

Krzysztof Woźniak, Artur Moskała, Andrzej Urbanik¹, Małgorzata Kłys

Wartość pośmiertnych badań TK w przypadkach urazów mechanicznych powodujących znacznego stopnia destrukcję zwłok*

Value of postmortem CT examinations in cases of extensive mechanical injuries causing considerable corpse destruction

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 dedykują pracę pamięci prof. dr. hab. Franciszka Mariana Treli, wieloletniego Przewodniczącego Komisji Katastrof Polskiego Towarzystwa Medycyny Sądowej i Kryminologii

Przedstawiono opracowanie rekonstrukcji przestrzennych na podstawie akwizycji pośmiertnego badania TK w przypadkach ofiar urazów mechanicznych, powodujących rozległe obrażenia ciała. Rekonstrukcje takie mogą być pomocne w identyfikacji fragmentu badanych zwłok, jak i stanowić podstawę do dalszych analiz mechanizmu powstania obrażeń. Dodatkowym aspektem przetwarzania takich danych jest uzyskanie informacji mogących potwierdzać tożsamość zmarłego.

The authors present three-dimensional reconstructions based on acquisition of postmortem CT examinations in cases of extensive mechanical injuries. The data may be helpful in identification of the examined fragment of the body, as well as useful for further analysis of

the mechanism of injuries. An additional aspect of the analyzed data refers to possible obtaining information that may confirm the identity of the deceased.

Słowa kluczowe: pośmiertne badanie TK, sądowo-lekarska sekcja zwłok, rozległe obrażenia ciała, identyfikacja zwłok
Key words: postmortem CT examination, forensic autopsy, extensive body injuries, identification of deceased person

WSTĘP

Wskutek urazów mechanicznych o znacznej energii nierzadko dochodzi do takiego stopnia

* Poszerzona wersja referatu „Pośmiertne badania obrazowe TK z rekonstrukcją przestrzenną w przypadkach ofiar urazów mechanicznych powodujących znacznego stopnia destrukcję zwłok”, wygłoszonego na Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Katastrofy – jako problem medyczno-sądowy i interdyscyplinarny”, 11-12 marca 2010 roku w Wiśle Jaworniku.

destrukcji zwłok, że zostaje zatarty nawet ich podstawowy porządek anatomiczny, a fragmenty zwłok stają się trudne do rozpoznania. Typowy warsztat medyka sądowego jest wtedy niewystarczający dla dokładniejszej dokumentacji stanu faktycznego. Zarówno bowiem opis badania sekcyjnego w protokole, jak i typowo wykonywana pogłębiona dokumentacja fotograficzna są niewydolne. Może to utrudnić, a nawet uniemożliwić, powstanie w przyszłości wartościowej opinii rekonstrukcyjnej.

CEL PRACY

Wykazanie przydatności pośmiertnego badania TK dla dokumentacji obserwacji sekcyjnych w przypadkach znacznej destrukcji zwłok, jak i poszerzenia zakresu badania.

MATERIAŁ I METODA

Spośród opracowywanych w ramach rutynowo prowadzonych przez Katedrę Medycyny Sądowej UJ CM we współpracy z Katedrą Radiologii UJ CM pośmiertnych badań obrazowych TK – wybrano 8 przypadków bardzo nasilonych zmian pourazowych u ofiar urazów mechanicznych, w których doszło do rozległych obrażeń (całych zwłok lub ich istotnych fragmentów). Były to zwłoki 6 pieszych – ofiar wypadków drogowych, w których uczestniczyły pojazdy o znacznej masie, 1 ofiara wypadku kolejowego oraz 1 ofiara upadku z wysokości. W tym samym czasie (w ciągu roku od marca 2009) łącznie przeprowadzono 58 pośmiertnych badań obrazowych TK. W każdym przypadku badanie wykonano przy użyciu tomografu Somatom Sensation 16 firmy Siemens, przy grubości warstwy 0,75 mm dla głowy (jeśli tylko jej struktury dało się jednoznacznie wyodrębnić) oraz 1,5 mm dla pozostałych części ciała. Na podstawie danych obrazowych, uzyskanych w czasie akwizycji, z zastosowaniem programu komputerowego Osirix, uzyskano trójwymiarowe rekonstrukcje przede wszystkim struktur kostnych (ryc. 1). Wykorzystując dedykowane oprogramowanie podjęto próby odtworzenia prawidłowych struktur anatomicznych.

