

(115)

Urazy oczodołów w obrazach jedno- i wielorzędowej tomografii komputerowej

Mono- and multislice computed tomography of the orbita injury

Marek Olszycki¹, Marcin Kozakiewicz², Anna Salagierska-Barwińska^{1,3},
Jarosław Chrzastek^{1,3}, Piotr Arkuszewski², Ludomir Stefańczyk¹

¹Z Zakładu Radiologii-Diagnostyki Obrazowej Instytutu Radiologii, Diagnostyki Obrazowej i Medycyny Nuklearnej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Kierownik: prof. dr hab. n. med. Ludomir Stefańczyk

²Z Kliniki Chirurgii Szczękowo-Twarzowej Instytutu Chirurgii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

P. o. kierownik: dr n. med. Piotr Arkuszewski

³Z Centrum Diagnostycznego Wojewódzkiego Szpitala Zespołowego im. M. Kopernika w Łodzi

Kierownik: dr n. med. Zbigniew Kaurzel

Summary: Purpose: To evaluate the reliability of the mono- (SCT) and multisliced CT (MSCT) imaging and their post-processing reconstructions in the cases of orbital trauma.

Material and methods: the spiral monoslice (n=20) and spiral multisliced (n=5) CT studies were performed in patients suffered from orbits' injuries. CT data were reconstructed in the 2D and 3D mode. The CT original images and the 2D and 3D reconstructions were evaluated according to the quality of visualization of a pathological lesions. Surgery was the method of reference.

Results: The reconstructed 3D images in 16 patients examined in SCT mode and in 5 patients examined in MSCT mode allowed to recognize properly the fracture. In the 13 patients SCT and in the 3 ones MSCT revealed the bone fragments and orbital soft tissues prolapse towards maxilla sinus; including the lower rectus muscle in 6 cases. In 1 patient evaluation of the 3D model allowed to exclude communication with intracranial space. The surgery correlated well with the source images and 2D/3D SCT and MSCT models. The diagnostic quality of the raw SCT vs MSCT images was evaluated as equal, but MSCT proved to be the better source for the post processing reconstruction, because of higher resolution and better smoothing.

Conclusions: - Spiral CT 2D and 3D reconstructed images, especially generated from the MSCT, more clearly than the source data depict anatomical spatial relationships;

- 2D/3D reconstructions revealed the position, course and displacement of a fractured fragments; thus it supports the surgery.

Słowa kluczowe: urazy oczodołów, tomografia komputerowa, wtórne rekonstrukcje.

Key words: orbits' injuries, computed tomography, postprocessing reconstructions.

Wstęp

Typowe badania radiologiczne stosowane w przypadkach podejrzenia złamań oczodołów to konwencjonalne radiogramy (RTG) oraz tomografia komputerowa (TK) – w płaszczyźnie czołowej lub poprzecznej (4,6,10). O ile rtg. pozwala jedynie wstępnie zidentyfikować miejsce urazu, to TK, zwłaszcza w płaszczyznach czołowych, lokalizuje szczeliny złamania i identyfikuje odłamy kostne. Jednak dopiero wtórne rekonstrukcje obrazowe badań TK – dwuwymiarowe (2D) i trójwymiarowe (3D) – pozwalają ujawnić dokładny przebieg szczelin oraz określić przestrzenną pozycję odłamów. Najnowszym osiągnięciem technologicznym na polu tomografii komputerowej są aparaty wyposażone w zwielokrotnioną liczbę ustawionych równolegle detektorów – aparaty wielorzędowe (wTK). Rozwiązanie to pozwala na pełniejszą w stosunku do trady-

cyjnych tomografów jednorzędowych (jTK) akwizycję danych, co powinno wpłynąć na jakość obrazów osiowych i rekonstrukcyjnych.

Celem pracy jest porównanie jakości obrazowania pacjentów po urazach oczodołów i efektów wtórnej obróbki cyfrowej danych w aparatach jTK i wTK.

Materiał i metodyka

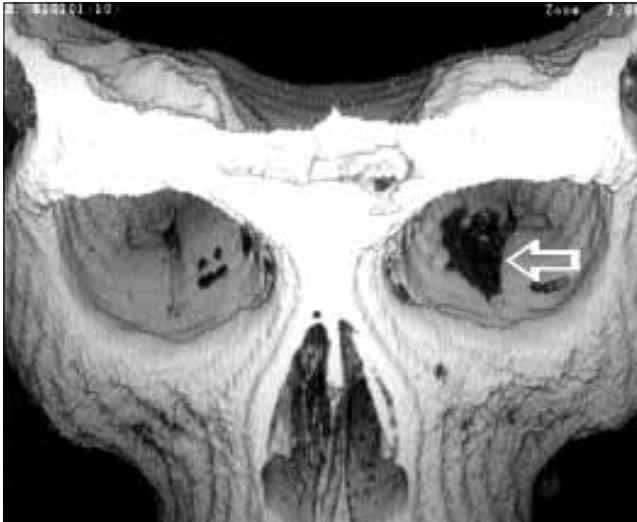
Materiał kliniczny stanowili pacjenci z rozpoznaniem złamania oczodołu, leczeni w latach 2002-2004 w Klinice Chirurgii Szczękowo-Twarzowej UM w Łodzi (n = 25). Wszyscy pacjenci, z jednoznacznych wskazań klinicznych, byli poddani badaniu rtg. oraz spiralnej TK w czasie 1-5 dni od urazu. Kryterium kwalifikującym do badania TK była obecność złamania w badaniu rtg. lub niezadowalający diagnostycznie wynik badania – tj. brak czytelnego zobrazo-

wania zmian pourazowych, wobec objawów klinicznych wskazujących na ich obecność. U 20 pacjentów w latach 2002-2003 badanie TK spiralne było wykonywane aparatem jednorzędowym (Picker PQ 5000, w płaszczyźnie czołowej, w zakresie od kości nosa do zatoki klinowej), u 5 w roku 2004 badania wykonywano aparatem wielorzędowym (badania w TK w płaszczyźnie poprzecznej aparatem Toshiba Aquilion 16, wyposażonym w 16 rzędów detektorów). Badania prowadzono bez użycia środka cieniującego. Wtórnych rekonstrukcji dokonano za pomocą stacji graficznych Picker Voxel Q i Toshiba Vitrea 2, w opcji dwuwymiarowej wielopłaszczyznowej -2D MPR (multiplanar reformation) oraz trójwymiarowej modelowania powierzchniowego (surface rendering) -3D SSD (surface shadow display).

Obrzy wyjściowe obu technik TK oraz ich wtórne rekonstrukcje 2D i 3D oceniano na podstawie jakości przedstawienia zmian patologicznych. Weryfikacja wyników polegała na pełnym przeglądzie danych klinicznych oraz ocenie śródoperacyjnej (wszyscy chorzy ujęci w opracowaniu byli operowani).

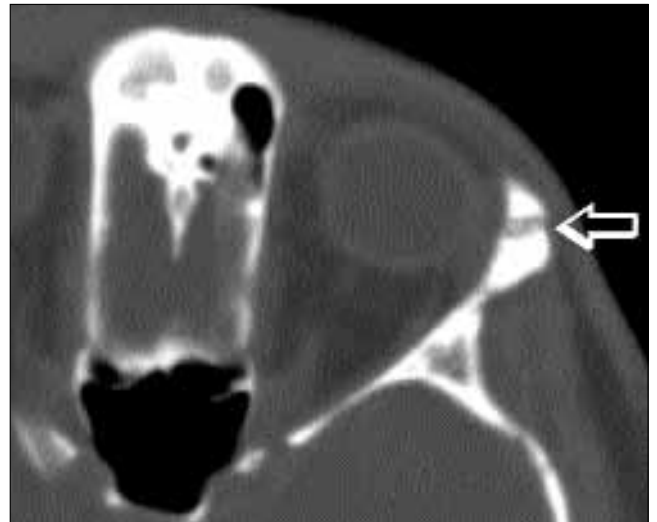
Wyniki

U 16 chorych badanych jTK oraz u 5 badanych wTK rekonstrukcja 3D była najlepszą metodą uwidocznienia przed zabiegiem chirurgicznym dokładnego przebiegu szczeliny złamania (ryc. 1a, 2b). U 13 chorych badanych techniką jTK i 3 badanych techniką wTK uwidoczniły się lokalizacja i wielkość przepuklin oczodołowo-szczękowych oraz drobne odłamy kostne (ryc. 1b, 3,4), a w tym u 6 z nich (4



Ryc. 1a. Rekonstrukcja jTK 3D, widok od przodu. Dobrze widoczny ubytek w dnie lewego oczodołu (strzałka). Zauważalna niedoskonałość wygładzenia zarysów kości.

Fig. 1a. CT 3D reconstruction, frontal view. The injury of the left orbit is well seen (arrow) The inconvenient bones smoothing is well seen.



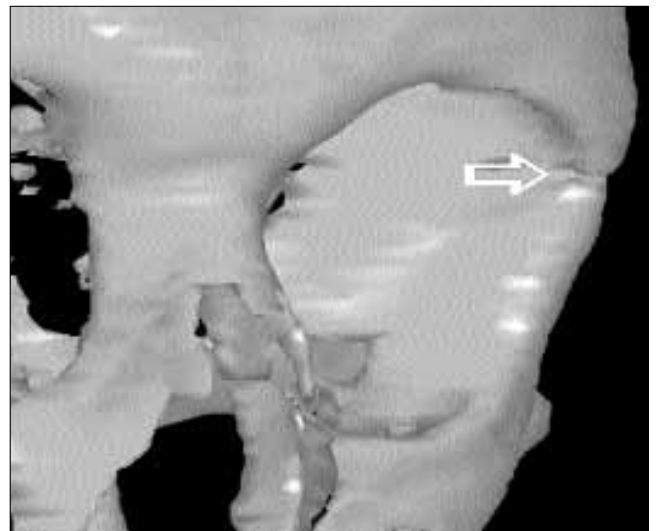
Ryc. 2a. Wyjściowy obraz osiowy wTK: złamanie ściany bocznej oczodołu lewego (strzałka).

Fig. 2a. Axial original multi slice CT image: injury of the left orbit (arrow).



Ryc. 1b. Rekonstrukcja jTK 3D struktur kostnych z nałożonym obrazem dwuwymiarowym struktur miękkotkankowych. Mięsień prosty dolny (strzałka) w obrębie szczeliny złamania.

Fig. 1b. CT 3D reconstruction of bones with 2D image of soft tissues pasted. The lower rectus muscle (arrow) within the fracture.



Ryc. 2b. Rekonstrukcja wTK 3D, widok skośny. Widoczne złamanie ściany bocznej lewego oczodołu (strzałka). Dobre wygładzenie zarysów kości.

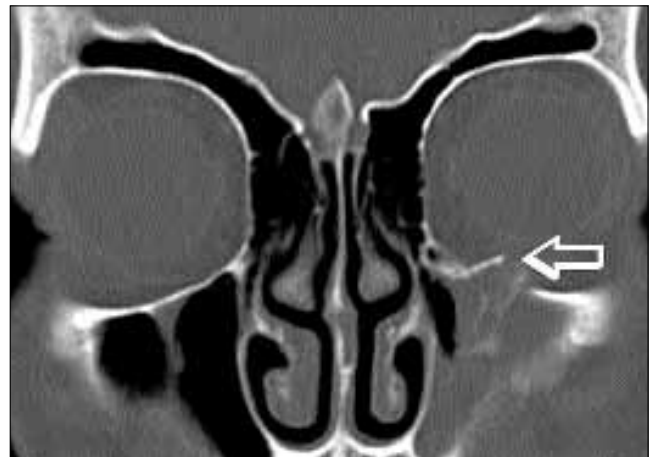
Fig. 2b. Multi slice CT 3D reconstruction, oblique view. The injury of the left orbit is well seen (arrow). Bone smoothing is satisfactory.

badania jTK i 2 wTK) topografia mięśni prostych dolnych przemieszczonych do zatoki szczękowej (ryc. 1b). U 1 pacjenta ze złamaniem wału nadoczodołowego (ryc. 5) analiza trójwymiarowego modelu badania jTK pozwoliła wykluczyć naruszenie ciągłości przedniego dołu czaszki, dzięki czemu odstąpiono od operacji neurochirurgicznej. Śródoperacyjnie stwierdzono dużą zgodność obrazu klinicznego i radiologicznego -uzyskanego w wyniku wtórnych rekonstrukcji jTK oraz wTK, w przeciwieństwie do zdjęć rtg., a nawet obrazów osiowych TK, które często nie pozwalały na pełną ocenę powstałych zaburzeń. O ile jakość diagnostyczna obrazów wyjściowych (w płaszczyznach czołowych) TK jedno- i wielorzędowej nie różniła się istotnie w obu technikach, to wielorzędowa TK dość wyraźnie zaznaczała swą przewagę w jakości wtórnych rekonstrukcji 2D i 3D. Wyrażało się to lepszą rozdzielczością liniową (interpolowaną) rekonstrukcji 2D oraz lepszym wygładzeniem zarysów rekonstruowanych elementów kostnych w opcji 3D.

Omówienie

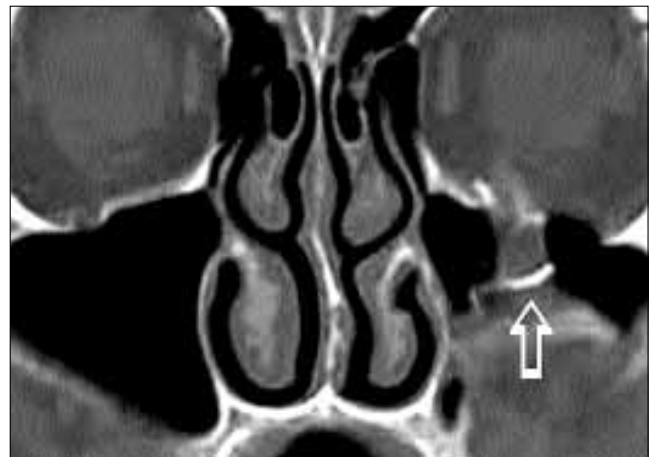
W technice TK pierwsze użyteczne klinicznie trójwymiarowe rekonstrukcje anatomiczne uzyskano po wprowadzeniu aparatów pracujących w opcji spiralnej. W tradycyjnej technice osiowej przekroje w innych płaszczyznach i rekonstrukcje przestrzenne są wynikiem matematycznego złożenia kolejnych obrazów poprzecznych. Luki pomiędzy poziomami akwizycji są wypełniane matematycznym uśrednieniem danych z sąsiednich obszarów, co wpływa negatywnie na jakość obrazowania w miarę zwiększania odstępu pomiędzy skanami (5). Zastosowanie w technice spiralnej ciągłej ekspozycji wirującej lampy rentgenowskiej, gdy badany obiekt jest jednocześnie przesunięty prostopadle do zespołu detektorów, pozwala na uzyskanie danych o wartości pochłaniania promieniowania z całej badanej objętości. W technice wielorzędowej dodatkowym atutem jest zwielokrotnienie informacji poprzez zwiększenie liczby detektorów, co pozwala na wtórną weryfikację danych na kolejnych poziomach i wyeliminowanie powstających błędów (5,6). Kolosalną zaletą techniki spiralnej, a zwłaszcza techniki spiralnej wielorzędowej jest istotne skrócenie czasu akwizycji i ograniczenie artefaktów ruchowych. W technice wTK większa jest rozdzielczość przestrzenna obrazów. Skutkuje to lepszą jakością przedstawienia tkanek miękkich i kości (1,7). Szerszy jest zakres i dokładniejsze obrazowanie naczyń w opcji angio-TK (możliwe jest nawet zobrazowanie, znajdujących się w ruchu, naczyń wieńcowych).

Zastosowanie właściwego protokołu badania TK o odpowiednio małej grubości warstwy pozwala zobrazować nawet drobne elementy kostne oraz dość dobrze tkanki miękkie tej okolicy (2). Jednak skomplikowana architektura części twarzowej czaszki powoduje, że wzajemne relacje przestrzenne nawet dobrze widocznych w wyjściowych obrazach poprzecznych lub czołowych struktur mogą być trudne do wyobrażenia, zwłaszcza dla planujących zabieg operacyjny chirurgów, którzy nie interpretują badań TK rutynowo. Z tego względu jako uzupełnienie badania TK w tej dziedzinie stosuje się na dużą skalę wtórne rekonstrukcje obrazowe: dwuwymiarowe wielopłaszczyznowe 2D MPR (multiplanar reformation) – w płaszczyznach prostopadłych, skośnych bądź zakrzywionych w stosunku do płaszczyzny wyjściowej, oraz trójwymiarowe 3D, np. wykorzystaną przez nas technikę modelowania powierzchniowego SSD (surface shadow display), w której złudzenie trójwymiarowości powoduje efekt światłocienia na modelowanej strukturze (3,4). Rekonstrukcje 3D są najszerzej sto-



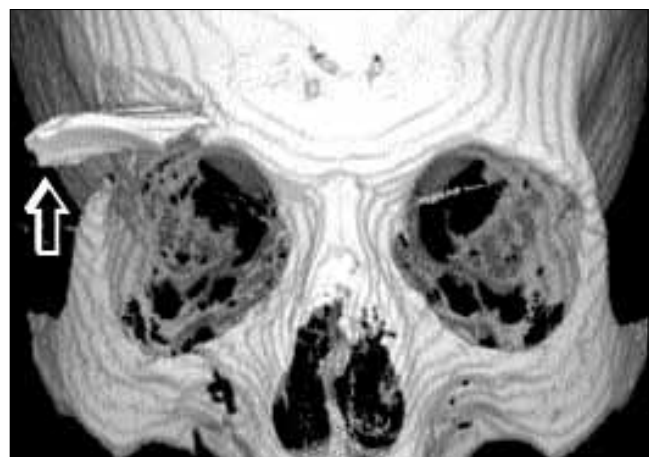
Ryc. 3. Obraz jTK w płaszczyźnie czołowej. W oczodole lewym odłam kostny (strzałka).

Fig. 3. Spiral CT image, frontal view. In the left orbit small bone fragment (arrow).



Ryc. 4. Obraz jTK w płaszczyźnie czołowej. W zatoce szczękowej lewej odłam kostny (strzałka). Tkanki miękkie oczodołu widoczne w szczelinie złamania.

Fig. 4. Spiral CT image, frontal view. In the left maxillary sinus bone fragment (arrow). Orbital soft tissues within the fissure.



Ryc. 5. Rekonstrukcja jTK 3D – widok od przodu. Dobrze widoczny odłamany wał nadoczodołowy prawy. Złamana ściana dolna oczodołu prawego. Zauważalna niedoskonałość wygładzenia zarysów kości.

Fig. 5. Spiral CT 3D reconstruction, frontal view. The fractured right supra-orbital bone fragment. The inconvenient bones smoothing is well seen.

sowane w ocenie struktur kostnych mających dużą gęstość (2,8,10). W razie wskazań klinicznych można zastosować dodatkowo komputerowe nałożenie obrazu 2D tkanek miękkich na obraz 3D kości (ryc. 1b), możliwe są też ocena repozycji złamań, zobrazowanie zarówno odtworzonej ciągłości ścian kostnych, np. z użyciem protez, jak i przywróconej prawidłowej pozycji tkanek miękkich (4,9). Dzięki objętościowej akwizycji danych i wysokiej jakości rekonstrukcji w technice wielorzędowej do zobrazowania twarzy w płaszczyźnie czołowej zbędna stała się zmiana pozycji pacjenta – ułożenie na brzuchu z odgięciem głowy do tyłu – co jest konieczne w przypadku techniki jTK. Ma to szczególne znaczenie u pacjentów w ciężkim stanie z urazami wielonarządowymi. Współistniejące urazy kręgosłupa szyjnego z ograniczeniem jego ruchomości zazwyczaj uniemożliwiają optymalne pozycjonowanie.

W przedstawionym materiale potwierdziły się zalety techniki wielorzędowej w zakresie jakości obrazowania elementów kostnych i miękotkankowych oczodołów na wyjściowych skanach osiowych, w rekonstrukcjach 2D MPR oraz rekonstrukcjach 3D. Jednak pewną niedogodnością wtórnej obróbki komputerowej badań TK wciąż pozostaje czas, jaki radiolog – najlepiej wspólnie z klinicystą – musi poświęcić na uzyskanie tych obrazów. W naszym przypadku był to czas rzędu 20-40 minut na jedno badanie. Z tego względu trudno wprowadzić taką procedurę do standardu badania TK każdego pacjenta po urazie twarzoczaszki. Powinna być ona jednak wykonana w przypadkach skomplikowanych bądź niejasnych złamań (11). Z doświadczeń własnych oraz innych autorów wynika, że właściwa ocena radiologiczna struktur kostnych oraz tkanek miękkich oczodołu ułatwia planowanie leczenia chirurgicznego, które umożliwia szybkie i pełne przywrócenie czynności narządu wzroku.

Wnioski

Rekonstrukcje dwu- i trójwymiarowe spiralnej TK twarzoczaszki, a zwłaszcza wykonane na podstawie danych zgromadzonych w technice wielorzędowej, pozwalają na lepszą niż obrazy wyjściowe orientację w stosunkach przestrzennych.

Rekonstrukcje 2D i 3D w obrazowaniu zmian pourazowych ujawniają dokładny przebieg szczelin złamania i pozycję fragmentów kostnych. Są dla chirurga narzędziem umożliwiającym precyzyjne zaplanowanie zabiegu i ograniczenie jego rozległości.

PIŚMIENICTWO:

1. Dammert S., Funke M., Merten H.A., Obernauer S., Grabbe E.: *Multislice helical CT (MSCT) for mid-facial trauma: Optimization of parameters for scanning and reconstruction*. *Rofo. Fortschr. Geb. Rontgenstr. Neuen. Bildgeb. