

Ochrona radiologiczna pacjenta w stomatologii wsparta przepisami prawa w Polsce

Radiological protection of the patient in dentistry, based on Polish legal regulations

Karolina Jezierska¹, Paulina Rotter², Magdalena Sroczyk-Jaszczyńska³

¹ Zakład Fizyki Medycznej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

² Katedra i Zakład Pielęgniarstwa, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

³ Katedra i Zakład Radiologii Ogólnej, Stomatologicznej i Zabiegowej, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

Streszczenie: Diagnostyka obrazowa z użyciem promieniowania X stanowi nieodłączny element współczesnej stomatologii i jest kluczowym narzędziem w rozpoznawaniu chorób zębów, przyzębia oraz struktur szczękowo-twarzowych. Badania radiologiczne umożliwiają wykrywanie zmian niewidocznych w badaniu klinicznym, ocenę stopnia zaawansowania choroby oraz planowanie i monitorowanie leczenia. W stomatologii najczęściej wykonywane badania obejmują zdjęcia wewnątrzustne, pantomograficzne oraz badania tomograficzne z wykorzystaniem wiązki stożkowej CBCT. Każda z tych metod charakteryzuje się innym zakresem informacji diagnostycznej, inną dawką skuteczną oraz odmiennym profilem ryzyka radiologicznego. Celem niniejszego artykułu jest omówienie zasad ochrony radiologicznej pacjenta w stomatologii z uwzględnieniem aktualnych wymagań prawnych, zaleceń międzynarodowych oraz wytycznych towarzystw naukowych. Ochrona radiologiczna pacjenta nie sprowadza się wyłącznie do redukcji dawki promieniowania ani do stosowania środków ochrony indywidualnej. Istotnym jej celem jest także zminimalizowanie narażenia, które nie będzie nadmiernie utrudniało lub uniemożliwiało uzyskanie pożądanych i uzasadnionych informacji diagnostycznych lub efektów leczniczych. Współczesna ochrona radiologiczna pacjenta w stomatologii powinna być postrzegana jako proces ciągły, integrujący wymagania prawne, zalecenia naukowe i realia codziennej praktyki klinicznej.

Słowa kluczowe: Diagnostyka rtg, stomatologia, ochrona radiologiczna, prawo energii jądrowej.

Abstract: X-ray-based diagnostic imaging is an integral part of modern dentistry and a key tool for diagnosing diseases of the teeth, periodontium, and maxillofacial structures. Radiographic examinations enable the detection of abnormalities invisible during clinical examination, the assessment of disease progression, and the planning and monitoring of treatment. The most frequently performed dental examinations include intraoral radiographs, panoramic radiographs, and CBCT scans. Each of these methods offers a different scope of diagnostic information and entails a different effective dose and radiological risk profile. This article aims to discuss the principles of patient radiation protection in dentistry, taking into account current legal requirements, international recommendations, and guidelines from scientific societies. Patient radiation protection is not limited merely to reducing radiation doses or using personal protective equipment. A key objective of it is to minimize exposure in a way that does not unduly hinder or prevent the acquisition of desired and justified diagnostic information or therapeutic outcomes. Modern patient radiation protection in dentistry should be viewed as a continuous process that integrates legal requirements, scientific recommendations, and the realities of daily clinical practice.

Keywords: X-ray diagnostics, dentistry, radiation protection, nuclear law.

Wstęp

Diagnostyka obrazowa z użyciem promieniowania X stanowi nieodłączny element współczesnej stomatologii i jest kluczowym narzędziem w rozpoznawaniu chorób zębów, przyzębia oraz struktur szczękowo-twarzowych. Badania radiologiczne umożliwiają wykrywanie zmian niewidocznych w badaniu klinicznym, ocenę stopnia zaawansowania choroby oraz planowanie i monitorowanie leczenia. Jednocześnie stomatologia jest dziedziną medycyny, w której wykonuje się jedną z największych liczb ekspozycji medycznych z użyciem promieniowania jonizującego, choć dawki jednostkowe są relatywnie niskie [1]. W wielu krajach badania radiologiczne w stomatologii stanowią znaczną część wszystkich procedur rentgenowskich – np. w Niemczech około 39% wszystkich badań rentgenowskich to badania stomatologiczne, przy czym ich udział w łącznej dawce promieniowania jest niski (około 0,3%) [2].

Niska dawka pojedynczego badania nie zwalnia jednak z obowiązku stosowania zasad ochrony radiologicznej pacjenta. Skumulowana liczba ekspozycji, powszechna dostępność aparatów rentgenowskich oraz rosnące wykorzystanie tomografii wiązki stożkowej CBCT¹ (ang. *Cone Beam Computed Tomography*) sprawiają, że zagadnienie ochrony radiologicznej w gabinecie stomatologicznym pozostaje aktualnym i istotnym problemem klinicznym. Szczególne znaczenie ma to w populacjach wrażliwych, takich jak dzieci i kobiety w ciąży.

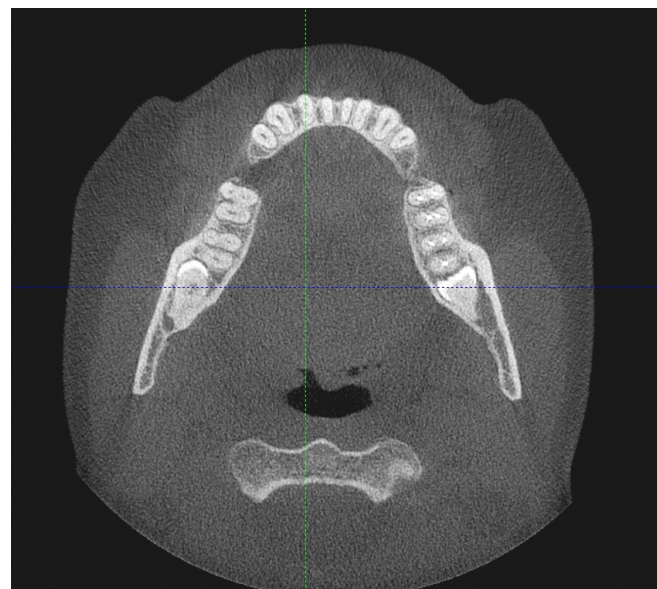
Badanie radiologiczne w stomatologii pełni funkcję uzupełniającą badanie kliniczne i nie powinny być traktowane jako procedury rutynowe. Ich głównym celem jest dostarczenie informacji diagnostycznej, której nie można uzyskać innymi metodami, z jednoczesnym zachowaniem możliwie najniższej dawki promieniowania, zapewniającej uzyskanie informacji diagnostycznej [3]. Najczęściej wykonywane badania obejmują zdjęcia wewnątrzustne (fot. 1),

pantomograficzne (fot. 2) oraz – coraz częściej – badania CBCT (fot. 3, fot. 4). Każda z tych metod charakteryzuje się innym zakresem informacji diagnostycznej, inną dawką skuteczną oraz odmiennym profilem ryzyka radiologicznego.



