

11. Murphy W.A., Sprruill F.G., Gantner G.E.: Radiologie Identification of Unknown Human Remains, *Journal of Fornesic Sciences*, 25, 4, 1980 727-735. - 12. Nainys J.V., Anuseviciene O.W.: Zastosowanie elektrorentgenograficznych badań kości przedramienia do osobniczej identyfikacji szkieletu. *Arch. Med. Sąd. Krym.* 1980, 30, 197-200. - 13. Riepert T., Schweden F., Schild H., Rittner C: The identification of unknown corpses by x-ray comparison. *Rofo. Fortschr. Geb. Rentgeustr. Neuen Bildgeb. Verfahr.* 1995, 162, 241-245. - 14. Singleton A.C.: The Rentgenological Identification of Victims of the Naronic Disaster, *American Journal of Rentgenology, Radium Terapy and Nuclear Medicine*, 66, 3, 1951, 375-384. - 15. Śliwka K., Boroń Z., Miścicka-Śliwka D.: Wykorzystanie badań radiologicznych klatki piersiowej do identyfikacji zwłok osób nieznanach. *Arch. Med. Sąd. Krym.* 1983, 33, 47-51. - 16. Wojciechowski-Woy J.: Diagnostyka izotopowa układu kostnego, (w:) *Radiologia*, pod red. S. Leszczyńskiego, PZWL, Warszawa 1993, 342-368.

Adres autora
ul. Rolna 57
97-500 Radomsko

Jarosław Bednarek, Elżbieta Bloch-Bogusławska, Karol Śliwka

Rozwój współczesnych metod oceny wieku na podstawie zarastania szwów czaszkowych

Development of the contemporary age at death estimating methods from cranial suture closure

Z Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej AM w Bydgoszczy
Kierownik: prof. dr hab. K. Śliwka

W pracy dokonano przeglądu najważniejszych badań poświęconych wykorzystaniu szwów czaszkowych dla ustalenia wieku osobniczego. Przedstawiono w ujęciu historycznym główne kierunki badań związane z tym zagadnieniem, wyniki prac populacyjnych oraz prac nad wpływem płci i rasy. Szczególną uwagę poświęcono współczesnym, zaawansowanym technikom oceny wieku na podstawie zarastania szwów czaszkowych.

The paper presents a review of the most important studies on age estimating from cranial sutures. The main directions of investigations, the results of population studies and research into sex and race impact were presented in a historical context. Particular attention was paid to contemporary, advanced methods of age estimating from cranial suture closure.

Słowa kluczowe: identyfikacja osobnicza, ocena wieku, szwy czaszkowe

Key words: personal identification, age at death estimation, cranial sutures

Identyfikacja osób zmarłych na podstawie ich cech biologicznych, stanowi integralną część medycyny sądowej. Jak wynika ze statystyk prowadzonych przez policje krajów europejskich, liczba osób zaginionych i liczba niezidentyfikowanych zwłok są z roku na rok coraz większe (9). Zagadnienie to może nabrać szczególnego znaczenia po wejściu Polski do Unii Europejskiej, z uwagi na spodziewany wzrost migracji ludności. Dlatego istotnym problemem jest stałe doskonalenie technik identyfikacyjnych, prowadzących do określenia płci, wieku oraz przyżyciowych parametrów somatycznych osób, których zwłoki uległy znacznemu rozkładowi lub całkowitemu zeszkieletowieniu.

Wśród zagadnień dotyczących identyfikacji, zwłaszcza w przypadku osób dorosłych, istotne miejsce zajmują kwestie związane z ustaleniem wieku osoby zmarłej. Z uwagi na brak odpowiednich metod genetycznych, fizycznych czy biochemicznych, pozwalających na precyzyjne określenie wieku zmarłego, szczególnego znaczenia nabierają badania nad przydatnością nowych metod oceny wieku z wykorzystaniem cech morfologicznych zachowanych w obrębie szkieletu.

