

Krzysztof Woźniak<sup>1</sup>, Andrzej Urbanik<sup>2</sup>, Artur Moskała<sup>1</sup>, Robert Chrzan<sup>2</sup>,  
Barbara Kamieniecka<sup>2</sup>

## Konfrontacja klinicznego obrazu TK złamań kości czaszki z wynikami badania sekcyjnego\*

### Skull fractures – a comparison of clinical CT and autopsy findings

<sup>1</sup> Z Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej UJ CM

Kierownik Katedry: prof. dr hab. n. med. M. Kłys, Kierownik Zakładu: dr hab. med. J. Kunz

<sup>2</sup> Z Katedry Radiologii UJ CM

Kierownik: dr hab. med. A. Urbanik

Analizie poddano 10 przypadków sekcji sądowo-lekarskich w przypadkach hospitalizacji, z wykonaniem badania TK głowy w niedługim czasie przed zgonem (kilka dni). W każdym przypadku podczas sekcji zwłok złamania kości czaszki były zarejestrowane w postaci zdjęć fotograficznych. Zapisane podczas badania klinicznego TK pliki w formacie DICOM poddano przetwarzaniu przy użyciu oprogramowania eFilm, ImageJ, dokonując przestrzennej rekonstrukcji czaszki z uwidocznieniem rejonów złamań. Dane dotyczące przypadków oraz wynik obrazu i parametry badania TK (liczba przekrojów, grubość warstwy) zestawiono w postaci tabelarycznej. W wybranych przypadkach przedstawiono porównawczo rejestrację fotograficzną i rekonstrukcję przestrzenną na podstawie badania TK. Otrzymane wyniki wskazują, że dane z klinicznego badania TK czaszki, przeprowadzonego niedługo przed zgonem pacjenta, nie są dobrym materiałem do wykonywania rekonstrukcji przestrzennych z dokładnością wymaganą dla zobrazowania obrażeń czaszki dla celów sądowo-lekarskich, ale mogą być cennym uzupełnieniem, zwłaszcza w przypadku nieprecyzyjnego opisu sekcyjnego.

The analysis included 10 forensic autopsy cases referring to deceased with skull fractures who had been hospitalized and had CT scans performed within a short time interval – several days – before death. Photographs of actual skull fractures were taken during every postmortem examination. CT data files in DICOM format were computed using eFilm, ImageJ software, thus performing a spatial reconstruction of the skull and visualizing the fractures. Data referring to the cases with CT scans (results and parameters) were presented in a table. In selected cases, a comparison of actual photographs and reconstructions was depicted in figures. The results of research indicated that data derived from clinical skull CT performed shortly before death in some cases seem to be insufficient for forensic purposes, but can be quite important as an additional set of information, especially when the autopsy report is imprecise.

**Słowa kluczowe:** pośmiertne badanie sądowo-lekarskie, TK, rekonstrukcja złamań czaszki  
**Key words:** forensic postmortem examination, CT, skull fractures reconstruction

\* Autorzy pracy dedykują ją Prof. dr hab. med. Karolowi Śliwce.

## WSTĘP

Pomimo dbałości o jak najbardziej neutralne brzmienie protokołu „klasycznej” sekcji zwłok, które ma umożliwić innemu specjalistcie obiektywne odtworzenie stanu, jaki widziały oczy obducenta, trudno w takim dokumencie całkowicie uniknąć „osobistego piętna” autora, wynika to np. z zastosowania przez różnych biegłych różnej nomenklatury do określenia tych samych obserwacji, różnego poziomu wiedzy i doświadczenia. Obiektywizację dokonanych obserwacji może wspomagać materiał fotograficzny, nie tylko ograniczony do zewnętrznych zmian pourazowych, ale i zmian wewnętrznych (urazowych / chorobowych). W archiwach Katedry Medycyny Sądowej Collegium Medicum UJ znajdują się pisane odręcznie protokoły sekcji zwłok, pochodzące z XIX wieku [1, 2]. Dysponujemy również zdjęciami fotograficznymi zwłok, wykonywanymi w pionierskich czasach fotografii – zdjęcia te wykonywano na dziedzińcu budynku przy ul. Grzegorzeckiej 16 w Krakowie, a zwłoki były ustawiane pod ścianą budynku z uwagi na wymagany długi czas ekspozycji [3]. Kiedy sięga się do protokołów, jak i zdjęć fotograficznych z tych odległych czasów, uderzające jest podobieństwo rejestracji przypadków ze stosowanym do dnia dzisiejszego. Procedury sekcyjne nie zostały w bardzo znacznym stopniu zmienione, a jedynie uzupełniane są o postulowane czy wymagane dodatkowe techniki w konkretnych przypadkach (np. preparowanie odcinka szyjnego rdzenia kręgowego [4], czy nasad kości długich kończyn dolnych [5]).

