje się w niej takie same podejścia, jakie są stosowane we wprowadzaniu kultury bezpieczeństwa w sektorze ochrony zdrowia (np. nie oskarżamy ani nie zawstydzamy, promujemy dobre chęci, pracę zespołową, transparentną komunikację i informowanie o błędach, aby się na nich uczyć)¹⁹.

Kultura bezpieczeństwa radiologicznego w obrazowaniu medycznym pozwala podmiotom medycznym bezpieczniej i skuteczniej świadczyć usługi w zakresie ochrony zdrowia dopasowane do potrzeb pacjentów. Dotyczy ona głównie zagwarantowania uzasadnienia/trafności proce-

¹⁸ Dane dotyczące bezpieczeństwa pacjentów ze strony internetowej WHO's European Region: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/patient-safety/data-and-statistics>

¹⁹ Więcej informacji na <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/Health-systems/patient-safety/facts-and-figures>; <http://healthland.time.com/2013/04/24/diagnostic-errors-are-more-common-and-harmful-for-patients> i <http://www.oecd.org/health/ministerial/forumonthequalityofcare.htm>

dury i optymalizacji ochrony, przy czym należy pamiętać, że głównym celem zawsze będzie podstawowe zapobieganie niekorzystnym zdarzeniom.

Ochrona radiologiczna jest ważnym elementem ogólnego bezpieczeństwa pacjenta. Kwestie, które dotyczą sprzętu, wad procesu i błędów ludzkich w świadczeniu opieki zdrowotnej, mogą zagrozić bezpieczeństwu pacjenta. A jego bezpieczeństwo to nierozzerwalny składnik odpowiedzialności zawodowej w ochronie zdrowia (Lonelly i wsp., 2009).

Przywództwo jest kluczowym składnikiem kultury bezpieczeństwa radiologicznego. Budowanie kultury bezpieczeństwa wymaga przywództwa i wsparcia z najwyższego szczebla organizacji. Liderzy zaangażowani w zwiększenie bezpieczeństwa pacjenta mogą znacząco pomóc w budowaniu i utrzymaniu silnej kultury ochrony radiologicznej w obrazowaniu medycznym. Wszyscy interesariusze na ścieżkach ochrony zdrowia, na których wykorzystuje się promieniowanie w obrazowaniu medycznym – radiolodzy, lekarze medycyny nuklearnej, elektroradiolodzy/technicy elektroradiologii, fizycy medyczni, lekarze kierujący, pielęgniarki, personel pomocniczy i osoby zarządzające – mają do odegrania określone role. Do skutecznego wdrażania kultury ochrony radiologicznej przyczyniają się też pacjenci, sieci i organizacje pacjentów. Są oni naturalnymi partnerami do współpracy w tworzeniu i promowaniu kultury bezpieczeństwa poprzez prowadzenie konstruktywnego dialogu i wspieranie opieki skoncentrowanej na pacjencie.

2.2.2. Bezpieczeństwo radiologiczne i zarządzanie kliniczne

Zarządzanie kliniczne zdefiniowano jako „ramowy sposób działania, w którym organizacje odpowiadają za stałe poprawianie jakości usług i zagwarantowanie wysokich standardów opieki poprzez stworzenie środowiska, w którym można osiągnąć doskonałość w opiece w jednostkach ochrony zdrowia” (Sally & Donaldson, 1998). Zasady utrzymania jakości w usługach ochrony zdrowia obejmują bezpieczeństwo, efektywność, skoncentrowanie się na pacjencie, aktualność, skuteczność, przystępność cenową i równość (WHO, 2006; Lau & Ng, 2014; WHO 2015b). Koncepcja zarządzania klinicznego powinna obejmować ochronę radiologiczną, aby świadczeniodawca stał się odpowiedzialny za swoje działania, co jest niezbędne do ustanowienia i utrzymania kultury bezpieczeństwa radiologicznego.

Zaproponowano cztery filary zarządzania klinicznego, a za każdym z nich kryje się bezpieczeństwo radiologiczne, co pokazują poniższe przykłady:

- Efektywność kliniczna – jest definiowana ogólnie jako miara stopnia skuteczności interwencji klinicznej. W obrazowaniu medycznym wiąże się to z trafnością wyboru procedury, którą można zwiększyć, wdrażając poparte dowodami medycznymi wytyczne dla obrazowania w jednostkach ochrony zdrowia.

Ramka 2.4. Etapy prowadzące do ustanowienia i utrzymania kultury bezpieczeństwa radiologicznego

- | | |
|---|--|
| a) Promowanie indywidualnego i zbiorowego zaangażowania w ochronę i bezpieczeństwo na wszystkich poziomach organizacji. | e) Zagwarantowanie, że organizacja i osoby, które ją tworzą, odpowiadają za ochronę i bezpieczeństwo na wszystkich poziomach. |
| b) Zapewnienie wspólnego zrozumienia kluczowych aspektów kultury bezpieczeństwa w organizacji. | f) Zachęcanie do otwartej komunikacji w odniesieniu do ochrony i bezpieczeństwa wewnątrz organizacji, i jeśli to wskazane, z udziałem osób zainteresowanych. |
| c) Zapewnienie środków, za pomocą których organizacja wspiera pracowników indywidualnie i zespołowo w skutecznym i bezpiecznym wykonywaniu zadań, zwracając uwagę na interakcje między pracownikami, zasobami technicznymi i organizacją. | g) Zachęcanie do zadawania pytań i postaw nastawionych na uczenie się, a zniechęcanie do przyjmowania postawy samozadowolenia w odniesieniu do ochrony i bezpieczeństwa. |
| d) Zachęcanie do udziału pracowników i ich przedstawicieli oraz innych osób w opracowaniu i wdrażaniu polityk, zasad i procedur dotyczących ochrony i bezpieczeństwa. | h) Zapewnienie środków, dzięki którym organizacja dąży do stałego rozwoju i wzmocnienia kultury bezpieczeństwa. |

Źródło: tekst zaadaptowany z BSS (2014), za zgodą IAEA.

- Audyt kliniczny – to sposób na ocenę jakości opieki zdrowotnej, porównania osiągniętych wyników z przyjętymi standardami i wskazania szans na poprawę. W usługach radiologicznych obejmuje to kontrolę nad wdrażaniem koncepcji uzasadniania i optymalizacji. Audyt kliniczny dostarcza dowodów na potrzebę zmian w alokacji środków.
- Strategie zarządzania ryzykiem w usługach radiologicznych – mają na celu wskazanie potencjalnych zagrożeń, zachęcanie do zgłaszania zdarzeń negatywnych i wyciągania z nich wniosków, zapobieganie ich powtarzaniu się i wprowadzanie standardów bezpieczeństwa w celu wzmocnienia ochrony radiologicznej.
- Edukacja, szkolenia i ciągły rozwój zawodowy (czyli uczenie się przez całe życie) – są niezbędne do poprawienia bezpieczeństwa i jakości wykorzystania promieniowania jonizującego w zastosowaniach medycznych.

2.2.3. Ustanowienie kultury bezpieczeństwa radiologicznego

Wprowadzanie kultury bezpieczeństwa radiologicznego musi rozpocząć się od najwyższych szczebli organizacji. Ale skala i promowanie takiej kultury zależą od stopnia zaangażowania się wszystkich istotnych interesariuszy uczestniczących w świadczeniu usług medycznych – z dyrektorami, administracją, personelem świadczącym usługi medyczne, personelem pomocniczym, pacjentami i ich rodzinami łącznie.

Kulturę bezpieczeństwa radiologicznego można wprowadzić, utrzymać i ulepszać, podejmując wiele działań, które opisano w **ramce 2.4.** (BSS, 2014) i **tabeli 11.** (Eccles i wsp., 2001; Michie & Johnston, 2004).

Tabela 11. Strategie podnoszenia kultury bezpieczeństwa radiologicznego

Czynniki wpływające na kulturę bezpieczeństwa	Strategie podnoszenia kultury bezpieczeństwa radiologicznego	Przykłady
Założenia podstawowe	Edukacja, promocja (tj. podnoszenie świadomości)	Edukacja w zakresie ochrony radiologicznej w szkołach/wydziałach medycznych i stomatologicznych, kampanie społeczne
Przyjęte wspólne wartości	Standardy, normy, wytyczne	Podstawowe standardy bezpieczeństwa radiologicznego, wytyczne dla kierujących na badania obrazowania medycznego
Artefakty/widoczne efekty	Szkolenie, audyt, ocena zwrotna i poprawa jakości	Szkolenie w miejscu pracy, konsylia, zmiana w zachowaniu spowodowana specjalnie adresowanym przekazem

Systemy raportowania i edukowania się mogą zwiększyć bezpieczeństwo pacjentów, przyczyniając się do nauki i wyciągania wniosków ze zdarzeń negatywnych lub potencjalnych wypadków, do jakich dochodzi w systemie ochrony zdrowia. Te systemy powinny doprowadzić do konstruktywnej reakcji w oparciu o analizę profili ryzyka i do upowszechnienia wyciągniętych wniosków, aby zapobiegać podobnym zdarzeniom – co jest ważnym elementem prewencji pierwotnej.

Organizacje, w których panuje pozytywna kultura bezpieczeństwa radiologicznego, charakteryzuje to, że komunikacja wewnątrz nich opiera się na wzajemnym zaufaniu, wspólnym dostrzeganiu znaczenia ochrony i bezpieczeństwa radiologicznego, a także na zaangażowaniu w tworzenie i wdrażanie skutecznych środków ochrony radiologicznej. Podkreśla się, że skuteczna komunikacja jest kluczowa dla poprawy bezpieczeństwa pacjentów i niezwykle ważna dla ustanowienia i utrzymania kultury bezpieczeństwa radiologicznego w placówkach medycznych. Pracownicy sektora ochrony zdrowia muszą mieć umiejętności i kwalifikacje, aby w sytuacji niepewności móc wypowiadać się w poczuciu komfortu, niezależnie od tego, jaką pozycję zajmują w hierarchii medycznej i/lub organizacyjnej, oraz od pozycji innych osób uczestniczą-

cych w danej sytuacji. Skuteczne systemy opieki zdrowotnej w dużym stopniu zależą od wysokich umiejętności komunikacji. Chodzi tu również o umiejętność powiadamiania o wynikach i podjętych działaniach. Narady lekarzy w miejscu wykonywania obrazowania pomagają omawiać wątpliwości personelu z „pierwszej linii”, które dotyczą bezpieczeństwa pacjenta, jakości opieki oraz zadowolenia pacjenta i rodziny (Lonelly i wsp., 2008).

Podobnie jak inne listy kontrolne, które dotyczą bezpieczeństwa w ochronie zdrowia, oparte na dowodach naukowych listy kontrolne dla bezpieczeństwa radiologicznego są narzędziami zarządzania ryzykiem. Umiejętność prawidłowego korzystania z nich jest składnikiem kultury bezpieczeństwa radiologicznego. Choć podstawą każdej listy kontrolnej jest standaryzacja, wszystkie listy kontrolne muszą być stale oceniane i uaktualniane, bo pozwala to zagwarantować, że są odpowiednie do osiągnięcia założonych celów.

Procedury medyczne (w tym obrazowanie medyczne) poprzez audyt kliniczny podlegają systematycznemu przeglądowi w odniesieniu do uzgodnionych standardów dobrej praktyki medycznej. Audyt kliniczny wymaga również stosowania nowych standardów tam, gdzie jest to wskazane lub odpowiednie. Celem takiego działania jest poprawa jakości i efektów opieki nad pacjentem, co przyczynia się do podniesienia kultury bezpieczeństwa radiologicznego.

Praca zespołowa prowadzi do zwiększenia bezpieczeństwa pacjenta (Baker i wsp., 2005; Baker i wsp., 2006). Organizacje powinny uczynić bezpieczeństwo pacjenta swoim priorytetem, tworząc dla zespołów interdyscyplinarnych programy szkoleniowe, które obejmowałyby sprawdzone metody zarządzania zespołem. Członkowie zespołu muszą mieć specjalistyczną wiedzę, umiejętności i postawę, które można wzmacniać i oceniać przez czas trwania kariery zawodowej. W raporcie przygotowanym przez Department of Health in the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland (Ministerstwo Zdrowia Zjednoczonego Królestwa Wielkiej Brytanii i Irlandii Północnej) przeanalizowano czynniki, które są istotne w zapobieganiu niepowodzeniom w organizacji i uczeniu się na błędach. W raporcie wskazano cztery kluczowe obszary, które należy rozwijać, aby dokonać postępu:

- ujednolicone mechanizmy raportowania i analizowania, kiedy coś pójdzie nie tak, jak powinno,
- bardziej otwarta kultura, w której błędy lub niepowodzenia można zgłosić i omówić,
- mechanizmy, które zapewniają, że tam, gdzie wyciągnięto wnioski, wprowadza się niezbędne zmiany,
- większe docenienie wartości podejścia systemowego w zapobieganiu, analizowaniu i uczeniu się na błędach.

Omówienie podsumowano w raporcie krytycznym stwierdzeniem: „Łatwo jest dostrzec czynniki prowadzące do sytuacji kryzysowej po fakcie. Musimy jednak nauczyć się czegoś znacznie trudniejszego – dostrzegania ich przed zaistnieniem danej sytuacji” (NHS, 2000).

Rozdział 3.

Dialog o ryzyku i korzyściach

Dobra praktyka medyczna obejmuje skuteczne informowanie o korzyściach i ryzyku związanych z interwencją medyczną. W tym kontekście informowanie o ryzyku, które wiąże się ze stosowaniem promieniowania, jest kluczowym składnikiem dobrej praktyki w obrazowaniu medycznym. Wdrożenie skutecznej strategii komunikacyjnej w obrazowaniu dzieci często wymaga uwzględnienia nietypowych kwestii. W tej części omawiamy różne podejścia do nawiązania takiej komunikacji.

Część 3.1. zawiera praktyczne wskazówki dotyczące wspierania rozmowy o ryzyku i korzyściach wraz z przykładami pytań i odpowiedzi.

Część 3.2. to omówienie niektórych kwestii etycznych, które wiążą się z informowaniem o ryzyku napromieniowania w obrazowaniu medycznym.

Część 3.3. obejmuje różne scenariusze i przedstawia kluczowych uczestników, którzy są zaangażowani w prowadzenie komunikacji w społeczności medycznej.

3. Dialog o ryzyku i korzyściach

3.1. Praktyczne wskazówki do rozmowy o ryzyku i korzyściach

3.1.1. Cele i wyzwania komunikacji

Przekazywanie informacji o korzyściach i ryzyku związanych z zalecanymi interwencjami medycznymi jest podstawowym składnikiem opieki medycznej. Obejmuje to informowanie o ryzyku i korzyściach, które wynikają z promieniowania stosowanego w procedurach radiologicznych (Levetown, 2008). Określając, jaka procedura lub badanie obrazowe będzie odpowiednie, należy, poza kosztami i potencjalnym ryzykiem napromieniowania w procedurach z wykorzystaniem promieniowania jonizującego, wziąć pod uwagę potrzebę medyczną (korzyść). Jeśli są wątpliwości co do tego, która procedura jest najlepsza, aby udzielić odpowiedzi na pytanie kliniczne, rozmowa lekarza kierującego z lekarzem radiologiem (np. radiologiem, lekarzem medycyny nuklearnej) może pomóc w podjęciu decyzji.

Najnowsze badanie, w którym oceniano wiedzę pacjenta i jego preferencje odnośnie do komunikacji, wykazało sporą lukę między oczekiwaniami pacjenta a stosowanymi praktykami przekazywania informacji o obrazowaniu medycznym z wykorzystaniem promieniowania jonizującego (Thornton i wsp., 2015). W medycynie głównym celem informowania o ryzyku, które wynika z promieniowania, jest zagwarantowanie, że pacjenci, rodzice i/lub opiekunowie otrzymają informacje, jakich potrzebują, w sposób, który jest dla nich zrozumiały (Dauer i wsp., 2011; McCollough i wsp., 2015). Potrzebna jest im prosta i wyczerpująca informacja, aby mogli zrozumieć technikę obrazowania, która zostanie wykonana. Rozmawiając o potrzebie wykonania procedury obrazowania u dziecka, trzeba uwzględniać ryzyka przypisane chorobie i/lub stanowi klinicznemu pacjenta. Ważne, aby lekarz kierujący i inni pracownicy sektora ochrony zdrowia zidentyfikowali też potrzeby komunikacyjne i styl komunikacji preferowany przez pacjenta i jego opiekunów. Każdy pacjent i każda rodzina są bowiem różni – pochodzenie z różnych środowisk, a także różna historia chorób w rodzinie mogą więc wymagać indywidualnie dostosowanego sposobu informowania o ryzyku (Guillerman, 2014).

Aby zagwarantować, że pacjenci pediatryczni i ich rodziny zostaną w pełni poinformowani o ryzyku i korzyściach, które wynikają z danej procedury, strategia informowania o ryzyku może obejmować wszystkich świadczących usługi medyczne na ścieżce opieki nad pacjentem. Kiedy dziecko kierowane jest na badanie obrazowe, lekarz kierujący prosi o opinię lekarza radiologa, aby pomógł w klinicznym zarządzaniu opieką nad pacjentem. Równie ważnymi uczestnikami procesu opieki mogą być jednak także inni, np. pielęgniarki, elektroradiolodzy/technicy elektroradiologii. Osoby te często pełnią funkcję głównego profesjonalnego pośrednika w kontakcie między lekarzem kierującym, pacjentem, rodzicami, rodziną i/lub opiekunami a radiologiem specjalistą. Elektroradiolodzy/technicy elektroradiologii odgrywają kluczową rolę w optymalizacji każdej procedury i w razie potrzeby mogą uzyskać dalsze informacje kliniczne od pacjentów, rodzin i lekarzy, aby pomóc w stworzeniu najbardziej odpowiedniej strategii informowania o ryzyku. Ponadto w niektórych placówkach mogą być to jedyni przedstawiciele zawodów medycznych, którzy są przeszkoleni w zakresie bezpieczeństwa radiologicznego. Kiedy procedura jest bardziej skomplikowana lub może wiązać się ze stosunkowo wyższymi dawkami, do dialogu

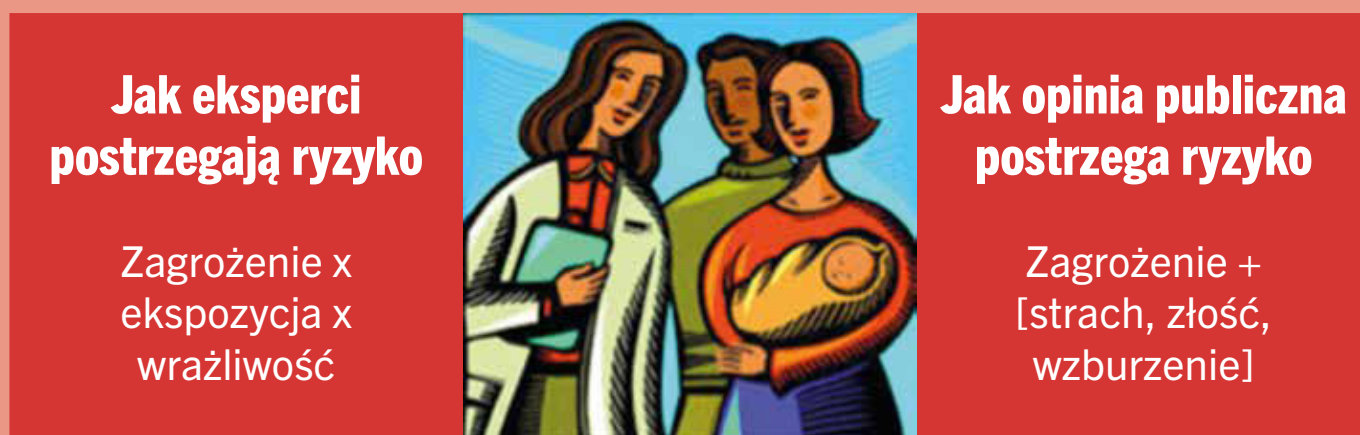
mogą zostać włączeni także fizycy medyczni jako kluczowi gracze w zakresie zapewnienia jakości/programów ulepszeń dla pracowni radiologicznych.

