

Krzysztof Woźniak, Artur Moskała, Andrzej Urbanik¹, Małgorzata Kłys

Przydatność wstępnej analizy danych z pośmiertnego badania TK dla poszerzenia możliwości diagnostycznych sądowo-lekarskiej sekcji zwłok

Usefulness of preliminary evaluation of postmortem CT as an extension of diagnostic capabilities of conventional forensic autopsy

Z Katedry Medycyny Sądowej UJ CM
Kierownik: prof. dr hab. n. med. M. Kłys

¹ Z Katedry Radiologii UJ CM
Kierownik: prof. dr hab. med. A. Urbanik

Autorzy bazując na materiale własnym pośmiertnych badań TK omawiają, w jaki sposób wstępna analiza danych uzyskanych drogą akwizycji TK umożliwia zwrócenie dodatkowej uwagi na zmiany pourazowe, które mogłyby być trudne do znalezienia podczas konwencjonalnej sądowo-lekarskiej sekcji zwłok.

Based on material from their studies, the authors discuss how the initial evaluation of data obtained through the acquisition of postmortem CT prior to autopsy may point to traumatic changes that could be difficult to find in conventional medico-legal autopsy.

Słowa kluczowe: pośmiertne badanie TK, sądowo-lekarska sekcja zwłok, możliwości diagnostyczne

Key words: postmortem CT examination, forensic autopsy, diagnostic capabilities

WSTĘP

Pośmiertne badanie obrazowe TK zyskuje sobie istotne miejsce w tanatologii – zarówno jako jedno z badań kompleksowego wirtualnego opracowania przypadku [1, 2, 3, 4], jak i jako badanie wykonywane samodzielnie przed typową sądowo-lekarską sekcją zwłok [5, 6, 7, 8, 9]. Również w Polsce, dzięki współpracy

między medykami sądowymi a radiologami takie rutynowe badania są prowadzone od początków 2009 roku [10, 11, 12, 13]. Podkreślany jest walor danych z akwizycji TK w postaci możliwości wielokrotnej, szczegółowej analizy. Analiza taka może być wykonywana w różnym czasie, przez osoby z różnych ośrodków, a co ważne – w aspekcie ewentualnych dodatkowych danych, dotyczących analizowanego przypadku [14, 15, 16, 17, 18].

CEL PRACY

Przedstawienie w jakim zakresie poprzez wstępną analizę danych pośmiertne badanie TK, wykonane przed konwencjonalną sądowo-lekarską sekcją zwłok, może ją ukierunkować w celu ujawnienia zmian trudnych do wykazania drogą normalnej diagnostyki tanatologicznej.

MATERIAŁ I METODA

W ramach rutynowo wykonywanych przez Katedrę Medycyny Sądowej UJ CM we współpracy z Katedrą Radiologii UJ CM pośmiertnych badań obrazowych TK – od marca 2009 roku w ciągu roku wykonano badania 58 zwłok przy użyciu tomografu komputerowego Somatom Sensation 16 firmy Siemens: grubość warstwy

dla głowy 0,75 mm, dla pozostałych części zwłok 1,5 mm. Każdorazowo przed badaniem TK uzyskiwano zgodę właściwego prokuratora (w kilku przypadkach już sam prokurator zlecił w postanowieniu dokonanie takiego badania). Przed wykonaniem sądowo-lekarskiej sekcji zwłok typowymi metodami – dokonywano z zastosowaniem programu komputerowego Osirix wstępnej analizy materiału z akwizycji TK, zarówno w postaci przekrojów *multiplanar recon-*

struction (MPR), jak i wykonując rekonstrukcje przestrzenne, zwłaszcza układu kostnego oraz przestrzeni powietrznych. W przypadku ofiar postrzałów z broni palnej i wybuchów drogą takich analiz lokalizowano ciała obce.

WYNIKI I DYSKUSJA

Ujawnione podczas wstępnej analizy obrazu TK zmiany zawiera tabela I.

Tabela I. Wykaz zmian stwierdzonych we wstępnej ocenie pośmiertnego TK do weryfikacji podczas konwencjonalnej sądowo-lekarskiej sekcji zwłok.

Table I. List of changes identified in the preliminary evaluation of postmortem CT – to be verified during the conventional forensic autopsy.

Zmiany stwierdzone w badaniu TK The changes found in postmortem CT examination	Liczba przypadków Number of cases	Udział procentowy Percentage
Ciała obce u ofiar postrzałów i wybuchów Foreign bodies – victims gunfire and post-explosion injuries	9	15,52%
Powietrze w jamach serca The air in the cardiac cavities	12	20,69%
Powietrze w jamie opłucnej Pneumothorax	22	37,93%
Powietrze pod powłokami Emphysema subcutaneum	19	32,76%
Płyn w zatokach obocznych nosa Fluid in the paranasal sinuses	24	41,38%
Złamania kości twarzoczaszki bez fragmentacji mózgowiczaszki Fractures of the facial part without fragmentation of the rest of the skull	10	17,24%
Obrażenia przejścia czaszkowo-szyjnego i odcinka szyjnego kręgosłupa Damage of the cranio-cervical transition or / and the cervical spine	14	24,14%
Złamanie wyrostków poprzecznych kręgów lędźwiowych Fracture of the transverse processes of lumbar vertebrae	4	6,90%
Złamanie kręgosłupa bez większych przemieszczeń Fracture of spine without major displacement	5	8,62%
Złamanie obojczyka bez rozległych obrażeń klatki piersiowej Clavicle fracture without extensive chest injuries	7	12,07%
Złamanie łopatki bez rozległych obrażeń klatki piersiowej Shoulder blade fracture without extensive chest injuries	3	5,17%
Złamanie miednicy bez większych przemieszczeń Pelvic fractures without significant displacement	12	20,69%
Uszkodzenia rejonu nasady bliższej kości ramiennej Damage to the proximal region of humerus	5	8,62%
Uszkodzenia rejonów nasad innych kości długich (poza kością ramienną) Damage of epiphyses of other long bones (outside humerus)	9	15,52%

