

ZBIGNIEW ZABOROWSKI, JANUSZ PIONTEK

ZASTOSOWANIA RENTGENOKRANIOMETRII W BADANIACH ANTROPOLOGICZNYCH

Wykorzystanie zdjęć rentgenowskich do badań antropometrycznych, czy też zastosowanie pomiarów antropometrycznych w rentgenodiagnostyce jest znane i coraz szerzej stosowane. Pewne problemy wyłaniają się wówczas, gdy zachodzi konieczność porównania wyników otrzymanych w badaniach rentgenogramów i czaszek. Wadą obrazu otrzymanego na rentgenogramie jest rzutowanie na jedną płaszczyznę różnie oddalonych od niej struktur anatomicznych i z tego powodu w różnym stopniu powiększonych. Brak ujednoczenia punktów pomiarowych i standaryzacji wykonywania rentgenogramów czaszki, co wyraźnie zaznacza się w piśmiennictwie, zwłaszcza rentgenodiagnostycznym, praktycznie nie pozwala na porównanie danych antropometrycznych i rentgenodiagnostycznych.

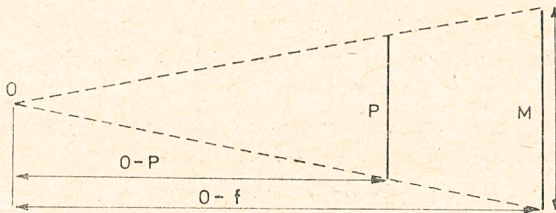
Celem niniejszej pracy jest omówienie możliwości zastosowania badań rentgenodiagnostycznych w antropologii, a także określenie i ujednoczenie punktów pomiarowych na rentgenogramach czaszki oraz metod wykonywania rentgenogramów, co pozwoliłoby w przyszłości na uzyskanie porównywalnych wyników w badaniach antropologicznych i rentgenodiagnostycznych oraz na szersze wykorzystanie rentgenogramów czaszek w tego typu badaniach. Omówienie tych zagadnień wydaje się ważne, bowiem badanie rentgenokraniologiczne wykonane w odpowiedni sposób pozwala na określenie rzeczywistych wymiarów czaszki, a te z kolei mogą być pomocne w określaniu charakteru czy nasilenia zmian patologicznych — w szerokim tego słowa znaczeniu — czy też wykorzystane w badaniach podstawowych dotyczących rozwoju osobniczego.

PROJEKCJA PROMIENI RENTGENOWSKICH I JEJ WPŁYW NA STOPIEŃ ZNIEKSZTAŁCENIA OBRAZU CZASZKI

Lampę rentgenowską traktujemy jako punktowe źródło promieni, z którego promieniowanie rozchodzi się prostolinijnie w różnych kierunkach. W rzeczywistości źródło promieni nie jest punktowe, lecz posiada

określony wymiar, w praktyce wyrażany przez wielkość optyczną ogniska lampy rentgenowskiej (np. 0,3/0,3, 0,6/0,6, 2/1,2, 2/2,2 mm), stąd wiązka promieniowania jest rozbieżna. W technice rentgenowskiej wykorzystujemy tzw. promień centralny, tj. prostopadły do płaszczyzny na którą pada promieniowanie, ograniczając równocześnie wiązkę promieniowania rozbieżnego. Dlatego na rentgenogramie otrzymujemy obraz zawsze powiększony w stosunku do obrazu rzeczywistego. Powiększenie badanego przedmiotu (P) jest zależne od stosunku odległości ognisko—film ($O-f$) i odległości ognisko—przedmiot ($O-p$), czyli:

$$P = \frac{O-f}{O-p} \quad (1)$$



Rys. 1. Schemat przebiegu promieni w czasie wykonywania zdjęć rtg

Warunki, w których $P=1$, gdy $O-f=O-p$ są w praktyce, ze względów technicznych nieosiągalne. Powiększenie obrazu nie jest jednakowe dla wszystkich struktur anatomicznych badanego przedmiotu. Struktury leżące bliżej błony rentgenowskiej mają powiększenie mniejsze, niż struktury dalej położone. Zmniejszenie powiększenia można osiągnąć przez wydłużenie odległości ognisko—film. Zdjęcia wykonane z odległości powyżej 2 m często są stosowane w stomatologii (telerentgenografia).