WYNIKI

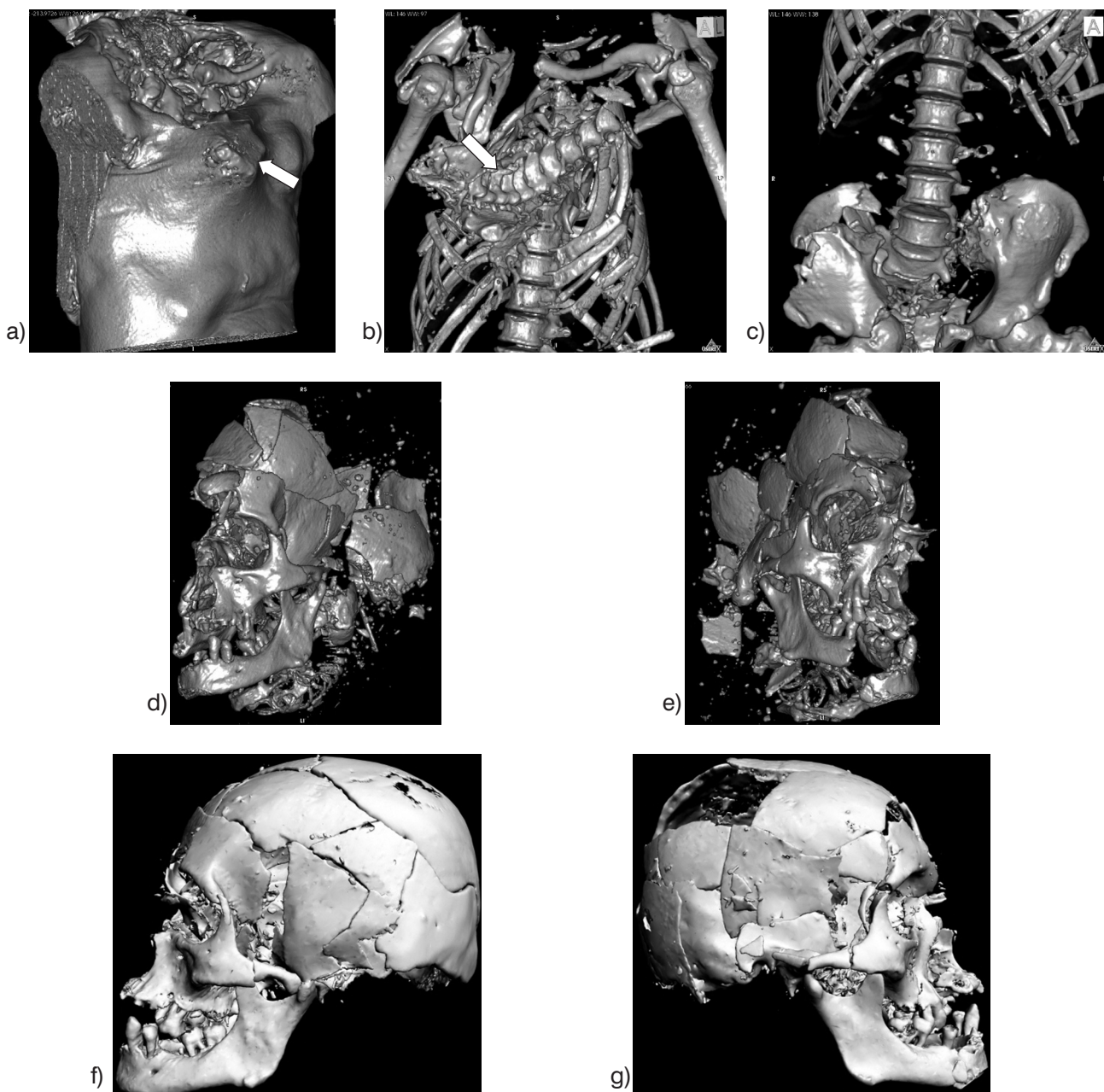
Przedstawiono w postaci rycin dotyczących kolejnych przypadków wraz z ich opisem (ryc. 2-9).

Ryc. 1. Kościec rozfragmentowanych w wypadku drogowym zwłok (przypadek 30/09) – strzałkami oznaczono lokalizację dwóch fragmentów miednicy. Fig. 1. The skeleton of a dismembered body of a victim of a traffic accident (case 30/09) – arrows show two fragments of the pelvis.