Informowanie o korzyściach i ryzyku, które wiążą się z pediatrycznymi procedurami obrazowania medycznego z użyciem promieniowania jonizującego, stanowi wyzwanie. Po pierwsze, ludzie często poddani są różnym wpływom, które oddziałują na ich percepcję ryzyka. Na jego postrzeganie mogą wpływać: czynniki społeczne, systemy przekonań, wcześniejsze doświadczenia z kontaktu z ochroną zdrowia, wartości i indywidualny światopogląd. Ludzie często oceniają ryzyko, łącząc zagrożenie z osobistym postrzeganiem ryzyka, które ważą według własnych wartości, preferencji, wykształcenia i osobistego doświadczenia (patrz **ramka 3.1**). Najważniejsze, aby korzyści i ryzyko, które wynikają z planowanej procedury, zakomunikować rodzicom

Ramka 3.1. Niektóre czynniki, które wpływają na percepcję ryzyka

Eksperci i opinia publiczna różnie postrzegają ryzyko (patrz **ryc. A**). Eksperci uważają, że ryzyko jest bezpośrednio związane z wielkością zagrożenia, czasem ekspozycji i wrażliwością

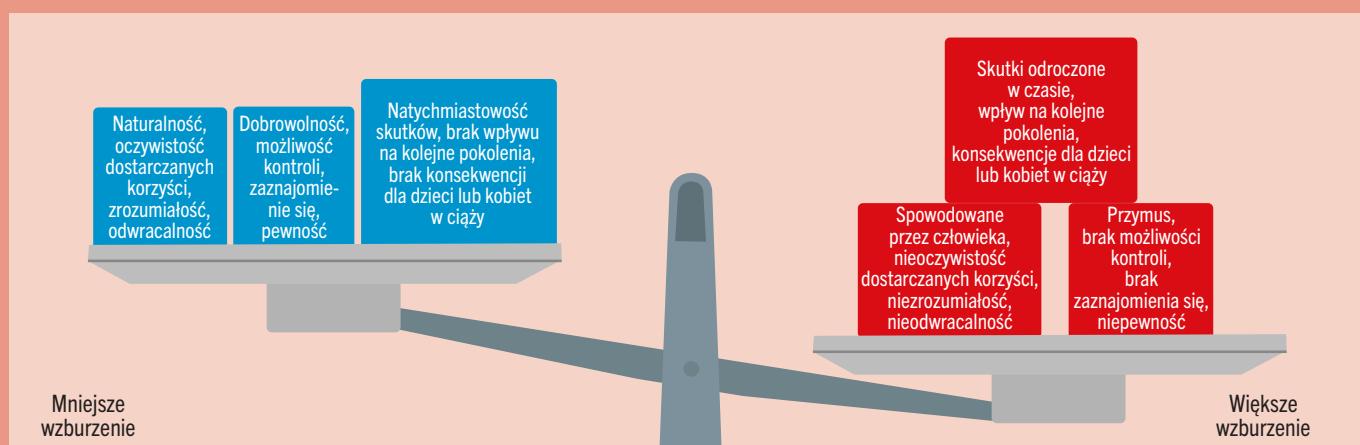
narażonej populacji. Osoby „zagrożone” niekoniecznie postrzegają ryzyko w ten sam sposób, często widzą zagrożenie poprzez emocje, takie jak strach, złość i oburzenie (Sandman, 1993).



Ryc. A. Jak eksperci i opinia publiczna postrzegają ryzyko

Zidentyfikowano kilka czynników, które mają wpływ na postrzegane ryzyko (patrz **ryc. B**). Czynniki te mogą wpłynąć na percepcję ryzyka wynikającego z promieniowania stosowanego w obrazowaniu medycznym przez różnych interesariuszy (np. pacjentów, rodziców, podmioty medyczne). Jednym z celów

komunikowania ryzyka jest likwidacja luki pomiędzy tym, jak eksperci definiują ryzyko a tym, jak opinia publiczna je postrzega. Istotą poinformowania o ryzyku nie jest tylko wymienienie różnych rodzajów ryzyka, ale także zarządzanie potencjalnym wzburzeniem (tj. ograniczanie go lub zwiększanie).



Ryc. B. Czynniki wpływające na postrzeganie ryzyka

i dziecku w sposób dla nich zrozumiały, z uwzględnieniem ich indywidualnych postaw kulturowych i społecznych. Określenie percepcji ryzyka pacjentów i/lub opiekunów, a także uznanie jego znaczenia zachęca do prowadzenia dialogu i przyczynia się do skuteczniejszego informowania o ryzyku.

Głównym wyzwaniem w informowaniu o korzyściach i ryzyku związanym z zastosowaniem u dzieci procedur medycznego obrazowania, w których stosuje się promieniowanie jonizujące, jest brak wystarczającej świadomości i zrozumienia kwestii ochrony radiologicznej przez personel medyczny. Badania wykazały, że istnieje powszechne niedoszacowanie dawek i ryzyka (Lee i wsp., 2004; Thomas i wsp., 2006; Lam i wsp., 2015). Należy więc sprawić, żeby wszyscy lekarze kierujący na badania mieli wystarczającą wiedzę, wykształcenie i środki do jasnego i skutecznego informowania o korzyściach i ryzyku, które wiążą się z procedurami obrazowania u dzieci.

Skuteczną komunikację z pacjentami i opiekunami coraz częściej uważa się za kluczową w opiece skoncentrowanej na pacjencie, a także za ważny składnik skutecznego świadczenia opieki zdrowotnej. To samo dotyczy dzieci, jeśli chodzi o informowanie o korzyściach i ryzyku wpisanych w obrazowanie medyczne. Przeszkodami w skutecznej komunikacji są jednak: liczba i jakość szkoleń z tego zakresu, w jakich uczestniczy większość pracowników sektora ochrony zdrowia, a także brak dostępnych środków. Bardziej szczegółowe informacje na temat strategii komunikowania się, które są skierowane do świadczących usługi w zakresie ochrony zdrowia, znajdują się w dalszych częściach opracowania.

3.1.2. Przekazywanie informacji o korzyściach i ryzyku

Przekazywanie informacji o ryzyku związanym z promieniowaniem w obrazowaniu pediatrycznym odbywa się różnymi drogami – jako komunikacja między profesjonalistami (komunikacja między różnymi osobami, które są zawodowo zaangażowane w opiekę nad zdrowiem dziecka, tj. lekarzami kierującymi, lekarzami radiologami, innymi podmiotami medycznymi), i jako komunikacja skoncentrowana na pacjencie (komunikacja między profesjonalistami a pacjentami, rodzicami i opiekunami).

3.1.2.1. Komunikacja między profesjonalistami

Radiolodzy odgrywają jedyną w swoim rodzaju rolę w wyjaśnianiu lekarzowi kierującemu korzyści i ryzyka, które wiążą się z obrazowaniem medycznym. Zespół wykonujący obrazowanie (radiolodzy, elektroradiolodzy/technicy elektroradiologii, fizycy medyczni) może pomóc lekarzowi kierującemu w podjęciu decyzji o zleceniu konkretnej procedury obrazowania. Jakość takiej rozmowy można zwiększyć, włączając w nią inne podmioty medyczne i konsultantów (np. pielęgniarki, chirurgów, lekarzy medycyny ratunkowej). Choć prowadzenie multidyscyplinarnego dialogu o ryzyku, które wiąże się ze stosowaniem promieniowania, nie jest możliwe w przypadku każdego pacjenta, taki dialog należy wspierać jako dobrą praktykę w placówkach medycznych (np. przeprowadzając regularne seminaria na temat takiego dialogu). Na przykład na pytania pacjentów i ich rodzin może odpowiadać lekarz rodzinny lub pediatra, jeśli uzyskają informacje od zespołu radiologicznego. Dzięki współpracy wszystkich członków zespołu medycznego można stworzyć najlepszą strategię minimalizowania dawki, zachowując jakość obrazu uzyskaną w obrazowaniu diagnostycznym – co zredukuje niepotrzebne narażenie pacjentów pediatrycznych na promieniowanie. Komunikację między osobami świadczącymi profesjonalne usługi w zakresie ochrony zdrowia bardziej szczegółowo omówiono w **części 3.3.**

3.1.2.2. Komunikacja skoncentrowana na pacjencie

Lekarz kierujący na badanie i lekarz radiolog odgrywają odmienne, ale uzupełniające się role w informowaniu o korzyściach i ryzyku, które są związane z procedurami obrazowania medycznego. Zwykle lekarz kierujący (np. pediatra lub lekarz rodzinny) jest pierwszym i obdarzonym największym zaufaniem źródłem komunikacji bezpośredniej z pacjentem i rodziną. Często

lekarz kierujący jest jedynym źródłem informacji o procedurze obrazowania. To, jaką ma umiejętność słuchania, odpowiadania na pytania i odnoszenia się do wątpliwości, które dotyczą korzyści i ryzyka związanych z użyciem promieniowania, jest w tej sytuacji kluczowe. Bardziej ogólny dialog o ryzyku wynikającym z użycia promieniowania zwykle ma miejsce między lekarzem kierującym a pacjentem i rodziną lub opiekunami. Jeśli dojdzie do dialogu z radiologiem, może być on bardziej szczegółowy, skupiać się na dawkach promieniowania i ryzyku związanym z konkretną procedurą, jaka będzie przeprowadzona. Przykłady takich komunikatów podajemy w **częściach 3.1.5. i 3.1.7.**

Procedurę obrazowania medycznego z pacjentami i ich rodzinami/opiekunami zazwyczaj omawiają elektroradiolodzy/technicy elektroradiologii. Jest to okazja do przekazania informacji i odpowiedzenia na pytania lub rozwiania obaw. W rzadkich przypadkach do rozmowy z pacjentami/rodzicami może zostać zaproszony fizyk medyczny. Kontakt z pacjentami i ich rodzinami mają także pielęgniarki, medyczny personel pomocniczy i osoby, które pracują w recepcji placówki, więc również im można zadawać pytania w dowolnym momencie. Ważne, aby przygotować personel do radzenia sobie z tymi pytaniami (np. przekazać odpowiednie informacje lub jasne wytyczne osobom, które mogą uczestniczyć w takich rozmowach).

Poza dwoma omówionymi wyżej obszarami komunikacji dodatkowymi podmiotami, które należy w niej uwzględnić, są władze sektora ochrony zdrowia, organy regulacyjne w zakresie promieniowania i instytucje badawcze. Odgrywają one bowiem ważną rolę w wyjaśnianiu ryzyka, które wiąże się z korzystaniem z promieniowania, opinii publicznej, autorom polityk i innym decydentom. Kompetentne władze muszą zachęcić wszystkich interesariuszy, aby dostrzegli korzyści i ryzyko związane z ekspozycją dzieci na promieniowanie oraz aby połączyli wysiłki na rzecz właściwego stosowania obrazowania w celu poprawy bezpieczeństwa radiologicznego i jakości opieki zdrowotnej dzieci. Dzięki skutecznej strategii informowania o ryzyku samorządy zawodowe mogą popierać uzasadnianie procedur i wdrażanie strategii redukcji dawki. Tę grupę omówiono dalej, w **części 3.3.**

3.1.3. Komunikacja z pacjentem pediatrycznym

Podmioty, które świadczą podstawową opiekę zdrowotną (np. lekarze rodzinni, pediatrzy), są zwykle pierwszymi odpowiedzialnymi na ścieżce opieki zdrowotnej za komunikację z pacjentami pediatrycznymi. W zależności od rodzaju procedury, w komunikacji mogą brać również udział członkowie zespołu, który wykonuje obrazowanie (elektoradiolog, lekarz radiolog).

Obrazowanie dzieci obejmuje szerokie spektrum pacjentów z różnych grup wiekowych – od noworodków do nastolatków. Te różnice wieku przekładają się na różnice w rozwoju emocjonalnym i zdolnościach poznawczych, dlatego należy je uwzględnić, przygotowując strategię komunikacji (np. rodzaj, obszerność i złożoność przekazywanych informacji) oraz miejsce przekazania informacji (np. zapewnienie prywatności do omawiania obrazowania z wykorzystaniem promieniowania w przypadku kobiet, które należy zapytać, czy są w ciąży).

Wiek dziecka to nie jedyny czynnik, jakie podmioty medyczne powinny wziąć pod uwagę. Na sposób prowadzenia rozmowy wpływa także rodzina, z jakiej pochodzi dziecko. Zwykle scenariusz obejmuje interakcję między rodzicem (rodzicami), dzieckiem i lekarzem oraz czasami innymi członkami rodziny. Rodzice często przyjmują postawę obrońcy i rzecznika swoich dzieci. Mogą mieć tendencję do chronienia ich przed dostępem do niektórych informacji, które wiążą się z procedurą, co może wykluczyć niektórych pacjentów pediatrycznych z dialogu o ryzyku i korzyściach.

Istnieją strategie informowania o ryzyku, które wynika z promieniowania, stosowane w rozmowach lekarza z pacjentem pediatrycznym, a ich przykłady są dostępne w postaci zarówno materiałów drukowanych, jak i dostępnych on-line (patrz **załącznik C**). Informacja powinna być wystarczająco obszerna, aby objąć wszystkie kwestie, które pojawiają się, kiedy rozmawiamy o ryzyku związanym z promieniowaniem i o innych zagrożeniach/obawach (np. znalezienie się wewnątrz nieznanej maszyny, pozostawanie w bezruchu przez jakiś czas). Pytania można

przewidzieć i odnieść się do nich podczas rozmowy z pacjentem i rodziną o ryzyku i korzyściach (Larson i wsp., 2007). Dialog z dorosłym pacjentem wspomaga proces świadomego podejmowania decyzji, w zgodzie z autonomią pacjenta. W obrazowaniu dzieci ważne jest zrozumienie, że rodzice mogą przejmować odpowiedzialność za ryzyko wyrządzenia krzywdy ich dziecku. To sytuacja dość odmienna od rozmowy o ryzyku z pacjentem dorosłym.

3.1.4. Jak prowadzić dialog w placówkach medycznych

Przygotowanie się do komunikacji między profesjonalistami

Poniżej podsumowano niektóre kwestie, które należy wziąć pod uwagę podczas rozmów w gronie profesjonalistów (patrz też **ryc. 15**).

1. Zrób kolejne kroki, aby się przygotować:
 - Upewnij się, że zapoznałeś się z historią badań obrazowych, które wykonano u pacjenta, dostępną w historii choroby lub karcie pacjenta.
 - Zrozum historię medyczną, potencjalną diagnozę i rokowania (może to wpłynąć na przebieg rozmowy).
 - Weź pod uwagę, że jest duże prawdopodobieństwo, że dzieci cierpiące na choroby przewlekłe częściej poddawane są różnym badaniom, dlatego w ich przypadku mogą pojawić się obawy o wielkość dawki skumulowanej, która wynika z powtarzania badań.
 - Obserwuj i analizuj swoich odbiorców:
 - i. Weź pod uwagę poziom świadomości i wiedzy o dawkach promieniowania i ryzyku, jaki mają inni pracownicy medyczni, z którymi będziesz się komunikować.
 - ii. Weź pod uwagę ich osobiste spojrzenie na ryzyko oraz ich znajomość technik i procedur obrazowania medycznego.
 - iii. Ustal, jaki styl komunikacji byłby najlepszy w konkretnej sytuacji lub dla danych odbiorców.
2. Przewiduj pytania i przygotuj odpowiedzi:
 - Zdefiniuj ogólne pojęcia dotyczące promieniowania (np. korzyści, ryzyko, dawka, rodzaj ekspozycji).
 - Przygotuj porównania różnych technik obrazowania, w tym porównanie procedur obrazowania, w których stosuje się promieniowanie jonizujące (np. radiologia diagnostyczna, medycyna nuklearna, procedury zabiegowe pod kontrolą obrazu), a tymi, w których takiego promieniowania się nie wykorzystuje (np. USG, rezonans magnetyczny).
 - Wskaż różnice między tradycyjnymi procedurami stosowanymi u osób dorosłych a procedurami obrazowania u dzieci w odniesieniu do tego, w jaki sposób dana procedura jest wykonywana i jakie są typowe dawki.
 - Dostosuj sposób przekazu, uwzględniając role innych osób uczestniczących w opiece nad pacjentem, aby zapewnić spójność przekazu.
 - Określ, jakich informacji potrzebują inni przedstawiciele personelu medycznego (lekarze specjaliści, pielęgniarki), aby lepiej przygotować się do dialogu.
 - Wskaż, skąd można czerpać te informacje:
 - i. publikacje (jak np. ten poradnik),
 - ii. wiarygodne źródła internetowe,
 - iii. eksperci.

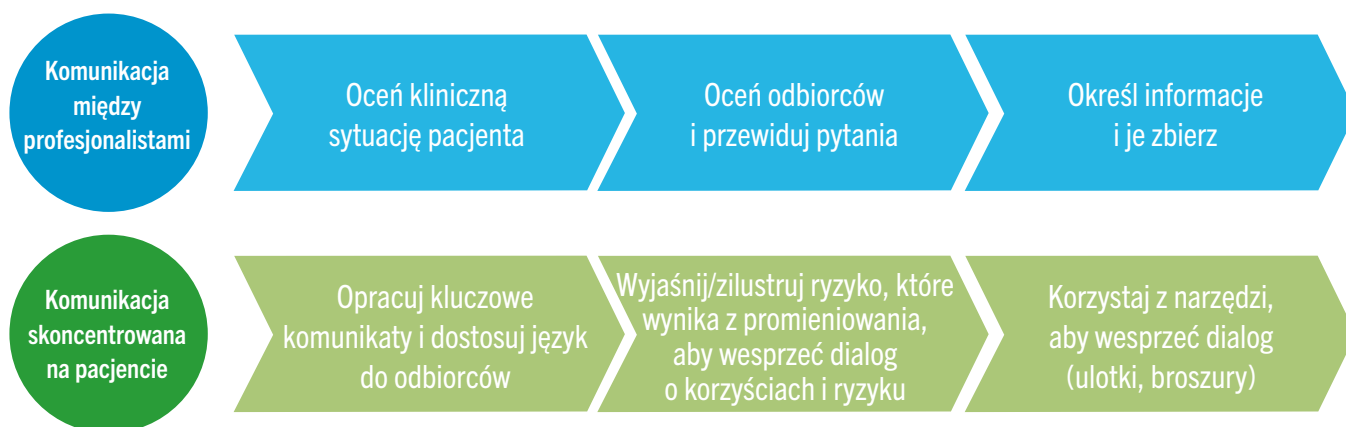
Przygotowanie do komunikacji skoncentrowanej na pacjencie

Kwestie, które należy wziąć pod uwagę podczas rozmowy z pacjentem (patrz też **ryc. 15**).