W związku z tym, że ognisko lampy rentgenowskiej jest niepunktowe, powstają półcienie zmniejszające ostrość obrazu na rentgenogramie. Nie jest to jedyna przyczyna nieostrości obrazu, inne to: nieostrość ruchowa, powstała od ekranów wzmacniających, wywołana przez astygmatyzm itd. Wielkość nieostrości całkowitej jest sumą różnego typu nieostrości. W praktyce suma różnego typu nieostrości nie przekracza 0,5 mm, co nie ma znaczenia dla dokładności pomiarów.

W przypadku wykonywania zdjęć warstwowych wielkość obrazu jest także większa od rzeczywistej. Można i tu obliczyć współczynnik liniowego powiększenia obrazu (P) ze wzoru:

$$P = \frac{l}{d} w \quad (2)$$

gdzie: l — odległość badanego przedmiotu od ogniska lampy, d — od-

ległość ognisko lampy—film, w — liniowy wymiar badanej struktury na zdjęciu tomograficznym.

Z uwagi na powstające powiększenie obrazu na zdjęciu rentgenowskim, dla zapewnienia porównywalności wyników dotyczących pomiarów czaszki, należy zdjęcia wykonywać w stałej odległości ognisko—film. Taka standardowa odległość przyjęta w pracowniach radiologicznych wynosi 100 cm, z zastrzeżeniem, że jest to odległość: ognisko lampy—powierzchnia stołu rentgenowskiego. W zależności od typu stołu, odległość między powierzchnią stołu a błoną rentgenowską wynosi od 10 do 30 mm, czyli rzeczywista odległość wynosi od 101 do 103 cm.

Do oceny rentgenokraniometrycznej mogą być użyte jedynie rentgenogramy czaszki wykonane w standardowych ułożeniach. Ułożenie tylnoprzodnie (określone jest ono przez przebieg promieni odpowiadających wejściu i wyjściu z badanego obiektu) wymaga, aby linia podczołowo-uszna, odpowiadająca linii frankfurckiej, przebiegała prostopadle do płaszczyzny błony rentgenowskiej i aby podobnie zachowywała się linia przebiegająca przez płaszczyznę strzałkową czaszki. Na tego typu zdjęciach struktury anatomiczne części twarzowej czaszki i kości czołowej znajdują się bliżej błony rentgenowskiej i wykazują mniejsze powiększenie. Zdjęcia w ułożeniu przednio-tylnym (A-P) wymagają tych samych warunków, ale do oceny struktur anatomicznych posiadają mniejsze znaczenie, ponieważ bliżej błony rentgenowskiej znajduje się tylko kość potyliczna. Zdjęcia w ułożeniu bocznym wymagają, aby płaszczyzna strzałkowa była równoległa do płaszczyzny błony rentgenowskiej. Zdjęcia te mogą być wykonane w ułożeniu prawobocznym (struktury anatomiczne strony prawej znajdują się bliżej błony) i ułożeniu lewobocznym (struktury anatomiczne lewej strony znajdują się bliżej błony). Należałoby zalecić wykonywanie zdjęć małymi ogniskami lampy rtg (0,3/0,3 mm, 0,6/0,6 mm) przy użyciu drobnoziarnistych ekranów wzmacniających i dobrej jakości błon rentgenowskich, w celu uzyskania dobrej ostrości szczegółów poprzez zmniejszenie nieostrości geometrycznej i pochodzącej od ekranów wzmacniających.

Z innych ułożeń warto wymienić zdjęcia osiowe, odpowiadające ułożeniu czaszki w *norma verticalis* lub *norma basilaris*. Odrębną metodę badania czaszki za pomocą zdjęć i pomiarów stanowi tzw. stereorentgenogrametria. Pozwala ona na przeprowadzenie analizy zdjęć pod kątem rozmiarów i kształtu badanego przedmiotu, a także ukształtowania i określenia głębokości elementów strukturalnych. Zdjęcia wykonuje się za pomocą specjalnego aparatu rentgenowskiego — stereografu (np. szwedzkiej firmy Elema-Schonander). Stereorentgenogramy odczytuje się przy użyciu komparatora lub opracowuje matematycznie na podstawie wzorów stosowanych w fotogrametrii.