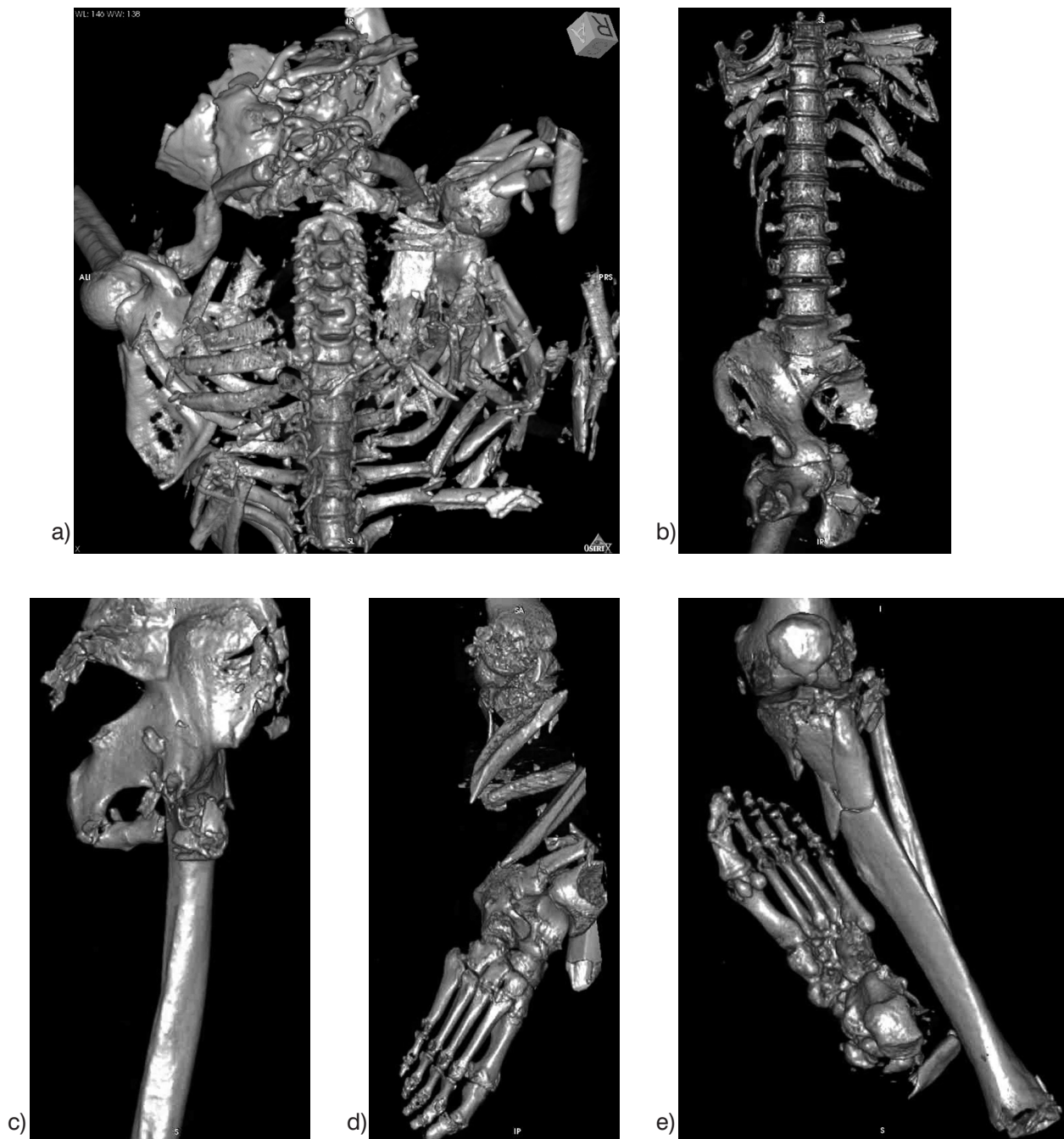
Ryc. 2. Przypadek 20/09 ofiary wypadku drogowego: a) rekonstrukcja 3D powłok klatki piersiowej, widok od przodu i strony prawej – uwypuklający się spod powłok fragment podstawy czaszki i odcinek szyjny kręgosłupa (strzałka), b) rekonstrukcja 3D kośćca tej okolicy, widok od przodu i (nieco) strony lewej, strzałką zaznaczono odcinek szyjny kręgosłupa, c) rekonstrukcja 3D kośćca dolnej części klatki piersiowej i rejonu miednicy, widok od przodu, d) rekonstrukcja 3D kośćca czaszki, widok od strony lewej i (nieco) przodu, e) rekonstrukcja 3D kośćca czaszki, widok od strony prawej i przodu, **f i g) rekonstrukcja położenia anatomicznego odłamów kości czaszki przy użyciu programu komputerowego 3 ds Max (Autodesk), widok z boków.**

Fig. 2. The case 20/09 represents a victim of a traffic accident: a) 3D reconstruction of the surface of the chest, the anterior and right-hand-side aspects – a part of the broken base of the skull and the cervical part of the spinal column is protruding from below the skin (an arrow), b) 3D reconstruction of the skeleton of the same region, the anterior and (partially) left-hand-side aspects, an arrow shows the cervical spinal column, c) 3D reconstruction of the skeleton of the lower part of the chest and the pelvic region, the anterior aspect, d) 3D reconstruction of the skull, the left-hand-side and (partially) anterior aspects, e) 3D reconstruction of the skull, the right-hand-side and anterior aspects, **f and g) anatomical reconstruction of the skull applying 3ds Max (Autodesk), lateral views.**



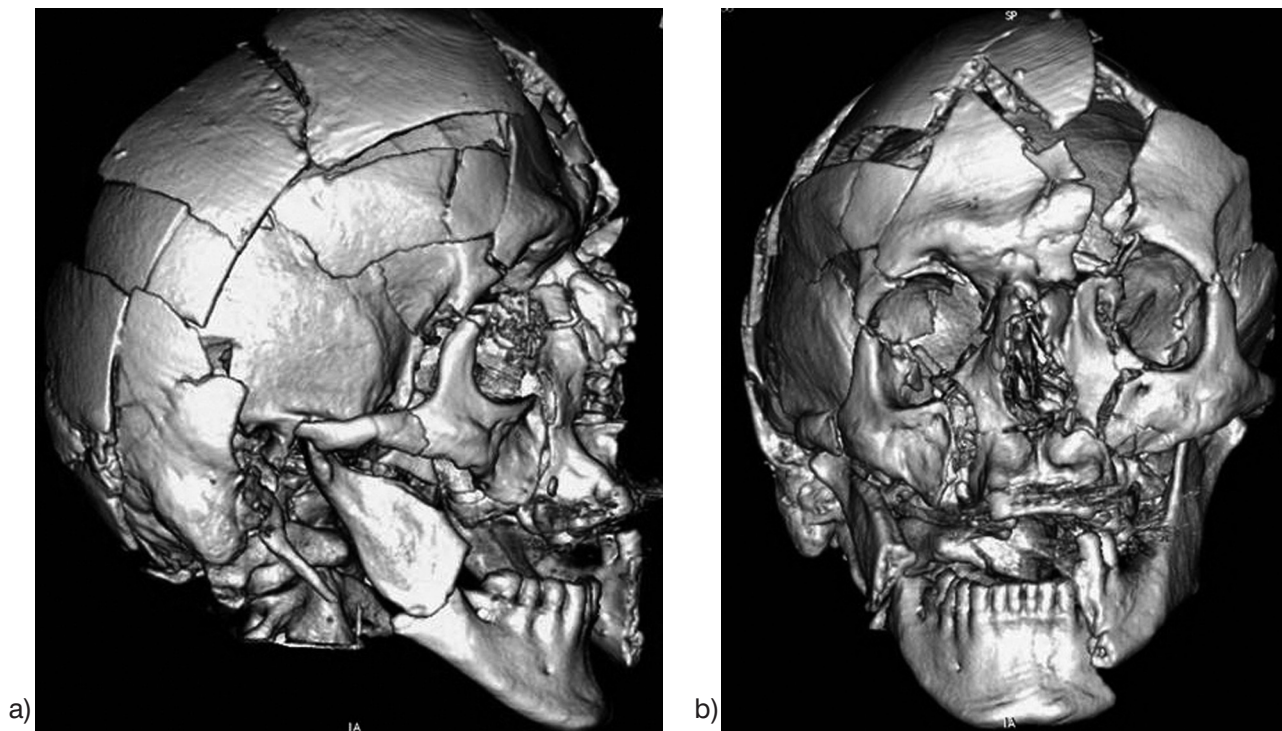
Ryc. 3. Przypadek 30/09 ofiary wypadku drogowego, rekonstrukcje 3D kośćca: a) fragmenty czaszki, odcinka szyjnego kręgosłupa i górnej części tułowia z obręczą barkową, b) dolnej części tułowia z prawą stroną miednicy, c) lewej strony miednicy i fragmentu lewego uda, d) prawego podudzia i prawej stopy, e) lewego podudzia i lewej stopy.

