



Podstawy badań stomatologicznych: zdjęcia zewnątrzustne – cefalometryczne (cefalogram) Basics of dental procedures – cephalogram

Piotr Malisz^{1,2}, Anna Dubis¹, Halina Mizgalska-Traczyk¹

¹ Zakład Elektroradiologii, Instytut Fizjoterapii, Wydział Nauk o Zdrowiu UJ CM, ul. Michałowskiego 12, 31-126 Kraków, tel. +48 12 634 33 97 (wew. 43), e-mail: piotr.malisz@uj.edu.pl

² Pracownia Diagnostyki Obrazowej Uniwersyteckiej Kliniki Stomatologicznej w Krakowie, ul. Montelupich 4, 31-155 Kraków

Zdjęcie cefalometryczne (*cephalometric radiograph*) jest zewnątrzustnym zdjęciem diagnostycznym obrazującym część twarzową czaszki (tkanki kostne i miękkie), służącym do pomiarów tych struktur.

Zdjęcia cefalometryczne są wykonywane w dwóch projekcjach:

1. projekcja boczna (cefalometr boczny profilowy, LL z ang. *latero-lateral projection*, Fot. 1) – wykonywana częściej;
2. projekcja tylno-przednia (cefalometr tylno-przedni, PA, z ang. *postero-anterior projection*, Fot. 2) – wskazana do wykonania w przypadku asymetrii twarzy.

Jest to podstawowe standardowe badanie w ortodontacji służące do oceny struktur kostnych, zębowych oraz ich relacji względem tkanek miękkich. Zdjęcia cefalometryczne są wykonywane ze wskazań ortodontycznych w celu zaplanowania leczenia oraz jego długofalowego monitorowania. Analiza cefalometryczna służy do oceny wzrostu i rozwoju kości i uzębienia u dzieci wymagających leczenia ortodontycznego [1].

Zdjęcie to wykonywane jest również ze wskazań protetycznych do oceny uzyskanego efektu leczenia przy zastosowaniu protez zębowych oraz oceny skuteczności leczenia schorzeń stawów skroniowo-żuchwowych przy użyciu np. szyny relaksacyjnej. Wskazaniem chirurgicznym do wykonywania diagnostyki cefalometrycznej jest planowanie leczenia przed operacją ortognatyczną

lub korekcją rozszczepów podniebienia. Coraz częściej wykorzystuje się zdjęcia cefalometryczne również w laryngologii do obrazowania dróg powietrznych w przypadkach bezdechu sennego.

W związku z wymogami ustawy Prawo Atomowe [2] (z dnia 29 listopada 2000 r. – tekst jednolity Dz. U. z 2017 r., poz. 576) została stworzona wzorcowa procedura radiologiczna: radiografia cefalometryczna („Radiografia, boczne czaszki do analizy cefalometrycznej” kod główny: 1.017, ICD 9: 87.121.101). W każdej pracowni radiologicznej na podstawie procedur wzorcowych



Fot. 1 Cefalometr boczny profilowy – widoczne kości części twarzowej czaszki, kręgosłup szczyjny oraz profil tkanek miękkich twarzy, nakładka nosowa ze skalą, uchwyty uszne
Źródło: Zbiory własne.



Fot. 2 Cefalometr tylno-przedni – widoczne kości części twarzowej czaszki, głównie żuchwa, oba stawy skroniowo-żuchwowe, nakładka nosowa ze skalą, uchwyty uszne
Źródło: Zbiory własne.



muszą zostać opracowane procedury robocze [3]. Nie ma jeszcze opracowanej procedury wzorcowej dla zdjęcia cefalometrycznego tylno-przedniego i osiowego (podbródkowo-osiowego [4]).

Zdjęcia cefalometryczne wykonywane jest przez osoby uprawnione (lekarz dentysta, technik elektroradiologii/elektro-radiolog) wyłącznie na podstawie pisemnego skierowania lekarza prowadzącego.

Aparat cefalometryczny jest obecnie częścią (przystawką) aparatu pantomograficznego i może być zamontowany na kolumnie aparatu po prawej lub po lewej stronie (Fot. 3). Ustawienie przystawki determinuje rodzaj wykonywanych zdjęć cefalometrycznych bocznych na: prawo-lewe lub lewo-prawe (w zależności od kierunku padania promienia centralnego wiązki promieniowania RTG), a co za tym idzie – pojawienie się cienia prawej lub lewej strony trzonu i gałęzi żuchwy. Odcinek żuchwy bardziej oddalony od detektora ulega pozornemu powiększeniu nawet do 20% [5].