Ocena obrazu TK przed sekcją zwłok w celu lokalizacji ciał obcych metalicznych (np. pocisków) – w większości przypadków skutkowało możliwością sprawnego ich odnalezienia i wydobycia (ryc. 1), jakkolwiek przy mniejszym rozmiarze, pomimo znanej lokalizacji, dodatkową pomocą była stosowana podczas sekcji fluoroskopia.

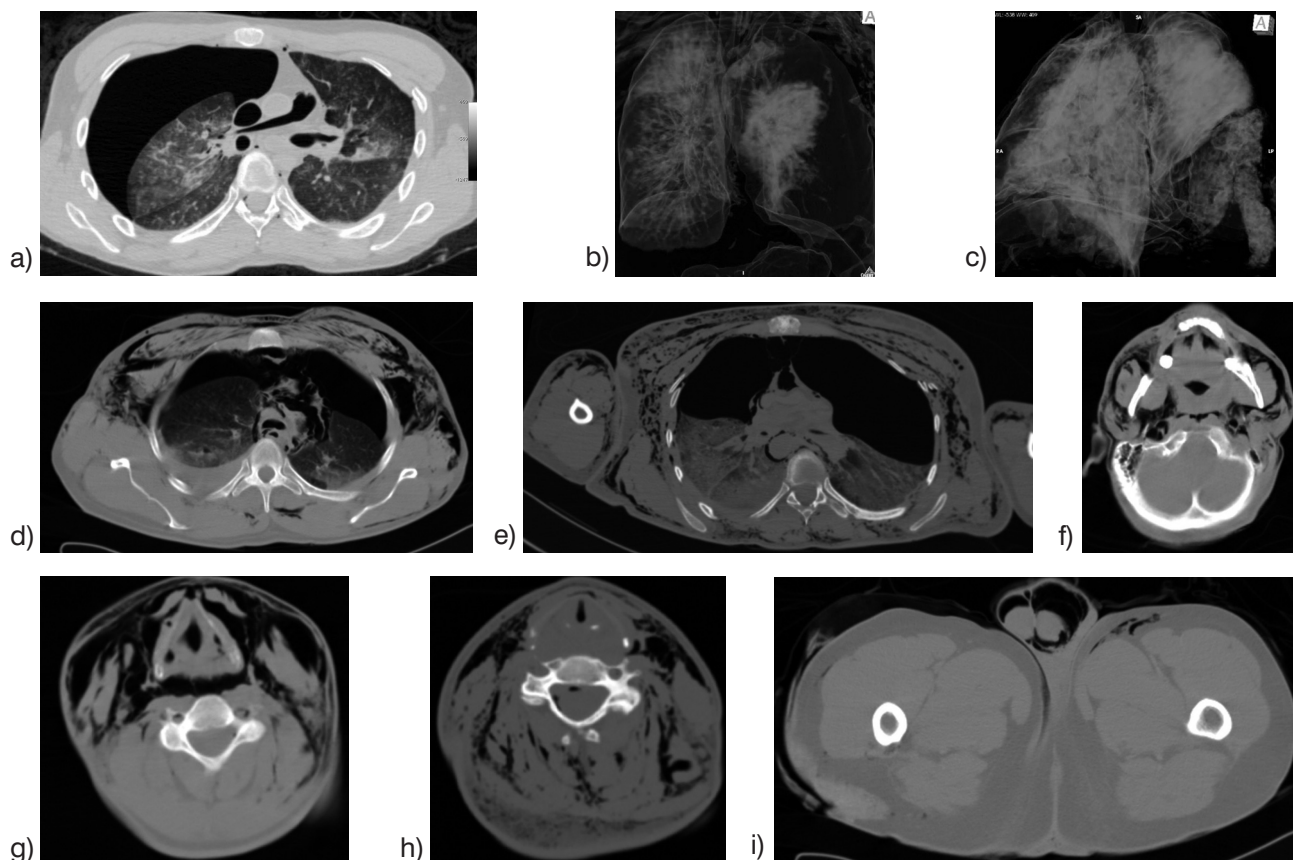
Analiza przestrzeni powietrznych pod kątem wykazania „niefizjologicznych” lokalizacji pozwalała na precyzyjniejsze zaplanowanie wykonania klasycznych prób na wykazanie obecności powietrza czy to w jamach serca, czy to w jamach opłucnej (ryc. 2). Obraz TK dał możliwość nie tylko „jakościowego” określenia takiego zjawiska, ale i zobrazowania jego rozległości.

Ryc. 1. Lokalizacja śrutu – preparat sekcyjny, po prawej wydruk na podstawie pośmiertnego badania TK. Fig. 1. . Location of pellets – an autopsy specimen, on the right – a printout based on a post-mortem CT.