Podstawę do konstruowania odpowiednich technik identyfikacyjnych stanowią przede wszystkim te części kośćca, które ulegają zachodzącym z wiekiem wyraźnym i łatwym do określenia zmianom morfologicznym. Do grupy tej zalicza się przede wszystkim spojenie łonowe (11), powierzchnie uchowate kości biodrowych (2), końce mostkowe żeber (4), zęby (3, 6) czy też nasady bliższe kości ramieniowych (16).

Oprócz wymienionych wyżej cech morfologicznych o szczególnym znaczeniu dla oceny wieku, od dawna bardzo dużym zainteresowaniem badaczy cieszyły się szwy czaszkowe. Wykorzystanie wiedzy na temat zależności obliteracji szwów czaszkowych od wieku metrykalnego człowieka, okazało się niezwykle przydatne w procesie identyfikacji nieznanymi osobami, zwłaszcza gdy cały szkielet postkranialny uległ zniszczeniu.

Na fakt zarastania szwów czaszkowych z wiekiem, po raz pierwszy zwrócił uwagę Fallappia w połowie XVI wieku (12). W XIX stuleciu zauważono, że jako pierwszy zarasta szew strzałkowy (12). Opis ogólnej sekwencji zarastania szwów jako pierwszy opublikował w 1856 roku Garatiolet (12). Według tego autora na początku zarastał szew strzałkowy, następnie węglowy i ostatecznie wieńcowy. Gratiolet zwrócił również uwagę na międzypopulacyjne różnice tempa obliteracji.

W późniejszych pracach innych autorów podejmowano próby bardziej precyzyjnego określenia korelacji zarastania szwów czaszki z wiekiem. W 1861 roku, Broca (12) skonstruował czterostopniową skalę obliteracji, na podstawie badań czaszek mężczyzn powyżej 50 roku życia. Autor ten wprowadził również podział szwów czaszkowych na odcinki, w zależności od ich przebiegu. Klasyfikacji tej używano w wielu późniejszych badaniach.

W osiem lat później Pommerol (12) stwierdził w jednej ze swych prac, że czas zarastania szwów wykazuje zmienność międzypopulacyjną. Podkreślił on jednak, że sekwencje obliteracji szwów stwierdzone u różnych osób tworzą wspólny model zarastania. Wynikiem obserwacji Pommerola było opublikowanie następującego modelu obliteracji szwów czaszkowych: 1) poniżej 35 roku życia - szwy niezarośnięte; 2) ok. 40 roku życia - początek zarastania szwu strzałkowego; 3) ok. 50 roku życia - początek zarastania szwu wieńcowego; 4) powyżej 65 roku życia zakończenie obliteracji szwu łuskowego.

W 1885 r. Ribbe (12) zbadał 50 czaszek pochodzących od osób o znanym wieku. Obserwacje dotyczyły w tym przypadku wyłącznie zewnętrznej powierzchni czaszki. Najwcześniejsze zmiany obliteracyjne były widoczne na czaszce osoby zmarłej w 21 roku życia, najpóźniejsze zaś u osoby 55 letniej. Autor ustalił następującą kolejność zarastania szwów: 1) strzałkowy, 2) węglowy, 3) wieńcowy.

Kolejną próbą odpowiedzi na pytanie o zależność procesu zarastania szwów

czaszkowych od wieku były prace Dwighta (5), których wyniki zostały opublikowane w 1890 roku. Dwight nie dostrzegł żadnych procesów obliteracyjnych u osób poniżej 30 roku życia i wskazał na fakt zarastania szwów od strony endokranialnej ku zewnętrznej powierzchni czaszki. Stwierdził również, że szwy zarastają wcześniej u mężczyzn niż u kobiet. Z uwagi na nieregularny przebieg procesów obliteracyjnych, autor ten kwestionował wykorzystanie sekwencji zarastania szwów do określania wieku. Późniejsi badacze (12) poddali wyniki Dwighta krytycznej analizie, zarzucając mu głównie niewłaściwy dobór materiału badawczego i wątpliwości co do rzeczywistego wieku kalendarzowego osób, od których pochodziły czaszki.