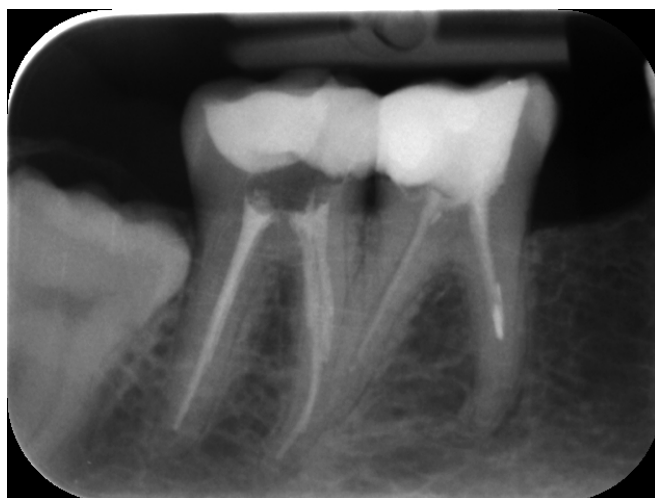
Fot. 2. Zdjęcie pantomograficzne.

Photo 2. Pantomographic image.



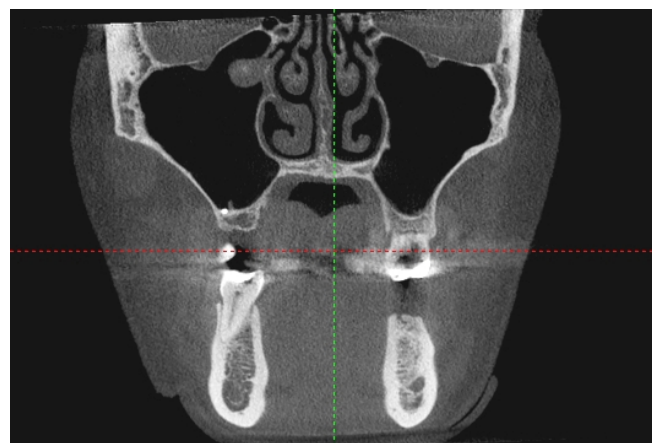
Fot. 3. Obraz z tomografii wiązki stożkowej (przykład 1).

Photo 3. Cone-beam computed tomography image (example 1).



Fot. 1. Zdjęcie wewnątrzustne.

Photo 1. Intraoral photograph.



Fot. 4. Obraz CBCT (przykład 2).

Photo 4. CBCT image (example 2).

¹ CBCT – tomografia komputerowa z wiązką w kształcie stożka, inne stosowane określenie tomografia wolumetryczna.

Właściwe wykorzystanie diagnostyki obrazowej wymaga nie tylko znajomości możliwości technicznych aparatury, ale przede wszystkim umiejętności krytycznej oceny potrzeby wykonania badania. Decyzja o ekspozycji pacjenta powinna każdorazowo wynikać z konkretnego problemu klinicznego i mieć realny wpływ na dalsze postępowanie diagnostyczno-terapeutyczne. To właśnie na etapie podejmowania decyzji o wykonaniu badania radiologicznego realizuje się najważniejszy element ochrony radiologicznej pacjenta – uzasadnienie ekspozycji, które w stomatologii ma znaczenie większe niż sama optymalizacja parametrów technicznych.

Celem niniejszego artykułu jest omówienie zasad ochrony radiologicznej pacjenta w stomatologii z uwzględnieniem aktualnych wymagań prawnych, zaleceń międzynarodowych oraz aktualnego stanowiska Europejskiego Towarzystwa Endodontycznego. Szczególny nacisk położono na uzasadnienie ekspozycji, optymalizację dawki oraz rolę kontroli jakości i audytu klinicznego. Artykuł koncentruje się na najczęściej wykonywanych procedurach obrazowania w stomatologii, takich jak radiografia wewnątrzustna, pantomograficzna oraz tomografia wiązki stożkowej (CBCT).

Polskie normy prawne

Podstawowymi aktami prawnymi dotyczącymi ochrony pacjenta podczas badania radiologicznego w gabinecie stomatologicznym są: ustawa z dnia 16 czerwca 2023 r. o prawach pacjenta i Rzeczniku Praw Pacjenta (Dz.U. poz. 1675) [4], ustawa z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodzie lekarza i lekarza dentysty (Dz.U. z 2026 r. poz. 37, 203) [5], dwa rozporządzenia Ministra Zdrowia:

- 1) z dnia 11 stycznia 2023 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz.U. 2025 poz. 1288) [3],
- 2) z dnia 8 marca 2023 r. w sprawie szczególnej ochrony niektórych kategorii osób w związku z ekspozycją medyczną w badaniach diagnostycznych, zabiegach i leczeniu (Dz.U. poz. 576) [6].

Oba akty normatywne są aktami wykonawczymi wydanymi na podstawie norm kompetencyjnych ustanowionych w ustawie z dnia 29 listopada 2000 r. – Prawo atomowe² (Dz.U. z 2026 r. poz. 1, 1097) [7]. W pierwszym z rozporządzeń określa się m.in.: warunki bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej oraz szczegółowe wymagania dla urządzeń radiologicznych oraz urządzeń pomocniczych. W drugim określa się wymagania w zakresie szczególnej ochrony w związku z ekspozycją medyczną w badaniach

diagnostycznych, zabiegach i leczeniu kobiet w wieku rozrodczym, kobiet w ciąży, kobiet karmiących piersią, osób poniżej 16. roku życia, a także opiekunów oraz osób z otoczenia i rodziny pacjentów. Rozporządzenie dotyczy wszystkich rodzajów badań diagnostycznych, w których stosowane jest promieniowanie jonizujące. Nie zawiera odrębnych przepisów dotyczących badań radiologicznych w stomatologii, co oznacza, że lekarz dentysta zobowiązany jest do stosowania ogólnych wymagań dotyczących ochrony radiologicznej pacjenta, analogicznie jak w innych dziedzinach diagnostyki obrazowej.

W Polsce przepisy prawa nie wyszczególniają zasad stosowania badania CBCT. Zalecenia w tej kwestii zawarte są w Publikacji Ochrony Radiologicznej 172 Komisji Europejskiej (zwane jako Sedentext)³ [8]. Ponadto zalecenia w zakresie stosowania CBCT są publikowane przez Towarzystwa naukowe m.in. Europejskie Towarzystwo Endodontyczne⁴ [9]. Zawierają one m.in. uzasadnienia tego badania, optymalizację ekspozycji na promieniowanie, a także określają zakres wymaganych szkoleń dla użytkowników.

Międzynarodowym źródłem prawa w Polsce jest też Dyrektywa Rady 2013/59/EURATOM z dnia 5 grudnia 2013 r. ustanawiająca podstawowe normy bezpieczeństwa w celu ochrony przed zagrożeniami wynikającymi z narażenia na działanie promieniowania jonizującego [10], transponowana do polskich przepisów rangi ustawowej.