PUNKTY POMIAROWE NA RENTGENOGRAMACH CZASZKI

Oznaczenie punktów pomiarowych na rentgenogramach wymaga dobrej znajomości anatomii rentgenowskiej. Nie wszystkie punkty pomiarowe przyjęte w kranioometrii są możliwe do zlokalizowania na rentgenogramie. Niektóre można dokładnie oznaczyć na rentgenogramach czaszek osobników dorosłych, natomiast u noworodków i niemowląt nie mogą być ściśle zlokalizowane i należy przyjąć umowną metodę ich oznaczania (np. dla punktów *bregma* i *lambda* przed zarośnięciem ciemiaczek). Rentgenogramy czaszek u noworodków i niemowląt trudniej jest wykonać w ułożeniu tylno-przednim (*P-A*), dlatego wykonuje się je częściej w ułożeniach przednio-tylnych (*A-P*) i z tego powodu wielkości mierzone na części twarzowej i kości czołowej wymagają uwzględniania specjalnych współczynników powiększenia.

Rzut struktur anatomicznych czaszki na płaszczyznę pozwala na wprowadzenie nowych pomiarów, nie znajdujących dotąd zastosowania w antropometrii, a mających znaczenie w ocenie zmian patologicznych czaszki, czy jej rozwoju. Zdjęcia tylno-przednie, przednio-tylne oraz boczne pozwalają także na ocenę symetrii czaszki. Na zdjęciach *P-A* i *A-P* należy w tym celu przeprowadzić linię środkową przebiegającą przez punkty: *v*, wzdłuż szwu strzałkowego, *n* i *gn*. Szerokość prawej i lewej strony czaszki należy mierzyć prostopadle od miejsca największej szerokości do linii środkowej, co odpowiadałoby punktem *eu*. Istnieje możliwość wprowadzenia pomiarów długości cięciwy i wysokości łuku po stronie prawej i lewej, od punktu *po* do *v*. Pomiar wysokości czaszki w płaszczyźnie strzałkowej (zdjęcie boczne) wymaga przeprowadzenia linii równoległych do linii frankfurckiej poprzez punkty *v* i *gn*.

Poza wymienionymi już pomiarami lub pomiarami, które mogą być wykonane między punktami pokazanymi na rys. 1, z rentgenogramów można obliczyć pojemność puszeki mózgowej. Ma to duże znaczenie dla potrzeb klinicznych, a także może znaleźć zastosowanie w paleoantropologii. Wśród różnych propozycji na uwagę zasługują opracowania Mac Kinnona, Bergerhoffa, Haasa, Haacka i Meihoffa czy van Lengerke.

Mac Kinnon [1955] dla obliczenia pojemności czaszki z rentgenogramów przedstawił następującą formułę:

$$V = \left[\frac{1}{2}ILH + \frac{1}{2}ILB \right] 0,51 \quad (3)$$

gdzie: *V* — objętość czaszki, *I* — największa szerokość czaszki zmierzona na zdjęciu *A-P* lub *P-A*, *L* — długość czaszki zmierzona na zdjęciu bocznym, *H* — wysokość czaszki od górnego brzegu otworu słuchowego zewnętrznego do punktu *v*, *B* — odległość od punktu *b* do najdalej wysuniętego ku tyłowi punktu tylnego dołu czaszkowego.

Bergerhoff [1972] przedstawił następujący wzór:

$$P = \frac{L}{2} \frac{A+B}{4} \frac{D}{2} \frac{4}{3} \pi \quad (4)$$

gdzie: P — pojemność czaszki, L — długość czaszki ($g-op$), A — wysokość czaszki ($po-v$), B — wymiar $b-o$, D — szerokość czaszki ($eu-eu$).

Wymiarybrane są między blaszkami wewnętrznymi kości. W formule tej przyjmuje się, że czaszka ma kształt elipsoidalny, co wydaje się zbyt wielkim uproszczeniem, w stosunku do dość skomplikowanego kształtu czaszki.

Haack i Meihoff [1971] do pomiarów pojemności czaszki wprowadzili nowy wzór, który ma postać:

$$V = K A_L b \quad (5)$$

gdzie: V — objętość jamy czaszki, K — stały współczynnik zniekształcenia, który według autorów wynosi 0,594, A_L — powierzchnia płaszczyzny strzałkowej mierzona planimetrycznie na zdjęciu bocznym, b — szerokość czaszki ($eu-eu$) mierzona na zdjęciu $P-A$.

Modyfikację wzoru Haacka i Meihoffa zaproponował van Lengerke [1974] w następującej postaci:

$$V = \frac{4}{3} \pi \sqrt{A} \sqrt{B} \frac{\sqrt{l^2 \beta^2 B} + \sqrt{b^2 \alpha^2 A}}{2} \quad (6)$$

gdzie: V — objętość czaszki, A — wielkość płaszczyzny strzałkowej czaszki, B — wielkość płaszczyzny czołowej czaszki, l — połowa wewnętrznej długości czaszki, b — połowa wewnętrznej szerokości czaszki, α — współczynnik powiększenia płaszczyzny strzałkowej, β — współczynnik powiększenia płaszczyzny czołowej.

Współczynnik powiększenia płaszczyzny strzałkowej należy obliczyć wg wzoru:

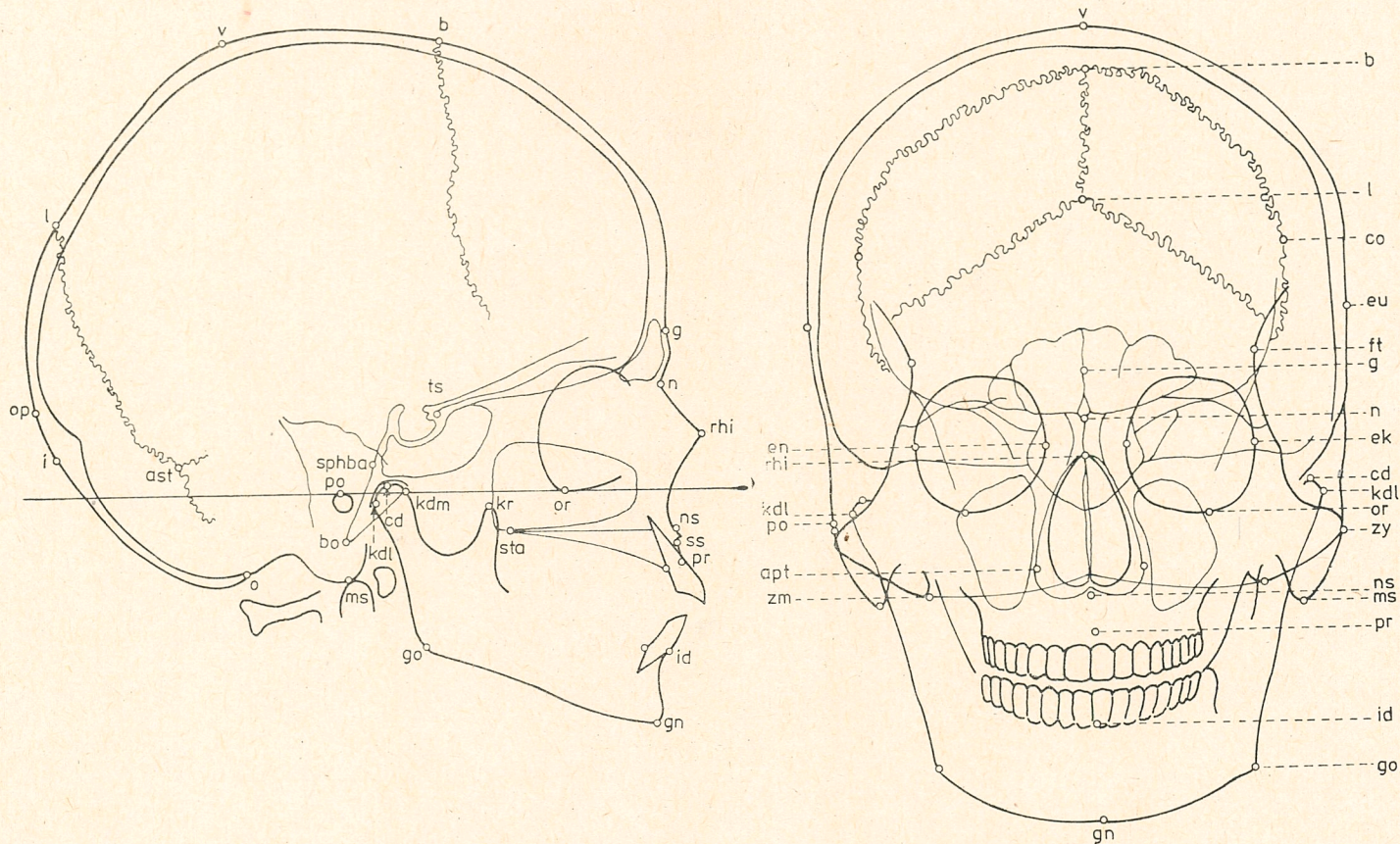
$$\frac{FT}{FF} \left(1 - \frac{b' + w'}{FF} \right) \frac{1}{1 - \frac{(l' + w')(b' + w')}{FF^2}} \quad (7)$$

gdzie: FF — odległość ognisko—film, FT — odległość ognisko—badana płaszczyzna, l' — połowa wewnętrznej długości czaszki, b' — połowa wewnętrznej szerokości czaszki, w' — grubość kości sklepienia.

Badanie rentgenokraniometryczne pozwala także na uwzględnienie pomiarów siodełka tureckiego w płaszczyźnie strzałkowej, tzn. obliczenia długości i wysokości siodełka tureckiego oraz wskaźnika siodełka w stosunku do długości czaszki, ze wzoru:

$$I = \frac{S}{C} 100 \quad (8)$$

gdzie: S — długość siodełka w jego największym wymiarze, C — długość wewnętrzna czaszki.



Rys. 2. Ważniejsze punkty pomiarowe na rentgenogramach czaszek

apertion (apt), asterion (ast), basion (ba), bregma (b), coronale (co), ektokonchion (ek), euryon (eu), frontotemporale (ft), glabella (g), gnathion (gn), infradentale (id), inion (i), kondylion laterale (kdl), kondylion mediale (kdm), koronion (kr), lambda (L), mastoidale (ms), nasion (n), nasospinale (ns), opisthion (o), opisthocranium (op), orbitale (or), porion (po), prosthion (pr), rhinion (rhi), sphenobasion (sphba), staphylion (sta), subspinale (ss), vertex (v), zygion (zy), zygomaxillare (zm), tuberculum sellae (ts)

Na podstawie rentgenogramów czaszki można dodatkowo określać jeszcze wymiary: zatok szczękowych, zatoki czołowej, klinowej, otworów i szczelin czaszki, przy wykonywaniu zdjęć specjalnych, biorąc pod uwagę, aby ustawienie osi badanej struktury anatomicznej było równoległe lub prostopadłe do błony rentgenowskiej.

* * *

Z powyższego przeglądu wynika, że rentgenokraniometria pozwala na ocenę przyżyciową czaszek pod względem pomiarów kraniometrycznych (wymiarów liniowych, kątów, łuków, wskaźników, pojemności), a także ocenę czaszek z punktu widzenia antropologicznego i diagnostyki klinicznej. Oceny np. pojemności czaszki według wzoru Haacka i Meihoffa można dokonać z bardzo dużą dokładnością, bo do $\pm 1,9^0\%$ w stosunku do pojemności mierzonej na preparatach czaszki.

Rentgenokraniometria obok uprzednio wspomnianych badań pozwala na śledzenie dynamiki rozwoju czaszki oraz rozwoju jej struktur anatomicznych praktycznie niedostępnych w badaniach antropologicznych na człowieku żywym. Wymienione badania są też istotne w ocenie zmian patologicznych czaszki, zwłaszcza w zakresie małego i wielkogłowia, kraniostenoz, wodogłowia, zaburzeń hormonalnych i chromosomalnych oraz w diagnostyce stomatologicznej. Umożliwiają one także ocenę ilościową i jakościową układu płynowego mózgu (na podstawie badań pneumoencefalograficznych i ventrikulograficznych), układu naczyniowego mózgu oraz na łączne odniesienie tych układów do struktur kostnych czaszki. Głównym jednak obecnie problemem w rentgenokraniometrii jest ustalenie i stosowanie tych samych punktów pomiarowych na rentgenogramach oraz ujednoczenie warunków wykonywania zdjęć, co pozwoliłoby na wyeliminowanie konieczności uwzględniania współczynników powiększenia w porównaniu opracowań kraniometrycznych wykonanych na zdjęciach rentgenowskich, a także umożliwiłoby wykorzystywanie archiwów pracowni rentgenowskich dla opracowań radiologicznych i antropologicznych.

PIŚMIENNICTWO

1. Alekseev V. P., Debec G. F. *Kraniometrija. Metodika antropologičeskich issledovanij*. Nauka, Moskva 1964. *
2. Austin J. H. M., Gooding Ch. A. *Roentgenographic Measurement of Skull Size in Children*. *Radiology*, 1971, 99, 641 - 646. *
3. Avdonin S. J., Avdonin N. A., Gonsales W. R. *Diagnostičeskaja cennost indeksa tureckoe sedlo*. *Vestnik rentg.* 1972, 3, 52 - 56. *
4. Bergerhoff W. *Statistische Messungen am Säuglings- und Kinderschädel in Abhängigkeit vom Hirnwachstum* [w:] *Neuroradiologische Diagnostik und Symptomatik der Hirnentwicklung*, Berlin 1963. *
5. Bergerhoff W. *Über den Einfluss der hydrozephalen intrakraniellen Drucksteigerung auf Bauplan und Wachstum des kindlichen Schädels*. *Fortschr. Röntgenstr.* 1972, 116, 199 - 204. *
6. Bernard J., Baudey J.,

- Lichtenberg R., Laval-Jeantet M. *Radiologische Untersuchung der Schädelkapazität beim Kind* [w:] *Neuroradiologische Diagnostik und Symptomatik Hirnentwicklung im Kindesalter*, Berlin 1963. * 7. Bützler O. H., Gawlich R., Friedmann G. *Das normale Schädelübersichtsbild im ersten Trimenon*. *Fortschr. Röntgenstr.* 1972, 117, 397-403. * 8. Černij A. N., Bondarev I. M., Varnovickij G. I., Dukarskij B. G. *Pervyj opyt stereorentgenogrammetrii bronchov v klinike tuberkuleza*. *Vestnik rentgenol.* 1974, 5, 3-12. * 9. Cronqvist S. *Roentgenologic evaluation of cranial size in children*. *Acta radiol.* 1968, 7, 97-111. * 10. Ditttrich J. *Die Kranimetrie als Ergänzungsmethode in der radioneurologischen Diagnostik der Hirn- und Schädelentwicklung* [w:] *Neuroradiologische Diagnostik und Symptomatik der Hirnentwicklung im Kindesalter*, Berlin 1963. * 11. Goździewski S. *Związki cech kefalometrycznych z kranioometrycznymi u człowieka*. *Mat. i Prace Antropol.*, 1969, 77, 283-354. * 12. Godycki M. *Zarys Antropometrii*, Warszawa 1956. * 13. Grądzki J., Rzymiski K., Mularak O. *Próba oceny wielkości i kształtu czaszek małogłowiowych metodą rentgenometryczną*. *Neur. Neurochir. Pol.*, 1973, 7, 541-546. * 14. Haack D. C., Meihoff E. C. *A method for estimation of cranial capacity from cephalometric roentgenograms*. *Amer. J. Phys. Anthropol.*, 1971, 34, 447-452. * 15. Hajniš K. *Stosunek rozmiarów i wskaźników głowy do wagi mózgu*. *Przegl. Antropol.*, 1961, 27, 3-21. * 16. Klewenhagen S. *Promienie X i ich zastosowanie w medycynie*. Warszawa 1965. * 17. Lengerke H. J. *Kranioметриsche Untersuchungen zur normalen Wachstumsrate des intrakraniellen Raums in den ersten 3 Lebensjahren*. *Forstchr. Röntgenstr.*, 1974, 120, 300-306. * 18. Lusted L. B., Keats T. A. *Atlas of Roentgenographic Measurement*. The Year Book Publisher Inc. Chicago, 1959. * 19. Mac Kinnon I. L. *Relation of capacity of human skull to its roentgenological length*. *Am. J. of Radiology*, 1955, 74, 1026-1034. * 20. Rzymiski K., Grądzki J. *Rentgenometryczna ocena stopnia niedorozwoju czaszek ścieśnionych i małogłowiowych*. *Pol. Tyg. Lek.*, 1973, 28, 1965-1966. * 21. Rzymiski K. *Rozwój i ukształtowanie czaszki w obrazie rentgenowskim w zależności od wieku i płci*. *Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Wyd. Lek., Prace Kom. Med. Dośw.*, 1971, 43, 252-282. * 22. Schmidt H., Fischer E., Fendel H. *Kranioметриsche Untersuchungen über das Wachstum des Schädels*. *Fortschr. Röntgenstr.*, 1972, 117, 404-408. * 23. Solow B., Tallgen A. *Head Posture and Craniofacial Morphology*. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1976, 44, 417-435. * 24. Zebrowski W. *Kliniczne znaczenie asymetrii głowy typu plagiocefalii*. *Pol. Tyg. Lek.*, 1973, 28, 2058-2059.

Wojewódzki Szpital Zespolony w Łodzi
ul. Pabianicka 62, Łódź
Zakład Antropologii UAM
ul. Fredry 10, Poznań

EMPLOIE DE LA RADIOCRÂNIOMÉTRIE DANS LES ÉTUDES ANTHROPOLOGIQUES

par ZBIGNIEW ZABOROWSKI, JANUSZ PIONTEK

La présente étude porte sur les problèmes ayant lieu pendant la réalisation des radiogrammes du crâne sur le radiogramme. On a proposé l'ensemble des points de mensurations sous l'angle des besoins de radiocrâniométrie. Cet ensemble a été assorti d'une telle façon pour que les mensurations aient leurs points équivalents dans la technique de mensurations faites sur le crâne. On a discuté les méthodes de détermination de la capacité de boîte crânienne.

APPLICATION OF RADIOCRANIOMETRY IN ANTHROPOLOGICAL
INVESTIGATIONS

by ZBIGNIEW ZABOROWSKI, JANUSZ PIONTEK

The authors are dealing with problems concerning technique for taking X-ray pictures of the skull with special attention to the degree to what the skull is deformed on the picture in comparison to its actual form and dimensions. The set of radiocraniometric points is proposed. These points are so defined as to yield measurements comparable with those used in normal craniometry. Methods for estimation of cranial capacity from X-ray pictures are also described.

WSKAŹNIK NASADOWY UDA W ROZWOJU ONTOGENETYCZNYM

W pracach dotyczących zmian w proporcjach kończyn dolnych u dzieci pomijano na ogół zmiany szerokości nasad kości długich. W niniejszym doniesieniu przedstawiono obserwacje dotyczące zmian wymiarów uda (jego długości i szerokości) z wiekiem. Badano dzieci i młodzież szkół katowickich w trzech wybranych grupach wieku: 10, 14 i 18 lat. Długość uda obliczano z różnicy pomiarów wysokości położenia punktów trochanterion i tibiale. Szerokość nasady mierzono między najbardziej bocznie i przysrodkowo położonymi punktami na kłykeciach kości udowej, przy ugiętej w stawie kolanowym kończynie. Pomiaru wykonywano na prawej kończynie. Obliczono „wskaźnik nasadowy” $WN = \frac{\text{szerokość nasady}}{\text{długość uda}} \times 100$.

Tab. 1. Charakterystyka wskaźnika nasadowego wg płci i wieku

Wiek	Chłopcy			Dziewczęta			Razem		
	N	\bar{x}	s	N	\bar{x}	s	N	\bar{x}	s
10 lat	42	23,9	1,7	32	23,4	1,8	74	23,7	1,8
14 lat	36	21,0	1,2	37	21,0	1,7	73	21,0	1,5
18 lat	44	19,9	1,6	62	19,7	1,3	106	19,8	1,4

Różnice płciowe w wartościach badanego wskaźnika okazały się nieznaczne i nieistotne statystycznie; wystąpiły natomiast wyraźne różnice, istotne statystycznie (zbadane testem *t-Studenta*) między grupami wieku. Szerokość nasady z wiekiem maleje w stosunku do długości uda. Jak wiadomo, w badanym odcinku ontogenezy (między 10 i 18 rokiem życia), następuje szybki wzrost długości uda, przy niewielkiej zmianie jego szerokości. W związku z powyższym zmienia się, w pokazany w tabeli sposób, zaproponowany wskaźnik, którego wartości charakterystyczne są dla poszczególnych etapów rozwoju. Wskaźnik ten mógłby być zatem pomocny przy określaniu zaawansowania procesów rozwojowych młodego organizmu.

Krystyna Szymańska-Parkieta
Zakład Biologii i Morfologii
Człowieka, WSWF w Katowicach