Kamieniem milowym w historii prac nad wykorzystaniem szwów czaszkowych do oceny wieku były badania dokonane w latach dwudziestych ubiegłego wieku przez Todd i Lyon (12, 13, 14, 15). Jako materiał badawczy uczeni wykorzystali czaszki z osteologicznej kolekcji Hammana (obecnie kolekcja Hammana-Todda, Cleaveland, USA). Dzięki temu po raz pierwszy można było dokonać analizy na próbkach o odpowiedniej liczebności oraz dobrze udokumentowanym wieku, płci i pochodzeniu etnicznym osobników. Dało to możliwość nie tylko analizy sekwencji zarastania szwów z wiekiem ale też dokładnej oceny wpływu płci i pochodzenia rasowego na przebieg tego procesu.

Todd i Lyon wybrali do badań 514 czaszek, z których 307 pochodziło od białych mężczyzn, 58 od białych kobiet, 120 od czarnych mężczyzn i 29 od czarnych kobiet. Czaszki te spełniały wszystkie wymogi niezbędne do wykonania prawidłowej analizy. Autorzy kierowali się następującymi kryteriami selekcji materiału badawczego: udokumentowany wiek, płeć i pochodzenie (rasa), dobry stan zachowania czaszki, gwarantujący możliwość pełnego badania szwów po stronie zewnętrznej i wewnętrznej oraz brak patologii i anomalii. Wiek osób, których czaszki posłużyły jako materiał badawczy wahał się w zakresie od 18 do 84 lat.

Badane szwy podzielono na 3 grupy: 1 - strzałkowy, wieńcowy węglowy i ewentualny czołowy, 2 - klinowo-czołowy i klinowo-ciemieniowy, 3 - klinowo - potyliczny. Sekwencję zarastania szwów badano w odniesieniu do ich odcinków zgodnie z klasyfikacją wprowadzoną przez Broca (12). Stan obliteracji szwów Todd i Lyon opisywali według następującego schematu: 0 - brak obliteracji, 1 - zarośnięta mniej niż połowa badanego odcinka szwu, 2 - odcinek zarośnięty połowicznie, 3 - zarośnięta ponad połowa odcinka, 4 - całkowita obliteracja). Przy badaniach wzięto pod uwagę również wpływ takich czynników jak wspomniane już płeć i rasa oraz kształt czaszki i jej pojemność.

Wyniki badań Todd i Lyon pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków: 1 - pomiędzy obliteracją szwów czaszkowych a wiekiem istnieje wyraźna zależność, 2 - płeć, rasa oraz kształt i objętość czaszki nie mają istotnego wpływu na sekwencję zmian obliteracyjnych, 3 - postępująca z wiekiem zarastanie szwów czaszkowych przebiega wyraźniej po stronie zewnętrznej niż wewnętrznej czaszki. Ostatecznym efektem badań było wyznaczenie sekwencji zarastania szwów czaszkowych.

Aby zweryfikować swe wnioski badacze wylosowali z badanej próbki 30 czaszek i dokonali oceny wieku według schematu opracowanego w wyniku

wcześniejszych badań. Wyniki oznaczeń charakteryzowały się odchyleniem standardowym +/- 6 lat, co oznacza, że opracowany przez mich schemat może być z powodzeniem wykorzystywany dla potrzeb sądowych.

Prace Todda i Lyona zostały w późniejszych latach wielokrotnie zweryfikowane i poddane szerokiej dyskusji. Do ich metodyki i wyników odnosili się m.in. Cobbs (5), Singer (10), Brooks (1) oraz McKern i Stewart (5). Jednak z wyjątkiem nieznacznych modyfikacji wprowadzonych przez ostatnich z wymienionych autorów, nie zaproponowano żadnego innego podejścia do kwestii badań i płynących z nich wniosków.

Przełom w tej dziedzinie dokonał się dopiero za sprawą publikacji Meindla i Lovejoy'a (7). Opracowali oni nową technikę badawczą, która w odróżnieniu od dotychczasowych metod nie brała pod uwagę całych szwów lecz pewne ich fragmenty. W klasyfikacji swej autorzy posłużyli się wyłącznie egzokranialnym modelem zarastania, uznając, że sekwencja endokranialna dotyczy wyłącznie osobników młodych i w związku z tym ma niewielkie znaczenie w badaniach dla potrzeb sądowych.

Do oceny wieku osoby zmarłej wykorzystano 10 odcinków szwów czaszkowych wyznaczonych na podstawie punktów antropometrycznych (ściśle zdefiniowanych punktów położonych na czaszce). Wybór odcinków został dokonany w wyniku przeprowadzonych wcześniej badań na 236 czaszkach pochodzących z kolekcji Hammana-Todda (Cleveland, USA). Analiza tego materiału dała odpowiedź na pytanie: jakie fragmenty szwów najlepiej odzwierciedlają zmiany zachodzące z wiekiem.

Badane odcinki szwów czaszkowych miały długość 1 cm. Centrum każdego z nich stanowił punkt antropometryczny. Ponieważ trwałość poszczególnych elementów czaszki jest zróżnicowana i nie zawsze przy ocenie wieku dysponuje się czaszką dobrze zachowaną, Meindl i Lovejoy podzielili zestaw odcinków diagnostycznych na dwie grupy w zależności od obszaru czaszki. Pierwsza grupa dotyczy szwów sklepienia, druga obszaru przednio-bocznego. Przy takim podziale dwa odcinki mieściły się zarówno w jednej jak i drugiej grupie. Wiek ustalany jest oddzielnie dla obydwu grup.

W odróżnieniu od Todd i Lyon (12, 13, 14, 15) do oceny stanu zarastania autorzy zaproponowali, nie pięcio- a czterostopniową skalę przemian obliteracyjnych. W zależności od fazy zarastania, każdemu miejscu została przyporządkowana liczba punktów odpowiadająca numerowi fazy: 0 - brak obliteracji, 1 - obliteracja mniej niż połowy odcinka, 2 - obliteracja ponad połowy odcinka, 3 - obliteracja całkowita.

Ocena wieku zmarłego ma w tym przypadku charakter dwustopniowy. Najpierw dokonuje się zsumowania liczby punktów przyporządkowanych miejscom z obszaru sklepienia i oddzielnie miejscom z obszaru boczno-przedniego. Następnie z odpowiedniej tabeli danych opracowanych na podstawie materiału badanego przez Meindla i Lovejoya odczytuje się odpowiednie zakresy wieku dla obydwu obszarów. Pomimo, że część wytypowanych odcinków ma charakter bilateralny, autorzy brali pod uwagę jedynie te odcinki, które znajdowały się po prawej stronie czaszki. W wyjątkowych przypadkach, gdy prawa strona była uszkodzona, badania dokonywano po stronie lewej.

Rewizji metody Meindla i Lovejoya oraz w zasadzie wszelkich wcześniejszych prac poświęconych związkom obliteracji szwów z wiekiem, dokonał Nawrocki (8). Autor ten wykorzystał czaszki osób o dobrze udokumentowanym wieku, płci i pochodzeniu, należące do osteologicznej kolekcji Terry'ego (Smithsonian Institution, Waszyngton, USA).

Dotychczasowe badania zarastania szwów czaszkowych dawały sprzeczne rezultaty. Niejasności te wynikały po pierwsze z braku całościowego spojrzenia na kwestię miejsc stanowiących podstawę do wnioskowania o wieku osobnika, po drugie zaś z zastosowania jedynie najprostszych narzędzi statystycznych.

Nawrocki poddał analizie sekwencję zarastania szwów zarówno po stronie endokranialnej jak i egzokranialnej mózgowczaszki, a także sekwencję zarastania szwów podniebiennych. Pozwoliło to na wszechstronną ocenę ich wartości diagnostycznej. Autor zastosował też bardziej zaawansowane techniki statystyczne, takie jak analiza wariancji i regresja liniowa. Umożliwiły one dokładne zbadanie zarówno zależności obliteracji od wieku jak i wpływu płci i pochodzenia etnicznego na charakter badanych przemian.

W pracy tej zastosowano metodykę Meindla i Lovejoya (7), wprowadzając do niej jednak szereg modyfikacji. W pierwszej kolejności rozstrzygnięto problem odcinków o charakterze bilateralnym, wprowadzając do zestawu badawczego odcinki pochodzące z obydwu stron mózgowczaszki. Rozszerzyło to pierwotny zestaw Meindla i Lovejoya z 10 do 16 odcinków, bez rozdzielania ich na grupę sklepienia i grupę przednio - boczną. Ponadto, zgodnie z ideą całościowego ujęcia kwestii badania korelacji zarastania szwów z wiekiem, Nawrocki wprowadził 7 odcinków zlokalizowanych po stronie wewnętrznej sklepienia czaszki oraz 4 występujące na szwach podniebienia.

Po dokonaniu oceny stanu obliteracji wszystkich odcinków autor obliczył ich korelację z wiekiem otrzymując średnio silną zależność. Następnie wyznaczone zostało równanie regresji liniowej przy pomocy, którego możliwe byłoby określanie wieku dowolnego osobnika o znanym stanie obliteracji odcinków diagnostycznych. Równanie to nie obejmowało wpływu takich czynników jak płeć czy rasa i dotyczyło wyłącznie kompletnych czaszek z dostępnymi wszystkimi odcinkami diagnostycznymi. Dlatego też aby nadać wynikom swoich badań większe znaczenie użytkowe, Nawrocki przeprowadził dalsze analizy statystyczne.

Autor zauważył, że fragmenty szwów wykorzystywane do oceny wieku nie mają jednakowej wartości diagnostycznej. Jedne fragmenty mogą stanowić lepsze wyznaczniki wieku, inne gorsze. Zsumowanie lub uśrednienie wartości dotyczących wszystkich punktów, wiąże się więc z utratą pewnej części informacji. Dlatego precyzyjna selekcja punktów diagnostycznych daje możliwość dokładniejszej oceny wieku. Konsekwencją tego wniosku było określenie punktów najściślej korelujących z wiekiem i wyznaczenie na ich podstawie kolejnego równania regresji.

Kolejnym zagadnieniem badanym przez Nawrockiego był wpływ płci i przynależności rasowej na przebieg obliteracji. Do określenia tych zależności autor wykorzystał analizę wariancji. Początkowo badania te wykazały, że przynależność rasowa nie wpływa istotnie na sekwencję zarastania szwów czaszkowych.

Taka sama analiza wykonana odnośnie płci wykazała niewielkie różnice między grupami kobiet i mężczyzn

W wyniku dalszych analiz statystycznych okazało się jednak, że szczególnie wpływ na dokładność oceny wieku ma podział populacji na rasy a następnie, na grupy płci. Analiza wspólnej wariancji przeprowadzona po takim podziale wykazała duży wpływ interakcji rasa - płeć na model obliteracji. Prościej rzecz ujmując - w każdej z badanych grup (biali mężczyźni, białe kobiety, czarni mężczyźni, czarne kobiety) sekwencje zarastania szwów czaszkowych mają inną specyfikę.

Konsekwencją powyższych wniosków było wyznaczenie kolejnych równań regresji pozwalających na ocenę wieku w poszczególnych badanych podgrupach (wszystkie kobiety - $r^2 = 0.65$, wszyscy mężczyźni - $r^2 = 0.61$, białe kobiety - $r^2 = 0.80$, biali mężczyźni - $r^2 = 0.61$, czarne kobiety - $r^2 = 0.86$, czarni mężczyźni - $r^2 = 0.72$). Zakładając, że często w praktyce badawczej dysponuje się czaszkami niekompletnymi, Nawrocki wyznaczył również 7 dodatkowych równań regresji dla różnych kombinacji odcinków diagnostycznych.

Ostatnim z badanych przez Nawrockiego zagadnień była kwestia zmian sekularnych w sekwencji zarastania szwów. Analiza kowariancji, której poddano czaszki osobników starszych i młodszych nie wykazała jednak różnic między-pokoleniowych. W konkluzji autor stwierdził, że różnice tego typu, jeżeli w ogóle istnieją są raczej efektem błędu popełnionego przy doborze materiału badawczego (np. wylosowanie czaszek wykazujących znaczne odchylenie od wartości średnich) i nie wynikają z tendencji sekularnych.

Powyższy przegląd publikacji wskazuje znaczną różnorodność technik badawczych, wyników badań i ich konkluzji. Sytuacja ta może potwierdzać przekonanie Singera (10), że szwy czaszkowe nie stanowią wiarygodnego źródła informacji o wieku osobnika. Z drugiej jednak strony w każdej pracy wykazana została wyraźna zależność pomiędzy wiekiem osób dorosłych a stanem obliteracji szwów czaszkowych.

W tej sytuacji z uwagi na swą prostotę i małe odchylenia standardowe wieku w badanej populacji, najprzystatniejszą spośród zaprezentowanych metod wydaje się być technika opracowana przez Meindla i Lovejoya (7) z późniejszymi modyfikacjami Nawrockiego (8). Jednak zastosowanie tych metod dla potrzeb sądowych w warunkach polskich, wymaga przeprowadzenia badań na czaszkach pochodzących z rodzimej populacji celem wyznaczenia odpowiednich równań regresji.

PIŚMIENNICTWO

1. Brooks S.T.: Skeletal age at death: Reliability of cranial and pubic age indicators. *Am. J. of Phys. Anthropol.*, 1955, 13, 567-597. -2. Buikstra J.E., Ubelaker D.H. (ed): Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains, Arkansas Archeological Survey Research Series, 1994, 44. -3. Gustafson G.: Age determination on teeth, *J. Am. Dent. Assoc.*, 1950, 41, 45 -54. -4. Iscan M.Y.: Age Estimation from the Rib by Phase Analysis: White Males,

1984, *J. Foren. Sci.*, 29, 1094 - 1104. -5. Krogman, W.: Milton 1962 *The Human Skeleton in Forensic Science*. Charles C. Thomas, Springfield. -6. Lamendin H., Baccino E., Humbert J.F., Tavernier R.M., Nossintchouk A., Zerilli A.: A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method, *J. Foren. Sci.*, 1992, 37, 1373 - 1379. -7. Meindl R.S., Lovejoy C.O.: Ectocranial suture closure: A revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral anterior sutures, *Am. J. of Phys. Anthropol.*, 1985, 68, 57-66. -8. Nawrocki, S.P.: Regression formulae for estimating age at death from cranial suture closure. In *Forensic Osteology: Advances in the Identification of Human Remains*, Reichs, K. J. (ed.). Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, 1998, 276-292. -9. Ritz - Timme S., Cattaneo C., Collins M.J., Waite E.R., Schutz H.W., Kaatsch H.-J., Borrman H.I.M.: Age estimation: The state of the art in relation to the specific demands of forensic practise, *Int. J. Legal Med.*, 2000, 113(8), 129-136. -10. Singer, R.: Estimation of age from cranial suture closure: A report on its unreliability., *J. Forensic Med.*, 1953, 1, 52-59.

11. Suchey J.M., Katz D.: Applications of Pubic Age Determination in a Forensic Setting, w: Reichs K.J. (ed.), *Forensic Osteology*, 1998, Charles C Thomas, Springfield, str. 204 - 236. -12. Todd, T.W., Lyon D.W.: Endocranial suture closure, its progress and age relationship: Part I Adult males of the white stock, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1924, 7, 325-384. -13. Todd, T.W., Lyon D.W.: Cranial suture closure, its progress and age relationship: Part II Ectocranial closure in adult males of the white stock., *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1925, 8, 23-45. -14. Todd, T.W., Lyon D.W.: Cranial suture closure, its progress and age relationship: Part III Endocranial closure in adult males of Negro stock., *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1925, 8, 47-71. -15. Todd, T.W., Lyon D.W.: Cranial suture closure, its progress and age relationship: Part IV Ectocranial closure in adult males of Negro stock. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1925, 8, 149-168. -16. Wachholz L.: Ober die alterbestimmung an leichen auf grund des ossificationprocesses im oberen humerusende, *Friedreichs Blatter Gerichtl. Med.*, 1894, 45, 210.

Adres pierwszego autora:
Katedra i Zakład Medycyny Sądowej AM
ul. Curie-Skłodowskiej 9
85-094 Bydgoszcz