1. Uczestnicz w dialogu skoncentrowanym na pacjencie i przekaz kluczowe informacje:

- Koncentruj kluczowe komunikaty na ważnych informacjach, które uspokoją pacjenta/rodziców. Przekaz powinien dostarczać informacji w sposób zrozumiały, precyzyjny i klarowny. Należy używać prostego języka, unikając skomplikowanych terminów naukowych i medycznych oraz liczb.
- Wyjaśnij powody rekomendowania konkretnej procedury.
- Mocno podkreślaj korzyści i potrzebę medyczną podczas informowania o znanych i potencjalnych zagrożeniach, które wiążą się z promieniowaniem – unikaj wywoływania paniki lub niepotrzebnego strachu u pacjentów i rodziców.
- Zapewnij odpowiednie wyjaśnienie tego, co już zrobiono (lub co zostanie zrobione), aby podczas zalecanej procedury zminimalizować ryzyko dla pacjenta.
- Zilustruj ryzyko związane z promieniowaniem, porównując je z innymi rodzajami ryzyka i podając kilka przykładów (patrz **część 3.1.5**). Ogranicz używanie skomplikowanych danych liczbowych i statystycznych w informowaniu o ryzyku, które wynika z promieniowania.
- Używaj technik aktywnego słuchania, aby sprawić, że pacjent i rodzice poczują się wysłuchani i zrozumiani, kiedy mówią o swoich wątpliwościach i strachu oraz pytają o procedurę obrazowania.
- Pamiętaj, że skuteczna komunikacja i zrozumienie często polegają na powtarzaniu kluczowych informacji.
- Używaj komunikacji skoncentrowanej na odbiorcy oraz języka odpowiedniego dla danej osoby pacjenta i jego opiekunów:
 - i. Zawsze mów, że rozumiesz, że mają pytania i obawy jako rzecznicy dobra swojego dziecka.
 - ii. Uwzględniaj specyficzną sytuację rodziców i opiekunów, w tym poziom ich wykształcenia, język ojczysty, biegłość w posługiwaniu się językiem oraz znajomość zagadnień i procedur medycznych.
 - iii. Odnos się do ich perspektywy postrzegania ryzyka (patrz **ramka 3.1**),
 - iv. Przekazuj informacje jasno, z empatią, uwzględniając uwagę strach lub obawy pacjenta i/lub opiekunów.
 - v. Określ, jaki styl komunikacji byłby najlepszy w tej konkretnej sytuacji / dla konkretnego pacjenta (praktyczne przykłady, patrz **część 3.1.5**).
- Przygotuj ogólną, krótką ulotkę/broszurę informacyjną dla pacjentów/rodziców, która może w niektórych sytuacjach wesprzeć ten dialog.
- Bądź przygotowany na pytania od pacjentów, rodziców lub opiekunów.

Rycina 15. Kwestie, jakie należy uwzględnić podczas nawiązywania rozmowy w środowisku klinicznym.



3.1.5. Praktyczne przykłady komunikowania się z pacjentem pediatrycznym

Język ochrony radiologicznej może nie być zrozumiały dla laików – np. jednostki dawki promieniowania, ryzyko, prawdopodobieństwo nominalne i współczynniki skutku stochastycznego to terminy trudne do zrozumienia (Picano, 2004). Kiedy pacjenci i ich rodzice lub opiekunowie pytają o dawki promieniowania, w istocie interesuje ich ryzyko, które wiąże się z tymi dawkami. Istnieją różne sposoby poinformowania ich o dawkach promieniowania i związanym z nimi ryzyku, specyficznych dla konkretnych procedur obrazowania dzieci.

Często wykorzystuje się porównania z bardziej znanymi rodzajami ekspozycji na promieniowanie, nawet jeśli istnieją co do tego pewne zastrzeżenia, które omówiono w **części 1.2.1.** Na przykład dawki promieniowania w obrazowaniu medycznym często podawane są jako wielokrotność dawki dla badania RTG klatki piersiowej. Choć mówienie o „równoważnej liczbie wykonanych badań RTG klatki piersiowej” może pomóc zrozumieć skalę ekspozycji, porównanie z tak małymi dawkami może być mylące i wzbudzać niepotrzebny niepokój, jeśli nie zostanie prawidłowo wyjaśnione.

Dawki promieniowania w procedurach medycznych porównuje się także z równoważnym czasem ekspozycji na naturalne promieniowanie tła. Jak omówiono to w **części 1.2.1.**, naturalne promieniowanie tła prowadzi do ekspozycji całego ciała, podczas gdy ekspozycja na promieniowanie w obrazowaniu medycznym dotyczy jednego obszaru ciała. Robiąc porównania, należy to wyjaśnić. Jako miarę do porównania dawek promieniowania proponuje się ekspozycję równoważną na promieniowanie kosmiczne w komercyjnych lotach samolotem. Choć dawki przyjęte podczas lotu na skutek promieniowania kosmicznego zależą od trasy przelotu (szerokości geograficznej, wysokości i czasu trwania) oraz wykazują wahania sezonowe, dla potrzeb porównania można uznać, że typowa całkowita dawka skuteczna dla lotu transatlantyckiego jest rzędu 50 μ Sv (Butikofer & Fluckiger, 2011). Jak zauważono powyżej, porównanie z tak małymi dawkami może być mylące i trzeba je dokładnie wyjaśnić. Ryzyko, które wiąże się z promieniowaniem, można porównać z równoważnymi poziomami ryzyka związanego z codziennymi aktywnościami, takimi jak przejście przez ulicę lub prowadzenie samochodu (Picano, 2004; Fahey, Treves & Adelstein, 2011).

Wybór najtrafniejszych dla danego pacjenta porównań powinien zależeć od konkretnej sytuacji, sposobu postrzegania ryzyka przez pacjenta i jego rodziców lub opiekunów, osobistych preferencji i umiejętności pracownika medycznego. Przekaz to nie tylko fakty, ale też sposób ich przedstawienia (patrz **ramka 3.2**).

Ramka 3.2. Przekazywanie informacji: dwa przykładowe sposoby przedstawienia faktów o ryzyku, które wynika z ekspozycji na promieniowanie

Pacjentka w ciąży, u której na SOR-ze wykonano CT miednicy w celu oceny urazu po wypadku samochodowym, przychodzi do swojego lekarza pierwszego kontaktu. Która informacja jest najbardziej odpowiednią odpowiedzią na jej pytanie o ryzyko dla płodu?

A. „Badanie CT, które przeszła pani dwa tygodnie temu, prawdopodobnie podwoiło ryzyko, że u pani dziecka rozwinię się nowotwór przed ukończeniem przez nie 19. roku życia”. [0,6% vs 0,3%]

B. „Badanie CT było ważną procedurą, która pozwoliła lekarzom szybko ocenić i wyleczyć urazy, jakich pani doznała, a bez tego zdrowie pani i dziecka byłoby zagrożone. Ryzyko negatywnych skutków jest bardzo niewielkie, a prawdopodobieństwo normalnego rozwoju płodu jest nadal prawie takie samo jak u każdego dziecka”. [96,7% vs 96,4%]

Rozważając korzyści i ryzyko, często zapomina się o jednym ważnym rodzaju ryzyka – ryzyku niewykonania badania, co może skutkować brakiem diagnozy i rozpoczęciem leczenia zbyt późno, aby przyniosło poprawę. Możliwość przedłużenia życia pacjentowi dzięki wczesnej diagnozie i leczeniu musi być brana pod uwagę w porównaniu z tym, jak duże jest ryzyko nowotworu i opóźnienia w jego ujawnieniu się w stosunku do wieku pacjenta i innych chorób współistniejących.

Pacjenci i opiekunowie często personalizują ryzyko, nawet kiedy naukowcy próbują je odpersonalizować. To szczególnie częste, gdy odbiorcy mają niski poziom zrozumienia koncepcji ochrony radiologicznej lub statystyki. Na przykład porównanie „jeden na milion”, aby wyrazić ryzyko rozwoju nowotworu, może być postrzegane przez społeczność naukową jako niewielkie ryzyko. Natomiast pacjenci, rodzice i opiekunowie mogą personalizować ryzyko, uznając, że ten „jeden” dotyczy właśnie ich lub ich bliskich (EPA, 2007). Tę tendencję do personalizacji ryzyka często widać w sytuacjach stresowych, gdy potrzeba wykonania procedury obrazowania dotyczy dziecka. W tabeli 12. podano kilka przykładów pytań klinicznych o ryzyko, które wiąże się z badaniami radiologicznymi, z proponowanymi odpowiedziami. Dalsze przykłady znajdują się w części 3.1.6.

Tabela 12. Pytania kliniczne o ryzyko związane z badaniami radiologicznymi i możliwe odpowiedzi

Pytanie	Możliwe odpowiedzi
„Dlaczego zaleca pan to badanie radiologiczne?”	„Potrzebujemy więcej informacji, aby jasno postawić diagnozę u waszego dziecka i ustalić sposób leczenia. To badanie radiologiczne może szybko dostarczyć takich dokładnych informacji”
„Czy z tym badaniem radiologicznym wiąże się jakieś ryzyko?”	„Jedną z obaw jest możliwość rozwoju nowotworu na skutek napromieniowania, które wynika z tego badania”
„Jak duże jest to ryzyko?”	„Ryzyko związane z tym badaniem radiologicznym jest bardzo małe, właściwie prawie żadne. Nie jesteśmy pewni, czy w ogóle występuje ryzyko przy tak bardzo niskich dawkach, jak te używane w większości badań RTG lub CT”
„Jak ryzyko, które wynika z badania radiologicznego, ma się do ryzyka wynikającego z obecnego stanu mojego dziecka?”	„Dokładnie rozważyłem obecną sytuację, biorąc pod uwagę wiele czynników.” Zależnie od okoliczności: • „Mam poważne obawy, że dziecko ma poważny uraz, jest w poważnym stanie. W porównaniu z tym ryzyko, które wiąże się z zalecanym badaniem radiologicznym, jest bardzo niewielkie, więc to badanie jest właściwym badaniem, które należy wykonać” • „Obecnie wydaje się, że bardzo mało prawdopodobne jest, aby wasze dziecko znalazło się w poważnym stanie. Choć potencjalne ryzyko, które wynika z badania radiologicznego, jest bardzo niewielkie, nie jest to najlepsze badanie na chwilę obecną. Jego wykonanie może się okazać konieczne, gdy stan dziecka się pogorszy”
„Kiedy to ryzyko wystąpi?”	„Ryzyko braku poważnej diagnozy pojawi się już teraz, w nadchodzących minutach/godzinach/dniach. Potencjalne skutki niewielkiej dawki promieniowania, takiej jak w tym badaniu radiologicznym, pojawiłyby się znacznie później (za kilka lat)”
„Jakie postępowanie jest najbezpieczniejsze?”	„Porównując potencjalne ryzyko, które wynika z badania radiologicznego, z ryzykiem wynikającym ze stanu waszego dziecka, najbezpieczniejsze jest...”
„Jakie mam możliwości wyboru?”	„Możliwości obejmują wykonanie tego badania radiologicznego teraz lub czekanie. Inne opcje to wykonanie innego badania, takiego jak USG lub MRI, przeprowadzenie operacji lub wdrożenie terapii medycznej na podstawie posiadanych informacji (bez badania radiologicznego), lub oczekiwanie na zmianę stanu zdrowia dziecka. Jeśli stan się pogorszy, badanie radiologiczne może okazać się konieczne”

Źródło: opracowano za zgodą Broder & Frush (2014).

Podsumowując, można zastosować kilka sposobów informowania pacjentów/rodziców o dawkach promieniowania i związanym z nimi ryzykiem:

1. Ekspozycję na promieniowanie można porównać z:
 - naturalną ekspozycją na promieniowanie tła,
 - godzinami spędzonymi podczas lotu samolotem,
 - liczbą badań RTG klatki piersiowej,
 - innymi sytuacjami, kiedy narażeni jesteśmy na promieniowanie.
2. Ryzyko promieniowania można przedstawić jako:
 - oszacowanie ilościowe (np. 1 na 10 000 lub 0,01%),
 - oszacowanie jakościowe (np. niskie ryzyko),
 - porównanie z podstawowymi poziomami ryzyka (np. dodatkowe 0,01% ryzyka dodane do przeciętnego 40% podstawowego ryzyka zachorowania na raka),
 - porównanie z innym ryzykiem, na jakie jesteśmy narażeni w codziennym życiu (np. prowadzenie samochodu).

3.1.5.1. Mapowanie przekazu

Mapowanie przekazu rozwinęło się na początku lat 90. XX w. jako narzędzie informowania o zagrożeniach dla zdrowia publicznego. Mapa komunikatu pokazuje warstwy informacji ułożone hierarchicznie jako jasne, spójne, przejrzyste i dostępne odpowiedzi na przewidywane pytania lub wątpliwości. Mapowanie komunikatu wymaga:

1. przewidywania pytań i wątpliwości interesariuszy;
2. uporządkowania myśli i koncepcji w odpowiedzi na te pytania i wątpliwości; oraz
3. opracowania kluczowych komunikatów i informacji wspierającej.

Szablon mapy komunikatu to siatka z polami. Górny poziom siatki określa odbiorców i pytanie lub wątpliwość, do której chcemy się odnieść. Drugi jej poziom zawiera trzy kluczowe komunikaty, które są odpowiedzią na pytanie lub wątpliwość. Poziom trzeci zawiera informacje pomocnicze, które są pogrupowane po trzy dla każdego kluczowego komunikatu, w formie ilustracji, analogii, przykładów, historii i/lub źródeł informacji. W **tabeli 13.** podano przykłady mapowania przekazu dla obrazowania z wykorzystaniem tego modelu.

3.1.6. Pytania i odpowiedzi w komunikacji skoncentrowanej na pacjencie

3.1.6.1. Ogólne pytania dotyczące promieniowania i obrazowania dzieci

a) Czym jest procedura obrazowania medycznego?

- Procedura obrazowania medycznego to każda procedura, w wyniku której powstają obrazy dla potrzeb diagnostycznych lub ustalenia leczenia.
- Procedury obrazowania medycznego, w których wykorzystuje się promieniowanie jonizujące, to: konwencjonalne badanie RTG i tomografia komputerowa (obrazy uzyskane z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego), fluoroskopia (błony rentgenowskie), badania medycyny nuklearnej (np. skany kości, nerek lub płuc) i obrazowanie hybrydowe (tj. obrazowanie łączone, takie jak pozytonowa tomografia emisyjna z tomografią komputerową, PET/CT).
- Istnieją inne procedury obrazowania medycznego, takie jak USG i rezonans magnetyczny, w których nie wykorzystuje się promieniowania jonizującego.

Tabela 13. Przykłady mapowania komunikatów w obrazowaniu dzieci

Interesariusz: rodzice		
Przewidywane pytanie: Jaką ilość promieniowania otrzyma moje dziecko podczas tomografii komputerowej głowy?		
Kluczowy komunikat 1	Kluczowy komunikat 2	Kluczowy komunikat 3
CT jest zalecana teraz, aby pomóc w postawieniu diagnozy i pokierować leczeniem waszego dziecka.	Wasze dziecko otrzyma najniższą możliwą dawkę bez obniżania jakości diagnostycznej obrazów.	CT jest zalecana ze względów medycznych i zostanie prawidłowo przeprowadzona, co znaczy, że korzyści będą większe niż ryzyko, które wynika z promieniowania.
Informacja wspierająca 1-1	Informacja wspierająca 2-1	Informacja wspierająca 3-1
Oceniliśmy stan kliniczny waszego dziecka i zgadzamy się co do tego, że powinniśmy potwierdzić diagnozę, aby podjąć decyzję o leczeniu. (przykłady/historie)	Jest wiele sposobów obniżenia dawki bez uszczerbku dla jakości diagnozy. (przykłady, komunikacja wizualna)	Dawka promieniowania będzie mała, podobna do kilku miesięcy ekspozycji na naturalne promieniowanie tła. (analogie, tabele, komunikacja wizualna)
Informacja wspierająca 1-2	Informacja wspierająca 2-2	Informacja wspierająca 3-2
Rozważyliśmy alternatywne badania i uzgodniliśmy, że to jest badanie wskazane dla waszego dziecka. (wytyczne do kierowania na badanie)	Ta placówka wykonująca obrazowanie korzysta ze sprzętu, protokołów i technik odpowiednich dla dzieci. (akredytacja, audyty)	Ryzyko promieniowania jest niskie, a prawdopodobieństwo niekorzystnego skutku (ryzyko rozwoju nowotworu) będzie prawie takie samo jak u innych dzieci: ryzyko rozwoju nowotworu w ciągu życia wynosi 35–40%. (analogie, tabele, materiały graficzne do komunikacji wizualnej)
Informacja wspierająca 1-3	Informacja wspierająca 2-3	Informacja wspierająca 3-3
Badanie to musi być przeprowadzone teraz, bo pozwoli uniknąć jakiegokolwiek opóźnienia w leczeniu, gdyby diagnoza się potwierdziła. (przykłady, dane naukowe)	Ta placówka okresowo porównuje swoje dawki z krajowymi i międzynarodowymi wartościami referencyjnymi oraz utrzymuje się w tych zakresach. (diagnostyczne poziomy referencyjne dla dzieci)	Obraz z CT będzie interpretowany przez specjalistów od obrazowania, którzy są przeszkoleni do znajdowania nieprawidłowości i ich interpretowania. Opis zostanie przekazany lekarzowi kierującemu, który podejmie decyzję o leczeniu i dalszym postępowaniu. (historie, przykłady)

b) Jaka dawka promieniowania medycznego jest zbyt duża?

- Kiedy procedura obrazowania radiologicznego jest uzasadniona i odpowiednia, korzyść dla dziecka przeważa ryzyko. Z tego powodu nie ma ograniczeń dla stosunkowo małych dawek promieniowania, których używa się do zdiagnozowania choroby i jej leczenia.
- Małe dawki promieniowania związane z postawieniem diagnozy medycznej i zabiegami pod kontrolą obrazowania niosą za sobą co najwyżej małe ryzyko. To potencjalne ryzyko jest niewielkie w porównaniu z uznanymi i udowodnionymi korzyściami, które wynikają z obrazowania medycznego, co bierze się pod uwagę w procesie uzasadniania.
- Ryzyko spowodowane zastosowaniem małych dawek promieniowania stosowanych w procedurach radiologii diagnostycznej jest ogólnie niewielkie. Ryzyko zachorowania na chorobę nowotworową w ciągu całego życia osoby, która nigdy nie była poddana badaniu radiologicznemu, jest większe niż 1:3. Niskie dawki promieniowania, które stosuje się w procedurach radiologii diagnostycznej, mogą tylko nieco zwiększyć to ryzyko. Przy większych dawkach, takich jak te wykorzystywane w bardzo skomplikowanych zabiegach interwencyjnych i w radioterapii, u dzieci mogą bardzo rzadko wystąpić uszkodzenia tkanek, takie jak zaczerwienienie skóry.

c) W jakich procedurach obrazowania medycznego stosuje się promieniowanie jonizujące?

- Najczęściej używane radiologiczne procedury obrazowania, w których wykorzystuje się promieniowanie jonizujące, to: konwencjonalne RTG, tomografia komputerowa (CT), fluoroskopia i badania z zakresu medycyny nuklearnej, włącznie z pozytonową tomografią emisyjną (PET) i tomografią emisyjną pojedynczych fotonów (SPECT), a także z technikami hybrydowymi, które łączą powyższe procedury (np. PET/CT).

d) W jakich procedurach obrazowania medycznego nie stosuje się promieniowania jonizującego?

- Dwie popularne techniki obrazowania, w których nie wykorzystuje się promieniowania jonizującego, to ultrasonografia (USG) i rezonans magnetyczny (MRI).

e) Dlaczego nie możemy wykonać procedury, w której nie stosuje się promieniowania?

- Lekarz waszego dziecka (np. pediatra, lekarz rodzinny) może porozmawiać ze specjalistą w zakresie obrazowania, aby wspólnie ustalić, jaki rodzaj badania byłby najlepszy.
- Rozważaliśmy wykonanie badania, w którym nie wykorzystuje się promieniowania, ale doszliśmy do wniosku, że nie dałoby ono informacji, których potrzebujemy.
- Po dogłębnym rozważeniu, indywidualnych potrzeb medycznych waszego dziecka uznaliśmy, że to najlepsza procedura, która pozwoli uzyskać odpowiedź na pytanie kliniczne.
- Choć są inne procedury, w których nie wykorzystuje się promieniowania, ta procedura dostarczy nam najlepszych informacji, które są niezbędne do stworzenia planu leczenia.

f) Czy moje dziecko tego potrzebuje? Czy potrzebuje tego teraz?