Do niedawna w Polsce technika zdjęć cefalometrycznych była znana pod nawą: „tele-RTG” lub „tele-X”.



Fot. 3 Przystawka cefalometryczna do aparatu pantomograficznego
Źródło: Zbiory własne.

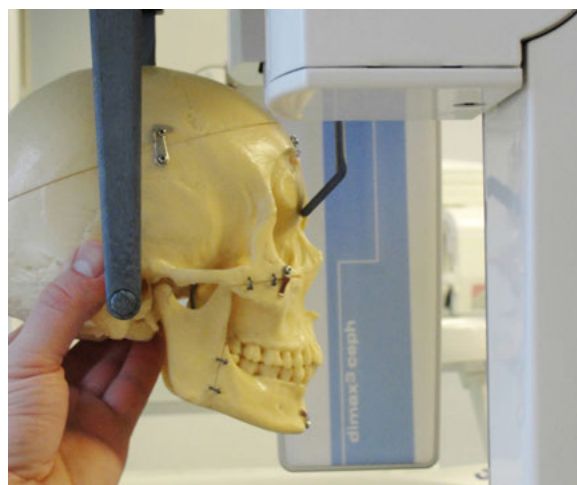
Zdjęcia cefalometryczne wykonywane są ze zwiększoną odległością ognisko – detektor, zastosowanie **techniki odległościowej** minimalizuje nierównomierne powiększenie prawej i lewej strony struktur części twarzowej czaszki na obrazie. Odległość pomiędzy źródłem promieniowania RTG a linią pośrodkową pacjenta w cefalometrii wynosi najczęściej 150 cm. Standardowo detektor promieniowania znajduje się około 180 cm od źródła promieniowania i średnio 30 cm od linii pośrodkowej czaszki (projekcja boczna) lub płaszczyzny czołowej przechodzącej przez otwory słuchowe zewnętrzne (projekcja tylno-przednia). Zakres odległości źródło – detektor został zawarty w procedurze wzorcowej i wynosi od 120 do 200 cm. W przystawkach aparatów analogowych jest możliwa regulacja odległości pomiędzy wózkiem kasety a pacjentem. Powoduje to płynne ustawienie żądanego powiększenia obrazu w zakresie od 1,09 do 1,3 razy.

Z kolei aparaty cyfrowe nie mają możliwości takiej regulacji, dzięki temu wytwarzają stałe powiększenie obrazu rzędu 10% (1:1,1). Dla lekarzy ortodontów bardziej praktyczne jest analizowanie zdjęć cefalometrycznych posiadających stałe, znane powiększenie, zwłaszcza w przypadkach analizy porównawczej (*follow-up*).

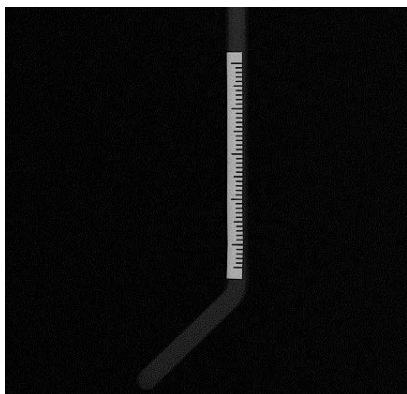
Przygotowanie pacjenta do zdjęcia cefalometrycznego, uwzględniające zasady ochrony radiologicznej, polega na poinformowaniu o rodzaju badania rentgenowskiego oraz sposobie jego przeprowadzenia, konieczności pozostania w bezruchu podczas jego trwania. Należy zdjąć wszystkie rzeczy i metalowe ozdoby z badanej okolicy, a także ruchome protezy zębowe i epi-tezy. Podobnie jak w pantomografii, stosuje się fartuch ochronny bez kryzy na tarczycę.