Interpretując art. 91 Konstytucji RP, stwierdza się, że źródła prawa międzynarodowego, które wiążą Polskę, mają pierwszeństwo przed ustawą, czyli wewnętrznym źródłem prawa, jeżeli przepisy tej ustawy nie są zgodne z umową międzynarodową [11].

Źródłem prawa międzynarodowego w omawianym obszarze są więc dyrektywa, której przepisy wiążą Polskę oraz zalecenia dotyczące badania radiologicznego. Te ostatnie są dokumentami niewiązącymi, ale można je umieszczać w sferze systemu aktów prawnych i stosować jako swego rodzaju *soft law*.

Zasada ALARA i jej ewolucja

Podstawową zasadą ochrony radiologicznej pacjenta jest zasada ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), zgodnie z którą narażenie na promieniowanie jonizujące powinno być utrzymywane na możliwie najniższym poziomie, osiągalnym w danych warunkach technicznych i organizacyjnych, z uwzględnieniem czynników społecznych i ekonomicznych. Zasada ta znalazła szerokie zastosowanie w radiologii medycznej, w tym w diagnostyce stomatologicznej, i stanowi fundament obowiązujących przepisów prawnych oraz zaleceń międzynarodowych. Prawo-

² dalej ustawy.

³ SEDENTEXT (*Safety and Efficacy of a New and Emerging Dental X-ray Modality*). Projekt opracowany przez Konsorcjum SEDENTEXT, oparty na wielośrodkowej współpracy określania zasad pracy dla nowej metody obrazowania (CBCT).

⁴ European Society of Endodontology Position Statement: *Use of cone beam computed tomography in Endodontics*.

dawca stanowi o tym w § 5 ust. 1 pkt 2 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 stycznia 2023 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej [3].

W praktyce klinicznej stomatologii ściśle stosowanie zasady ALARA wyłącznie w kontekście redukcji dawki może jednak prowadzić do niepożądanych konsekwencji, takich jak pogorszenie jakości obrazu diagnostycznego i ograniczenie jego przydatności klinicznej. Zbyt agresywna redukcja parametrów ekspozycji może skutkować koniecznością powtarzania badań, co w efekcie prowadzi do zwiększenia całkowitej dawki pochłoniętej przez pacjenta i pozostaje w sprzeczności z ideą ochrony radiologicznej.

Z tego względu w ostatnich latach coraz większy nacisk kładzie się na modyfikację klasycznej zasady ALARA w kierunku podejścia bardziej zorientowanego na wartość diagnostyczną badania. W stomatologii znajduje to odzwierciedlenie w koncepcji ALADA (*As Low As Diagnostically Acceptable*), zgodnie z którą dawka promieniowania powinna być możliwie niska, ale jednocześnie wystarczająca do uzyskania obrazu o akceptowalnej wartości diagnostycznej [12, 13, 14, 15]. Podejście to podkreśla, że celem ekspozycji medycznej nie jest minimalizacja dawki sama w sobie, lecz uzyskanie informacji niezbędnej do prawidłowego rozpoznania i leczenia pacjenta.

Dalszym rozwinięciem tej filozofii jest koncepcja ALADAIP (*As Low As Diagnostically Acceptable, Indication-oriented and Patient-specific*), która uwzględnia nie tylko wartość diagnostyczną obrazu, ale również konkretne wskazanie kliniczne oraz indywidualne cechy pacjenta [16]. W tym ujęciu optymalizacja dawki nie polega na stosowaniu jednego, „uniwersalnego” protokołu badania, lecz na dostosowaniu zakresu obrazowania i parametrów ekspozycji do wieku pacjenta, budowy anatomicznej, obszaru zainteresowania oraz celu klinicznego badania. Znaczenie podejścia ALADAIP jest szczególnie istotne w stomatologii, gdzie dostępnych jest wiele metod obrazowania o zróżnicowanym zakresie informacji diagnostycznej i bardzo różnych dawkach promieniowania. Dotyczy to w szczególności tomografii wolumetrycznej CBCT, która – mimo wysokiej wartości diagnostycznej – wiąże się z istotnie większą dawką skuteczną w porównaniu do klasycznych badań wewnątrzustnych czy pantomograficznych [17]. Zastosowanie CBCT powinno być zatem ściśle ograniczone do sytuacji klinicznych, w których informacje uzyskane w badaniach dwuwymiarowych są niewystarczające [9].

W praktyce klinicznej wdrożenie zasad ALADA i ALADAIP wymaga od lekarza dentyisty nie tylko znajomości podstaw ochrony radiologicznej, lecz także umiejętności krytycznej oceny wskazań do badania oraz świadomego wyboru metody obrazowania. Optymalizacja dawki rozpoczyna się bowiem na etapie decyzji o wykonaniu

badania, a nie w momencie doboru parametrów technicznych aparatu. W tym sensie uzasadnienie ekspozycji stanowi nadrzędny element ochrony radiologicznej pacjenta w stomatologii, a zasady ALARA, ALADA i ALADA-IP powinny być traktowane jako wzajemnie uzupełniające się narzędzia wspierające racjonalne wykorzystanie diagnostyki obrazowej.

Sprzęt stosowany w diagnostyce radiologicznej w stomatologii

Sprzęt wykorzystywany w diagnostyce radiologicznej w stomatologii obejmuje urządzenia o zróżnicowanym stopniu zaawansowania technicznego, zakresie obrazowania oraz profilu narażenia radiologicznego pacjenta. Właściwy dobór, eksploatacja i kontrola jakości aparatury stanowią istotny element ochrony radiologicznej pacjenta [18].

Z punktu widzenia ochrony radiologicznej kluczowe znaczenie mają nie tylko parametry nominalne aparatu, ale również jego stan techniczny, sposób użytkowania oraz zgodność z obowiązującymi wymaganiami prawnymi zawartymi przede wszystkim w rozdziale 3 ustawy [7]. Nawet nowoczesne urządzenie, użytkowane niezgodnie z przeznaczeniem lub bez regularnej kontroli jakości, może prowadzić do nieuzasadnionego zwiększenia dawki promieniowania [19].

Jak już wspomniano, aparaty do wykonywania zdjęć wewnątrzustnych (fot. 5) stanowią podstawowe wyposażenie



Fot. 5. Aparat do wykonywania zdjęć wewnątrzustnych.
Photo 5. Intraoral imaging device.

zenie większości gabinetów stomatologicznych i są najczęściej wykorzystywanym źródłem ekspozycji pacjentów na promieniowanie jonizujące w stomatologii. Charakteryzują się one relatywnie niską dawką jednostkową oraz ograniczonym polem obrazowania, co sprzyja spełnieniu zasad optymalizacji dawki.

Nowoczesne aparaty wewnętrzne wyposażone są zazwyczaj w:

- stabilne generatory wysokiego napięcia [20],
- krótkie czasy ekspozycji [21],
- kolimację prostokątną bądź okrągłą [22],
- możliwość współpracy z cyfrowymi detektorami obrazu [23].

Zastosowanie cyfrowych systemów obrazowania umożliwia obniżenie dawki promieniowania w porównaniu z klasycznymi filmami analogowymi, jednak samo posiadanie detektora cyfrowego nie gwarantuje optymalizacji dawki. Kluczowe pozostaje właściwe dobranie parametrów ekspozycji, prawidłowe pozycjonowanie pacjenta oraz unikanie powtórzeń badań wynikających z błędów technicznych.

Radiografia panoramiczna umożliwia jednocześnie ocenę obu łuków zębowych oraz struktur szczękowo-twarzowych przy relatywnie umiarkowanej dawce promieniowania. Aparaty pantomograficzne (fot. 6) są powszechnie wykorzystywane w diagnostyce ogólnej, planowaniu leczenia protetycznego, ortodontycznego oraz chirurgicznego.

W kontekście ochrony radiologicznej istotne jest:

- stosowanie programów ekspozycji dostosowanych do wieku i budowy pacjenta,
- ograniczanie pola obrazowania do obszaru zainteresowania klinicznego,
- szczególna ostrożność w badaniach dzieci i młodzieży [24].

Niewłaściwe pozycjonowanie pacjenta w aparacie pantomograficznym jest jedną z najczęstszych przyczyn powtarzania badań, co prowadzi do niepotrzebnego zwiększenia dawki skutecznej [25]. Podkreśla to znaczenie szkolenia personelu oraz bieżącej kontroli jakości obrazu.

Tomografia wolumetryczna CBCT (fot. 6) stanowi najbardziej zaawansowaną technicznie metodę obrazowania stosowaną w stomatologii, umożliwiającą uzyskanie trójwymiarowych obrazów struktur anatomicznych o wysokiej rozdzielczości przestrzennej. Jednocześnie jest to metoda wiążąca się z istotnie wyższą dawką promieniowania w porównaniu do klasycznych badań dwuwymiarowych [26].

Dawka skuteczna w badaniach CBCT zależy od wielu czynników, w tym:

- wielkości pola obrazowania (FOV)⁵,
- parametrów ekspozycji,
- zastosowanego protokołu badania,
- konstrukcji i generacji aparatu [27].



Fot. 6. Aparat pantomograficzny.

Photo 6. Pantomographic unit.

Analizując przepisy zawarte w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 11 stycznia 2023 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej, wnioskuję się, że nie wprowadzono odrębnej kategorii urządzeń dla tomografii wolumetrycznej CBCT i radiografii pantomograficznej [3]. Z formalnego punktu widzenia aparat pantomograficzny z funkcją CBCT traktowany jest jako jedno urządzenie rentgenowskie, bez rozróżnienia poszczególnych trybów pracy. W praktyce klinicznej oba tryby obrazowania mogą być realizowane w ramach jednego urządzenia radiologicznego, wyposażonego w jedną lampę rentgenowską, posiadającą jeden numer seryjny oraz jedno zezwolenie na użytkowanie (fot. 6). Brak odrębnych regulacji prawnych dla badań CBCT i pantomograficznych nie oznacza jednak ich równoważności z punktu widzenia ochrony radiologicznej pacjenta. Badania te stanowią odmienne procedury diagnostyczne, różniące się geometrią wiązki promieniowania, sposobem akwizycji danych oraz profilem dawki promieniowania. W szczególności tomografia wolumetryczna CBCT wiąże się z istotnie wyższą dawką skuteczną w porównaniu z klasyczną radiografią panoramiczną, co wymaga każdorazowego, odrębnego uzasadnienia klinicznego oraz świadomej optymalizacji parametrów ekspozycji [28]. Tym samym, mimo wspólnej

⁵ FOV (*Field of View*) – skanowanie: z dużym polem widzenia pozwala na uzyskanie obrazów całego szkieletu czaszkowo-twarzowego; ze średnim polem widzenia obejmuje szczękę, żuchwę lub obie te struktury; z ograniczonym lub ukierunkowanym polem widzenia dostarcza obrazów o wysokiej rozdzielczości, obejmujących wybrane obszary.

infrastruktury technicznej i formalnej, decyzja o zastosowaniu CBCT powinna być traktowana jako osobna decyzja kliniczna w kontekście ochrony radiologicznej pacjenta.

Raport w sprawie zastosowania badania CBCT wydała Komisja Europejska. Jest on zawarty w publikacji Radiation Protection No 172 [8]. Ponadto Europejskie Towarzystwo Endodontyczne zajęło stanowisko w sprawie korzystania z CBCT i opublikowało wykaz zaleceń [9].

Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa odpowiedzialność za bezpieczne użytkowanie aparatury radiologicznej spoczywa na podmiocie wykonującym działalność leczniczą oraz osobach wykonujących badania. Wynika to z art. 33j ustawy. Obejmuje to nie tylko zapewnienie zgodności urządzeń z wymaganiami technicznymi, lecz także ich właściwą eksploatację, regularną kontrolę jakości oraz dokumentowanie stanu technicznego aparatury [7]. W tym kontekście sprzęt radiologiczny nie może być traktowany wyłącznie jako narzędzie diagnostyczne, lecz jako integralny element systemu ochrony radiologicznej pacjenta, którego właściwe funkcjonowanie warunkuje bezpieczeństwo i skuteczność diagnostyki obrazowej w stomatologii.

Kontrola jakości aparatury radiologicznej i przeglądy okresowe

Kontrola jakości aparatury radiologicznej stanowi integralny element systemu ochrony radiologicznej pacjenta w stomatologii. Jej celem jest zapewnienie, że urządzenia radiologiczne pracują zgodnie z deklarowanymi parametrami technicznymi, umożliwiając uzyskanie obrazu o odpowiedniej wartości diagnostycznej oraz nie prowadzą do nieuzasadnionego zwiększenia dawki promieniowania. Z punktu widzenia ochrony radiologicznej regularna kontrola jakości ma szczególne znaczenie w stomatologii, gdzie pojedyncze dawki są relatywnie niskie, lecz liczba wykonywanych badań jest bardzo duża. Nawet niewielkie odchylenia parametrów ekspozycji, niezauważalne w codziennej praktyce klinicznej, mogą prowadzić do systematycznego wzrostu dawki otrzymywanej przez pacjentów lub do pogorszenia jakości obrazu skutkującego koniecznością powtarzania badań.

Zgodnie z art. 33l ust. 2 ustawy system kontroli jakości aparatury radiologicznej obejmuje kilka poziomów testów, różniących się zakresem i częstotliwością wykonywania:

Testy akceptacyjne wykonywane są przed dopuszczeniem aparatu do użytkowania klinicznego oraz po istotnych naprawach lub modyfikacjach technicznych. Ich celem jest potwierdzenie, że urządzenie spełnia wymagania określone w dokumentacji technicznej oraz przepisach prawa i może być bezpiecznie użytkowane w diagnostyce pacjentów [7].

Testy podstawowe realizowane są okresowo w trakcie eksploatacji aparatury. Obejmują one m.in. kontrolę powtarzalności i odtwarzalności parametrów ekspozycji,

ocenę geometrii wiązki promieniowania, funkcjonowania kolimacji oraz podstawowych parametrów jakości obrazu. Regularne wykonywanie testów podstawowych pozwala na wczesne wykrycie nieprawidłowości technicznych i zapobieganie pogorszeniu jakości diagnostycznej badań.

Testy specjalistyczne wykonywane są przez uprawnione podmioty oraz po naprawach aparatury. Obejmują one szczegółową ocenę parametrów fizycznych aparatu, takich jak napięcie lampy, czas ekspozycji, dawka wyjściowa czy jednorodność pola promieniowania [7].

Obowiązek utrzymywania aparatury radiologicznej w należytym stanie technicznym wynika z przepisów ustawy oraz rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 stycznia 2023 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego [3, 7]. Choć przepisy nie posługują się wprost pojęciem „przeglądu serwisowego”, wymagają zapewnienia sprawności technicznej urządzeń, wykonywania okresowych testów specjalistycznych oraz eksploatacji aparatury zgodnie z instrukcją producenta, co w praktyce oznacza konieczność regularnych przeglądów technicznych. Przeglądy te, wykonywane co najmniej raz w roku, mają na celu potwierdzenie, że urządzenie jest sprawne technicznie i spełnia wymagania w zakresie ochrony radiologicznej pacjenta. Coroczne przeglądy aparatury radiologicznej nie powinny być traktowane wyłącznie jako formalny obowiązek administracyjny. Ich istotą jest zapewnienie ciągłości bezpiecznej eksploatacji urządzeń oraz ograniczenie ryzyka wzrostu dawek promieniowania wynikającego z nieprawidłowej pracy aparatu lub stopniowego pogarszania się jego parametrów technicznych. Wyniki przeglądów i testów kontroli jakości powinny być dokumentowane i analizowane w kontekście jakości uzyskiwanych obrazów oraz liczby powtarzanych badań. Jak wynika z art. 33 l ust. 14 ustawy, jednostka ochrony zdrowia przechowuje protokoły wyników testów przez okres nie krótszy niż 10 lat, licząc od końca roku kalendarzowego, w którym testy zostały wykonane [7].

Skutecznie funkcjonujący system kontroli jakości aparatury radiologicznej ma bezpośredni wpływ na ochronę radiologiczną pacjenta. Prawidłowo utrzymany aparat umożliwia stosowanie zoptymalizowanych parametrów ekspozycji, zmniejsza ryzyko błędów technicznych oraz ogranicza konieczność powtarzania badań. Kontrola jakości stanowi również istotny element audytu klinicznego i powinna być traktowana jako proces ciągły, obejmujący zarówno aspekty techniczne, jak i organizacyjne [29]. W Polsce obowiązek prowadzenia kontroli jakości jest określony w przepisach ustawy. Jak wynika z art. 33l ust. 10 ustawy, sposób jego realizacji bywa zróżnicowany i zależy od organizacji pracy gabinetu, świadomości personelu oraz dostępności wsparcia inspektora ochrony radiologicznej, fizyka medycznego lub serwisu technicznego [7].

W praktyce klinicznej jednym z najbardziej wymiernych wskaźników jakości aparatury radiologicznej jest liczba

badan powtórnych. Powtarzanie ekspozycji – niezależnie od tego, czy wynika z błędów pozycjonowania pacjenta, niewłaściwych parametrów ekspozycji czy problemów technicznych aparatu – stanowi bezpośredni sygnał zaburzenia systemu kontroli jakości i prowadzi do nieuzasadnionego zwiększenia dawki promieniowania pacjenta. Systematyczna analiza przyczyn badań powtórnych mogłaby w wielu gabinetach stanowić prosty, a jednocześnie skuteczny element optymalizacji ochrony radiologicznej. Doświadczenia praktyczne pokazują również, że tam, gdzie kontrola jakości jest traktowana jako element kultury pracy – a nie wyłącznie obowiązek formalny – możliwe jest skuteczne ograniczenie liczby błędów technicznych oraz poprawa powtarzalności jakości obrazów bez konieczności zwiększania dawek promieniowania. Wymaga to jednak jasno określonych procedur wewnętrznych, regularnych szkoleń personelu oraz współpracy z osobami posiadającymi kompetencje w zakresie ochrony radiologicznej.

Jak wynika z art. 33 l. ust. 2 ustawy, testy kontroli jakości są jednym z warunków ochrony radiologicznej [7]. Niewykonywanie testów kontroli jakości w wymaganych terminach stanowi naruszenie warunków ochrony radiologicznej. Art. 123 ustawy stanowi, że naruszenia te mogą skutkować nałożeniem administracyjnej kary pieniężnej, której wysokość ustalana jest indywidualnie przez organ nadzorczy w zależności od stopnia i czasu trwania naruszenia, a także stwarzanego zagrożenia dla zdrowia pacjentów [7].

Ostony indywidualne pacjenta w stomatologii – przepisy prawa i zalecenia międzynarodowe

Stosowanie osłon indywidualnych u pacjentów poddawanych badaniom radiologicznym w stomatologii od wielu lat stanowi element rutynowej praktyki klinicznej. Współcześnie zagadnienie wymaga jednak krytycznej analizy w świetle aktualnych przepisów prawa, zaleceń międzynarodowych oraz postępu technologicznego w diagnostyce obrazowej. Minister Zdrowia, w rozporządzeniu z dnia 11 stycznia 2023 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej, określił warunki podczas wykonywania medycznych procedur radiologicznych z zakresu rentgenodiagnostyki. Zgodnie z przepisem rozporządzenia zawartym w § 5 ust. 3 stosuje się osłony osobiste chroniące przed promieniowaniem jonizującym części ciała i narządy pacjenta niebędące przedmiotem badania, w szczególności znajdujące się w obrębie wiązki pierwotnej tego promieniowania, a w przypadku wykonywania procedur radiologicznych z zakresu stomatologii – osłony osobiste chroniące w szczególności tarczycę, jeżeli nie umniejsza to diagnostycznych wartości wyniku badania

[3]. U dzieci tarczyca jest bardziej wrażliwa niż u dorosłych. W związku z tym pewną ochronę może zapewnić osłona tarczycy. Jednakże w pierwszej kolejności należy stosować kolimator prostokątny i położyć nacisk na właściwą technikę badania [30]. Zalecenia w kwestii osłon w postaci fartucha lub kołnierza ewaluują. Zalecenia wydane w 2024 r. przez ADA (*American Dental Association*) nie rekomendują rutynowego stosowania osłon jako substytutu właściwego uzasadnienia ekspozycji i optymalizacji dawki [31].

W Polsce przepisy nakładają obowiązek zapewnienia szczególnej ochrony wybranych grup pacjentów, w tym dzieci, młodzieży oraz kobiet w ciąży, co zostało doprecyzowane w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 8 marca 2023 r. w sprawie szczególnej ochrony niektórych kategorii osób w związku z ekspozycją medyczną. Minister Zdrowia w rozporządzeniu jednoznacznie wskazuje w § 8, że podczas wykonywania u kobiety w wieku rozrodczym medycznej procedury radiologicznej należy stosować osłony indywidualne chroniące obszar brzucha lub miednicy, chyba że celem badania diagnostycznego, zabiegu lub leczenia są obszary brzucha lub miednicy albo zastosowanie osłon indywidualnych uniemożliwi uzyskanie wyniku badania o założonej jakości diagnostycznej lub terapeutycznej [6].

Aktualne zalecenia międzynarodowych organizacji zajmujących się ochroną radiologiczną pacjenta wskazują, że rutynowe stosowanie osłon indywidualnych u pacjentów w diagnostyce stomatologicznej nie jest konieczne w przypadku prawidłowo przeprowadzonych i zoptymalizowanych badań. Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej (ICRP), Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (IAEA) oraz organizacje radiologiczne⁶ podkreślają, że nowoczesne aparaty rentgenowskie, kolimacja wiązki oraz krótkie czasy ekspozycji skutecznie ograniczają dawkę promieniowania do obszaru badanego [30, 32, 33]. W szczególności zwraca się uwagę, że osłony ołowiane stosowane w obrębie jamy ustnej i szyi mogą w niektórych sytuacjach:

- nie wpływać istotnie na zmniejszenie dawki skutecznej,
- prowadzić do artefaktów obrazu,
- zwiększać ryzyko konieczności powtarzania badania,
- zaburzać automatyczne systemy kontroli ekspozycji w nowoczesnych urządzeniach [32].

Zalecenia międzynarodowe akcentują, że kluczowe znaczenie dla ochrony radiologicznej pacjenta ma ograniczenie pola obrazowania do obszaru zainteresowania klinicznego oraz dobór parametrów ekspozycji dostosowanych do wieku i budowy pacjenta, co jest zgodne z zasadą ALADAIP [16].

Szczególną uwagę w literaturze poświęca się stosowaniu kołnierzy ochronnych tarczycy. W starszych systemach obrazowania oraz przy braku precyzyjnej kolimacji stosowanie kołnierza mogło prowadzić do istotnego zmniejszenia

⁶ Takie jak np. *European Society of Endodontology*, czy *American Dental Association*.

szenia dawki pochłoniętej przez tarczycę. W nowoczesnej diagnostyce stomatologicznej, zwłaszcza przy radiografii wewnątrzustnej z kolimacją prostokątną oraz w badaniach panoramicznych i CBCT z odpowiednio dobranym polem obrazowania, skuteczność kołnierzy tarczycy jest ograniczona [34, 35, 36]. Międzynarodowe zalecenia wskazują, że stosowanie kołnierza tarczycy może być rozważane indywidualnie, szczególnie u dzieci, pod warunkiem, że nie wpływa negatywnie na jakość obrazu i nie zwiększa ryzyka powtarzania badania [31, 37]. Rutynowe stosowanie kołnierza u wszystkich pacjentów, niezależnie od rodzaju badania i aparatury, nie znajduje jednoznacznego uzasadnienia naukowego. Z punktu widzenia ochrony radiologicznej kluczowe jest, aby decyzja o zastosowaniu osłony była świadoma, uzasadniona i dostosowana do konkretnej procedury diagnostycznej.

Uzasadnienie ekspozycji – kluczowy element ochrony radiologicznej pacjenta. Skierowanie na badanie

Uzasadnienie ekspozycji stanowi podstawowy filar ochrony radiologicznej pacjenta w stomatologii. Oznacza ono, że każde badanie RTG powinno być wykonywane wyłącznie wtedy, gdy oczekiwana korzyść diagnostyczna przewyższa potencjalne ryzyko związane z promieniowaniem, a wynik badania może realnie wpłynąć na decyzje kliniczne. W praktyce gabinetowej zdjęcia bywają zlecane rutynowo (np. „przed leczeniem kanałowym”, „przed ekstrakcją”, „przed protetyką”), niezależnie od wywiadu i badania klinicznego. Zgodnie z § 3 ust. 2 rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 stycznia 2023 r. badanie diagnostyczne z użyciem promieniowania jonizującego wykonuje się na podstawie skierowania lub zlecenia. Skierowanie poza danymi ogólnymi powinno zawierać m.in.: cel, uzasadnienie badania, wstępne rozpoznanie kliniczne, informacje istotne dla prawidłowego przeprowadzenia medycznej procedury radiologicznej [3].

Powtarzanie badań z powodu braku dostępu do wcześniejszej dokumentacji jest jednym z najczęstszych źródeł ekspozycji nieprzynoszącej pacjentowi dodatkowej wartości. Stosownie do normy art. 33 h ust. 2 ustawy do zadań lekarza należy kliniczna ocena wyniku badania diagnostycznego, zabiegu lub efektu terapeutycznego oraz przekazywanie informacji lub dokumentacji radiologicznej innym lekarzom zaangażowanym w proces badania diagnostycznego, zabiegu lub leczenia [7]. Z punktu widzenia uzasadnienia wykonanie kolejnego badania powinno następować tylko wtedy, gdy:

- poprzednie obrazy są niedostępne lub ich jakość/zakres jest niewystarczający do odpowiedzi na aktualne pytanie kliniczne,
 - upłynął czas, w którym zaszły istotne zmiany kliniczne,
 - zmienił się cel diagnostyczny.
- Co spowodowało, że zmieniły się:
- cel i uzasadnienie badania,

- wstępne rozpoznanie kliniczne,
- informacje istotne dla prawidłowego wykonania procedury.

Zgodnie z § 3 ust. 3 ustawy skierowanie nie jest wymagane w przypadku stomatologicznych zdjęć wewnątrzustnych wykonywanych aparatami służącymi wyłącznie do tego celu [7]. Często bywa to mylnie interpretowane jako brak konieczności uzasadnienia. Uzasadnienie ekspozycji nadal obowiązuje prawnie i klinicznie – zmienia się jedynie jego forma (nie jest elementem skierowania).

W praktyce warto traktować „uzasadnienie” jako krótką, weryfikowalną odpowiedź na pytania:

1. Jaki problem kliniczny rozwiązuję?
2. Czy i dlaczego badanie 2D nie wystarczy?
3. Jak wynik wpłynie na leczenie?

Tak opisane uzasadnienie ogranicza „profilaktyczne” wykonywanie badań i ułatwia obronę decyzji klinicznej w razie kontroli lub sporu.

Wykonanie badania z użyciem promieniowania jonizującego u kobiety w ciąży wymaga szczególnej ostrożności. Przepisy nakładają wówczas obowiązek weryfikacji prawidłowości uzasadnienia przed wykonaniem procedury, a w praktyce oznacza to konieczność sprawdzenia wskazań i rozważenia innych możliwości (jeśli są adekwatne diagnostycznie). Zostało to ujęte w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 8 marca 2023 r., w sprawie szczególnej ochrony niektórych kategorii osób w związku z ekspozycją medyczną w badaniach diagnostycznych, zabiegach i leczeniu [6]. W stomatologii badania nie obejmują jamy brzusznej, jednak decyzja o ekspozycji nadal musi być uzasadniona, a parametry i pole obrazowania – możliwie ograniczone do celu diagnostycznego.