Fig. 3. The case 30/09 represents a victim of a traffic accident, 3D skeletal reconstructions: a) fragments of the skull, cervical spinal column and the upper part of the trunk with the shoulder girdle, b) the lower part of the trunk with the right part of the pelvis, c) the left part of the pelvis with the proximal part of the left femur, d) the right shank and foot, e) the left shank and foot.



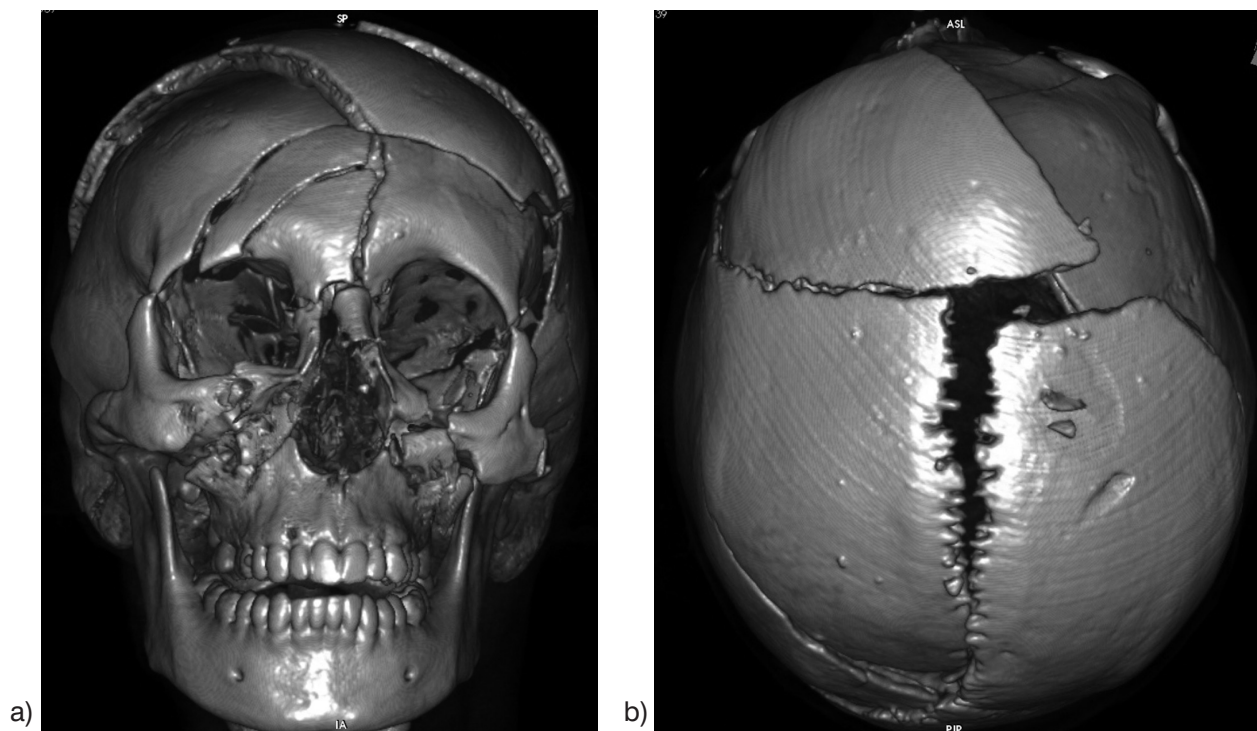
Ryc. 4. Przypadek 32/09 ofiary wypadku drogowego, rekonstrukcje 3D czaszki, widok od: a) strony prawej, b) przodu.

Fig. 4. The case 32/09 illustrates a victim of a traffic accident, 3D reconstructions of the fragmented skull: a) the right-hand-side aspect, b) the anterior aspect.