Zdjęcia cefalometryczne są wykonywane w pozycji stojącej lub siedzącej (u pacjentów niepełnosprawnych na wózku inwalidzkim). Głowa pacjenta jest unieruchomiona w **kranioście** (zwanym inaczej cefalostatem), wyposażonym w parę uchwytów usznych oraz w pojedynczy uchwyt nosowy. Stabilizacja ułożenia czaszki jest trójpunktowa (otwory słuchowe zewnętrzne i nasada nosa, Fot. 4). Uchwyty zamontowane są na ruchomej tarczy z podziałką kątową, co umożliwia ich obrót od 0 do 90 stopni (skokowo co 10 stopni). W projekcji bocznej tarcza jest ustawiona w ten sposób, aby płaszczyzna strzałkowa pośrodkowa była równoległa do detektora. Obrót tarczy o 90 stopni umożliwia ułożenie płaszczyzny czołowej pacjenta równoległe do detektora (projekcja tylno-przednia).

Uchwyty uszne są wykonane z materiału przeziernego dla promieniowania RTG (najczęściej jest to tworzywo sztuczne lub odporniejsze mechanicznie włókno szklane) i zakończone tzw. oliwkami w kształcie stożków. Oliwki uszne poprzez wprowadzenie do otworów słuchowych zewnętrznych przytrzymują głowę pacjenta. W oliwkach usznych są zamontowane pierścienie i kulki wykonane z metalu (widoczne na zdjęciach RTG), które służą do kalibracji ustawienia kraniostatu.



Fot. 4 Ustawienie modelu czaszki w kranioście cyfrowego aparatu pantomograficznego
Źródło: Zbiory własne.



Fot. 5 Wzorzec odległości
Źródło: Zbiory własne.

Nakładka na nos posiada, również widoczny na zdjęciu, zatopiony metalowy wzorzec odległości (Fot. 5) służący do określenia powiększenia obrazu. Zdjęcia w projekcji bocznej wykonane bez wzorca są bezwartościowe, ponieważ nie jest możliwe porównanie pomiarów odległości i wykonanie analizy cefalometrycznej. Końcówka nakładki nosowej powinna być umieszczona na nasadzie nosa (skórny punkt cefalometryczny zwany *nasion*).

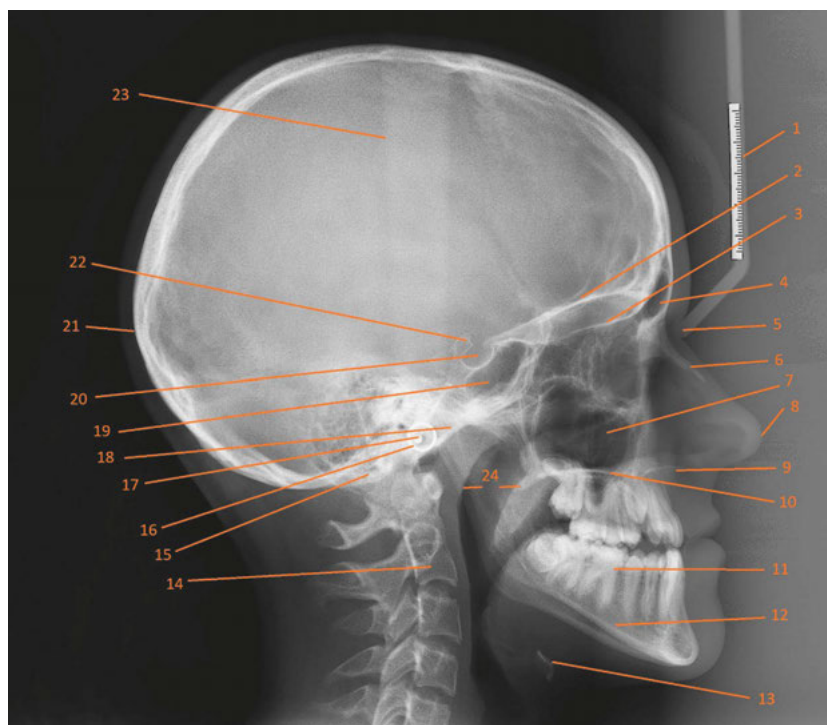
Przy ustawieniu pacjenta do zdjęć cefalometrycznych wykorzystuje się tzw. płaszczyznę frankfurcką (inaczej *oczdotołową-środkową*) wyznaczoną przez punkty leżące na brzegu podoczdotołowym (kostny punkt cefalometryczny *infraorbitale*) i otworze słuchowym zewnętrznym (kostny punkt cefalometryczny *porion*).

Obie podstawowe projekcje cefalometryczne: boczna profilowa oraz tylno-przednia wymagają odpowiedniego ustawienia głowy pacjenta: płaszczyzna frankfurcka przebiega poziomo

i równolegle do podłogi, a płaszczyzna strzałkowa pośrodkowa – pionowo do poziomu podłogi [6]. Do ustawiania płaszczyzny frankfurckiej głowy pacjenta w poziomie służy wysunięcie nakładki nosowej góra-dół oraz przyciski poruszające kolumną aparatu w górę lub w dół (w niektórych modelach aparatów, dla wygody pozycjonowania pacjenta, są one powtórzone na ramieniu przystawki cefalometrycznej).

Poprawne wykonanie procedury cefalometrycznej zawsze wymaga ustawienia zgryzu pacjenta w **zwarcie – pełnym zaguzkowaniu**. Niepoprawne ustawienie zgryzu stanowi przyczynę częstego powtarzania zdjęć. Na fotografii 6 przedstawiono i zidentyfikowano cienie uwidocznione na przykładowym zdjęciu cefalometrycznym bocznym profilowym.

W przeszłości do **uwidocznienia tkanek miękkich** na zdjęciu cefalometrycznym bocznym profilowym wykonywano dwie ekspozycje: jedną wiązką „utwardzoną” (uwidocznienie kości) i drugą wiązką promieniowania „miękkiego” (uwidocznienie skóry), uzyskując dwa zdjęcia nakładane na siebie na negatoskopie. Drugi sposób polegał na „obrysowywaniu” nosa i warg papką barytową w linii pośrodkowej przy zastosowaniu pojedynczej ekspozycji. Obecnie zdjęcia cefalometryczne w formie analogowej są wykonywane na błonie rentgenowskiej umieszczonej w kasecie zawierającej ekrany wzmacniające i wymagają ustawiania głębokości filtra tkanek miękkich przez osobę obsługującą aparat RTG. Promieniowanie pierwotne, ograniczone dożądanego rozmiaru, przechodzi przez kolimator pierwotny i aluminiowy klin umieszczony na brzegu wózka kasety ustawionej na drodze wiązki pierwotnej (Fot. 7). Na obrotowej tarczy kraniostatu (nad nasadą nakładki nosowej) znajduje się milimetrowa skala. Po nałożeniu nakładki nosowej technik odczytuje z niej odległość



Fot. 6 Cefalometr boczny profilowy – na radiogramie uwidoczniono cienie oraz wybrane punkty cefalometryczne (kostne i skórne): 1 – nakładka nosowa z wzorcem, 2 – dno przedniego dołu czaszki, 3 – sklepienie oczodołu, 4 – zatoka czołowa, 5 – punkt cefalometryczny skórny *Nasion*, 6 – kość nosowa, 7 – zatoka szczękowa, 8 – punkt cefalometryczny skórny *Pronasale*, 9 – kolec nosowy przedni, 10 – podniebienie twarde, 11 – pierwszy ząb trzonowy żuchwy, 12 – trzon żuchwy, 13 – kość gnykowa, 14 – trzon kręgu szyjnego C2, 15 – wyrostek sutkowaty, 16 – pierścionek oliwki usznej, 17 – metalowa kulka oliwki usznej oraz punkt cefalometryczny kostny *Auriculare*, 18 – głowa żuchwy, 19 – zatoka klinowa, 20 – siodło tureckie oraz punkt cefalometryczny kostny *Sella*, 21 – punkt cefalometryczny kostny *Opistocranium*, 22 – wyrostki pochyle tylne kości klinowej, 23 – cień uchwytu usznego, 24 – powiętrze w drogach nosogardzieli
Źródło: Zbiory własne.



Fot. 7 Analogowy aparat pantomograficzny z przystawką cefalometryczną; ustawiony w trybie cefalometrycznym – wiązka pierwotna przechodzi w części przez klin aluminiowy umieszczony na brzegu wózka kasety
Źródło: Zbiory własne.

w milimetrach i przenosi odczyt do panelu sterowania. W ten sposób, jeszcze przed wykonaniem ekspozycji, ustawiana jest głębokość wysunięcia klina osłabiającego promieniowanie dla tkanek miękkich.

W obrazowaniu cyfrowym filtr tkanek miękkich ustawiany jest po wykonaniu zdjęcia RTG w czasie komputerowej obróbki obrazów (ang. *postprocessing*).

Ze względu na technologię (analogową, cyfrową lub tzw. analogową „ucyfrowioną”) **detektory** służące do otrzymywania zdjęć cefalometrycznych można podzielić na:

1. układ btona rentgenowska – kasetą wyposażoną w dwa ekrany wzmacniające (w systemach analogowych; czułość rejestratora obrazu 400). Kasetą o rozmiarze: 18 x 24 cm jest umieszczana w statywie kraniostatu pionowo asymetrycznie w zdjęciach bocznych i symetrycznie w zdjęciach tylnoprzodnych. Natomiast kasetą 24 x 30 cm – ułożoną poziomo służy do zdjęć bocznych, gdy chcemy uwidocznnić tylny punkt na czaszce;
2. płytki PSP (skrót od ang. *Photostimulable Phosphor Plate*) w kasetach o takich formatach jak w aparatach analogowych (w „ucyfrowionych” systemach analogowych – po wykonaniu ekspozycji płytki są skanowane laserowo);
3. detektory cyfrowe: CCD (skrót od ang. *charge-coupled device*) lub CMOS (skrót od ang. *complementary metal-oxide semiconductor*) – wielkość pola obrazowania dobierana za pomocą doboru odpowiedniego kolimatora pierwotnego.

Ze względu na zasadę działania cyfrowe aparaty z przystawkami cefalometrycznymi można podzielić na dwie grupy:

1. aparaty skanujące głowę pacjenta wąską wiązką promieniowania (na zasadzie „skanografii”) – detektor ma postać linijki i skanuje obiekt, kierując się w stronę wiązki promieniowania ograniczoną przez szczelinę kolimatora wtórnego – czas skanowania rzędu 10-20 sekund;

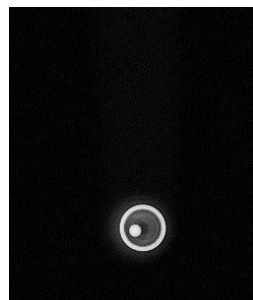
2. aparaty wykonujące pojedynczą ekspozycję w krótkim czasie (tak jak w aparatach ogólnodiagnostycznych) – system obrazowania składa się wtedy ze wzmacniacza obrazu oraz kamery (np. CCD) – czas skanowania rzędu ułamków sekundy.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. (Dz. U. z 2017 r., poz. 884 – § 9, załącznik nr 6) w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej, aparaty RTG podlegają okresowej kontroli. Dla aparatu z przystawką cefalometryczną są wykonywane testy podstawowe:


1. co miesiąc – test powtarzalności ekspozycji lampy RTG;
2. co 6 miesięcy – test rozdzielczości przestrzennej detektora (wysoko- i niskokontrastowego).

Jeżeli cyfrowy aparat pantomograficzny z przystawką do wykonywania zdjęć cefalometrycznych jest wyposażony w dwa detektory (jeden w części pantomograficznej, drugi w kraniostatie) testy dla obu detektorów należy wykonywać oddzielnie.

Testy podstawowe są wykonywane przez pracowników upoważnionych do obsługi urządzeń radiologicznych.



Fot. 8 Części metalowe oliwek usznych uwidocznione na cefalogramie
Źródło: Zbiory własne.

Na bieżąco można monitorować stan kalibracji przystawki cefalometrycznej poprzez obserwację położenia metalowych elementów zatopionych w uchwytach usznych (patrz Fot. 8), które obrazują się na cefalogramach. 

Literatura

1. A. Urbaniak: *Wpływ zwężenia górnych dróg oddechowych na budowę twarzowej części czaszki oraz występowanie wad zgryzu u pacjentów kwalifikowanych do leczenia ortodontycznego*, praca doktorska, Gdański Uniwersytet Medyczny, 2013.
2. Ustawa Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. – tekst jednolity Dz. U. z 2017 r., poz. 576.
3. Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 10 listopada 2015 r. w sprawie ogłoszenia wykazu wzorcowych procedur radiologicznych z zakresu radiologii – diagnostyki obrazowej i radiologii zabiegowej (Dz. Urz. Min. Zdrow. z 2015 r., poz. 78).
4. submentovertex w skrócie SMV.
5. T.K. Różyto: *Zdjęcia cefalometryczne*, [w:] I. Różyto-Kalinowska, T.K. Różyto: *Współczesna radiologia stomatologiczna*, Wyd. Czelej, Lublin 2012, 97.
6. F.R. Karjodkar: *Textbook of Dental and Maxillofacial Radiology*, Jaypee Brothers Medical Publishers, 2nd Edition, 229.