Zasadniczym krokiem w rozwoju i wzbogaceniu sądowno-lekarskiej diagnostyki pośmiertnej zdaje się być wykorzystanie współczesnych zdobytych technik rejestracji i przetwarzania danych, uzyskanych w wyniku laserowego skanowania powierzchni, badania TK i MR, ujętego przez szwajcarskich autorów w pojęciu Virtopsy® [6, 7, 8, 9]. Zapisane tymi technikami informacje mają podstawową zaletę, polegającą na tym, że mogą stanowić niezmienione dane wejściowe do analiz nawet wiele lat po dokonaniu zapisu [10]. Powstałe w wyniku komputerowego przetwarzania danych obrazy i rekonstrukcje mogą być nie tylko łatwiej akceptowane przez niefachowców (jako „bezkrwawy” materiał dokumentacyjny), ale i dają szansę dobitniejszej prezentacji istotnych dla wniosków opiniodawczych zjawisk [11, 12, 13, 14].

Dotychczas w Polsce nie dokonano aplikacji tych technik dla codziennej praktyki sądowno-le-

karskiej, czy nawet nie prowadzono wstępnych badań z tego zakresu. W przypadkach sekcji zwłok z obrażeniami postrzałowymi stosowano klasyczne badanie radiologiczne [15, 16]. Badania takie prowadzone były także w przypadku szkieletów z nowożytnego cmentarzyska [17]. Zapis badania TK pojawiał się natomiast incydentalnie, np. przy badaniu mumii egipskiej [18, 19]. Ostatnio technikę badania TK wykorzystano przy badaniu ekshumowanych zwłok generała Władysława Sikorskiego.

## CEL PRACY

Zanim zostaną dokonane badania zwłok przy użyciu TK postawiony został problem na pograniczu kliniki i medycyny sądowej: w jakim stopniu wyniki sekcji zwłok w przypadkach „świeżych” obrażeń czaszki korelują z wykonanymi niedługo przed zgonem badaniami TK głowy z uwidocznieniem struktur kostnych czaszki i jaka jest ich przydatność dla celów sądowno-lekarskich. Wyjaśnienie takich problemów zdaje się być istotne przy planowym wdrażaniu w naszym kraju techniki TK do poszerzenia badania pośmiertnego.

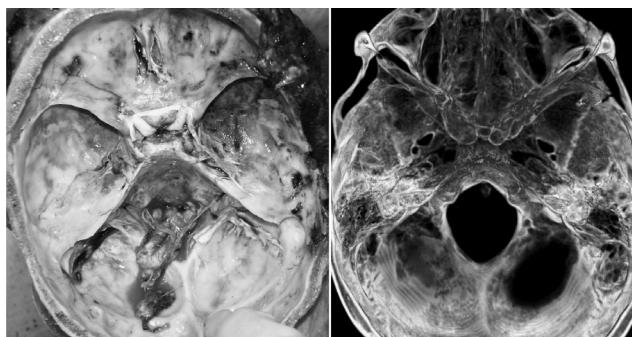
## MATERIAŁ I METODY

Analizie poddano 10 przypadków spośród sekcji sądowno-lekarskich, wykonanych w latach 2007-2008 w Katedrze i Zakładzie Medycyny Sądowej UJ CM. Przypadki te dotyczyły osób, które po doznaniu obrażeń czaszki były poddane hospitalizacji, z wykonaniem badania TK głowy w Katedrze Radiologii UJ CM. W każdym przypadku – poza zawartym w protokole sekcji zwłok opisem przebiegu złamań kości czaszki – złamania były zarejestrowane w postaci zdjęć fotograficznych. Uzyskane ze współpracującej w projekcie Katedry Radiologii UJ CM, zapisane podczas badania TK pliki w formacie DICOM, poddano przetwarzaniu przy użyciu oprogramowania eFilm, ImageJ, dążąc do uzyskania przestrzennej rekonstrukcji czaszki z uwidocznieniem ewentualnych rejonów złamań. Dane dotyczące przypadków oraz wynik obrazu TK (przekroje poprzeczne, wielopłaszczyznowe rekonstrukcje i rekonstrukcje trójwymiarowe) wraz z danymi na temat parametrów badania TK (grubość warstwy, liczba przekrojów) zestawiono w postaci tabelarycznej (tab. I). Przedstawiono również porównawczo rejestrację fotograficzną i rekonstrukcję przestrzenną na podstawie badania TK w wybranych przypadkach (ryc. 1-16).