- Lekarz kierujący i radiolog przeprowadzili analizę ryzyka i korzyści dla zalecanej procedury obrazowania. Rozważali alternatywne badania, a ta konkretna procedura jest zalecana jako pomocna w postawieniu diagnozy i/lub do określenia sposobu leczenia waszego dziecka.
- Choć niektóre schorzenia mogą ustępować samoistnie i w takich przypadkach badania można odłożyć, inne stany chorobowe wymagają wcześniejszego zbadania, aby pomóc w leczeniu waszego dziecka.

g) Czy procedura jest niebezpieczna? Czy wiąże się z długoterminowymi skutkami lub podwyższonym ryzykiem, które powinniśmy wziąć pod uwagę?

- Badania obrazowe są źródłem bardzo ważnych informacji, które pomagają lekarzom podjąć świadome decyzje dotyczące opieki nad dzieckiem (nawet jeśli wyniki są w normie) i mogą uratować mu życie. Ryzyko związane z promieniowaniem w diagnostycznych procedurach obrazowych jest małe. Kiedy badanie jest uzasadnione, ryzyko, które wynika z niewykonania procedury z wykorzystaniem promieniowania, jest znacznie większe niż ryzyko napromieniowania w trakcie badania.
- Dostępne są dane mówiące o istnieniu podwyższonego, choć bardzo niewielkiego, ryzyka rozwoju choroby nowotworowej u osób poddanych ekspozycji na małe dawki promieniowania.
- Szansa, że u dziecka rozwinie się choroba nowotworowa w czasie jego życia jest większa niż 1:3 (w niektórych krajach wynosi ok. 40%)¹. To naturalne prawdopodobieństwo rozwoju nowotworu może bardzo delikatnie wzrosnąć w wyniku przeprowadzenia badania z wykorzystaniem promieniowania.
- Ryzyko jest ogólnie wyższe w młodym wieku, tj. u noworodków w porównaniu z niemowlakami lub starszymi dziećmi.

¹ Ryzyko podstawowe wystąpienia choroby nowotworowej (w całym okresie życia) jest różne dla różnych krajów. W niektórych krajach, np. w USA, przekracza 40% (BEIR, 2006). Jeśli dostępne są dane krajowe/lokalne, odpowiedź można odpowiednio dostosować.

h) Jak wygląda porównanie korzyści z ryzykiem?

- Jest wiele korzyści wynikających z obrazowania medycznego, np. dokładna diagnoza, precyzyjne ustawienie terapii, monitorowanie postępu choroby lub remisji i określenie sposobu leczenia.
- Ryzyko, które wynika z podania małych dawek promieniowania w procedurach radiologii diagnostycznej, jest generalnie małe. Szansa, że u człowieka rozwinie się choroba nowotworowa w ciągu całego życia, jest większa niż 1:3 (w niektórych krajach jest wyższa niż 40%). Mniejsze dawki promieniowania stosowane w diagnostycznych procedurach radiologicznych mogą lekko zwiększyć to ryzyko. Przy większych dawkach, np. stosowanych w niektórych bardzo skomplikowanych procedurach interwencyjnych i w radioterapii, może wystąpić reakcja tkanek (np. zaczerwienienie skóry).

i) Jakie są konsekwencje niewykonania tego badania?

- Procedury obrazowania radiologicznego mają pomagać w postawieniu szybkiej i trafnej diagnozy w celu poprawy wyników zdrowotnych. Rezygnacja z trafnie dobranej procedury może mieć wpływ na efekty leczenia z powodu nieprawidłowej lub opóźnionej diagnozy i terapii waszego dziecka.

j) Kto interpretuje wyniki i jak je otrzymamy?

- Procedury obrazowe interpretują specjaliści przeszkoleni w identyfikowaniu nieprawidłowych zmian na obrazie i ich znaczenia, którzy wydają opinię dotyczącą dalszego postępowania lub wykonania kolejnych badań. Tacy eksperci to zazwyczaj radiolodzy, lekarze medycyny nuklearnej, inni uprawnieni lekarze lub specjaliści elektroradiolodzy / technicy elektroradiologii.
- Opisy badań obrazowych przekazywane są lekarzowi kierującemu, który przedstawia je rodzicom/opiekunom i innym członkom zespołu medycznego oraz je z nimi omawia.
- Niektóre placówki, w których wykonuje się badania obrazowe, wysyłają opisy bezpośrednio do pacjentów. Należy jednak zadbać, aby opisy zostały wyjaśnione pacjentom/opiekunom i przedstawione im w odpowiednim kontekście przez przeszkolonego i doświadczonego lekarza.

k) Jaką dawkę promieniowania otrzyma moje dziecko w czasie procedury obrazowania radiologicznego?

- Ważne, aby dawki dla dzieci były tak niskie, jak to rozsądnie osiągalne – zwłaszcza, że tkanki dziecka są wrażliwsze na promieniowanie, a dzieci mają więcej czasu, aby rozwinęły się u nich późne skutki, takie jako nowotwory.
- Jest wiele sposobów obniżenia dawki i ryzyka w obrazowaniu dzieci bez obniżania jakości danych, które uzyskuje się w wyniku diagnostycznych badań obrazowych i ich interpretacji.
- Dawka podana waszemu dziecku będzie dostosowana do procedury i szczegółów obrazów, których wykonanie jest wymagane do postawienia diagnozy, z uwzględnieniem tego, jak duże jest wasze dziecko. U mniejszych dzieci potrzeba mniejszej dawki promieniowania, aby uzyskać akceptowalny obraz.

l) Czy dawkę można dostosować tak, żeby nasze dziecko otrzymało najniższą możliwą?

- Tak, jest wiele sposobów obniżenia dawki i ryzyka w obrazowaniu dzieci bez utraty jakości diagnostycznej obrazów.
- Nasza placówka w badaniach radiologicznych dostosowuje dawkę promieniowania w zależności od tego, jak duże jest dziecko.

m) Skąd możemy mieć pewność, że w tej procedurze użyte zostanie dawkowanie dostosowane do wielkości dziecka?

- Kiedy procedura obrazowania z użyciem promieniowania jest potrzebna i uzasadniona, można sprawdzić, czy placówka, w której przeprowadzane jest badanie, zastosuje odpowiednie protokoły i techniki. Pozwoli nam to mieć pewność, że dawka jest prawidłowa.

- Okresowo porównujemy nasze dawki z normami krajowymi i międzynarodowymi oraz wartościami referencyjnymi i nie przekraczamy ich.

n) Skąd będziemy wiedzieć, że naszemu dziecku podano odpowiednią dawkę promieniowania?

- Rzeczywista dawka będzie się różnić w zależności od tego, jak duże jest wasze dziecko, i od wymaganych informacji.
- Przydatne wytyczne dla placówek, które wykonują badania obrazowe, można znaleźć w krajowych i międzynarodowych źródłach (np. w protokołach zalecanych przez kampanię Image Gently²). W wielu krajach są one także dostępne w rejestrach dawek, w których podane są wartości referencyjne nazywane diagnostycznymi poziomami referencyjnymi (DRL).
- Elektroradiolog/technik elektroradiologii, który przeprowadza procedurę radiologiczną u waszego dziecka, pomoże potwierdzić, czy zostaną lub zostały podjęte odpowiednie kroki, aby użyć jak najmniejszą ilość promieniowania niezbędnego do uzyskania potrzebnych informacji.

o) Z kim mogą porozmawiać rodzice o swoich obawach?

- Jest wielu przedstawicieli zawodów medycznych zaangażowanych w opiekę nad pacjentem pediatrycznym. Pierwszym punktem kontaktowym, do którego możecie kierować pytania o wasze dziecko, jest lekarz pierwszego kontaktu (np. pediatra, lekarz rodzinny), ponieważ to on najlepiej zna stan zdrowia waszego dziecka, jego historię medyczną i przyjęty plan leczenia.
- Specjalista w zakresie obrazowania lub lekarz radiolog i wspierający go zespół (np. fizyk medyczny, elektroradiolog/technik elektroradiologii) będą umieli odpowiedzieć na szczegółowe pytania dotyczące bezpieczeństwa badania, dostosowania dawki do wielkości dziecka i ryzyka radiologicznego.
- Pielęgniarki i pozostały medyczny personel pomocniczy mogą pomóc w dodatkowej komunikacji z lekarzami i dostarczyć ulotki/karty informacyjne.

3.1.6.2. Tomografia komputerowa (CT)

a) Czym jest tomografia komputerowa?

- Badanie CT³ lub tomografia komputerowa (CT) to radiologiczna procedura obrazowania, w której wykorzystuje się promieniowanie rentgenowskie, aby uzyskać szczegółowe obrazy narządów i struktur wewnętrznych waszego dziecka.

b) Jakie są korzyści z wykonania badania CT?

- Badanie CT dostarcza przekrojowych i trójwymiarowych obrazów, na których widać narządy i szczegóły wnętrza organizmu nieosiągalne w przypadku konwencjonalnych zdjęć rentgenowskich⁴.
- Tomografia komputerowa szybko i w wiarygodny sposób dostarcza cennych informacji medycznych, które ratują życie. Jest szczególnie przydatna w obrazowaniu głowy, klatki piersiowej, jamy brzusznej/miednicy i kości.
- Jeśli CT jest stosowana odpowiednio, a dawka promieniowania jest zoptymalizowana, korzyści z jej wykonania przeważają potencjalne szkody. Ryzyko niewykonania uzasadnionej CT jest większe niż ryzyko spowodowane promieniowaniem.

² <http://www.imagegently.org>.

³ W niektórych krajach bardziej znany jest termin „CAT” (*computed axial tomography*), którym nieformalnie opisuje się tomografię komputerową.

⁴ Być może niektórym lepiej znany jest termin „promienie X”, którym potocznie nazywa się konwencjonalne zdjęcia rentgenowskie (choć w CT również używa się promieni X).

c) Jak dużo promieniowania wykorzystuje się w CT?

- Dawka promieniowania zależy od wielkości pacjenta oraz od tego, jakie informacje chcemy uzyskać, aby odpowiedzieć na pytanie kliniczne.
- Rzeczywista dawka zostanie ustalona w zależności od procedury, jakości obrazu potrzebnej do diagnozy i od wielkości pacjenta. Większość sprzętu do CT ma system automatycznej redukcji dawki, który pozwala zoptymalizować dawkę promieniowania również u dzieci.
- Niektóre narządy u dzieci są wrażliwsze na promieniowanie niż u dorosłych, poza tym dzieci mają dłuższą oczekiwaną długość życia, kiedy mogą wystąpić u nich późne skutki, takie jak nowotwór. Wspólna dla wszystkich urządzeń CT jest zasada utrzymywania dawek na poziomie tak niskim, jak to rozsądnie osiągalne (określanym skrótem ALARA), zwłaszcza dla dzieci.
- Redukcja dawki nie powinna narażać jakości diagnostycznej obrazów. Istnieje wiele technik obniżania dawki i ryzyka w obrazowaniu dzieci bez obniżania jakości diagnostycznej.
- Nasza placówka w ramach badań radiologicznych stosuje dawkowanie adekwatne do wielkości dziecka.

d) Dlaczego rekomendujecie badanie CT?

- Z powodu szczególnych potrzeb medycznych waszego dziecka jest to najlepsza procedura do uzyskania informacji, jakich potrzebujemy, aby zaopiekować się waszym dzieckiem, których nie zdobylibyśmy, stosując konwencjonalne techniki radiografii⁵.
- Tomografia komputerowa świetnie sprawdza się w obrazowaniu niektórych obszarów ciała (np. głowy, klatki piersiowej, jamy brzusznej).
- Badania CT wykonuje się bardzo szybko, dlatego szczególnie dobrze sprawdzają się w przypadku bardzo młodych lub chorych pacjentów, którzy mają problem z tym, żeby pozostać w bezruchu przez dłuższy czas.

e) Co CT powie o moim dziecku i planie leczenia, czego inne rodzaje badań nie są w stanie powiedzieć?

- Tomografia komputerowa świetnie sprawdza się w obrazowaniu niektórych obszarów ciała (np. głowy, klatki piersiowej, jamy brzusznej).
- Badania CT wykonuje się bardzo szybko, dlatego szczególnie dobrze sprawdzają się w przypadku bardzo młodych lub chorych pacjentów, którzy mają problem z tym, żeby pozostać w bezruchu.
- Choć istnieją inne procedury, w których nie wykorzystuje się promieniowania, to badanie w najlepszy sposób da nam informacje potrzebne do opracowania planu leczenia.

3.1.6.3. Fluoroskopia**a) Czym jest fluoroskopia?**

- Fluoroskopia jest jak film rentgenowski. W procedurach fluoroskopii wykorzystuje się impulsy promieniowania RTG do pokazania narządów i ich ruchu w ciele w czasie rzeczywistym.
- Fluoroskopii używa się w diagnostyce obrazowej i jako wspomaganie leczenia (np. do wprowadzania cewnika/balonu oraz podczas innych procedur interwencyjnych, które są wykonywane na sercu, mózgu i innych częściach ciała).
- Ilość promieniowania emitowana podczas fluoroskopii jest zwykle większa niż w przypadku konwencjonalnych badań radiograficznych (np. RTG klatki piersiowej) oraz zależy od rodzaju procedury i wielkości pacjenta.

⁵ Być może niektórym lepiej znany jest termin „promienie X”, którym potocznie nazywa się konwencjonalne zdjęcia rentgenowskie (choć w CT również wykorzystuje się promienie X).

b) Dlaczego rekomendujecie fluoroskopię?

- Z powodu specyficznych potrzeb medycznych waszego dziecka to najlepsza procedura, aby dobrze zaopiekować się waszym dzieckiem.
- Możliwość zobaczenia w czasie rzeczywistym ciekłego barwnika, nazywanego „kontrastem”, który przechodzi przez różne narządy i/lub obiekty poruszające się w ciele, jest niezbędna do bezpiecznego i dokładnego umieszczenia cewników i przeprowadzenia pewnych zabiegów.

c) Ile promieniowania używa się podczas tych badań?

- Dawka promieniowania różni się w zależności od procedury, jakości obrazu potrzebnej do postawienia diagnozy, wielkości pacjenta, stopnia trudności procedury oraz ustawień sprzętu do obrazowania.
- Dla wszystkich ośrodków, które wykonują fluoroskopię, wspólna jest zasada utrzymania dawek na najniższym rozsądnie osiągalnym poziomie (ALARA), zwłaszcza u dzieci. Jest tak, ponieważ niektóre narządy w ciele dziecka są bardziej wrażliwe na promieniowanie niż u dorosłych, a także dlatego, że u dzieci mających przed sobą więcej oczekiwanych lat życia istnieje większe ryzyko wystąpienia późnych skutków, takich jak rozwój nowotworu.
- Istnieje wiele sposobów redukcji dawki i ryzyka w obrazowaniu dzieci bez obniżania jakości diagnostycznej obrazów.
- Nasza placówka w procedurach fluoroskopii stosuje dawkowanie adekwatne do wielkości pacjenta.

d) Jakie są korzyści z wykonywania badań fluoroskopowych u pacjentów pediatrycznych?

- To niezwykle użyteczna procedura, która może dostarczyć obrazy ciała w czasie rzeczywistym, co pozwala na prawidłowe umieszczenie wyrobów medycznych wewnątrz ciała i analizowanie procesów zachodzących w organizmie (np. co dzieje się z kontrastem w przewodzie pokarmowym).
- Jeśli procedura jest prawidłowo dobrana i zoptymalizowana, fluoroskopia daje znacznie więcej korzyści niż szkód.
- Poza ryzykiem promieniowania potencjalne szkody z procedur fluoroskopowych obejmują związane z nimi ryzyko samego wykonania zabiegu, takie jak infekcja lub krwawienie⁶. O ile ryzyko zabiegu jest większe niż ryzyko, które wynika z promieniowania, o tyle korzyść z uzasadnionego zabiegu jest większa niż wszelkie ryzyko. W niektórych okolicznościach zabieg może uratować życie (np. wrodzona choroba serca).

3.1.6.4. Medycyna nuklearna

a) Czym jest medycyna nuklearna?

- Medycyna nuklearna⁷ pozwala oceniać funkcje narządu po podaniu pacjentowi substancji radioaktywnej (np. znacznika, radiofarmaceutyku). Badania medycyny nuklearnej pomagają zidentyfikować nieprawidłowe funkcjonowanie (np. tarczycy) lub zlokalizować nieprawidłowości w funkcjonowaniu (np. skanowanie kości w celu wykrycia nowotworu).
- Procedury medycyny nuklearnej obejmują również hybrydowe (łączone) techniki obrazowania, takie jak pozytonowa tomografia emisyjna (PET) i tomografia emisyjna pojedynczych fotonów (SPECT) w połączeniu z tomografią komputerową (CT) lub rezonansem magnetycznym (MRI).

⁶ Można to dokładniej wyjaśnić, podając przykłady dla konkretnych procedur, np. „Infekcja lub krwawienie w przypadku zabiegów na naczyniach krwionośnych lub badań, w których kontrast (barwnik) podawany jest bezpośrednio do narządów lub struktur”.

⁷ Zwana też obrazowaniem z użyciem radionuklidów lub obrazowaniem molekularnym.

b) Dlaczego zespół lekarski rekomenduje procedurę z zakresu medycyny nuklearnej?

- Z powodu specyficznych potrzeb medycznych, jakie ma wasze dziecko, jest to najlepsza procedura, która pozwala zdobyć informacje potrzebne, aby zadbać o wasze dziecko.
- Badania z zakresu medycyny nuklearnej dostarczają unikalnych informacji o funkcjonowaniu narządów, których nie da się uzyskać z innych badań obrazowych.

c) Ile promieniowania używa się w badaniu z zakresu medycyny nuklearnej?

- Dawka promieniowania różni się w zależności od procedury, danych potrzebnych do celów diagnostycznych, wielkości pacjenta i ustawień urządzenia obrazującego. Większość rutynowych badań medycyny nuklearnej u dzieci wykonuje się z użyciem niskich dawek promieniowania (tj. dostarczających małej ilości promieniowania), często znacznie mniejszych niż w badaniach fluoroskopowych.
- Dla wszystkich urządzeń stosowanych w medycynie nuklearnej wspólna jest zasada utrzymania dawek na najniższym rozsądnie osiągalnym poziomie (ALARA), zwłaszcza u dzieci. Jest tak, ponieważ niektóre narządy w ciele dziecka są wrażliwsze na promieniowanie niż u dorosłych, a dzieci mają przed sobą więcej oczekiwanych lat życia, podczas których mogą się rozwinąć u nich późne skutki, takie jak nowotwór.
- Redukcja dawki nie powinna odbywać się kosztem diagnostycznej jakości obrazów. Istnieje wiele technik, które pozwalają obniżyć dawkę i ryzyko w obrazowaniu dzieci bez utraty jakości diagnostycznej.
- Nasza placówka oblicza dawki radiofarmaceutyków na podstawie wagi dziecka w oparciu o przyjęte wytyczne⁸.

d) Jakie są korzyści z badania przeprowadzonego z użyciem technik medycyny nuklearnej u pacjentów pediatrycznych?

- To bardzo użyteczna i unikalna technika, która może dostarczyć ważnych informacji funkcjonalnych o tym, jak działają różnego rodzaju procesy w organizmie, w tym procesy chorobowe.
- Jeśli zlecono właściwe badanie i zoptymalizowano dawkę, badanie medycyny nuklearnej przynosi znacznie więcej korzyści niż ryzyka.

e) Jak długo radioaktywność pozostanie w ciele pacjenta?

- Radioaktywności są różne. Różne znaczniki mają różny okres połowicznego zaniku (ilość czasu potrzebna, aby usunąć z ciała połowę radioaktywności). Na przykład najczęściej stosowany radioizotop technet-99m ma okres połowicznego zaniku, który trwa 6 godzin, i w praktyce zostanie wydalony z organizmu w ciągu 2,5 dnia (60 godzin)⁹.
- Choć po wykonaniu badania diagnostycznego radioaktywność można wykryć bardzo czułym sprzętem, poziom promieniowania bardzo rzadko stwarza ryzyko dla innych. W bardzo rzadko spotykanych przypadkach zespół specjalistów z zakresu medycyny nuklearnej powiadomi opiekunów, żeby uważali na ekspozycję ze strony dziecka. Gdy nastąpi wyjątkowa sytuacja, że opiekunowie powinni uważać na narażenie ze strony dziecka, zespół medycyny nuklearnej cię o tym poinformuje.

f) Czy istnieje jakieś inne ryzyko dla mojej rodziny? Czy powinniśmy podjąć jakieś dodatkowe środki ostrożności?

- Po wykonaniu procedur medycyny nuklearnej nie zdarza się, aby członkowie rodziny musieli podejmować dodatkowe środki ostrożności (patrz powyżej).

⁸ Tę odpowiedź można dopasować do lokalnej sytuacji, odwołując się do kryteriów, z których korzysta dana placówka. Zalecenia, które dotyczą medycyny nuklearnej dla dzieci, podało European Association of Nuclear Medicine (EANM) i Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (SNMMI) (Gelfand, Parisi & Treves, 2011; Lassmann i wsp. 2007; Lassmann i wsp., 2008).

⁹ To tylko przykład. Odpowiedź można dostosować do konkretnej procedury i okresu półtrwania radionuklidu, jakiego użyjemy.

- Jeśli członkiem rodziny są kobiety ciężarne, powinny zasięgnąć porady w zakładzie medycyny nuklearnej.

3.1.7. Przykłady kluczowych komunikatów

3.1.7.1. Podstawowe przesłanie kampanii Image Gently

Oto przykłady trzech kluczowych komunikatów (i związanych z nimi informacji), które przejęto, za zgodą, z kampanii Image Gently (<http://www.imagegently.org/Procedures/Computed-Tomography>).

- a) **CT pomaga nam ratować życie dzieci!**
- b) **Ale kiedy wykonujesz obrazowanie, promieniowanie ma znaczenie.**
 - i. Dzieci są wrażliwsze na promieniowanie.
 - ii. To, co robimy teraz, pozostanie z nimi przez całe życie.
- c) **Kiedy więc wykonujesz obrazowanie, rób to delikatnie!**
 - i. Zazwyczaj więcej nie znaczy lepiej.
 - ii. Kiedy potrzebne jest wykonanie tomografii komputerowej:
 - 1. Dostosuj kV i mA do wielkości dziecka.
 - 2. Zwykle wystarczy badanie jednofazowe (przełądowe).
 - 3. Skanuj tylko wskazany obszar.

3.1.7.2. Przykładowe informacje do rozmów o ryzyku, które wiąże się z promieniowaniem w CT u dzieci

Poniżej podano przykładowe informacje, które mogą być podstawą do dyskusji o ryzyku spowodowanym promieniowaniem w tomografii komputerowej dzieci (opracowane na podstawie Brody i wsp., 2007).

1. Promieniowanie jest kluczowym składnikiem badania CT.
2. Poziom ekspozycji na promieniowanie w badaniu CT jest niski.
3. Nie ma pewności, czy istnieje związek przyczynowo-skutkowy między niskim poziomem ekspozycji na promieniowanie (takie jak wynikające z CT) a rozwojem nowotworu. Grupy ekspertów, które analizowały tę kwestię, sugerują jednak, że istnieje małe ryzyko, które wzrasta ze wzrostem dawki.
4. Choć niektóre badania wskazywały, że badania CT mogą zwiększyć ryzyko następczego rozwoju nowotworu, nie wiemy jeszcze dokładnie, jak duże jest to ryzyko. Ryzyko, jakie powodują skany CT, musi zostać oszacowane, a szacunki różnią się w zależności od wykorzystanych danych.
5. Ilość promieniowania dostarczonego w CT zależy od wielu czynników, zwłaszcza od protokołów i sprzętu używanego w konkretnym badaniu.
6. Ogólnie prawidłowo wykonane badania CT u dzieci powinny skutkować ekspozycją dziecka na znacznie mniejsze promieniowanie niż to, które stosuje się w takich samych procedurach u dorosłych.
7. Potencjalne korzyści z badania CT wykonanego na podstawie wskazań medycznych są dobrze udokumentowane i znacznie przewyższają potencjalne ryzyko rozwoju choroby nowotworowej.

3.2. Rozważania etyczne

W tej części podkreślamy znaczenie skutecznego przekazywania informacji o ryzyku, które wiąże się z promieniowaniem, aby wesprzeć z perspektywy etycznej proces świadomego

podejmowania decyzji w odniesieniu do obrazowania dzieci. Koncentrujemy się przy tym raczej na zasadach niż na implikacjach prawnych.

Na podstawie zasad nieszkodzenia i przysparzania korzyści (tj. po pierwsze: nie szkodzić, po drugie: czynić dobro) osoby zatrudnione w sektorze ochrony zdrowia ponoszą odpowiedzialność etyczną za optymalizowanie proporcji między ryzykiem a korzyściami we wszystkich procedurach. Obowiązek przysporzenia korzyści pacjentowi musi być równoważny z obowiązkiem niewyrządzenia krzywdy w celu zapewnienia, że korzyści będą większe niż szkoda (Sokol, 2013). Zastosowanie tych zasad etycznych może okazać się trudne, jeśli ryzyko jest niepewne – co często ma miejsce przy ocenie ryzyka, które wynika z podania małej dawki promieniowania w procedurach obrazowania. Przeszacowanie ryzyka może doprowadzić do tego, że procedura obrazowania, która może przynieść pacjentowi więcej korzyści niż ryzyko napromieniowania, nie zostanie wykonana. Są też inne możliwe sposoby, w jakie podmioty medyczne mogą nieprawidłowo ocenić ryzyko i korzyści ze szkodą dla pacjentów (Brody & Guillerman, 2014).

W kontekście etyki i zdrowia poszanowanie godności osób obejmuje prawo do podejmowania autonomicznych, świadomych i wolnych wyborów. Proces świadomego podejmowania decyzji jest prawidłowy tylko wtedy, gdy ostateczna decyzja podjęta zostanie bez przymusu oraz w oparciu o zrozumiałe i przejrzyste informacje przedstawione pacjentowi. Istnieją różne sposoby wyrażania zgody. W obrazowaniu dzieci proces świadomego podejmowania decyzji zwykle składa się z werbalnej wymiany między lekarzami a pacjentem i opiekunem. Należy pamiętać, że pisemna zgoda jest jedynie udokumentowaniem rozmowy, a akt podpisania formularza zgody nie jest substytutem merytorycznej rozmowy. W przypadku obrazowania w celach diagnostycznych zgoda pisemna zazwyczaj nie jest wymagana. Zgoda niekoniecznie też musi być też wyrażona wprost (tzn. może być to „zgoda domniemana”).

Lekarz kierujący powinien przedstawić informacje o klinicznej użyteczności procedury i jej wpływie na postępowanie z pacjentem. Dostęp do zrozumiałej i uczciwej informacji o korzyściach i ryzyku jest podstawowym prawem pacjenta. Podczas tej komunikacji ważne jest utrzymanie poufności danych osobowych i prywatności. W stosownych przypadkach, w dyskusji z pacjentem/rodzicami można uwzględnić informacje o środkach, które służą redukcji dawki promieniowania, i na temat ryzyka związanego z promieniowaniem. Przekazywane informacje powinny też opisywać inne, praktyczne aspekty procedury, które mogą powodować dyskomfort lub niepokój. W rozmowie należy wziąć pod uwagę inne opcje, wraz ze związanymi z nimi korzyściami i ryzykiem, takie jak alternatywne techniki obrazowania z wykorzystaniem MRI i USG czy dalsze postępowanie bez obrazowania (np. obserwację kliniczną lub wykonanie procedury na późniejszym etapie, jeśli zmieni się stan pacjenta). Oczekiwany efekt rozmowy to zdobycie zaufania rodziców/opiekunów poprzez opisanie sposobu postępowania, który będzie najbezpieczniejszy i najbardziej skuteczny dla pacjenta pediatrycznego, a nie poprzez podkreślanie jakiegokolwiek potencjalnego ryzyka rozwoju nowotworu w związku z procedurą radiologiczną.

Zarówno pacjent, jak i rodzic/opiekun mają prawo do akceptacji albo do odmowy wykonania procedury.

Proces świadomego podejmowania decyzji w opiece nad pacjentem pediatrycznym obejmuje (wyrażoną wprost lub domniemaną) zgodę rodziców, a także zdolność dziecka do wyrażenia zgody. Proces wyrażania zgody powinien być efektem ciągłej, interaktywnej rozmowy toczącej się między osobami, które świadczą opiekę medyczną, a dzieckiem i jego opiekunami. Zabiegając o zgodę dziecka, lekarze powinni przedstawiać mu informacje w sposób dostosowany do wieku, aby mogło zrozumieć rodzaj badania i jego znaczenie dla opieki nad nim. Starsze dzieci lub nastolatki mogą być zdolni aktywnie uczestniczyć w decyzjach, które dotyczą opieki zdrowotnej nad nimi.

W nagłych sytuacjach – choć może nie być czasu, aby uzyskać zgodę rodziców lub dziecka z powodu nagłej konieczności medycznej (np. natychmiastowej potrzeby wykonania procedury ratującej życie) – ważne jest wyjaśnienie i przedstawienie dziecku (stosownie do wieku) informacji dotyczącej wykonywanej procedury, a po jej zakończeniu poinformowanie o niej rodziców.

3.3. Nawiązywanie dialogu w społeczności medycznej

3.3.1. Uczestnicy

Komunikacja z pacjentami i ich opiekunami to jeden z wymogów nowych Międzynarodowych Podstawowych Norm Ochrony przed Promieniowaniem i Bezpieczeństwa Źródeł Promieniowania (BSS, 2014). Informowanie o korzyściach i ryzyku, które wynikają z zabiegów medycznych, to podstawa dobrej praktyki medycznej. Istnieje wiele zainteresowanych stron, którym zależy na świadczeniu pacjentom pediatrycznym usług obrazowania medycznego na najwyższym poziomie (**ryc. 16**). Bardzo ważne jest dla nich uczestniczenie w dialogu o korzyściach i ryzyku. Oprócz trzech kluczowych interesariuszy – lekarza kierującego, pacjenta/opiekuna i lekarza radiologa – w dialog zaangażowani są pozostali pracownicy sektora opieki zdrowotnej¹⁰. Elektoradiolog to często osoba pierwszego kontaktu w placówce medycznej, a fizyk medyczny zwykle doradza przy procedurach, w których stosowane są większe dawki, lub podczas procesu optymalizacji dawki. Szkolenie, jakie przechodzi personel pielęgniarstwa w zakresie komunikacji i opieki nad pacjentem, jest bezcenne w kontakcie z zaniepokojonymi dziećmi lub rodzicami. Inni interesariusze, nieuczestniczący w bezpośredniej opiece nad pacjentem (jak ustawodawcy lub płatnicy), także powinni uczestniczyć w procesie komunikacji w celu zapewnienia wysokiej jakości opieki medycznej i skutecznej komunikacji.

Możliwe jest komunikowanie się z większą społecznością medyków i edukowanie ich o korzyściach, które wynikają z właściwie uzasadnionego i zoptymalizowanego obrazowania dzieci. Rolą polityki zdrowia publicznego jest wykorzystanie szansy na nawiązanie i podtrzymywanie dialogu prowadzonego przez osoby z sektora ochrony zdrowia. Ta możliwość komunikowania się i edukowania obejmuje nie tylko lekarzy, ale także instytucje badawcze, stowarzyszenia zawodowe, kompetentne władze, autorów polityk i decydentów – czyli wszystkie podmioty z obszaru zdrowia publicznego, które są odpowiedzialne za ocenę, minimalizowanie i/lub regulowanie ryzyka wynikającego ze stosowania promieniowania w ochronie zdrowia.

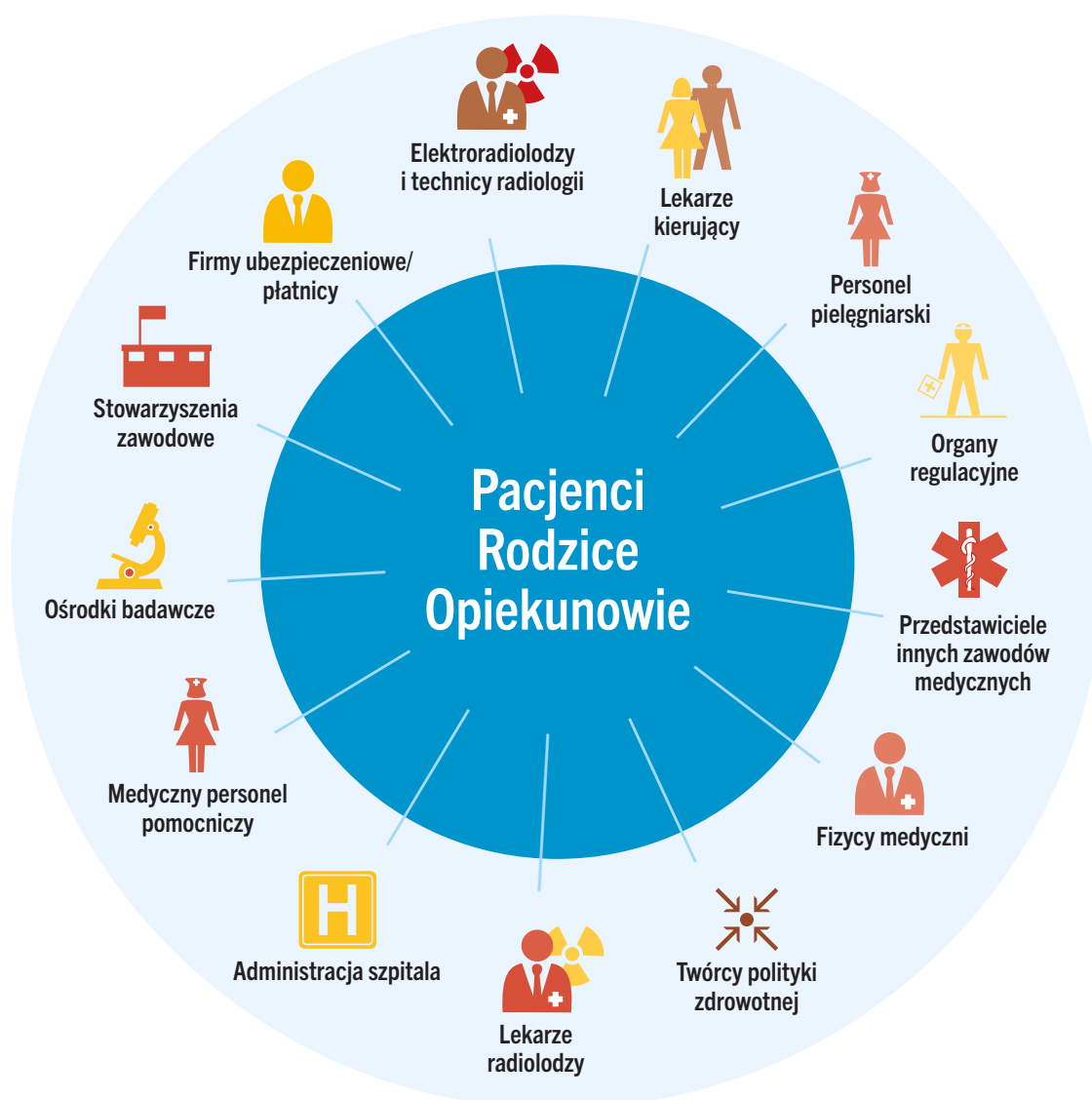
3.3.2. Komunikacja między lekarzami kierującymi na badania a lekarzami radiologami

Istnieje komunikacja jednokierunkowa między lekarzem kierującym a wykonującym badanie obrazowe, która dotyczy każdego pacjenta i jego obrazowania. Odbywa się również bardziej ogólna komunikacja, w której wykonujący badanie obrazowe przekazuje lekarzowi kierującemu informacje o dawce i ryzyku w odniesieniu do ogólnych kategorii badań (RTG klatki piersiowej, RTG kręgosłupa, CT mózgu itd.). Równie ważna jest jednak komunikacja dwukierunkowa. Taka komunikacja między lekarzem kierującym a lekarzem radiologiem jest niezbędna do przekazania informacji klinicznych, sformułowania pytań, rozważenia korzyści, które wynikają z różnych procedur, i uzasadnienia wnioskowanej procedury.

Pierwszym krokiem w komunikacji dwukierunkowej jest skierowanie na badanie przez lekarza kierującego lub jego prośba do lekarza radiologa o wydanie opinii, jakie badanie diagnostyczne jest najlepsze, i o interpretację wyników tego badania. Skierowanie powinno zawierać istotne informacje kliniczne, które pozwalają ustalić prawdopodobieństwo wystąpienia schorzenia u pacjenta i pytanie kliniczne, na jakie ma dać odpowiedź planowana procedura. Wydając skierowanie, lekarz kierujący powinien rozważyć, czy badanie jest w ogóle potrzebne i czy jest najlepszym rozwiązaniem dla danego pacjenta (patrz **tabela 9**). Należy odwołać się do wcześniej przeprowadzonej diagnostyki, aby uniknąć powielania badań i doprecyzować

¹⁰ Jak zdefiniowano w **części 2.1.1.**, to osoba, „która została formalnie uznana, w ramach odpowiednich procedur krajowych, za uprawnioną do wykonywania zawodu w obszarze związanym z ochroną zdrowia (np. medycyna, stomatologia, chiropraktyka, podologia, pielęgniarstwo, fizyka medyczna, techniki promieniowania medycznego, radiofarmacja, medycyna pracy)” (BSS, 2014).

Rycina 16. W informowanie o ryzyku wynikającym z promieniowania i korzyściach z obrazowania dzieci zaangażowani są różni interesariusze



prawdopodobieństwo choroby. Wybór procedury, na jaką kierujemy pacjenta, może jasno wynikać z powszechnej praktyki, ale należy postępować zgodnie ze wskazówkami zawartymi w wytycznych do kierowania na badania obrazowe, systemami wspomagania decyzji klinicznych lub zasadami elektronicznych systemów wydawania skierowań. W przypadku wysokich dawek i/lub nietypowych procedur (lub gdy wytyczne są ograniczone) pomocna jest bezpośrednia dyskusja na spotkaniach, w których uczestniczą przedstawiciele różnych dyscyplin.

Jeśli niemożliwa jest bezpośrednia rozmowa lub nie jest ona konieczna, lekarz radiolog uzasadniający badanie powinien móc kontynuować dialog za pomocą elektronicznego systemu wystawiania skierowań – zwłaszcza wtedy, gdy zmiana we wnioskowanej procedurze ma krytyczne znaczenie dla opieki nad pacjentem. Uczestniczenie w komunikacji opartej na skuteczności badania i bezpieczeństwie radiologicznym pomoże w indywidualnych przypadkach i zachęci do ogólnego promowania kultury bezpieczeństwa radiologicznego. Zaangażowanie pacjentów pediatrycznych lub rodziców/opiekunów w takie rozmowy pomaga w podejmowaniu decyzji i wspomaga proces świadomego podejmowania decyzji. Pomaga im również lepiej zrozumieć tę procedurę i zwiększyć wynikające z niej korzyści.