W rozporządzeniach Minister Zdrowia nie określa szczególnej ochrony pacjentów w wieku podeszłym, zatem uzasadnienia ekspozycji pozostają takie same jak w populacji ogólnej, jednak decyzja o wykonaniu badania radiologicznego powinna uwzględniać specyfikę kliniczną tej grupy. Zgodnie z art. 68 Konstytucji RP zwraca się szczególną uwagę na dzieci, kobiety ciężarne, osoby z niepełnosprawnością i osoby starsze w zakresie ochrony zdrowia [11]. Częstsza obecność chorób przewlekłych, leczenia wielolekowego, zmian pourazowych i pozabiegowych oraz zaawansowanych zmian zwyrodnieniowych może zwiększać potrzebę diagnostyki obrazowej, ale jednocześnie sprzyjać wykonywaniu badań o ograniczonej wartości diagnostycznej. W praktyce szczególnego znaczenia nabiera precyzyjne określenie pytania klinicznego oraz dobór najprostszego badania zdolnego na nie odpowiedzieć. U pacjentów w wieku podeszłym potencjalne skutki stochastyczne ekspozycji na promieniowanie jonizujące, ze względu na dłuższy okres latencji nowotworów oraz krótszy oczekiwany czas życia, mają zwykle mniejsze znaczenie kliniczne niż u dzieci i młodych dorosłych, co nie znosi obowiązku uzasadnienia ekspozycji, lecz wpływa na proporcję ryzyka do spodziewanej korzyści diagnostycznej.

Podsumowanie

Ochrona radiologiczna pacjenta w stomatologii nie sprowadza się wyłącznie do redukcji dawki promieniowania ani do stosowania środków ochrony indywidualnej. Należy pamiętać, że ochrona radiologiczna pacjenta, stosownie do art. 3 pkt 21 ustawy, oznacza zespół czynności i ograniczeń zmierzających do zminimalizowania narażenia pacjenta na promieniowanie jonizujące, które nie będzie nadmiernie utrudniało lub uniemożliwiało uzyskanie pożądaných i uzasadnionych informacji diagnostycznych lub efektów leczniczych [7].

Jej fundamentem pozostaje uzasadnienie ekspozycji, rozumiane jako świadoma decyzja kliniczna poprzedzająca wykonanie badania radiologicznego i oparta na realnej potrzebie diagnostycznej. W warunkach powszechnej dostępności aparatów rentgenowskich oraz rosnącego wykorzystania tomografii wiązki stożkowej to właśnie etap podejmowania decyzji o wykonaniu badania ma największy wpływ na ograniczenie ekspozycji nieprzynoszących pacjentowi istotnej korzyści klinicznej.

Przepisy prawa oraz zalecenia międzynarodowe jednoznacznie wskazują, że badania radiologiczne w stomatologii powinny mieć charakter uzupełniający wobec badania klinicznego i być dobierane adekwatnie do postawionego pytania diagnostycznego. Zasady ALARA, ALADA i ALADAIP podkreślają konieczność równoważenia minimalizacji dawki z zachowaniem wartości diagnostycznej obrazu, a ich skuteczna realizacja wymaga nie tylko odpowiedniej aparatury, lecz także wiedzy, doświadczenia i krytycznego myślenia klinicznego.

Istotnym elementem systemu ochrony radiologicznej jest również właściwa eksploatacja sprzętu oraz funkcjonujący system kontroli jakości i regularne przeglądy techniczne. Zaniedbania w tym zakresie mogą prowadzić do pogorszenia jakości obrazów, wzrostu liczby badań powtórnych i w konsekwencji do nieuzasadnionego zwiększenia dawek promieniowania, mimo formalnego spełniania wymogów prawnych.

Dodatkowym problemem w praktycznej realizacji zasad ochrony radiologicznej pacjenta jest brak jednolitej interpretacji przepisów prawa. W praktyce klinicznej obserwuje się, że wymagania stawiane gabinetom stomatologicznym w zakresie ochrony radiologicznej mogą różnić się w zależności od województwa oraz interpretacji przepisów przez właściwe organy nadzorcze. Osłabia to poczucie pewności prawnej po stronie podmiotów wykonujących działalność leczniczą. Niejednorodność interpretacyjna sprzyja traktowaniu ochrony radiologicznej jako zbioru wymagań formalnych, a nie jako spójnego systemu działań ukierunkowanych na realne bezpieczeństwo pacjenta. Z punktu widzenia jakości opieki medycznej pożądanym byłoby ujednolicenie praktyk nadzorczych oraz doprecyzowanie wytycznych wykonawczych, tak aby stosowanie przepisów było przewidywalne i spójne na terenie całego kraju, a nacisk

kładziony był na rzeczywistą optymalizację ekspozycji, a nie wyłącznie na spełnianie wymogów administracyjnych.

Współczesna ochrona radiologiczna pacjenta w stomatologii powinna być postrzegana jako proces ciągły, integrujący wymagania prawne, zalecenia naukowe i realia codziennej praktyki klinicznej. Jej skuteczność zależy nie tyle od pojedynczych środków technicznych, ile od kultury pracy gabinetu, w której uzasadnienie ekspozycji, optymalizacja dawki i kontrola jakości stanowią spójny element odpowiedzialnego postępowania diagnostycznego.

Notki o autorkach

Karolina Jezierska jest doktorem nauk medycznych, adiunktem w Zakładzie Fizyki Medycznej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie.

Paulina Rotter jest magistrem prawa o specjalności prawo medyczne, doktorantem w Katedrze i Zakładzie Pielęgniarstwa Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie.

Magdalena Sroczyk-Jaszczyńska jest doktorem nauk medycznych, adiunktem w Katedrze i Zakładzie Radiologii Ogólnej, Stomatologicznej i Zabiegowej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie.

Literatura

1. Lee H., Badal, A.: *A Review of Doses for Dental Imaging in 2010–2020 and Development of a Web Dose Calculator*. Radiol Res Pract 2021, 6924314.
2. Schüler I.M., Hennig C.L., Buschek R., Scherbaum R., Jacobs C., Scheithauer M.: *Radiation Exposure and Frequency of Dental, Bitewing and Occlusal Radiographs in Children and Adolescents*. J Pres Med. 2023 20;13(4):692.
3. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11 stycznia 2023 r. w sprawie warunków bezpiecznego promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej. (Dz.U. 2025 poz. 1288)
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU2023000195>
4. Ustawa z dnia 16 czerwca 2023 r. o zmianie ustawy o prawach pacjenta i Rzeczniku Praw Pacjenta oraz niektórych innych ustaw <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20230001675/O/D20231675.pdf>
5. Ustawa z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentysty <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20260000037/U/D20260037Lj.pdf>
6. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 8 marca 2023 r. w sprawie szczególnej ochrony niektórych kategorii osób w związku z ekspozycją medyczną w badaniach diagnostycznych, zabiegach i leczeniu (Dz.U. 2023 poz. 576)
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20230000576/O/D20230576.pdf>
7. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe (Dz. U. z 2026 r. poz. 1)
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20010030018/U/D20010018Lj.pdf>
8. https://www.scottishdental.nhs.scot/wp-content/uploads/2015/04/CBCT-radiation_protection_2012.pdf
9. Patel S., Brown J., Semper M., Abella F., Mannocci F.: *European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics*: European Society of Endodontology (ESE) developed by. Int Endod J. 2019;52(12):1675-1678.
10. Dyrektywa Rady 2013/59/EURATOM z dnia 5 grudnia 2013 r. ustanawiająca podstawowe normy bezpieczeństwa w celu ochrony

- przed zagrożeniami wynikającymi z narażenia na działanie promieniowania jonizującego oraz uchylająca dyrektywy 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom i 2003/122/Euratom Dz.U.UE.L.2014.13.1-
<https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzienniki-UE/dyrektywa-2013-59-euratom-ustanawiajaca-podstawowe-normy-bezpiec>
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013L0059>
11. Konstytucja RP.
 12. Mendonça R.P., Estrela C., Bueno M.R., Carvalho T.C.A.S.G., Estrela L.R.A., Chilvarquer I.: *Principles of radiological protection and application of ALARA, ALADA, and ALADAIP: a critical review*. Braz Oral Res. 2025;7;39:e14.
 13. Berkhout W.E.: *Het ALARA-principe. Achtergronden en toepassing in de praktijk [The ALARA-principle. Backgrounds and enforcement in dental practices]*. NedjdschrTandheelkd.2015;122;5:263-70.
 14. Jaju P.P., Jaju S.P.: *Cone-beam computed tomography: Time to move from ALARA to ALADA*. Imaging Sci Dent. 2015;45;4:263-5.
 15. Clark-Perry D., Berkhout W.E.R., Sanderink G.C., Slot D.E.: *Evaluating cone cut in rectangular collimation in intraoral radiography: application of ALADA and radiation stewardship*. Clin Oral Investig. 2023;27(9):5391-5402.
 16. Oenning A.C., Jacobs R., Salmon B.: DIMITRA Research Group (<http://www.dimitra.be>). *ALADAIP, beyond ALARA and towards personalized optimization for paediatric cone-beam CT*. Int J Paediatr Dent. 2021;31(5):676-678.
 17. Kadesjö N., Lynds R., Nilsson M., Shi X.Q.: *Radiation dose from X-ray examinations of impacted canines: cone beam CT vs two-dimensional imaging*. Dentomaxillofac Radiol. 2018;47(3):20170305.
 18. European Guidelines on Radiation Protection in Dental Radiology: The Safe Use of Radiographs in Dental Practice. (Publications Office, Luxembourg, 2004).
 19. Alahmad H., Alnafa M.: *Survey of quality control of panoramic X-ray machines in private dental clinics in Saudi Arabia*. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 2023;16(2):1-6.
 20. Helmrot E., Carlsson G.A., Eckerdal O.: *Effects of contrast equalization on energy imparted to the patient: a comparison of two dental generators and two types of intraoral film*. Dentomaxillofac Radiol. 1994;23(2):83-90.
 21. Baechler S., Monnin P., Aroua A., Valley J.F., Perrier M., Trueb P., Verdun F.R.: *Exposure in dental radiology: a comparison between intra-oral, panoramic and tomographic examinations*. Radiat. Prot. Dosim. 2010;139(1/3):303-305.
 22. Ludlow J.B., Davies-Ludlow L.E., White S.C.: *Patient risk related to common dental radiographic examinations: the impact of 2007 International Commission on Radiological Protection recommendations regarding dose calculation*. J Am Dent Assoc. 2008;139(9):1237-43.
 23. Anissi H.D., Geibel M.A.: *Intraoral radiology in general dental practices – a comparison of digital and film-based X-ray systems with regard to radiation protection and dose reduction*. Rofo. 2014;186(8):762-7.
 24. Ludlow J.B., Davies-Ludlow L.E., Brooks S.L.: *Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit*. Dentomaxillofac Radiol. 2003;32(4):229-34.
 25. Rondon R.H., Pereira Y.C., do Nascimento G.C.: *Common positioning errors in panoramic radiography: A review*. Imaging Sci Dent. 2014;44(1):1-6.
 26. Benavides E., Benavides E., Krecioch J.R., Allareddy T., Buchanan A., Keels M.A. et al.: *American Dental Association and American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology patient selection for dental radiography and cone-beam computed tomography: Clinical recommendations*. J Am Dent Assoc. 2026;157(1):20-35.e5.
 27. Horner K., O'Malley L., Taylor K., Glenney A.M.: *Guidelines for clinical use of CBCT: a review*. Dentomaxillofac Radiol. 2015;44(1):20140225.
 28. Shin H.S., Nam K.C., Park H., Choi H.U., Kim H.Y., Park C.S.: *Effective doses from panoramic radiography and CBCT (cone beam CT) using dose area product (DAP) in dentistry*. Dentomaxillofac Radiol. 2014;43(5):20130439.
 29. Quality control in diagnostic radiology according to national regulations.
<https://ruj.uj.edu.pl/entities/publication/035a3322-4a3d-462b-8cf7-b713c1621ca7>.
 30. Hiles P., Gilligan P., Damilakis J., Briers E., Candela-Juan C. et al.: *European consensus on patient contact shielding*. Insights Imaging. 2021;23;12(1):194.
 31. Benavides E., Krecioch J.R., Connolly R.T., Allareddy T., Buchanan A., Spelic D. et al.: *Optimizing radiation safety in dentistry: Clinical recommendations and regulatory considerations*. J Am Dent Assoc. 2024;155(4):280-293.e4.
 32. Papolos D.F., Teicher M.H., Post R.M.: *Treatment of Early-Onset Specified and Unspecified Bipolar Disorders: A Systematic Review and Strategies for Identifying and Managing a Thermally Dysregulated Subtype in Children*. Acta Psychiatr Scand. 2025;152(3):156-179.
 33. Report of the British Institute of Radiology Guidance on using shielding on patients for diagnostic radiology applications Published March 2020 BIR Registered charity number 215869
https://www.bir.org.uk/media/414334/final_patient_shielding_guidance.pdf
 34. Hoogeveen R.C., Hazenoot B., Sanderink G.C., Berkhout W.E.: *The value of thyroid shielding in intraoral radiography*. Dentomaxillofac Radiol. 2016;45(5):20150407.
 35. Johnson K.B., Ludlow J.B.: *Intraoral radiographs: A comparison of dose and risk reduction with collimation and thyroid shielding*. J Am Dent Assoc. 2020 ; 151(10): 726-734.
 36. Benavides E., Bhula A., Gohel A., Lurie A.G., Mallya S.M., Ramesh A., Tyndall D.A.: *Patient shielding during dentomaxillofacial radiography: Recommendations from the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology*. J Am Dent Assoc. 2023;154(9):826-835.e2.
 37. Radiation protection of patients in dental radiology
<https://www.iaea.org/resources/rpop/health-professionals/dentistry/patients>