Ryc. 2. Przestrzenie powietrzne: a) przekrój poprzeczny (2D) klatki piersiowej – powietrze w prawej jamie opłucnej, b) rekonstrukcja 3D – odma lewej jamy opłucnej, c) rekonstrukcja 3D pętla jelitowa w lewej jamie opłucnej, d) obustronna odma opłucnej i rozległa odma podskórna, e) obustronna odma opłucnej z zapadnięciem się płuc, odma podskórna tułowia i ramion, f) przekrój poprzeczny (2D) głowy – odma podskórna twarzy, g i h) przekroje poprzeczne (2D) szyi – odma podskórna, i) przekrój poprzeczny (2D) – obecność powietrza w mosznie.

Fig. 2. Air spaces: a) a 2D slice – air in the right pleural cavity, b) 3D reconstruction – left pneumothorax, c) 3D reconstruction – a bowel loop in the left pleural cavity, d) a 2D slice – bilateral pneumothorax and extensive subcutaneous emphysema, e) bilateral pneumothorax with collapse of both lungs, air below the skin of the thorax and humeri, f) a 2D slice of the head – subcutaneous emphysema, g and h) 2D slices of the necks (two cases) – subcutaneous emphysema, i) a 2D slice – subcutaneous emphysema – the presence of air in the scrotum.



Ze względu na sposób prowadzenia konwencjonalnego badania sekcyjnego obecność płynu – krwi w jamach opłucnej nie powinna stanowić większego problemu diagnostycznego podczas rutynowo prowadzonej sekcji zwłok. Jednak obraz TK pozwalał również na analizę innych, trudniej dostępnych, mniej-

szych przestrzeni płynowych: w zakresie twarzoczaszki zatok obocznych nosa z obecnością krwi w przypadku obrażeń (ryc. 3), jak i płynu u ofiar utonięć [19] – w takim przypadku łatwiejsze było zaplanowanie pobrania płynu do badań np. z zatok klinowych.

Ryc. 3. a, b) Krew w zatokach obocznych nosa.
Fig. 3. a, b) Presence of blood inside the paranasal sinuses.



Przy analizie obrażeń kostnych okazało się, że pomimo typowego „otwarcia trzech jam ciała i zbadania narządów w nich zawartych” – co najmniej kilka lokalizacji opiera się skutecznej diagnostyce konwencjonalnej sądowo-lekarskiej sekcji zwłok.

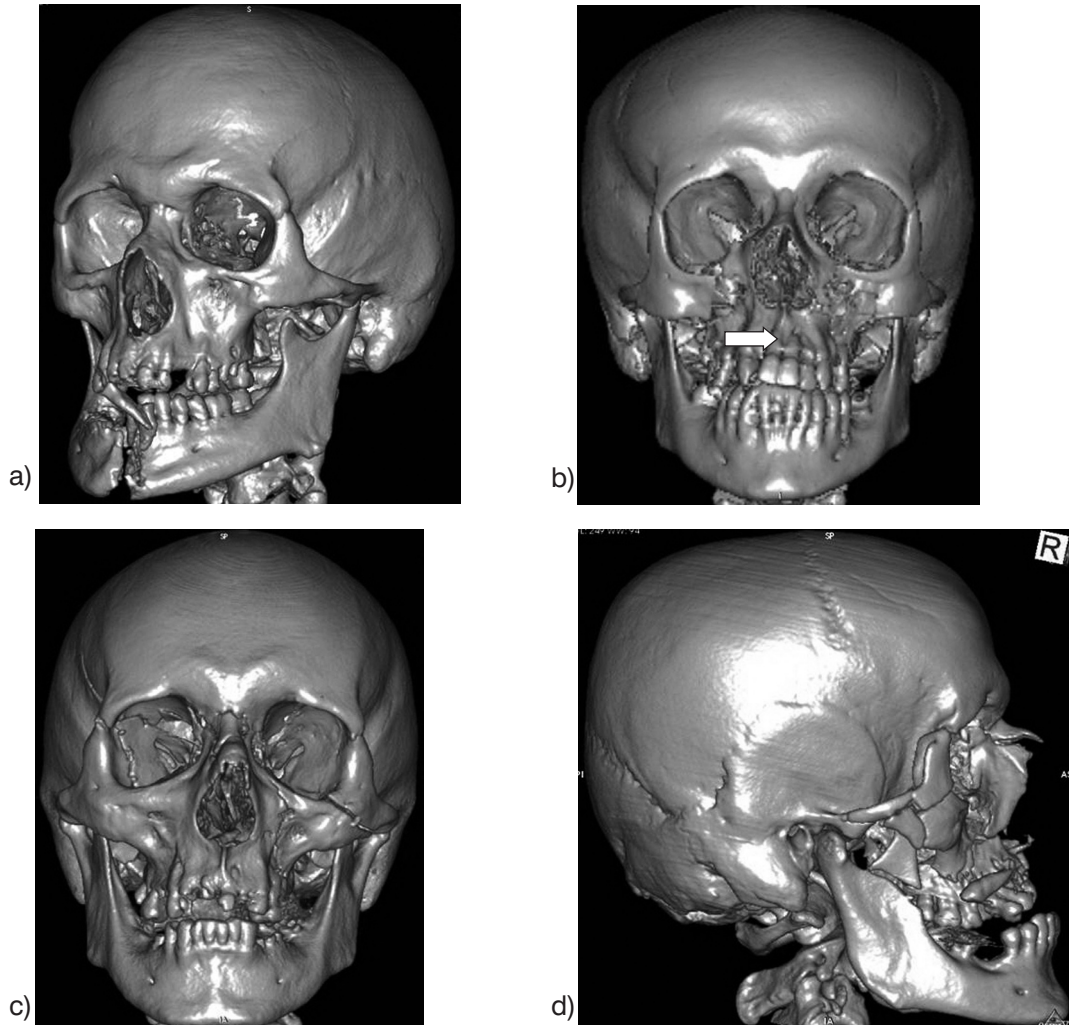
Głowa: Złamania twarzoczaszki (ryc. 4) nawet w przypadku odpreparowania powłok miękkich twarzy nie zawsze były łatwe do uwi-

docznienia – okolicznością ułatwiającą ich wykazanie w analizie obrazu TK może być wcześniej wspomniana obecność płynu (krwi) w zatokach obocznych nosa.

Szyja: Obrażenia, nawet przemieszczenia struktur przejścia czaszkowo-szyjnego (ryc. 5) i odcinka szyjnego kręgosłupa (ryc. 6) bez dodatkowej techniki sekcyjnej mogą być łatwo przeoczone.

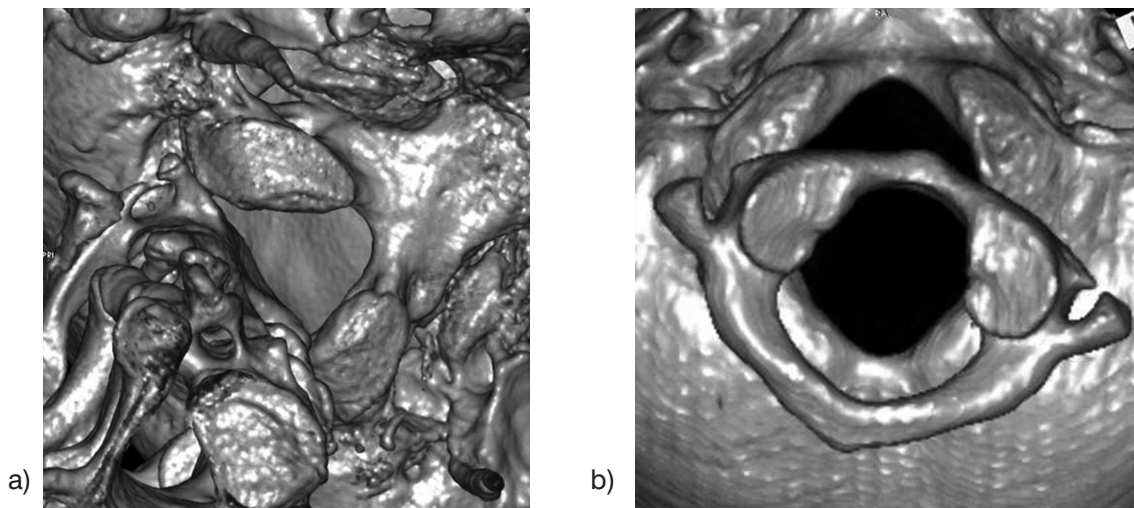
Ryc. 4. Rekonstrukcje 3D czaszki: a) złamanie żuchwy pośrodkowo, b) złamanie kości szczękowej (strzałka), c) złamanie kości twarzoczaszki po lewej stronie, d) fragmentacja kości twarzoczaszki.

Fig. 4. Three-dimensional reconstructions of the skull: a) a mandible fracture, b) a maxilla fracture (an arrow), c) a craniofacial fracture on the left, d) a multiple craniofacial fracture.



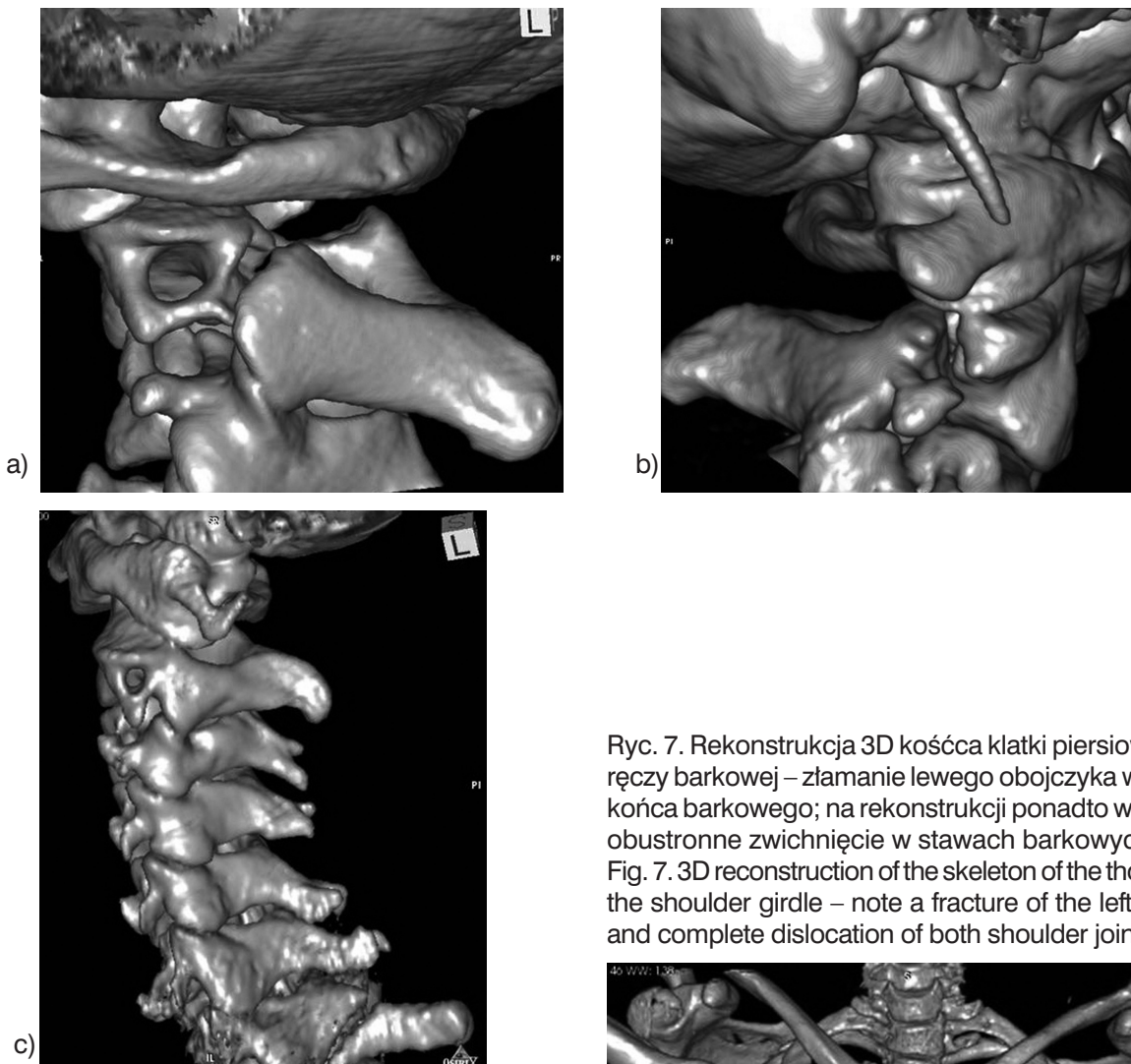
Ryc. 5. a, b) Rekonstrukcje przestrzenne – zniszczenie struktur stawów szczytowo-potylicznych.

Fig. 5. a, b) 3D reconstructions – lesion of the atlantooccipital joints.



Ryc. 6. Złamania kręgosłupa w odcinku szyjnym – rekonstrukcje przestrzenne: a i b) złamania II kręgu szyjnego, c) złamanie wyrostka kolczystego VII kręgu szyjnego.

Fig. 6. Fractures of the cervical part of the spinal column – 3D reconstructions: a and b) fractures of the 2nd cervical vertebrae (different cases), c) fractures of the spinous process of the 7th cervical vertebrae.



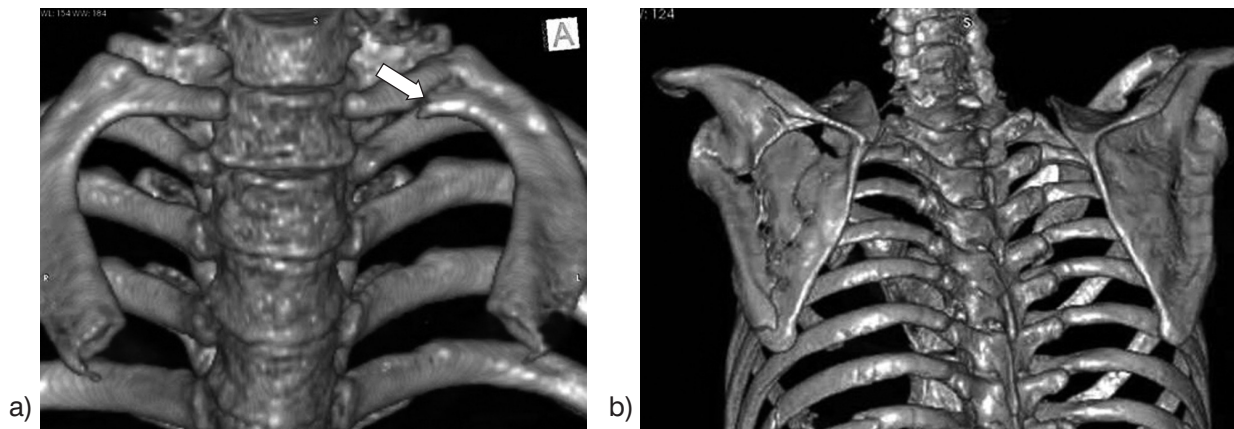
Ryc. 7. Rekonstrukcja 3D kośćca klatki piersiowej i obręczy barkowej – złamanie lewego obojczyka w rejonie końca barkowego; na rekonstrukcji ponadto widoczne obustronne zwichnięcie w stawach barkowych.

Fig. 7. 3D reconstruction of the skeleton of the thorax and the shoulder girdle – note a fracture of the left clavicle and complete dislocation of both shoulder joints.



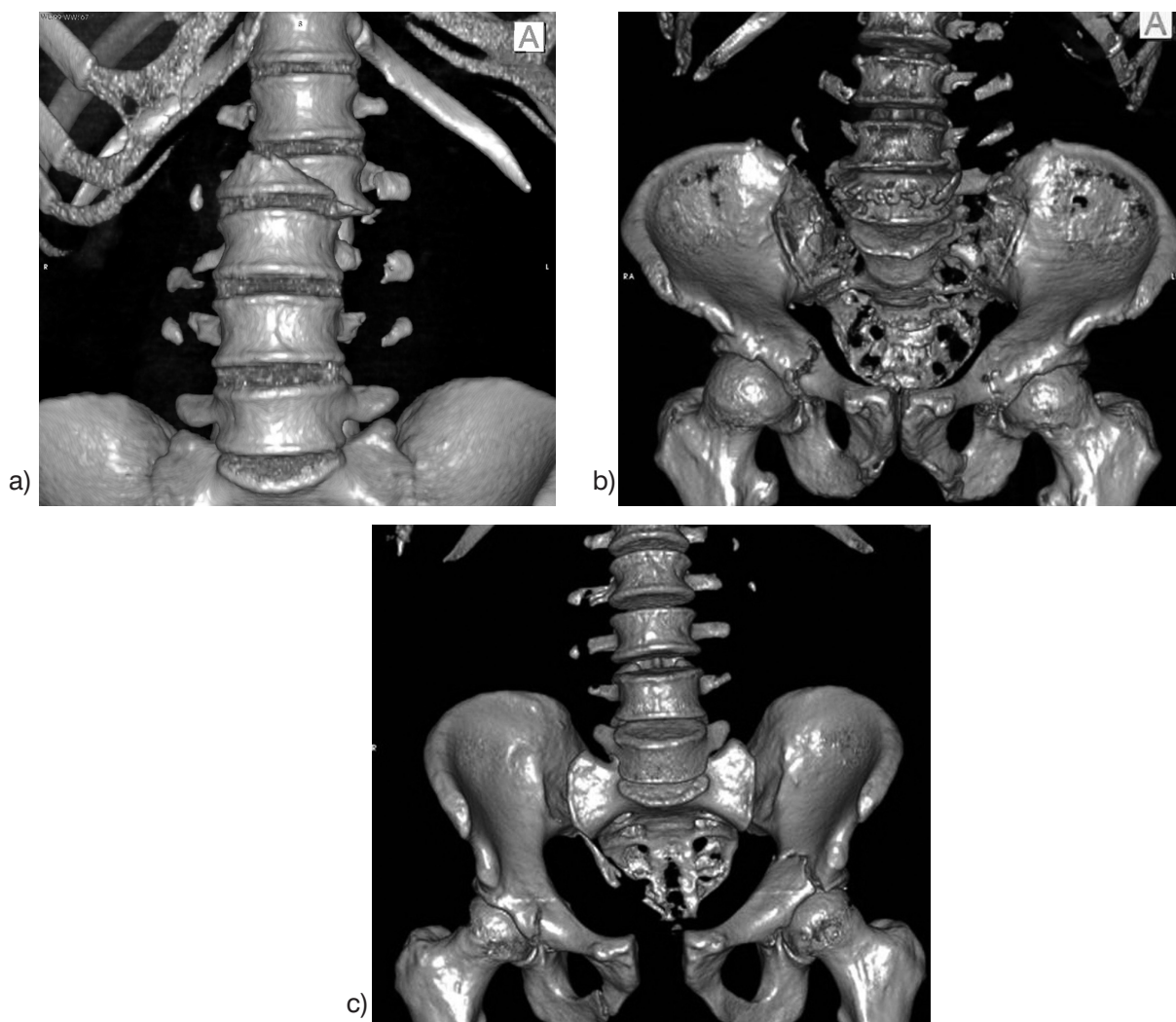
Tułów: O ile zawartość jam ciała i narządy w nich zawarte, jak i mostek łatwo poddają się klasycznemu badaniu, to już obrażenia obojczyków w rejonach końców barkowych (ryc. 7), niektóre złamania żeber (np. złamanie I żebra przykręgosłupowo) czy obrażenia łopatek (ryc. 8) mogą nie być dostrzeżone. To samo dotyczy struktur kręgosłupa na całym jego przebiegu – np. pozornie łatwo dostępnym badaniu wyrostków poprzecznych kręgów lędźwiowych (ryc. 9), czy wyrostków kolczystych. Nawet dokładne badanie miednicy z usunięciem tkanek miękkich może nie dawać pozytywnego rezultatu, zwłaszcza w przypadku uszkodzeń bez większych przemieszczeń i bez rozleglejszych podbiegnięć krwawych okolicy (ryc. 10).

Ryc. 8. Rekonstrukcje przestrzenne: a) złamanie I lewego żebra (strzałka), b) złamanie lewej łopatki.
 Fig. 8. 3D reconstructions: a) a fracture of the first left rib (an arrow), b) the left scapula fracture.



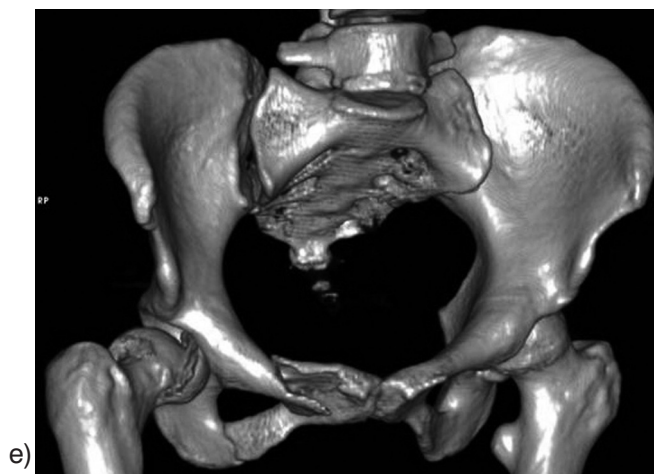
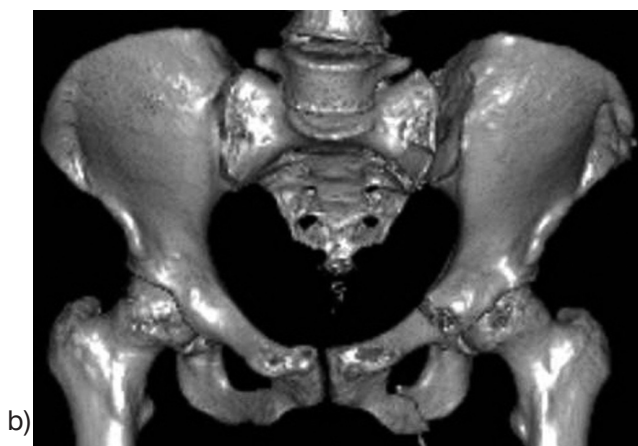
Ryc. 9. Przestrzenne rekonstrukcje – obustronne złamania wyrostków poprzecznych kręgów lędźwiowych: a) ze złamaniem trzonu kręgu lędźwiowego L₂, b) ze złamaniami miednicy, c) ze zniszczeniem struktur stawów krzyżowo-biodrowych i rozejściem się spójnienia łonowego.
 Fig. 9. 3D reconstructions – bilateral fractures of the transverse processes of the lumbar vertebrae: a) with the fracture of the trunk of the L₂ vertebra, b) with fractures of the pelvis, c) with destruction of the sacroiliac joint and pubic symphysis diastasis.

Fig. 9. 3D reconstructions – bilateral fractures of the transverse processes of the lumbar vertebrae: a) with the fracture of the trunk of the L₂ vertebra, b) with fractures of the pelvis, c) with destruction of the sacroiliac joint and pubic symphysis diastasis.



Ryc. 10. a, b, c, d, e) Przeszternne rekonstrukcje kośćca miednicy – złamania zwłaszcza w zakresie gałęzi kości łonowych.

Fig. 10. a, b, c, d, e) 3D reconstructions of the pelvis – fractures, mainly involving the pubic bone rami.



Kończyny górne i dolne: Badanie „oglądaniem i palpacyjnym” w przypadku obrażeń bez przemieszczeń (zwłaszcza przy zachowanym stężeniu

pośmiertnym), szczególnie przy obrażeniach rejonu stawów i nasad, jest obciążone wyraźnym ryzykiem fałszywie ujemnych wyników (ryc. 11).

Ryc. 11. Złamania w zakresie kończyn: a) fragmentacja części bliższej lewej kości ramiennej, b) złamanie (ze zwichnięciem) głowy prawej kości ramiennej, c) fragmentacja głowy lewej kości ramiennej i złamanie lewego obojczyka, d) preparat sekcyjny – złamanie w rejonie końca barkowego lewego obojczyka, e) preparat sekcyjny – fragmentacja głowy lewej kości ramiennej, f) złamania kości obu podudzi w rejonie nasad bliższych, g) złamanie części bliższych kości prawego podudzia, h) fragmentacja lewej rzepki, i) złamanie kłykcia bocznego prawej kości udowej, j) fragmentacja nasady bliższej prawej kości piszczelowej.

Fig. 11. Fractures of the limbs: a) a multiple fracture of the proximal part of the left humerus, b) a fracture and displacement of the head of the right humerus, c) a multiple fracture of the head of the left humerus and a fracture of the left clavicle, d) an autopsy specimen – a left clavicle fracture (an arrow), e) an autopsy specimen – fragmentation of the head of the left humerus, f) fractures of the proximal parts of both shanks, g) fractures of the proximal parts of bones of the right shank, h) multiple fractures of the left patella, i) a fracture of the lateral condyle of the right femur, j) a multiple fracture of the proximal part of the right tibia.



Lokalizacja ciał obcych metalicznych (pociągów, elementów bomby) przy użyciu promieni Roentgena ma wieloletnią historię [20]. Ciało obce zobrazowane zwłaszcza w kilku projekcjach może być szybciej i skuteczniej znalezione [21]. Do truizmów można zaliczyć stwierdzenie, że nie powinno rozpoczynać się sądowo-lekarskiej sekcji zwłok bez uwzględnienia danych na temat okoliczności poprzedzających zgon – wtedy, kiedy dane takie są dostępne. Informacje takie dają szansę na odpowiednie zaplanowanie kolejności badań podczas sekcji zwłok, które nie mają szansy być powtórzone. Analiza obrazu pośmiertnego TK przed konwencjonalną sekcją zwłok może więc także ukierunkować myślenie diagnostyczne i uporządkować kolejność wykonywanych procedur, wzmacniając wspólne możliwości diagnostyczne obu tych technik.

WNIOSKI

Jak wynika z doświadczenia pracy medyka sądowego – nie jest możliwe całościowe zbadanie każdego zwłok. Naturalnym jest, że obducent poza typowymi, obligatoryjnymi badaniami ogranicza zakres sekcji zwłok w zależności od przypadku: np. nie preparuje tkanek grzbietu w przypadkach nagłych zgonów z przyczyn chorobowych samoistnych, nie wykonuje próby na obecność odmy opłucnej jeżeli nie ma takiego podejrzenia. Tym samym zawsze istnieje możliwość przeoczenia zmian, które nawet jeśli w czasie prowadzonej sekcji zwłok wydawałyby się nieistotne, to wraz ze zgromadzeniem nowych danych ze śledztwa mogą okazać się ważne dla weryfikacji przebiegu zdarzenia. Stąd udokumentowanie z wykorzystaniem pośmiertnego badania TK szerszego panelu obserwacji, jak to przedstawiono powyżej, pozwala mieć pewność, że zwiększy się zakres zmian, które zostaną zweryfikowane w każdym przypadku. Tym samym wzrośnie dokładność klasycznego pośmiertnego badania. Jeszcze bowiem przed przeprowadzeniem sekcji zwłok będzie można zaplanować celowane modyfikacje techniki sekcyjnej – tak, aby w konwencjonalny sposób zweryfikować wykazane zmiany patologiczne.