3.3.3. Komunikacja między wykonującymi procedury obrazowania medycznego a administracją placówki medycznej

Rozmowy między osobami, które wykonują procedury obrazowania medycznego, a zarządzającymi placówkami medycznymi mogą pomóc zmaksymalizować korzyści i zminimalizować ryzyko ekspozycji pacjentów pediatrycznych na promieniowanie. Rozmowy te powinny dotyczyć wielu różnych tematów, takich jak:

1. Planowanie i wyposażenie placówek wykonujących obrazowanie, aby zagwarantować, że sprzęt do obrazowania ma odpowiednią technologię, która zachęca do optymalizacji ochrony radiologicznej dzieci.
2. Tworzenie atmosfery bezpieczeństwa w placówkach wykonujących procedury obrazowania, która pozwala uspokoić pacjentów pediatrycznych dzięki odpowiedniemu zaprojektowaniu i dekoracji wnętrz.
3. Zapewnienie, że wdrożono odpowiednie środki gwarantowania i podnoszenia jakości, które są przestrzegane przez cały personel wykonujący procedury obrazowania u dzieci.
4. Ułatwienie korzystania z opartych na dowodach medycznych wytycznych do kierowania na badania w celu uzasadniania wykonywania badań obrazowych u dzieci.
5. Zapewnienie, że sprzęt do obrazowania i protokoły dają jakość obrazu odpowiednią do celów klinicznych przy najniższej akceptowalnej dawce i że stosowane są diagnostyczne poziomy referencyjne dla dzieci, jeśli tylko są dostępne.
6. Włączenie edukacji i szkoleń z zakresu ochrony radiologicznej, zapobiegania ryzyku i informowania o ryzyku, aby wspierać dialog o korzyściach i ryzyku w obrazowaniu pediatrycznym.
7. Wdrażanie programów audytu klinicznego, które obejmują obrazowanie dzieci.
8. Zarządzanie potencjalnym konfliktem między presją finansową a adekwatnością badania.
9. Zagwarantowanie, że cała placówka przestrzega standardów i protokołów ochrony radiologicznej.
10. Doskonalenie i wdrożenie kultury bezpieczeństwa w placówkach, które wykonują badania obrazowe.

3.3.4. Komunikacja między innymi podmiotami medycznymi zaangażowanymi w opiekę nad pacjentem pediatrycznym

Aby obrazowanie wykonywane u dzieci było bezpieczne i odpowiedniej jakości, powinni w nim uczestniczyć przedstawiciele wielu różnych zawodów medycznych. Personel medyczny zajmujący się obrazowaniem to wielodyscyplinarny zespół medyków, w którego skład wchodzi: lekarze radiolodzy, elektroradiolodzy/technicy elektroradiologii, fizycy medyczni i pielęgniarki. Znaczna część procedur obrazowania u dzieci wykonywana jest poza pracowniami radiologicznymi. Jak omówiono to w **części 2.1.**, termin „lekarz radiolog” obejmuje nie tylko lekarzy specjalistów, którzy wykorzystują promieniowanie jonizujące w opiece zdrowotnej (np. radiologów, lekarzy medycyny nuklearnej, lekarzy zabiegowych), ale też dentystów, kardiologów, urologów, gastroenterologów, ortopedów, chirurgów, neurologów i innych. W niektórych krajach lekarze klinicyści konwencjonalne procedury obrazowania, takie jak RTG klatki piersiowej, wykonują w swoich gabinetach. Wszyscy ci specjaliści mają do odegrania rolę w komunikacji dotyczącej ryzyka i korzyści, które wynikają ze stosowania promieniowania.

Do nawiązania dialogu między lekarzami z oddziału ratunkowego a lekarzami radiologami należy doprowadzić, zanim w placówce medycznej dojdzie do nagłych sytuacji. Badania obrazowe nie powinny być wykonywane przed oceną stanu zdrowia pacjenta przez lekarza. Kierując na badanie obrazowe, należy postępować zgodnie z wytycznymi w tym zakresie oraz wytycznymi dotyczącymi trafności wyboru danego badania. Taki dialog jest niezwykle ważny, bo pomaga

ustalić bezpieczną ścieżkę dla pacjenta w sytuacjach nagłych, kiedy badanie/zabieg trzeba wykonać natychmiast i nie ma czasu na szczegółowe dyskusje dotyczące konkretnego pacjenta. Wspomniane sytuacje obejmują uzasadnienie i optymalizację wykonania CT u dzieci z licznymi obrażeniami lub wybór USG i CT w przypadku ostrego bólu brzucha u pacjentów pediatrycznych.

Inne grupy zawodowe zaangażowane w opiekę zdrowotną nad dziećmi to twórcy polityk, organy regulacyjne, producenci sprzętu i pomocniczy personel informatyczny. Na przykład dialog między producentami a lekarzami radiologami oraz fizykami medycznymi powinien obejmować rozmowę o tym, jak zagwarantować, żeby sprzęt medyczny projektowano z myślą o dorosłych i dzieciach oraz żeby zawierał protokoły odpowiednie dla dzieci i algorytmy redukcji dawki.

Obrazowanie pacjentów pediatrycznych, niezależnie od tego, gdzie jest wykonywane, musi uwzględniać ich specyficzne potrzeby. Większość procedur obrazowania u dzieci wykonywanych jest w placówkach, które zaprojektowano przede wszystkim dla osób dorosłych. Idealnie byłoby, gdyby obrazowanie dzieci wykonywane było w pracowniach radiologicznych na terenie ośrodków, gdzie odbywa się też regularna praktyka w zakresie pediatrii.

3.3.5. Rola zdrowia publicznego w dialogu o ryzyku i korzyściach

Organizacje międzynarodowe, władze sektora ochrony zdrowia, organy regulacyjne oraz instytucje badawcze mają do odegrania ważną rolę w informowaniu o korzyściach i ryzyku, które wynikają z obrazowania medycznego, oraz w ich wyjaśnianiu. Jak wspomniano w **części 3.3.1.**, nowe standardy bezpieczeństwa BSS mówią wprost o komunikacji dotyczącej ryzyka i korzyści między pacjentami a podmiotami, które świadczą opiekę medyczną. Standardy BSS wymagają, aby żaden pacjent – z objawami lub bezobjawowy – nie był poddawany ekspozycji w celach medycznych, zanim (między innymi) on lub jego przedstawiciel prawny nie zostanie poinformowany o oczekiwanych korzyściach diagnostycznych lub terapeutycznych procedury radiologicznej, a także o ryzyku związanym z promieniowaniem. Z tego powodu rząd i organy regulacyjne odpowiadają za wspomaganie przepisów, które dotyczą ochrony radiologicznej i bezpieczeństwa radiologicznego. Zwykle postrzegani jako wiarygodne źródło informacji, twórcy polityk i decydenci mogą zachęcić wszystkich interesariuszy, aby uznali korzyści i ryzyko, które wynikają z ekspozycji dzieci na obrazowanie medyczne, i dołączyli do działań na rzecz odpowiedniego stosowania obrazowania dzieci w celu poprawy bezpieczeństwa radiologicznego i jakości opieki zdrowotnej. Studenci medycyny i osoby kształcone w zakresie innych zawodów medycznych to specyficzni odbiorcy, do których władze sektora opieki zdrowotnej mogą dotrzeć, korzystając z różnych kanałów komunikacji. Niezwykle ważne jest, aby uczyć studentów medycyny i innych zawodów medycznych o tym, jakie korzyści i ryzyko wynikają z badań obrazowych. Pomoże im to zrozumieć potrzebę uzasadniania wszystkich badań obrazowych, co wprowadzi kulturę uzasadnionego wykorzystywania technik obrazowania.

Dzięki skutecznej strategii informowania o ryzyku samorządy i stowarzyszenia zawodowe oraz inne organizacje (np. organizacje pacjentów) mogą opowiadać się za tym, aby w przypadku dzieci wszystkie badania obrazowe były uzasadniane i była wdrażana strategia redukcji dawki. Władze sektora ochrony zdrowia odpowiadają za zachęcanie do optymalizacji dawki, korzystanie z rejestrów dawek w poszukiwaniu diagnostycznych poziomów referencyjnych oraz za korzystanie w medycynie z wytycznych do kierowania na badania obrazowe. Mają też możliwość edukować społeczeństwo poprzez prowadzenie skutecznych kampanii edukacyjnych i uświadamiających. Pacjenci powinni wiedzieć, że mogą i powinni pytać swoich lekarzy, dlaczego zalecono im przeprowadzenie badania obrazowego, oraz powinni unikać badań obrazowych, które nie są uzasadnione. Niezwykle ważne, aby pacjenci i ich rodziny, rozumiejąc korzyści i ryzyko, które wynikają z procedur obrazowania, nie odmawiali zgody na badania obrazowe, które są konieczne – i niepotrzebnie nie opóźniali w ten sposób zabiegu i właściwej opieki nad chorym dzieckiem.

Piśmiennictwo

- Accorsi R, Karp JS, Surti S (2010). Improved dose regimen in pediatric PET. *J Nucl Med.* 51(2):293-300.
- ACR (2015). American College of Radiology's Appropriateness Criteria® guidance for right lower quadrant pain, variant 4. (<http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/AppCriteria/Diagnostic/RightLowerQuadrantPainSuspectedAppendicitis.pdf>, accessed 26 December 2015).
- Algerban et al. (2009). In-vitro comparison of 2 cone-beam computed tomography systems and panoramic imaging for detecting simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 136(6):764.e1- 11; discussion 764-5.
- Bacher K et al. (2005). Patient-specific dose and radiation risk estimation in pediatric cardiac catheterization. *Circulation.* 111:83-89.
- Baker DP et al. (2005). The role of teamwork in the professional education of physicians: current status and assessment recommendations. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 31(4):185-202.
- Baker DP et al. (2006). Teamwork as an essential component of high-reliability organizations. *Health Serv Res.* 41(4 pt 2):1576-1598.
- BEIR (2006). Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation: BEIR VII Phase 2. Washington DC: National Academy of Sciences.
- Boice Jr JD (2015). Radiation epidemiology and recent paediatric computed tomography studies. *Ann ICRP.* 44(1):236-248.
- Bourguignon et al. (2005). Genetic and epigenetic features in radiation sensitivity. Part II: implications for clinical practice and radiation protection. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 32:351-368.
- Brenner D, Elliston C, Hall E, Berdon W (2001). Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *Am J Roentgenol.* 176:289-96.
- Brenner D (2002). Estimating cancer risks from pediatric CT: going from the qualitative to the quantitative. *Pediatr Radiol.* 32:228-231.
- Brenner D et al. (2003). Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 100(24):13761-13766.
- Brenner D, Hall EJ (2007). Computed tomography – an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med.* 357:2277-2284.
- Broder JS et al. (2007). Increasing utilization of computed tomography in the pediatric emergency department 2000-2006. *Emerg Radiol.* 14:227-232.
- Broder JS and Frush DP (2014). Content and style of radiation risk communication for pediatric patients. *J Am Coll Radiol.* 11:238-242.

- Brody AS, Frush DP, Huda W, Brent RL (2007). Radiation risk to children from computed tomography. *Pediatrics*. 120(3):677-682.
- Brody AS and Guilleman RP (2014). Don't let radiation scare trump patient care: 10 ways you can harm your patients by fear of radiation-induced cancer from diagnostic imaging. *Thorax*. 69(8):782-784.doi:10.1136/thoraxjnl-2014-205499.
- BSS (2014). International Atomic Energy Agency, Radiation protection and safety of radiation sources: International Basic Safety Standards. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, IAEA, Vienna (<http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8930/Radiation-Protection-and-Safety-of-Radiation-Sources-International-Basic-Safety-Standards>, accessed 14 January 2016).
- Butikofer R and Fluckiger EO (2011). Radiation doses along selected flight profiles during two extreme solar cosmic ray events. *Astrophys Space Sci Trans*. 7:105-109 (<http://www.astrophys-space-sci-trans.net/7/105/2011/astra-7-105-2011.pdf>, accessed 20 December 2015).
- Chodick G, Ronckers CM, Shalev V, Ron E (2007). Excess lifetime cancer mortality risk attributable to radiation exposure from computed tomography examinations in children. *Israel Medical Association Journal*. 9:584-587.
- Dauer LT et al. (2011). Fears, feelings, and facts: interactively communicating benefits and risks of medical radiation with patients. *AJR*. 196:756-761.
- Douple EB et al. (2011). Long-term radiation-related health effects in a unique human population: lessons learned from the atomic bomb survivors of Hiroshima and Nagasaki. *Disaster Med Public Health Preparedness*. 5:S122-S133.
- European Commission (2004). European guidelines on radiation protection in dental radiology - The safe use of radiographs in dental practice. Issue N° 136 of Radiation Protection. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities (<https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/136.pdf>, accessed 20 December 2015).
- European Commission (2012). Radiation Protection 172, 2012; Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology – Evidence-based guidelines. Issue N° 172 of Radiation Protection. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities (http://www.se-dentext.eu/files/radiation_protection_172.pdf, accessed 21 December 2015).
- EPA (2007). Communicating radiation risks. Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Eccles S et al. (2001). Effect of audit and feedback, and reminder messages on primary care radiology referrals: a randomised trial. *Lancet*. 357:1406-1409.
- Fahey FH, Treves ST & Adelstein SJ (2011). Minimizing and communicating radiation risk in pediatric nuclear medicine. *J Nucl Med*. 52:1240-1251. (<http://www.imagegently.org/Portals/6/Nuclear%20Medicine/Radiation%20dose%20and%20risk%20ref%202.%20J%20Nucl%20Med-2011-Fahey-1240-51%20.pdf>, accessed 15 December 2015).
- Frush DP, Applegate K (2004). Computed tomography and radiation: understanding the issues. *J Am Coll Radiol*. 1:113-119.
- Frush DP, Donnelly LF & Rosen NS (2003). Computed tomography and radiation risks: what pediatric health care providers should know. *Pediatrics*. 112:951-957.
- Galanski M, Nagel HD & Stamm G. Paediatric CT exposure practice in the Federal Republic of Germany – results of a nation-wide survey in 2005/06. (http://www.mh-hannover.de/fileadmin/kliniken/diagnostische_radiologie/download/Report_German_Paed-CT-Survey_2005_06.pdf, accessed 20 December 2015).

- Gelfand MJ, Parisi MT & Treves T (2011). Pediatric Radiopharmaceutical Administered Doses: 2010 North American Consensus Guidelines. *J Nucl Med.* 52:318-322. (http://www.image-gently.org/Portals/6/Procedures/Pediatric_dose_consensus_guidelines_Final_2010.pdf, accessed 23 December 2015).
- Guillerman RP (2014). From “Image Gently” to image intelligently: a personalized perspective on diagnostic radiation risk. *Pediatr Radiol.* 44(3):S444-S449.
- Hadley JL, Agola J & Wong P (2006). Potential impact of the American College of Radiology appropriateness criteria on CT for trauma. *AJR.* 186:937-942.
- ICRP (2001). Explanatory note: Diagnostic reference levels in medical imaging: review and additional advice. International Commission on Radiological Protection (http://www.icrp.org/docs/DRL_for_web.pdf, accessed 25 December 2015).
- ICRP (2007a). ICRP Publication 103: The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP.* 37(2-4).
- ICRP (2007b). ICRP Publication 105: Radiological protection in medicine. *Ann ICRP.* 37(6).
- ICRP (2012). ICRP Publication 118: ICRP statement on tissue reactions / early and late effects of radiation in normal tissues and organs – threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. *Ann ICRP.* 41(1/2).
- ICRP (2013a). ICRP Publication 120: Radiological protection in cardiology. *Ann ICRP.* 42(1).
- ICRP (2013b). ICRP Publication 121: Radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology. *Ann ICRP.* 42(2).
- Miller D et al. (2010). Clinical radiation management for fluoroscopically guided interventional procedures. *Radiology.* 257(2):321-332.
- Johnson JN et al. (2014). Cumulative radiation exposure and cancer risk estimation in children with heart disease. *Circulation.* 130(2):161-167 (<http://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/radiol.10091269>, accessed 26 December 2015).
- Kawamoto K et al. (2005). Improving clinical practice using clinical decision support systems: a systematic review of trials to identify features critical to success. *BMJ.* 330(7494):765.
- Lam DL et al. (2015). Communicating potential radiation-induced cancer risks from medical imaging directly to patients. *AJR.* 205:1-9. doi:10.2214/AJR.15.15057.
- Larson DB et al. (2007). Informing parents about CT radiation exposure in children: it's ok to tell them. *AJR.* 189:271-275.
- Larson DB et al. (2015). Toward large-scale process control to enable consistent CT radiation dose optimization. *AJR.* 204(5):959-66.
- Lassmann M et al. (2007). The new EANM paediatric dosage card. *Eur J Nucl Med Mol Imag.* 34(5):796-798.
- Lassmann M et al. (2008). The new EANM paediatric dosage card: additional notes with respect to F-18. *Eur J Nucl Med Mol Imag.* 34(5):796-798.
- Lassmann M et al. (2014). Paediatric radiopharmaceutical administration: harmonization of the 2007 EANM paediatric dosage card (version 1.5.2008) and the 2010 North American consensus guidelines. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 41(5):1036-1041.
- Lau L & Ng KH, eds. (2014). Radiological safety and quality – paradigms in leadership and innovation. London: Springer.
- Levetown M (2008). Communicating with children and families: from everyday interaction to skill in conveying distressing information. *Pediatrics.* 121(5):e1441-1460.

- Lee C et al. (2004). Diagnostic CT scans: assessment of patient, physician, and radiologist awareness of radiation dose and possible risks. *Radiology*. 231(2):393-398.
- Linton OW & Mettler FA (2003). National conference on dose reduction in CT, with emphasis on pediatric patients. *AJR*. 181:321-329 (<http://imaging.cancer.gov/programmesandresources/reportsandpublications/NationalConferenceonDoseReductioninCT>, accessed 22 December 2015).
- Lonelly LF et al. (2008). IRQN Award Paper: Operational rounds: a practical administrative process to improve safety and clinical services in radiology. *J Am Coll Radiol*. (5)11:1142-1149.
- Lonelly LF et al. (2009). Improving patient safety: effects of a safety program on performance and culture in a department of radiology. *AJR*. 193:165-171.
- Matthews JD et al. (2013). Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ*. 346:f2360 (<http://www.bmj.com/content/346/bmj.f2360>, accessed 27 December 2015).
- McCollough CH, Bushberg JT, Fletcher JG, Eckel LJ (2015). Answers to common questions about the use and safety of CT scans. *Mayo Clin Proc*. 90(10):1380-1392.
- Mettler FA Jr, Wiest PW, Locken JA, Kelsey CA (2000). CT scanning: patterns of use and dose. *J Radiol Prot*. 20:353-359.
- Mettler FA Jr, Huda W, Yoshizumi TT, Mahesh M (2008). Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalogue. *Radiology*. 248(1):254-263.
- Michie S & Johnston M (2004). Changing clinical behaviour by making guidelines specific. *BMJ*. 328:343-345.
- Miglioretti DL et al. (2013). The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. *JAMA Pediatrics*. 167(8):700-707. doi:10.1001/jamapediatrics.2013.311 (<http://archpedi.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=1696279>, accessed 22 December 2015).
- Muhogora WE et al. (2010). Paediatric CT examinations in 19 developing countries: frequency and radiation dose. *Radiation Protection Dosimetry*. 140(1):49-58.
- Mulkens TH et al. (2005). Comparison of effective doses for low-dose MDCT and radiographic examination of sinuses in children. *AJR*. 184:1611-1618.
- NCRP (2003). Report 145: Radiation protection in dentistry. Bethesda: National Council on Radiation Protection and Measurements.
- NCRP (2009). Report 160: Ionizing radiation exposure of the population of the United States. Bethesda: National Council on Radiation Protection and Measurements.
- NCRP (2011). Report 168: Radiation dose management for fluoroscopically-guided interventional medical procedures. Bethesda: National Council on Radiation Protection and Measurements.
- NHS (2000). An organisation with a memory – Report of an expert group on learning from adverse events in the NHS. London: Department of Health.
- Oakeshott P, Kerry SM, Williams JE (1994). Randomized controlled trial of the effect of the Royal College of Radiologists' guidelines on general practitioners' referrals for radiographic examination. *Br J Gen Pract*. 44(382):197-200.
- Oikarinen H, Meriläinen S, Pääkkö E, Karttunen A, Nieminen MT, Tervonen O (2009). Unjustified CT examinations in young patients. *Eur Radiol*. 19:1161-1165 (<http://link.springer.com/article/10.1007/s00330-008-1256-7#page-1>, accessed 14 January 2016).

- Pearce M et al. (2012). Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet*. 380(9840):499- 505 ([http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60815-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60815-0), accessed 21 December 2015).
- Perez MR (2015). Referral criteria and clinical decision support: radiological protection aspects for justification. *Ann ICRP*. 44(1):276-287.
- Picano E (2004). Informed consent and communication of risk from radiological and nuclear medicine examinations: how to escape from a communication inferno. *BMJ*. 329(7470):849-851.
- Raja AS et al. (2012). Effect of computerized clinical decision support on the use and yield of CT pulmonary angiography in the emergency department. *Radiology*. 262(2):468-74 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3267081/>, accessed 19 December 2015).
- RCR (1993). Royal College of Radiologists Working Party. Influence of Royal College of Radiologists' guidelines on referral from general practice. *BMJ*. 306(6870):110-1 ([http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8435606?ordinalpos=1&itool=EntrezSyst...\\$=relatedarticles&logdb-from=pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8435606?ordinalpos=1&itool=EntrezSyst...$=relatedarticles&logdb-from=pubmed), accessed 25 December 2015).
- RCR (1994). Royal College of Radiologists' guidelines on general practitioners' referrals for radiographic examination. *Br J Gen Pract*. 44(386):427-8 (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=1238864&blobtype=pdf>, accessed 23 December 2015).
- RCR (2012). The Royal College of Radiologists. iRefer: making the best use of clinical radiology, 7th edition. London: The Royal College of Radiologists (<http://www.rcr.ac.uk/content.aspx?PageID=995>, accessed 23 December 2015).
- Rehani M & Frush DP (2010). Tracking radiation exposure of patients. *Lancet*. 376(9743):754-755.
- Rehani M & Frush DP (2011). Patient exposure tracking: the IAEA smart card project. *Radiat Prot Dosimetry*. 147:314-316.
- Rehani M, Frush DP, Berris T, Einstein AJ (2012). Patient radiation exposure tracking: worldwide programs and needs—results from the first IAEA survey. *Eur J Radiology*. 81(10):968-976.
- Riccabona M (2006). Modern paediatric ultrasound: potential applications and clinical significance. A review. *Clinical Imaging*. 30(2):77-86.
- Sandman P (1993). Responding to community outrage: strategies for effective risk communication. Falls Church (VA): American Industrial Hygiene Association (<http://psandman.com/media/RespondingtoCommunityOutrage.pdf>, accessed 25 January 2016).
- Sally G and Donaldson LJ (1998). The NHS's 50 anniversary. Clinical governance and the drive for quality improvement in the new NHS in England. *BMJ*. 317(7150):61-5.
- Seuri R et al. (2013). How Tracking Radiologic Procedures and Dose Helps: Experience From Finland. *AJR*. 200(4):771-775.
- Shenoy-Bhangle A, Nimkin K, Gee MS (2010). Pediatric imaging: current and emerging techniques. *J Postgrad Med*. 56(2):98-102.
- Sidhu M. et al. (2010). Radiation safety in pediatric interventional radiology. *Tech Vasc Inter Radiol*. 13:158-166.doi: 10.1053/j.tvir.2010.03.004.
- Sistrom CL, Dang PA, Weilburg JB, Dreyer KJ, Rosenthal DI, Thrall JH (2009). Effect of computerized order entry with integrated decision support on the growth of outpatient procedure volumes: seven-year time series analysis. *Radiology*. 251(1):147-155. (<http://pubs.rsna.org/doi/abs/10.1148/radiol.2511081174>, accessed 23 December 2015).

- Sistrom CL, Weilburg JB, Rosenthal DI, Dreyer KJ, Thrall JH (2014). Use of imaging appropriateness criteria for decision support during radiology order entry: the MGH experience. In: Lau L and Ng KH, eds. Radiological safety and quality – Paradigms in leadership and innovation. London: Springer.
- Smans K et al. (2008). Calculation of organ doses in x-ray examinations of premature babies. *Med Phys*. 35(2):556-68.
- Sokol DK (2013). “First do no harm” revisited. *BMJ*. 347:f6426. doi:http://dx.doi.org/10.1136/bmj.f6426.
- Strauss KJ et al. (2010). Image Gently: ten steps you can take to optimize image quality and lower CT dose for pediatric patients. *AJR*. 194:868-873.
- Strauss KJ, Frush DP and Goske MJ (2015). Image Gently campaign: making a world of difference. *Medical Physics International Journal* 3(2) (<http://mpijournal.org/pdf/2015-02/MPI-2015-02-p094.pdf>, accessed 8 February 2016).
- Swanick CW et al. (2013). Comparison of Conventional and Simulated Reduced–Tube Current MDCT for Evaluation of Suspected Appendicitis in the Pediatric Population. *AJR Am J Roentgenol*. 201(3): 651–658.
- Tsapaki V et al. (2009). Radiation exposure to patients during interventional procedures in 20 countries: initial IAEA project results. *AJR*. 193(2):559-569. doi: 10.2214/AJR.08.2115.
- Thomas KE et al. (2006). Assessment of radiation dose awareness among paediatricians. *Pediatric Radiology*. 36(8):823-832.
- Thornton RH et al. (2015). Patient perspectives and preferences for communication of medical imaging risks in a cancer care setting. *Radiology*. 275(2):545-52.
- Uffmann M & Schaefer-Prokop C (2009). Digital radiography: the balance between image quality and required radiation dose. *Eur J Radiol*. 72:202-208.
- UNSCEAR (2000). Sources and effects of ionizing radiation. Volume I: Sources. UNSCEAR 2000 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. New York: United Nations.
- UNSCEAR (2008). UNSCEAR 2006 Report. Effects of ionizing radiation. Volume I: Report to the General Assembly, Scientific Annexes A and B. UNSCEAR 2006 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. New York: United Nations.
- UNSCEAR (2010). UNSCEAR 2008 Report. Sources and effects of ionizing radiation. Volume I: Sources: Report to the General Assembly, Scientific Annexes A and B. UNSCEAR 2008 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. New York: United Nations.
- UNSCEAR (2013). UNSCEAR 2013 Report. Sources, effects and risks of ionizing radiation. Volume II: Scientific Annex B: Effects of radiation exposure of children. UNSCEAR 2013 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. New York: United Nations.
- Vassileva J et al. (2012). IAEA survey of pediatric CT practice in 40 countries in Asia, Europe, Latin America, and Africa: Part 1, frequency and appropriateness. *AJR*. 198(5):1021-1031. doi:10.2214/AJR.11.7273.
- WHO (2006). Quality of care – a process for making strategic choices in health systems. Geneva: World Health Organization.
- WHO (2015a). World Health Statistics. Luxembourg: World Health Organization.

WHO (2015b). Tracking universal health coverage: first global monitoring report. Geneva: World Health Organization.

Zou L et al. (2011). Medical students' preferences in radiology education a comparison between the Socratic and didactic methods utilizing PowerPoint features in radiology education. Acad Radiol. 18(2):253-6.doi: 10.1016/j.acra.2010.09.005.

Załączniki

Załącznik A. Objasnienia skróto

Załącznik B. Słownik

Załącznik C. Dodatkowe źródła

Załącznik A.

Objaśnienie skrótów

ALARA	tak nisko jak to tylko rozsądnie osiągalne
BSS	podstawowe normy bezpieczeństwa
CBCT	tomografia komputerowa wiązki stożkowej
CDS	wspomaganie decyzji klinicznych
CR	radiografia cyfrowa pośrednia
CT	tomografia komputerowa
CUM	cystouretrografia mikcyjna
DIP	ścieżki obrazowania diagnostycznego
DITTA	Diagnostic Imaging, Healthcare IT and Radiation Therapy Trade Association
DPS	liczba rozpadów na sekundę
DR	radiografia cyfrowa bezpośrednia
DRL	diagnostyczny poziom referencyjny
DRR	diagnostyczny zakres referencyjny
FDG	fluorodeoksyglukoza
ICNIRP	Międzynarodowa Komisja ds. Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym
ICRP	Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej
IOMP	Międzynarodowa Organizacja Fizyki Medycznej
ISR	Międzynarodowe Towarzystwo Radiologiczne
ISRRT	Międzynarodowe Stowarzyszenie Elektroradiologów i Techników Elektroradiologii
LAR	ryzyko przypisane w całym okresie życia
LBR	ryzyko podstawowe w całym okresie życia
LNT	model liniowy bezprogowy
MRI	rezonans magnetyczny
MSCT	wielorzędowa tomografia komputerowa
ONZ	Organizacja Narodów Zjednoczonych
PA	projekcja tylna-przednia
PET	pozytonowa tomografia emisyjna
PFPS	inicjatywa WHO „Pacjenci na Rzecz Bezpieczeństwa Pacjentów”
RCR	Królewskie Towarzystwo Radiologów
RMP	lekarz radiolog
SPECT	komputerowa tomografia emisyjna pojedynczego fotonu
UNICEF	Fundusz Narodów Zjednoczonych na Rzecz Dzieci
UNSCEAR	Komitety Naukowy ONZ ds. Skutków Promieniowania Atomowego
USG	ultrasonografia
WFUMB	Europejska Federacja Towarzystw Ultrasonograficznych w Medycynie i Biologii
WHO	Światowa Organizacja Zdrowia
WONCA	Światowa Organizacja Lekarzy Rodzinnych

Załącznik B.

Słownik

W niniejszym dokumencie występują terminy, których powszechnie używa się w ochronie radiologicznej, a które niekoniecznie znane są pracownikom ochrony zdrowia. Niektóre z nich zamieszczono w słowniku, aby Czytelnik mógł poznać ich znaczenie w kontekście tego dokumentu. Definicje innych ważnych terminów podane są w innych publikacjach, takich jak BSS (2014) cytowane w raporcie oraz:

- WHO (2009). Conceptual framework for the international classification for patient safety. Geneva: World Health Organization (<https://www.who.int/publications/i/item/WHO-IER-PSP-2010.2>, dostęp: 12 maja 2025).
- IAEA (2007). IAEA safety glossary. Terminology used in nuclear safety and radiation protection. Vienna: International Atomic Energy Agency (<https://www.iaea.org/publications/11098/iaea-safety-glossary-2018-edition>, dostęp: 12 maja 2025).

Bekere / Becquerel: jednostka aktywności w Międzynarodowym Układzie Jednostek Miar (SI) równa jednemu rozpadowi na sekundę.

Dawka / dose: termin ogólny oznaczający ilość promieniowania lub energii pochłoniętej przez obiekt docelowy. Powiązane terminy: dawka pochłonięta, dawka obciążająca, dawka szacowana, dawka skuteczna (efektywna).

Dawka graniczna / dose limit: w sytuacjach narażenia planowanego jest to wartość indywidualnej dawki skutecznej (efektywnej) lub dawki równoważnej, która nie może zostać przekroczona. Dawki graniczne mają zastosowanie do narażenia pracowników i ogółu ludności, a nie do ekspozycji medycznych.

Dawka obciążająca / committed dose: dawka spodziewana w ciągu życia w wyniku wniknięcia substancji promieniotwórczej (np. po ekspozycji wewnętrznej).

Dawka pochłonięta / absorbed dose: średnia energia przekazana przez promieniowanie jonizujące napromieniowanemu ośrodkowi na jednostkę masy tego ośrodka.

Dawka równoważna / equivalent dose: dawka pochłonięta uśredniona w tkance lub narządzie, do której zastosowano czynnik wagowy promieniowania, różniący się zależnie od rodzaju promieniowania i powiązany z gęstością jonizacji.

Dawka skuteczna (efektywna) / effective dose: suma iloczynów dawki pochłoniętej przez każdy narząd, pomnożonej przez czynnik wagowy promieniowania i czynnik wagowy tkanki, która uwzględnia promieniowrażliwość tkanek i narządów. Termin powiązany: dawka pochłonięta.

Dawka szacowana / dose estimate: reprezentatywna wartość dawki otrzymanej w czasie konkretnej ekspozycji. Są to przybliżone obliczenia typowych wartości, a nie wyliczenie rzeczywistych dawek (np. dawka szacunkowa, jaką otrzyma pacjent dla różnych procedur obrazowania medycznego). Patrz też: dawka.

Dawka w narządzie / organ dose: średnia dawka pochłonięta w określonej tkance lub narządzie ciała ludzkiego. Czasami zwana dawką w tkance.

Dziecko / child: na potrzeby tego dokumentu osoba poniżej 18. roku życia. Na gruncie prawa i praw człowieka UNICEF definiuje dziecko jako osobę poniżej 18. roku życia, chyba że prawo danego kraju ustala wiek dorosłości na niższym poziomie.

Efektywny okres połowicznego rozpadu / effective half-life (patrz też czas połowicznego rozpadu): czas, po jakim aktywność radionuklidu w organizmie maleje o połowę w wyniku odpowiednich procesów (np. rozpadu promieniotwórczego, biologicznego okresu połowicznego zaniku). Fizyczny okres połowicznego zaniku to czas wymagany, aby aktywność danego radionuklidu spadła o połowę na skutek procesu rozpadu promieniotwórczego. Biologiczny okres połowicznego zaniku to czas potrzebny, aby ilość materiału promieniotwórczego w danej tkance, narządzie lub części ciała zmalała o połowę na skutek procesów biologicznych.

Ekspozycja / exposure: patrz narażenie

Elektroradiolog / radiographer: patrz technik elektroradiologii

Fizyk medyczny / medical physicist: pracująca w sektorze ochrony zdrowia osoba ze specjalistycznym wykształceniem i przeszkoleniem w zakresie zagadnień i technik stosowania fizyki w medycynie, która ma kompetencje do wykonywania samodzielnej praktyki w jednej lub kilku poddziedzinach (specjalnościach) fizyki medycznej (np. radiologia diagnostyczna, radioterapia, medycyna nuklearna).

Karcynogen, czynnik rakotwórczy / carcinogen: czynnik fizyczny, chemiczny lub biologiczny, który przyczynia się do rozwoju choroby nowotworowej.

Kierujący na badanie / referrer: nazywany też „lekarzem kierującym”. Pracownik sektora ochrony zdrowia, który zgodnie z wymogami krajowymi może kierować osoby do lekarza radiologa w celu wykonania procedury medycznej z wykorzystaniem promieniowania jonizującego (tzn. medycznej radiologicznej procedury diagnostycznej lub terapeutycznej).

Lekarz internista (ogólny) / general practitioner: internista/lekarz specjalista w zakresie medycyny rodzinnej świadczący usługi w zakresie podstawowej opieki zdrowotnej. Patrz też lekarz rodzinny.

Lekarz medycyny nuklearnej / nuclear medicine physician: lekarz, który używa materiałów promieniotwórczych, zwanych radiofarmaceutykami, do uzyskiwania obrazów narządów ciała lub leczenia choroby.

Lekarz radiolog / radiological medical practitioner: pracownik ochrony zdrowia mający specjalistyczne wykształcenie i przeszkolenie w zakresie stosowania promieniowania w medycynie, który ma kompetencje do samodzielnego wykonania lub nadzorowania procedur związanych z ekspozycją medyczną w zakresie danej specjalizacji (np. radiologii, radioterapii, medycynie nuklearnej, stomatologii, kardiologii, itd.).

Lekarz rodzinny / family physician: internista/lekarz medycyny rodzinnej świadczący usługi w zakresie podstawowej opieki zdrowotnej. Patrz też lekarz internista.

Moc dawki / dose rate: dawka podana na jednostkę czasu.

Model liniowy bezprogowy / linear no-threshold model: model ryzyka, który zakłada, że dla każdego poziomu dawki skutki zdrowotne są wprost proporcjonalne do dawki (tj. liniowa zależność dawka—odpowiedź), bez żadnego progu, poniżej którego takie skutki nie są spodziewane.

Model ryzyka / risk model: funkcja matematyczna, która pozwala na obliczenie wielkości ryzyka, które wiąże się z daną ekspozycją.

Modelowanie (modelowanie ryzyka) / modelling (risk modelling): zależności ilościowe określone za pomocą funkcji matematycznych, które służą do obliczania ryzyka związanego z szacowanym narażeniem.

Narażenie wewnętrzne / internal exposure: patrz narażenie (ekspozycja)

Narażenie zewnętrzne / external exposure: patrz narażenie (ekspozycja)

Narażenie / exposure: stan lub sytuacja, w której organizm jest poddany napromieniowaniu ze źródła znajdującego się na zewnątrz ciała (tj. narażenie zewnętrzne) lub wewnątrz ciała (tj. narażenie wewnętrzne).

Naturalne promieniowanie tła / natural background radiation: ilość promieniowania ze źródeł naturalnych, na jakie narażona jest populacja, takich jak promieniowanie pochodzące od radionuklidów, które naturalnie występują w glebie, i promieniowanie kosmiczne pochodzące z przestrzeni kosmicznej.

Nowotwory lite / solid cancers: nowotwory powstające w narządach litych, inne niż nowotwory krwi takie jak białaczka.

Nowotwór / cancer: grupa chorób, które charakteryzują się niekontrolowanym podziałem (wzrostem) nieprawidłowych komórek.

Ocena dawki / dose assessment: ocena dawki/ek dla danej osoby lub grupy osób.

Okres połowicznego rozpadu / half-life (patrz też efektywny okres połowicznego rozpadu): czas potrzebny, aby ilość danego materiału (np. radionuklidu) znajdującego się w danym miejscu spadła o połowę na skutek procesu lub procesów, które zachodzą według modeli wykładniczych podobnych do rozpadu promieniotwórczego.

Opiekunowie / caregivers: osoby, które chętnie i dobrowolnie pomagają w opiece (poza swoją pracą zawodową) nad pacjentami, którzy poddawani są medycznemu procedurom radiologicznym, a także ich wspierają i im towarzyszą; zwane również „osobami towarzyszącymi”.

Ostra ekspozycja / acute exposure: ekspozycja, do której dochodzi w czasie stosunkowo krótkim w porównaniu z długością życia osoby lub organizmu. Zwykle jest to jedna ekspozycja lub dawka, którą ludzie otrzymają w ciągu 24 godzin lub krótszym czasie.

Ostre skutki / acute effects: niekorzystne skutki, które występują w krótkim czasie (od minut do kilku dni) po ekspozycji.

Oszacowanie ryzyka rozwoju nowotworu / cancer risk estimate: prawdopodobieństwo rozwoju nowotworu na skutek ekspozycji na promieniowanie w określonym czasie.

Pediatra / paediatrician: lekarz, który zajmuje się fizycznym, behawioralnym i psychicznym zdrowiem dzieci od momentu urodzenia do 18. roku życia, jako specjalista z zakresu podstawowej opieki zdrowotnej dzieci. Niektórzy lekarze specjalizują się w wielu dziedzinach pediatrii (np. kardiolog dziecięcy, neurolog dziecięcy, chirurg dziecięcy itd.). Radiologia dziecięca jest specjalizacją w ramach radiologii.

Pediatryczny / paediatric: dotyczący dzieci (tj. pacjentów w wieku poniżej 18 lat).

Procedura / procedure: w kontekście tego dokumentu termin ten stosuje się do opisu badania diagnostycznego lub zabiegu pod kontrolą obrazu.

Promieniowanie / radiation: energia, która przemieszcza się w ośrodku. Na potrzeby niniejszego dokumentu termin ten oznacza promieniowanie jonizujące. Promieniowanie używane w obrazowaniu medycznym to promieniowanie elektromagnetyczne, które przemieszcza się w „porcjach” o pewnej minimalnej wielkości zwanej kwantem energii lub fotonem. Fotony charakteryzują się długością fali i energią – im krótsza długość fali, tym większa energia fotonu. Patrz też promieniowanie jonizujące i promieniowanie niejonizujące.

Promieniowanie jonizujące / ionizing radiation: promieniowanie, którego energia jest na tyle wysoka, że powoduje oderwanie elektronu od atomu i w ten sposób doprowadza do tworzenia par jonów w materiale/lach biologicznym/ych. Przykładem jest promieniowanie rentgenowskie generowane przez urządzenia, których używa się do wykonywania badań RTG lub CT.

Promieniowanie niejonizujące / non-ionizing radiation: fale elektromagnetyczne, które nie mają wystarczającej energii, aby wywołać jonizację atomów lub cząsteczek. Przykładem zastosowania promieniowania niejonizującego w medycynie jest ultrasonografia (USG), w której wykorzystuje się fale dźwiękowe, i rezonans magnetyczny (MRI), w którym wykorzystuje się kombinację silnych pól magnetycznych, fal radiowych i gradientów pola magnetycznego.

Próg (lub „dawka progowa”) / threshold (threshold dose): minimalna pochłonięta dawka promieniowania, która spowoduje wykrywalny poziom jakiegokolwiek skutku.

Radioaktywność (zwana także „aktywnością”) / radioactivity (activity): właściwość jąder niestabilnych atomów do spontanicznego uwalniania energii w postaci fotonów (np. promieniowania gamma) lub cząstek subatomowych (np. cząstek alfa lub beta). Ilość radioaktywności zdefiniowana jest jako średnia liczba rozpadów na jednostkę czasu. Jednostka aktywności w Międzynarodowym Układzie Jednostek Miar to odwrotność sekundy (s^{-1}), zwana bekerelem (Bq).

Radiofarmaceuta / radiopharmacist: pracownik sektora ochrony zdrowia mający specjalistyczne wykształcenie w zakresie radiofarmacji, który ma kompetencje w zakresie przygotowywania i podawania radiofarmaceutyków stosowanych w celu diagnostyki medycznej i terapii.

Radiofarmaceutyki / radiopharmaceuticals: cząsteczki lub związki chemiczne dołączone do niewielkiej ilości izotopu promieniotwórczego, które po podaniu pacjentowi mają zdolność do specyficznej lokalizacji w narządach i/lub układach narządów.

Radionuklid / radionuclide: radioaktywna odmiana atomu o charakterystycznej budowie jądra.

Radioznacznik / radiotracer: izotop promieniotwórczy, który zastępuje stabilny pierwiastek chemiczny w związku (określany jako radioznakowany), aby można było śledzić go za pomocą detektora promieniowania; stosowany zwłaszcza w medycynie nuklearnej.

Reakcje tkanek / tissue reactions: patrz skutki deterministyczne

Rodzina / family: rodzice lub inni krewni zaangażowani w opiekę nad dzieckiem (patrz opiece nowie).

Ryzyko / risk: prawdopodobieństwo wystąpienia szkodliwych konsekwencji związanych z ekspozycją lub potencjalną ekspozycją. Na potrzeby niniejszego dokumentu termin używany jest do określenia ryzyka dla zdrowia, wynikających z ekspozycji na promieniowanie w obrazowaniu medycznym. Obejmuje rozpoznane ryzyka (np. procedury wysokodawkowe), a także ryzyka potencjalne (np. przeważająca większość procedur diagnostyki obrazowej).

Ryzyko podstawowe w całym okresie życia (LBR) / lifetime baseline risk: prawdopodobieństwo wystąpienia konkretnej choroby w ciągu całego życia, przy braku narażenia na promieniowanie.

Ryzyko przypisane w całym okresie życia (LAR) / lifetime attributable risk: prawdopodobieństwo przedwczesnego wystąpienia choroby nowotworowej, którą można przypisać narażeniu na promieniowanie u reprezentatywnego przedstawiciela populacji.

Ryzyko zdrowotne / health risk: prawdopodobieństwo wystąpienia skutków zdrowotnych w określonych okolicznościach lub na skutek ekspozycji na dane zagrożenie (np. promieniowanie).

Siwert / Sievert: jednostka dawki równoważnej i dawki skutecznej, równa 1 J/kg, w Międzynarodowym Układzie Jednostek Miar.

Skutki deterministyczne / deterministic effects: skutki zdrowotne, których nasilenie zależy od dawki, a które typowo pojawiają się tylko wtedy, gdy przekroczony zostaje pewien poziom dawki (próg). Skutki deterministyczne często nazywane są „reakcjami tkanek” lub skutkami niestochastycznymi.

Skutki długoterminowe / long-term effects: niekorzystne skutki, które mogą pojawić się w długim okresie po ekspozycji (od kilku lat do końca życia).

Skutki późne / late effects: skutki promieniowania, które pojawiają się po okresie bezobjawowym trwającym od kilku miesięcy do wielu lat.

Skutki stochastyczne / stochastic effect: niekorzystne skutki promieniowania jonizującego spowodowane uszkodzeniem pojedynczej komórki, co może doprowadzić do podwyższonego

ryzyka rozwoju choroby przez długi czas po ekspozycji. Są to skutki probabilistyczne, obejmują nowotwory i skutki genetyczne. Przy niskich dawkach ryzyko promieniowania to przede wszystkim skutki stochastyczne, w szczególności nowotwory.

Skutki zdrowotne / health effects: zmiany w stanie zdrowia jednostki lub populacji, które można stwierdzić metodami diagnostycznymi lub epidemiologicznymi.

Świadczeniodawcy / providers: w kontekście tego dokumentu termin ten odnosi się do podmiotów świadczących opiekę zdrowotną. Przykładem takich świadczeniodawców są lekarze, asystenci medyczni, elektoradiolodzy, technicy, fizycy medyczni, specjaliści w dziedzinie osteopatii, podologii, dentyści, chiropraktycy, psychologowie, optometryści i pielęgniarki.

Technik elektoradiologii / radiological technologists: pracownik sektora ochrony zdrowia, który wykonuje diagnostyczne badania obrazowe, uczestniczy w procedurach interwencyjnych (zabiegach) pod kontrolą obrazu i/lub wykonuje procedury z zakresu radioterapii.

Utajenie / latency: czas między ekspozycją na potencjalne zagrożenie (np. promieniowanie) a pojawieniem się związanego z nim skutku zdrowotnego.

Wiek w momencie narażenia / age-at-exposure: wiek osoby w czasie, kiedy dochodzi do ekspozycji na promieniowanie. Modele ryzyka rozwoju nowotworu, skonstruowane na podstawie danych epidemiologicznych dla ludzi, przewidują, że ryzyko jego rozwoju jest większe w przypadku ekspozycji, które miały miejsce w młodszym wieku, niż u osób starszych.

Współczynniki dawki / dose coefficients: czynniki używane do przeliczenia ilości wprowadzonych substancji promieniotwórczych (wniknięcia radionuklidu) na dawkę w tkankach lub narządach, lub dawkę w całym ciele. Te czynniki (zwane również „czynniki konwersji dawki”) mogą zależeć od radionuklidu, drogi wprowadzenia (np. inhalacja, połyknięcie), związku chemicznego i wieku osoby. Zwykle wyrażane jako dawka na jednostkę wniknięcia, tj. siwerty na bekerel (Sv/Bq).

Zagrożenie / hazard: rodzaj i charakter niekorzystnych skutków wywołanych przez dany czynnik, jego nieodłączna zdolność do powodowania szkody w organizmie, układzie lub populacji. Identyfikacja zagrożenia to pierwszy krok w procesie oceny ryzyka.

Zależność dawka–odpowiedź / dose–response relationship: zależność między wielkością dawki a biologiczną reakcją organizmu, układu lub populacji. Termin powiązany: zależność dawka–skutek.

Zdrowie / health: stan pełnego fizycznego, umysłowego i społecznego dobrostanu, a nie tylko brak choroby lub niepełnosprawności (definicja podana w Konstytucji WHO).

Źródło / source: wszystko, co może spowodować narażenie na promieniowanie poprzez emisję promieniowania jonizującego albo uwolnienie substancji lub materiałów promieniotwórczych oraz, z punktu widzenia ochrony i bezpieczeństwa, może być traktowane jako pojedynczy element.

Załącznik C.

Dodatkowe źródła

Rozdział 1

Jednostki promieniowania, źródła ekspozycji na promieniowanie

Międzynarodowa Komisja ds. Jednostek Promieniowania i Pomiarów (ICRU – International Commission on Radiation Units & Measurements)

<http://www.icru.org/>

Australijska Agencja Ochrony Radiologicznej i Bezpieczeństwa Jądrowego (ARPANSA – Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency)

<http://www.arpansa.gov.au/radiationprotection/basics/units.cfm>

Kanadyjskie Centrum Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (CCOHS – Canadian Centre for Occupational Health and Safety)

http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/ionizing.html

Public Health England – porównywanie dawek

<https://www.gov.uk/government/publications/ionising-radiation-dose-comparisons/ionising-radiation-dose-comparisons>

Amerykańskie Centra Kontroli i Zapobiegania Chorobom (CDC – US Centers for Disease Control) – słownik promieniowania jonizującego

<https://www.cdc.gov/radiation-emergencies/glossary/index.html>

Towarzystwo Fizyki Zdrowia (HPS – Health Physics Society)

<https://hps.org/publicinformation/ate/faqs/radiationdoses.html>

<http://hps.org/publicinformation/ate/faqs/radiation.html>

Departament Zdrowia i Opieki Społecznej Stanów Zjednoczonych (US Department of Health & Human Services)

<https://www.hhs.gov/>

Komisja Dozoru Jądrowego Stanów Zjednoczonych (NRC – US Nuclear Regulatory Commission)

<http://www.nrc.gov/about-nrc/radiation/health-effects/measuring-radiation.html>

Agencja Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych (EPA – United States Environmental Protection Agency)

<http://www.epa.gov/radiation>

Dawki promieniowania i ryzyko w procedurach obrazowania dzieci

Kampania Image Gently

<http://www.imagegently.org/>

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (IAEA – International Atomic Energy Agency) – strona poświęcona ochronie radiologicznej pacjentów (RPoP – Radiation Protection of Patients)

<https://rpop.iaea.org/>

Amerykańskie Kolegium Radiologii (ACR – American College of Radiology) i Towarzystwo Radiologiczne Ameryki Północnej (RSNA – Radiological Society of North American) – strona informacyjna

<https://www.acr.org/Clinical-Resources/Clinical-Tools-and-Reference/Appropriateness-Criteria>

Narodowy Instytut Raka NIH (National Cancer Institute at the National Institutes of Health)

<http://www.cancer.gov/cancertopics/causes/radiation/radiation-risks-pediatric-CT>

Królewskie Towarzystwo Radiologów Australii i Nowej Zelandii (RAN-ZCR – The Royal Australian and New Zealand College of Radiologists) – strona informacyjna

<http://www.insideradiology.com.au>

Publikacja „Ryzyko radiacyjne dla dzieci w wyniku tomografii komputerowej”

Brody AS, Frush DP, Huda W, Brent RL (2007). Radiation risk to children from computed tomography. *Pediatrics*. 120(3):677-682.doi: 10.1542/peds.2007-1910

<https://publications.aap.org/pediatrics/article/120/3/677/71216/Radiation-Risk-to-Children-From-Computed>

Public Health England (PHE) – Informacje o narażeniu medycznym

<https://www.gov.uk/government/collections/medical-radiation-uses-dose-measurements-and-safety-advice>

Rozdział 2

Uzasadnienie, trafność, wytyczne do kierowania na badania

Amerykańskie Towarzystwo Radiologiczne (ACR – American College of Radiology) – Appropriateness Criteria®

<https://www.acr.org/Clinical-Resources/Clinical-Tools-and-Reference/Appropriateness-Criteria>

Międzynarodowe Towarzystwo Radiologiczne (ISR – International Society of Radiology) – „Wytyczne dotyczące kierowania na diagnostykę obrazową”

<https://isradiology.org/quality-safety/publications-and-documents/who-icrqs-referral-guidelines-project-irqn-referral-guidelines-for-diagnostic-imaging/>

Królewskie Towarzystwo Radiologów (RCR – The Royal College of Radiologists) – iRefer

<https://pl.irefer.org.uk/wytyczne>

Kanadyjskie Stowarzyszenie Radiologów (CAR – Canadian Association of Radiologists) – wytyczne dotyczące kierowania na obrazowanie diagnostyczne

<http://www.car.ca/en/standards-guidelines/guidelines.aspx>

Francuskie Towarzystwo Ochrony Radiologicznej (SFR – Société Française de Radioprotection) Guide de bon usage des examens d'imagerie médicale [w jęz. francuskim]

https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/examens_imagerie_medicale_guide.pdf

Orientierungshilfe Radiologie Austrian Referral Guidelines [w jęz. niemieckim]

https://www.researchgate.net/publication/258836950_Orientierungshilfe_Radiologie_Anleitung_zum_optimalen_Einsatz_der_klinischen_Radiologie_4_Auflage_Hrsg_FFruhwald_DTscholakoff_FKainberger_KWicke_Verlagshaus_der_Arzte_GmbH_Wien_2011

Ścieżki obrazowania diagnostycznego – Australia

https://radiologyacrossborders.org/diagnostic_imaging_pathways/

Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR)

Guía de recomendaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen [w jęz. hiszpańskim]

https://aac.org.ar/imagenes/guias/guia_solic_diag_x_imagenes.pdf

Optimalizacja

Kampania Image Gently

<http://www.imagegently.org>

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (IAEA – International Atomic Energy Agency) – Strona poświęcona ochronie radiologicznej pacjentów (RPoP – Radiation Protection of Patients)

<https://rpop.iaea.org>

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (IAEA – International Atomic Energy Agency) – Ochrona przed promieniowaniem w radiologii dziecięcej (IAEA Safety Report Series 71 – Radiation Protection in Paediatric Radiology)

http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1543_web.pdf

Agencja Żywności i Leków (FDA – U.S. Food & Drug Administration) – Informacje na temat obrazowania pediatrycznego –

<https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/medical-imaging/pediatric-x-ray-imaging>

Journal of the American College of Radiology (JACR) – Optimalizacja dawki promieniowania w tomografii komputerowej: internetowe centrum zasobów dla radiologów

[https://www.jacr.org/article/S1546-1440\(13\)00182-8/abstract](https://www.jacr.org/article/S1546-1440(13)00182-8/abstract)

Kultura bezpieczeństwa radiologicznego

Bonn Call for Action – 10 działań mających na celu poprawę ochrony przed promieniowaniem w medycynie (broszura)

<https://www.who.int/docs/default-source/documents/radiation/bonn-call-for-action.pdf>

Międzynarodowe Stowarzyszenie Ochrony przed Promieniowaniem (IRPA – International Radiation Protection Association) – Główne zasady tworzenia kultury ochrony przed promieniowaniem

[https://www.irpa.net/docs/IRPA%20Guiding%20Principles%20on%20RP%20Culture%20\(2014\).pdf](https://www.irpa.net/docs/IRPA%20Guiding%20Principles%20on%20RP%20Culture%20(2014).pdf)

IRPA-IOMP-WHO projekt dotyczący kultury ochrony przed promieniowaniem

<http://www.irpa.net/page.asp?id=179>

Inicjatywa WHO „Pacjenci na Rzecz Bezpieczeństwa Pacjentów” – narzędzia edukacyjne

<https://www.who.int/initiatives/patients-for-patient-safety>

Journal of the American College of Radiology (JACR) – Optimalizacja dawki promieniowania w tomografii komputerowej: internetowe centrum zasobów dla radiologów

[https://www.jacr.org/article/S1546-1440\(13\)00182-8/abstract](https://www.jacr.org/article/S1546-1440(13)00182-8/abstract)

Rozdział 3

Dodatkowe informacje dla lekarzy i pacjentów

Strona Image Gently

<http://www.imagegently.org/>

Strona IAEA poświęcona ochronie radiologicznej pacjentów

Informacje dla pacjentów i pracowników ochrony zdrowia:

<https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/Patients/index.htm>

<https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/index.htm>

Strona RadiologyInfo dla pacjentów

<http://www.radiologyinfo.org/>

RADAR – Kalkulator dawki promieniowania dla procedur medycznych i generator zgody

<http://www.doseinfo-radar.com/RADARDoseRiskCalc.html>

FDA: Obrazowanie rentgenowskie u dzieci

<https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/medical-imaging/pediatric-x-ray-imaging>

Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (ICRP – International Commission on Radiological Protection) – „Promieniowanie a pacjent – przewodnik dla lekarzy”

http://www.icrp.org/docs/Rad_for_GP_for_web.pdf

Strona poświęcona obrazowaniu diagnostycznemu

<https://www.diagnosticimaging.com/view/communicating-radiation-risk-pediatric-patients>

INFORMOWANIE O RYZYKU WYNIKAJĄCYM Z PROMIENIOWANIA W OBRAZOWANIU DZIECI

Wykorzystanie promieniowania jonizującego w obrazowaniu dzieci pozwala ratować życie, a w wielu przypadkach zapobiega konieczności stosowania bardziej inwazyjnych procedur. Choć codziennie korzystanie z promieni X w obrazowaniu medycznym pomaga milionom pacjentów na całym świecie, nieodpowiednie stosowanie promieniowania może prowadzić do powstania niepotrzebnego i możliwego do uniknięcia ryzyka, zwłaszcza u dzieci. Potrzebne jest zrównoważone podejście, w którym uznaje się różnorodne korzyści dla zdrowia, a jednocześnie minimalizuje ryzyko zdrowotne. Pacjenci i rodziny powinni mieć możliwość rozmowy o ryzyku i korzyściach obrazowania pacjentów pediatrycznych, w czasie, miejscu i w formie, która pomaga im najlepiej zrozumieć przekazywane informacje – aby mogli wykorzystać je do podejmowania świadomych wyborów. Dokładne i skuteczne informowanie o ryzyku, które wynika z promieniowania, jest także potrzebne w relacjach między świadczącymi usługi w zakresie ochrony zdrowia, którzy kierują na radiologiczne procedury medyczne u pacjentów pediatrycznych lub je wykonują. Umożliwiając świadome podjęcie decyzji, skuteczne informowanie o ryzyku, które wiąże się z promieniowaniem, przyczynia się do zapewnienia najlepszych możliwych korzyści z obrazowania dzieci, przy najmniejszym możliwym ryzyku. Ta publikacja ma być narzędziem dla świadczących usługi medyczne, które pomoże im informować o znanych i potencjalnych ryzykach wynikających ze stosowania promieniowania w procedurach obrazowania dzieci, aby wspomóc dialog o ryzyku i korzyściach w procesie świadczenia opieki zdrowotnej dzieciom.



Krajowe Centrum Ochrony Radiologicznej
w Ochronie Zdrowia

ul. Smugowa 6, 91-433 Łódź

Polska

www.kcor.gov.pl