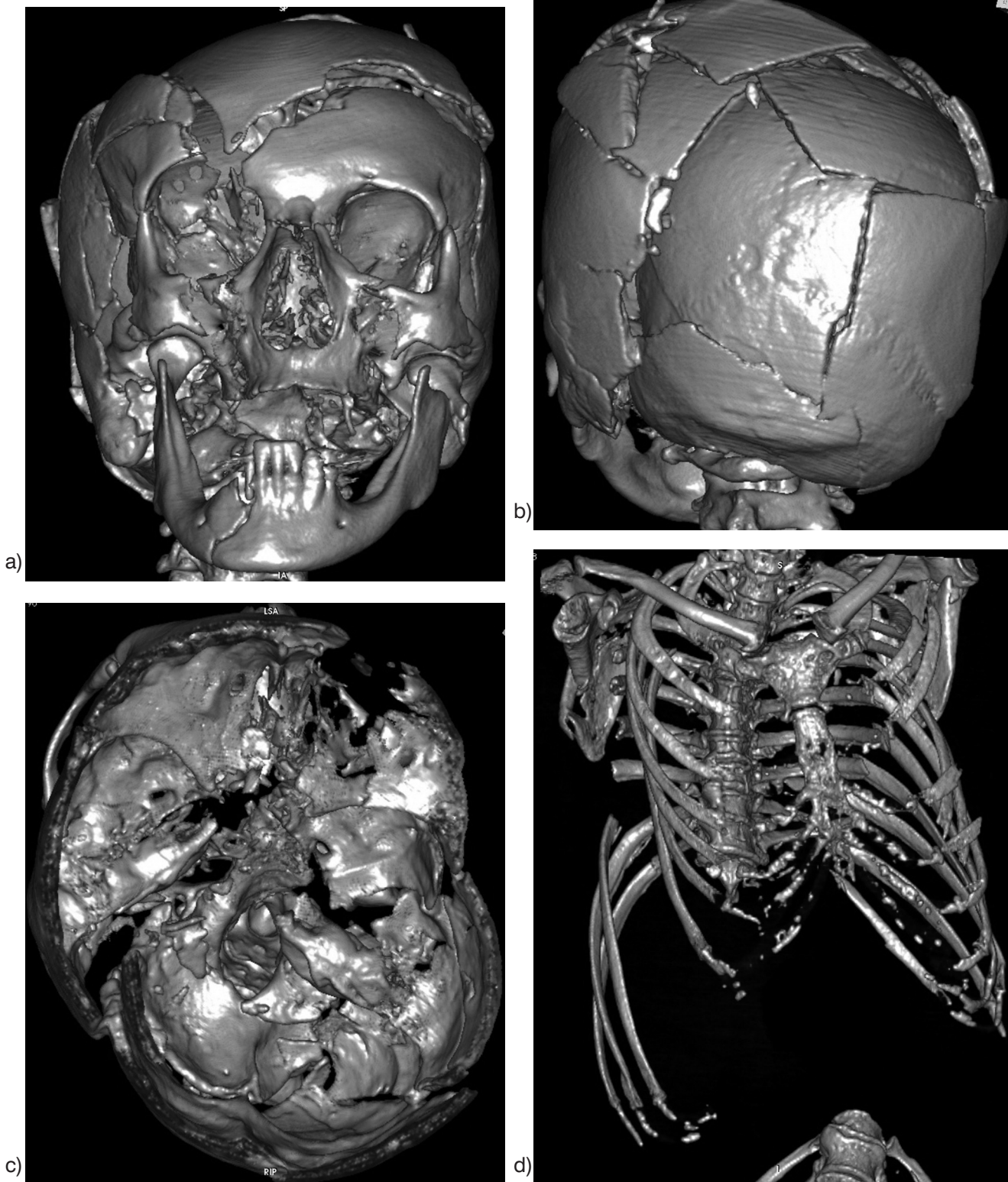
Ryc. 5. Przypadek 33/09 ofiary wypadku kolejowego, rekonstrukcje 3D czaszki, widok od: a) przodu, b) góry.

Fig. 5. The case 33/09 shows a victim of a railway accident, 3D reconstructions of the skull: a) the anterior aspect, b) the superior aspect.



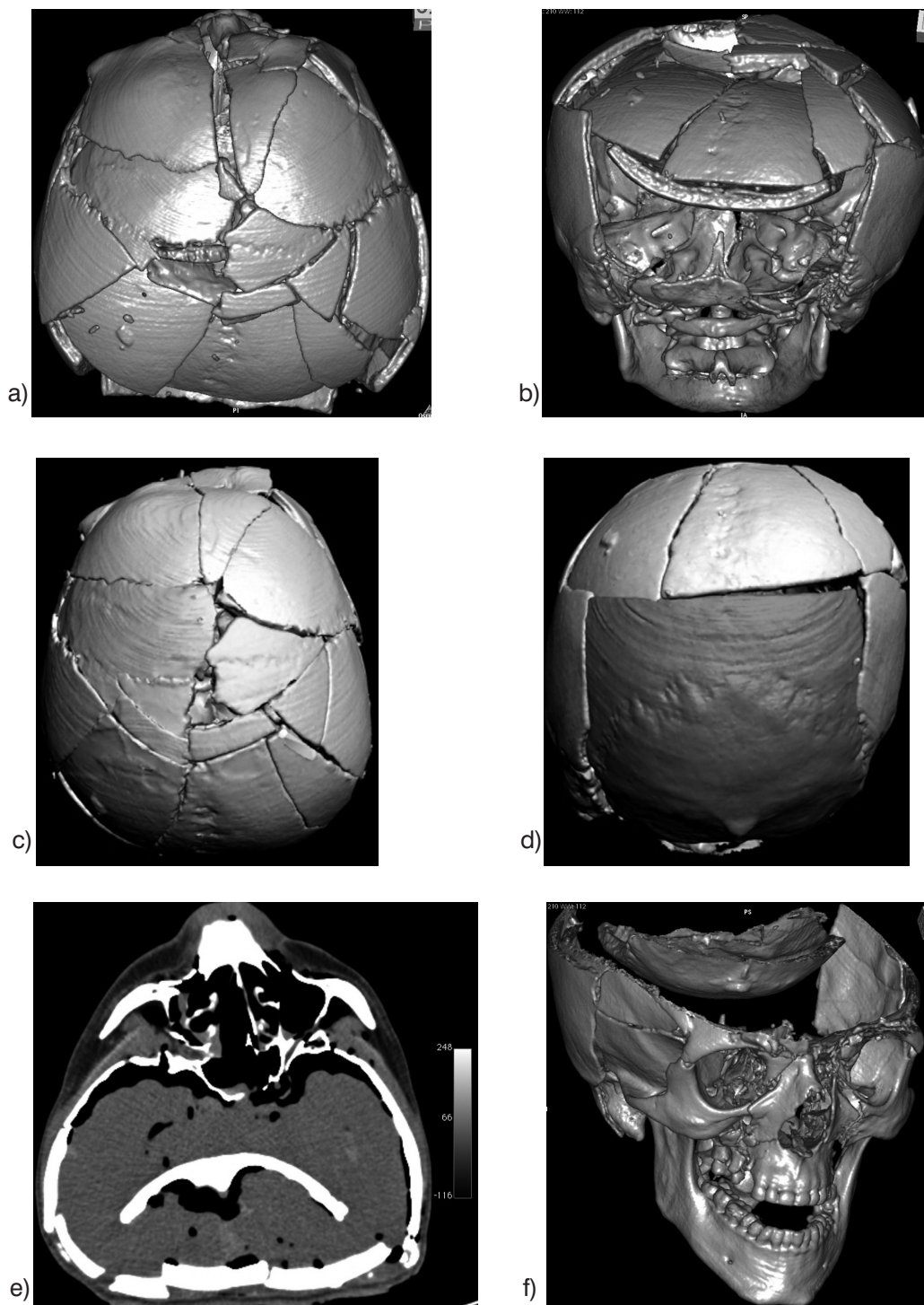
Ryc. 6. Przypadek 34/09 ofiary wypadku drogowego, rekonstrukcje 3D czaszki i tułowia: a) czaszka od przodu, b) czaszka od tyłu, c) podstawa czaszki, d) przerwanie ciągłości tułowia na poziomie dolnej części odcinka piersiowego kręgosłupa.

Fig. 6. The case 34/09 illustrates a victim of a traffic accident, 3D reconstructions of the skull and the truncated skeleton of the trunk: a) the skull - the anterior aspect, b) the skull - the posterior aspect, c) the base of the skull, d) the trunk truncated at the lower part of the thoracic spine.



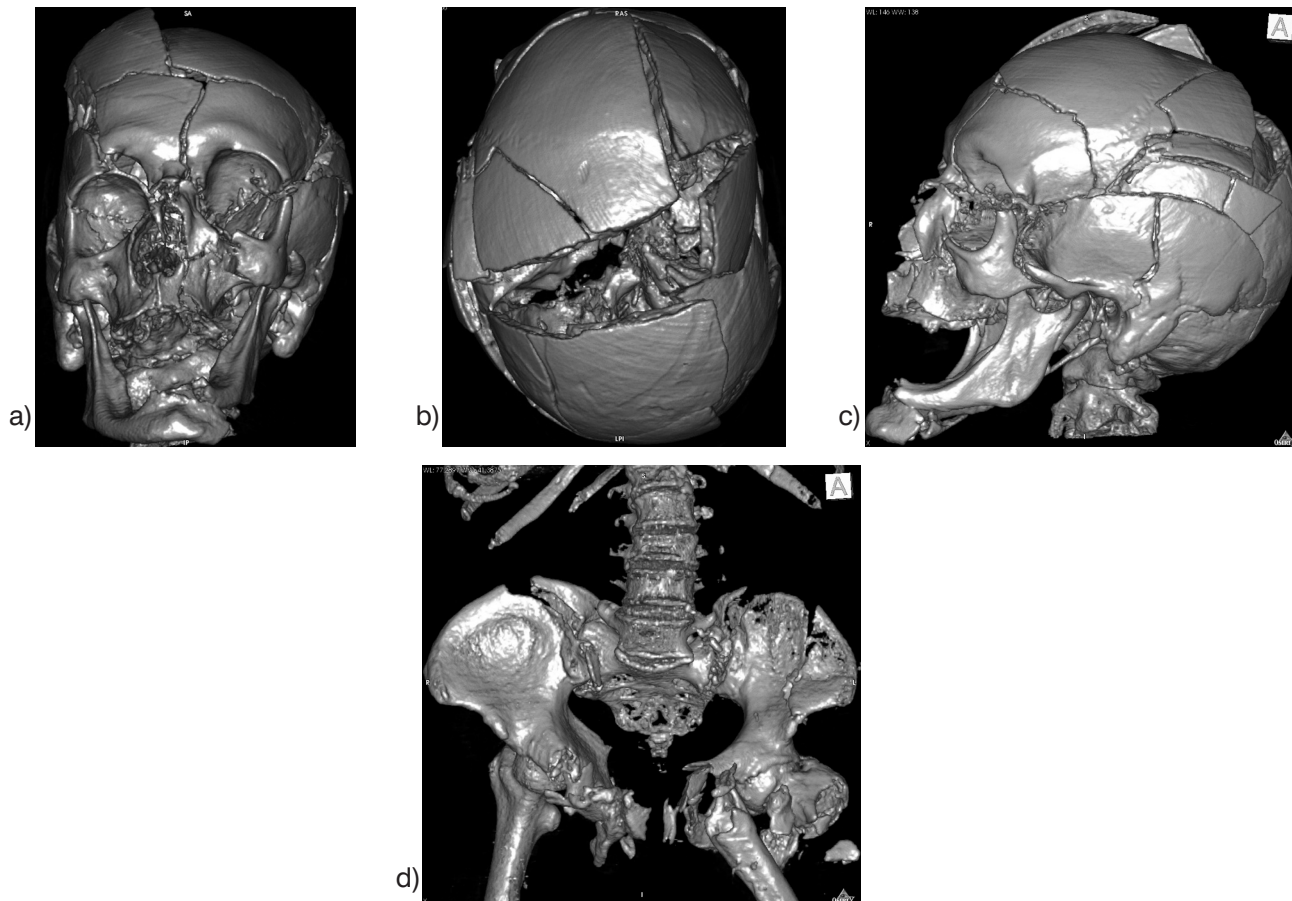
Ryc. 7. Przypadek 36/09 ofiary upadku z wysokości: a i b) rekonstrukcje 3D czaszki, widok od góry i tyłu, **c i d) rekonstrukcja położenia anatomicznego odłamów kości czaszki przy użyciu programu komputerowego 3 ds Max (Autodesk), widok od góry i tyłu**, e) przekrój poprzeczny głowy z widocznym w głębi fragmentem sklepienia czaszki, f) rekonstrukcja 3D – po usunięciu sklepienia widoczny jego fragment we wnętrzu czaszki.

Fig. 7. The case 36/09 shows a victim of a fall from height: a and b) 3D reconstructions, the upper and the posterior aspect, **c and d) anatomical reconstruction of the skull applying 3ds Max (Autodesk), the same aspects**, e) slice reconstruction (2D) – a big fragment of bone inside the cranial cavity, f) 3D reconstruction after digital removal of the upper part of the calvaria – a fragment of bone inside the cavity.



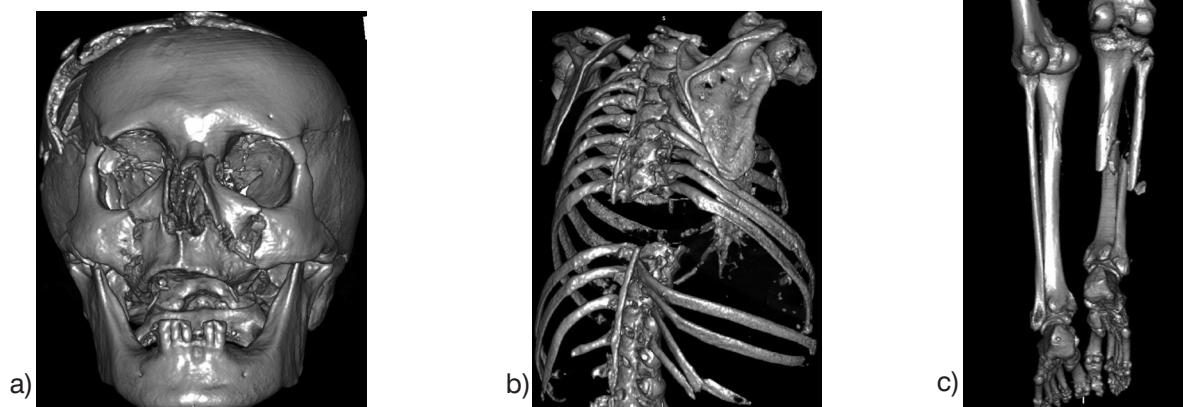
Ryc. 8. Przypadek 38/09 ofiary wypadku drogowego, rekonstrukcje 3D czaszki, widok od: a) przodu, b) góry, c) lewej strony; d) rekonstrukcja 3D dolnej części tułowia z rozfragmentowaną miednicą, widok od przodu.

Fig. 8. The case 38/09 portrays a victim of a traffic accident, 3D reconstructions of the skull: a) the anterior aspect, b) the superior aspect, c) the left-hand-side aspect; d) 3D reconstruction of the skeleton of the lower part of the trunk with the fragmented pelvis, the anterior aspect.



Ryc. 9. Przypadek 55/10 ofiary wypadku drogowego: a) rekonstrukcja 3D złamanej czaszki, widok od przodu, b) rekonstrukcja 3D kośćca górnej części tułowia z obręczą barkową, widok od tyłu i prawej strony – przerwanie ciągłości tułowia, c) rekonstrukcja 3D kośćca kończyn dolnych z wielomiejscowymi obrażeniami.

Fig. 9. The case 55/10 represents a victim of a traffic accident: a) 3D reconstruction of the broken skull, the anterior aspect, b) 3D reconstruction of the skeleton of the truncated chest and the shoulder girdle, the posterior and right-hand-side aspect, c) 3D reconstruction of the skeleton of the lower limbs with multifocal injuries.



DYSKUSJA I WNIOSKI

Autorzy niniejszego opracowania uprzednio przedstawili prace na temat pośmiertnej diagnostyki TK ofiar wypadków drogowych, z zastosowaniem cyfrowego przetwarzania obrazu i przestrzennej rekonstrukcji [1, 2]. Na przykładzie obecnie przedstawionych przypadków można stwierdzić, że zarejestrowanie obrazu TK zwłok nawet z rozległymi obrażeniami ciała pozwala także na dalsze opracowywanie materiału. Co więcej – czasem już nawet bez dodatkowych przekształceń obrazu z „chaosu” rozfragmentowanych kości (obducentom znana jest sytuacja podczas sekcji zwłok – „wysypujących” się fragmentów czaszki po odpreparowaniu powłok głowy) – może wyłaniać się pewien „porządek obrażeń”, a więc efekt mechanizmu działającego urazu. Z punktu widzenia medycyny sądowej zwłaszcza obrazy 3D, ale także rekonstrukcje wielopłaszczyznowe (MPR) mogą służyć analizom, potwierdzeniu i zobrazowaniu wyników konwencjonalnej sekcji zwłok [3]. Opracowanie zapisu z pośmiertnej akwizycji TK daje możliwości wnioskowania zarówno na temat mechanizmu działającego urazu [4, 5, 6, 7, 8], jak i być pomocne w identyfikacji zwłok – choć, jak każde badanie, ma swoje ograniczenia [9, 10]. Zwrócić należy uwagę na fakt, iż w przypadku większej liczby ofiar wypadku komunikacyjnego wykonanie rejestracji obrazu pośmiertnego drogą tomografii komputerowej może znacznie zobiektywizować badania, prowadzone niejednokrotnie pod presją czasu.

Zarówno więc dane z piśmiennictwa, jak i materiał własny przemawiają za tym, że pośmiertne badanie obrazowe TK z zastosowaniem rekonstrukcji przestrzennej w przypadkach znacznej destrukcji zwłok daje szansę uzupełnienia i uściślenia obserwacji sekcyjnych. Zapisane informacje mogą służyć jako trwałe i obiektywne „bank danych” dla późniejszych analiz [11, 12, 13, 14] – nawet znacznie odległych w czasie, kiedy np. zostaną przedstawione dodatkowe informacje na temat okoliczności urazu (katastrofy) – w celu określenia mechanizmu powstania obrażeń. Zapis badania TK pozwala też na udokumentowanie cech budowy anatomicznej (ryc. 10), w tym uzębienia, pomocnych dla potwierdzenia tożsamości zmarłego.

Ryc. 10. Rekonstrukcja przestrzenna (3D) powłok w przypadku 30/09, mogąca mieć znaczenie identyfikacyjne: prawa małżowina uszna.

Fig. 10. Three-dimensional (3D) reconstruction in the case 30/09: the right auricle as a possible piece of evidence in identification of the individual.



Zdaniem autorów: pośmiertne badanie TK z rekonstrukcją 3D powinno być w przyszłości postępowaniem z wyboru w diagnostyce tanatologicznej ofiar wypadków ze znaczną energią urazu. Oczywistym jest fakt trudności technicznych i logistycznych przy wprowadzeniu pośmiertnego badania TK jako rutynowego. Jednak – jak starają się wykazać autorzy – przydatność tej techniki skłania do zwiększenia wysiłków w tym kierunku.

PIŚMIENNICTWO

1. 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.
2. Woźniak K., Moskała A., Urbanik A.: Przestrzenna rekonstrukcja złamań na podstawie pośmiertnego badania TK, jako element procesu rekonstrukcji wypadku drogowego, Paragraf na Drodze 2009 nr spec., 299-305.
3. 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.
4. Aghayev E., Thali M., Jackowski C., Sonnenschein M., Yen K., Vock P., Dirnhofer R.: Virtopsy – fatal motor vehicle accident with head injury, *J. Forensic Sci.* 2004, 49 (4), 809-813.

5. Weilemann Y., Thali M. J., Kneubuehl B. P., Bolliger S. A.: Correlation between skeletal trauma and energy in falls from great height detected by post-mortem multislice computed tomography (MSCT). *Forensic Sci. Int.* 2008; 180(2-3); 81-85.
6. Michiue T., Ishikawa T., Quan L., Zhu B. L., Maeda H.: Forensic pathological evaluation of injury severity and fatal outcome in traffic accidents: five illustrative autopsy cases of clinically unexpected death., *Forensic Sci. Med. Pathol.* 2008; 4(3); 153-158.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Blau S., Robertson S., Johnstone M.: Disaster victim identification: new applications for postmortem computed tomography, *J. Forensic Sci.* 2008; 53(4), 956-961.
11. 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.
12. Thali M. J., Jackowski C., Oesterhelweg L., Ross S. G., Dirnhofer R.: Virtopsy – The Swiss virtual autopsy approach, *Leg. Med. (Tokyo).* 2007, 9(2), 100-104.
13. 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.
14. Thali M. J., Dirnhofer R., Vock P. (red.): *The Virtopsy approach: 3D optical and radiological scanning and reconstruction in forensic medicine*, CRC Press, 2009.

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