Zdaniem autorów: wstępna analiza danych z pośmiertnego badania TK przed klasyczną sądowo-lekarską sekcją zwłok ma wszelkie przesłanki do stania się regułą w diagnostyce tanatologicznej, także w Polsce. Podkreślić należy, że korzyści płynące z pośmiertnych badań obrazowych nie dotyczą tylko możliwości

poznawczych medycyny sądowej, ale także poprzez zwiększenie dokładności badań pośmiertnych, dają szansę wpływania na jakość prowadzonego postępowania.

PIŚMIENNICTWO

1. 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, 48(2), 386-403.
2. Thali M. J., Jackowski C., Oesterhelweg L., Ross S. G., Dirnhofer R.: Virtopsy – The Swiss virtual autopsy approach, *Leg. Med.* 2007, 9(2), 100-104.
3. 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, 18(2), 273-282.
4. Thali M. J., Dirnhofer R., Vock P. (red.): *The Virtopsy approach: 3D optical and radiological scanning and reconstruction in forensic medicine*, CRC Press, 2009.
5. Levy G., Goldstein L., Blachar A., Apter S., Barenboim E., Bar-Dayyan Y., Shamis A., Atar E.: Postmortem computed tomography in victims of military air mishaps: radiological-pathological correlation of CT findings. *Isr. Med. Assoc. J.* 2007, 9(10), 699-702.
6. Hoey B. A., Cipolla J., Grossman M. D., McQuay N., Shukla P. R., Stawicki S. P., Stehly C., Hoff W. S.: Postmortem computed tomography, "CATopsy", predicts cause of death in trauma patients. *J Trauma.* 2007; 63(5); 979-985.
7. Dedouit F., Telmon N., Costagliola R., Otal P., Florence L. L., Joffre F., Rougé D.: New identification possibilities with postmortem multislice computed tomography, *Int J Legal Med.* 2007; 121(6); 507-510.
8. Sidler M., Jackowski C., Dirnhofer R., Vock P., Thali M.: Use of multislice computed tomography in disaster victim identification – advantages and limitations, *Forensic Sci. Int.* 2007; 169 (2-3), 118-128.
9. Blau S., Robertson S., Johnstone M.: Disaster victim identification: new applications for postmortem computed tomography, *J. Forensic Sci.* 2008; 53(4), 956-961.

10. Urbanik A., Chrzan R., Woźniak K., Moskała A.: Post-mortem CT examination – own experiences, *Pol. J. Radiol.* 2009, 74 (4), 55-63.
11. Woźniak K., Moskała A., Urbanik A., Kopicz P., Kłys M.: Pośmiertne badania obrazowe z rekonstrukcją 3D: nowa droga rozwoju klasycznej medycyny sądowej?, *Arch. Med. Sąd. Krym.*, 2009, 59 (2), 124-130.
12. Woźniak K., Moskała A., Urbanik A., Kłys M.: Pośmiertne badania obrazowe TK z rekonstrukcją 3D u ofiar wypadków drogowych, *Arch. Med. Sąd. Krym.* 2009, 59 (2), 93-100.
13. Woźniak K., Moskała A., Urbanik A.: Przeszczenna rekonstrukcja złamań na podstawie pośmiertnego badania TK, jako element procesu rekonstrukcji wypadku drogowego, *Paragraf na Drodze* 2009 nr spec., 299-305.
14. Thali M. J., Yen K., Plattner T., Schweitzer W., Vock P., Ozdoba C., Dirnhofer R.: Charred body: virtual autopsy with multi-slice computed tomography and magnetic resonance imaging, *J. Forensic Sci.* 2002, 47(6), 1326-1331.
15. Jackowski C., Thali M., Sonnenschein M., Aghayev E., Yen K., Dirnhofer R., Vock P.: Visualization and quantification of air embolism structure by processing postmortem MSCT data, *J. Forensic Sci.* 2004, 49(6), 1339-1342.
16. Aghayev E., Yen K., Sonnenschein M., Jackowski C., Thali M., Vock P., Dirnhofer R.: Pneumomediastinum and soft tissue emphysema of the neck in postmortem CT and MRI; a new vital sign in hanging?, *Forensic Sci. Int.* 2005, 153(2-3), 181-188.
17. Buck U., Naether S., Braun M., Bolliger S., Friederich H., Jackowski C., Aghayev E., Christe A., Vock P., Dirnhofer R., Thali M.: Application of 3D documentation and geometric reconstruction methods in traffic accident analysis: With high resolution surface scanning, radiological MSCT/MRI scanning and real data based animation, *Forensic Sci. int.* 2007, 170(1), 20-28.
18. Christe A., Aghayev E., Jackowski C., Thali M. J., Vock P.: Drowning – postmortem imaging findings by computed tomography, *Eur. Radiol.* 2008, 18(2), 283-290.
19. Woźniak K., Urbanik A., Rzepecka-Woźniak E., Moskała A., Kłys M.: Pośmiertne badanie obrazowe TK w przypadku domniemanego utonięcia – opis przypadku, *Arch. Med. Sąd. Krym.* 2009, 59 (4), 330-336.
20. Ryglicki S.: Przyczynek do zastosowania promieni roentgena w medycynie sądowej, *Czasopismo Sądowo-Lekarskie* 1930 nr 4, 244-248.
21. Woźniak K., Pohl J.: Badania radiologiczne wstępem do sekcji zwłok 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.

Adres do korespondencji:

dr Krzysztof Woźniak
Katedra Medycyny Sądowej UJ CM
ul. Grzegorzeczka 16
31-531 Kraków
mpwoznia@cyf-kr.edu.pl