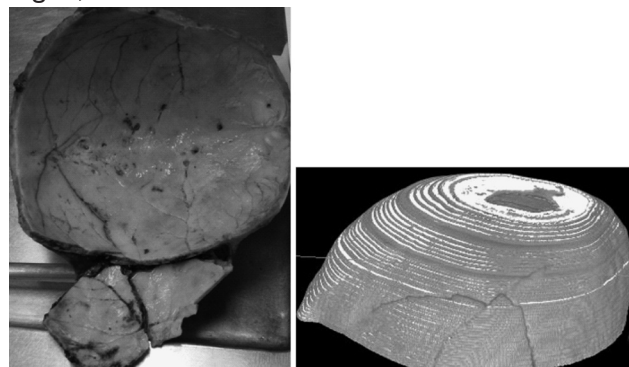
Tabela I. Zestawienie badanych przypadków (+ pełna, +/- niepełna rekonstrukcja złamania).  
Table I. Cases analyzed (+ complete, +/- incomplete fracture reconstruction).

Nr sekcji Autopsy number	Przyczyna obrażeń Cause of skull injuries	Czas hospitalizacji (dni) Days in hospital	Czas od badania TK do zgonu (dni) Time interval between CT scan and death (in days)	Grubość warstwy Layer thickness	Liczba przekrojów Number of cuts	Obraz TK ze złamaniem Skull fracture in CT images
1482/07	Potrącenie przez pojazd Pedestrian	4	4	1,5 mm	40	+/- (ryc. 1, 2) (fig. 1, 2)
2009/07	Upadek na twarde podłoże Fall to the solid ground	1	1	1,5 mm	32	+ (ryc. 3, 4) (fig. 3, 4)
714/08	Upadek z wysokości Fall from height	4	4	1,5 mm	48	+/- (ryc. 5, 6) (fig. 5, 6)
725/08	Upadek na twarde podłoże Fall to the solid ground	3	3	1,5 mm	32	+ (ryc. 7, 8) (fig. 7, 8)
1303/08	Brak danych Not known	9	6	3 mm	113	+ (ryc. 9, 10) (fig. 9, 10)
1394/08	Uraz czynny – wypadek w pracy Active injury – work accident	3	3	1,5 mm podstawa 4 mm sklepienie	46/46	+/- (ryc. 11, 12, 13) (fig. 11, 12, 13)
1856/08	Potrącenie przez pojazd Pedestrian	6	5	3 mm	110	+/- (ryc. 14, 15, 16) (fig. 14, 15, 16)
1884/08	Potrącenie przez pojazd Pedestrian	Brak danych	14	2 mm	160	+/-
1938/08	Brak danych Not known	4	1	3 mm	112	+/-
1952/08	Brak danych Not known	16	11	3 mm	112	+/-

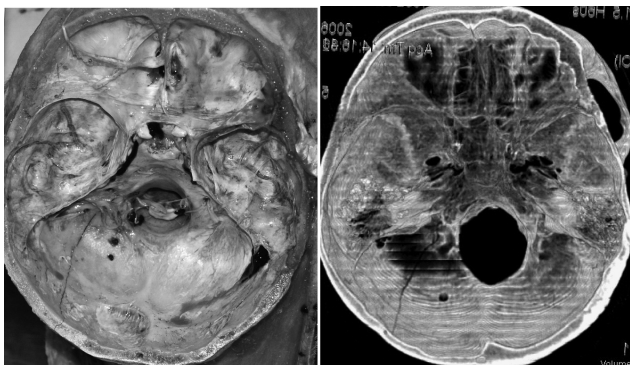
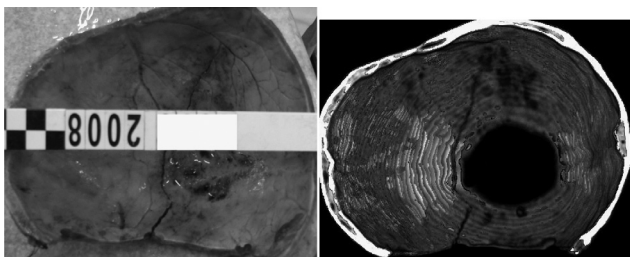
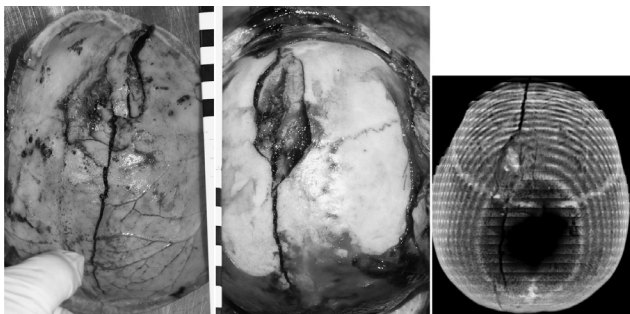
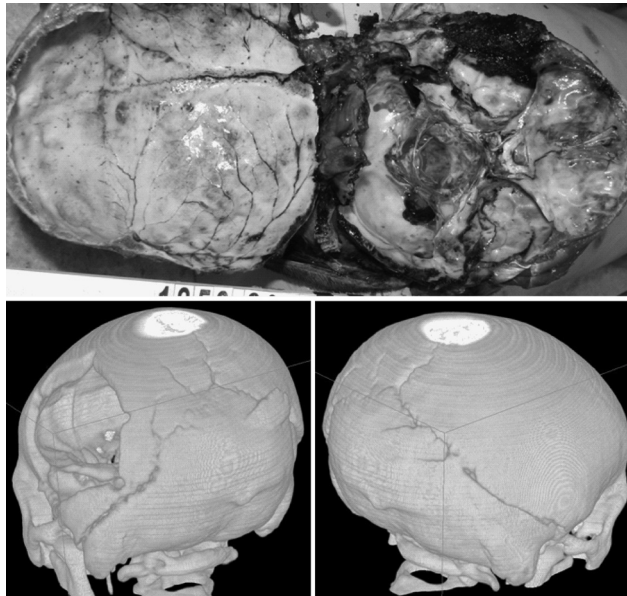
Ryc. 1, 2.  
Fig. 1, 2.



Ryc. 3, 4.  
Fig. 3, 4.





Ryc. 5, 6.  
Fig. 5, 6.Ryc. 7, 8.  
Fig. 7, 8.Ryc. 9, 10.  
Fig. 9, 10.Ryc. 11, 12, 13.  
Fig. 11, 12, 13.Ryc. 14, 15, 16.  
Fig. 14, 15, 16.

## DYSKUSJA

Jak to wiadomo, badanie TK głowy chorego daje podstawy do klinicznego rozpoznawania złamań kości [20, 21]. Analiza porównawcza pokazała, że w 3 przypadkach istniała znaczna, a w pozostałych 7 przypadkach częściowa zgodność pomiędzy obrazem złamania kości czaszki widocznym podczas sekcji zwłok, a dającą się dokonać rekonstrukcją na podstawie danych obrazowych uzyskanych w badaniu TK. W niektórych przypadkach dokonana rekonstrukcja była niepełna z powodu niewystarczającej gęstości przekrojów. Były również przypadki, kiedy zakres przekrojów nie obejmował lokalizacji złamania (np. dolna część potylicy). Trzeba jednak zdawać sobie sprawę z tego, że wymagania, jakie muszą być stawiane wobec klinicznego badania TK (dopuszczalna pochłonięta dawka promieniowania przez pacjenta) skutkują ograniczeniami, które powodują, że wykonana rekonstrukcja przestrzenna może być niepełna lub słabo czytelna. Inne też są cele wykonywanego w ramach ratowania życia klinicznego badania TK głowy, kiedy podstawowym zadaniem jest ocena struktur wewnątrzczaszkowych (najczęściej obecność krwiaka). Problem, związany z ograniczeniami w klinicznych badaniach, można rozwiązać wykonując badanie obrazowe TK na zwłokach przed wykonaniem sekcji, przy użyciu specjalnie opracowanych protokołów, gdzie nie będzie ograniczenia w zakresie dawki promieniowania i czasu badania [22, 23, 24, 25, 26, 27].

## WNIOSKI

Rekonstrukcja obrazów czaszki, na podstawie przetwarzania danych z klinicznego badania TK czaszki, przeprowadzonego niedługo przed zgonem pacjenta, wykazuje znaczną korelację z obrazem sekcyjnym. Jednakże wobec innych priorytetów w badaniu klinicznym i wynikających z nich ograniczeń – nie są one dobrym materiałem do wykonywania rekonstrukcji przestrzennych z dokładnością, jaka byłaby konieczna dla zobrazowania obrazów czaszki dla celów sądowo-lekarskich. Mogą być jednak cennym uzupełnieniem informacji w przypadku nieprecyzyjnego opisu sekcyjnego, czy przy braku wykonanego badania pośmiertnego. Zaplanowane jako dodatkowe badanie pośmiertne zwołok – TK, jako pozbawione ograniczeń „klinicznych” – dostarczy materiału pozwalającego na bardziej szczegółową przestrzenną dokumentację obrazów czaszki, służąc obiektywizacji rejestracji obrazów. Wyniki takich badań będą przedmiotem kolejnego opracowania.

## PIŚMIENNICTWO

1. Konopka T., Woźniak K.: Śmierć w Krakowie. Historia miasta pisana protokołami sekcyjnymi, W: XIII Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Medycyny Sądowej: w 200-lecie powstania Katedry Medycyny Sądowej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 15-17 IX 2004, 9.
2. Konopka T., Woźniak K.: 200th anniversary of the Department of Forensic Medicine in Cracow, Leg. Med. (Tokyo) 2005 Vol. 7 nr 5, 334-336.
3. Gross A., Strona M., Pohl J.: Z archiwum fotografii sądowo-lekarskiej, W: XIII Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Medycyny Sądowej: w 200-lecie powstania Katedry Medycyny Sądowej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 15-17 IX 2004, 74.
4. Woźniak K., Rzepecka-Woźniak E.: Rutynowe badanie odcinka szyjnego rdzenia kręgowego i kręgosłupa podczas sekcji sądowo-lekarskich, Arch. Med. Sąd. Krym. 2003 (53) nr 2, 91-107.
5. Teresiński G.: Biomechanika potrażeń piezszego (CD), Wydawnictwo Akademii Medycznej w Lublinie 2005.
6. Thali M. J., Yen K., Schweitzer W., Vock P., Boesch C., Ozdoba C., Schroth G., Ith M., Sonnenschein M., Doernhoefer T., Scheurer E., Plattner T., Dirnhofer R.: Virtopsy, a New Imaging Horizon in Forensic Pathology: Virtual Autopsy by Postmortem Multislice Computed Tomography (MSCT) and Magnetic Resonance Imaging (MRI) – a Feasibility Study, J Forensic Sci. 2003 Mar; 48 (2).
7. Thali M. J., Ross S., Oesterhelweg L., Grabherr S., Buck U., Naether S., Jackowski C., Bolliger S. A., Vock P., Christe A., Dirnhofer R.: Virtopsy Working on the future of forensic medicine, Rechtsmedizin, Volume 17, Number 1, February 2007, 7-12 (6).
8. Thali M. J., Schweitzer W., Yen K., Vock P., Ozdoba C., Spielvogel E., Dirnhofer R.: New Horizons in Forensic Radiology: The 60-Second Digital Autopsy – Full – Body Examination of a Gunshot Victim by Multislice Computed Tomography, Am J Forensic Med Pathol. 2003 Mar; 24(1), 22-27.
9. Grabherr S., Stephan B. A., Buck U., Naether S., Christe A., Oesterhelweg L., Ross S., Dirnhofer R., Thali M. J.: Virtopsy – Radiology in Forensic Medicine, Imaging Decisions MRI, Volume 11, Issue 1, 2-9.
10. Thali M. J., Vock P.: Role of and techniques of forensic imaging (Including X-ray, CT Scan, MRI, ultrasound), W: Payne-James J., Busuttill A., Smock W., eds., Forensic Medicine: Clinical and Pathological Aspects. Greenwich Medical Media, London 2003, 731-746.
11. Thali M. J., Jackowski C., Oesterhelweg L., Ross S. G., Dirnhofer R.: VIRTOPSY – The Swiss virtual autopsy approach: Leg Med (Tokyo). 2007 Mar; 9 (2), 100-104.
12. Bolliger S. A., Thali M. J., Ross S., Buck U., Naether S., Vock P.: Virtual autopsy using imaging: bridging radiologic and forensic sciences. A review of the Virtopsy and similar projects, Eur Radiol. 2008 Feb; 18(2), 273-282.
13. Thali M. J., Yen K., Schweitzer W., Vock P., Ozdoba C., Dirnhofer R.: Into the decomposed body – forensic digital autopsy using multislice – computed tomography, Forensic Sci Int. 2003 Jul 8; 134(2-3), 109-114.
14. Oesterhelweg L., Ross S., Spendlove D., Schoen C. A., Christe A., Thali M. J., Bolliger S. A.: Case Report Virtopsy: Fatal stab wounds to the skull – The relevance of ante-mortem and post-mortem radiological data in case reconstructions, Leg Med (Tokyo). 2007 Nov; 9(6), 314-317.
15. Woźniak K., Pohl J.: Badania radiologiczne wstępem do sekcji zwołok w wybranych przypadkach, W: II Konferencja Szkoleniowo-Naukowa „Problematyka obrażeń ciała powstałych w wyniku działania broni palnej i materiałów wybuchowych, broni gazowej i elektrycznej”, Jugowice, 23-25 maja 2001.

16. Woźniak K., Pohl J.: Samobójcze postrzały z broni śrutowej po wprowadzeniu lufy do ust a ryzyko błędnej oceny na miejscu ujawnienia zwłok, *Arch. Med. Sąd. Krym.* 2003 (53) nr 4, 347-355.
17. Podsiadło-Kleinrok B., Pocięcha A., Kleinrok K., Urbanik A.: Ocena zmian patologicznych szkieletów z nowożytnego cmentarzyska w Maniowych, *Polski Przegląd Radiologii*, 2001, 66, 1, 84-87.
18. Urbanik A.: Kompleksowe badania mumii egipskich z użyciem spiralnej tomografii komputerowej, *Streszczenia – Seminarium Multidyscyplinarne badania nad mumią egipską Iset – Iri – Hetes. Muzeum Archeologiczne, Kraków, 1999.*
19. Urbanik A., Szymańska H., Babraj K., Chrzan R., Wojciechowski W.: Endoskopia TK z użyciem 3 D i wirtualnej endoskopii – nowa metoda w badaniu egipskich mumii. *RNSA Congress, Chicago 1999, Book of Abstracts, 523. 3D CT and virtual endoscopy – new possibilities of spiral CT in the examination of the Egyptian mummies.*
20. Urbanik A., Kleinrok K., Sztuk S., Zapała J.: Rekonstrukcja przestrzenna w tomografii komputerowej wysokiej rozdzielczości w obrazowaniu kości twarzoczaszki po urazach i zabiegach chirurgicznych, *2 Kongres Towarzystwa Chirurgii Jamy Ustnej i Szcękowo-Twarzowej, Kraków 1999, Streszczenia, 88, 256.*
21. Urbanik A., Składzień J., Chrzan R., Podsiadło-Kleinrok B.: Zastosowanie kliniczne 3D i WE TK w ocenie podstawy czaszki, *I Krajowy Zjazd Polskiego Towarzystwa Chirurgii Podstawy Czaszki, Poznań, Streszczenia, 72.*
22. Urbanik A., Sztuk S., Zapała J.: Obrazowanie struktur kostnych stawów skroniowo-żuchwowych w rekonstrukcji przestrzennej w tomografii komputerowej, *2 Kongres Towarzystwa Chirurgii Jamy Ustnej i Szcękowo-Twarzowej, Kraków, 1999, Streszczenia, 89, 258.*
23. Urbanik A., Czubak A., Wojciechowski W., Chrzan R., Szymańska H., Babraj K.: The afterlife Egyptian mummy face reconstruction without unwrapping the object, using the 3D CT, *European Congress of Radiology, Wiedeń, 2001, C-0796.*
24. Urbanik A., Chrzan R., Wojciechowski W., Szymańska H., Babraj K., Czubak A.: The lifetime Egyptian mummy's face reconstruction without unwrapping the object, using the 3 D CT, *CD-R wydany przez Katedrę Radiologii CM UJ, 2001, Kraków.*
25. Urbanik A.: Comprehensive radiological examination. W: *Mummy. Results of Interdisciplinary Examination of the Egyptian Mummy of Aset-iri-khet-es from the Archeological Museum in Cracow, Wyd. Polska Akademia Umiejętności, Kraków, 2001, 63-74.*
26. Urbanik A., Chrzan R., Wojciechowski W., Popiela T. J.: Angio CT in the diagnostic of the vascular system, *3 Congress of the Croatian Society of Radiology, Split 2002, Book of abstracts, 331.*
27. Urbanik A., Chrzan R., Wojciechowski W., Szafirski M.: CT examination of skull and craniofacial structures of Egyptian mummies, *8 European Congress of Dentomaxillofacial Radiology, Kraków 2002, Book of abstracts, 20.*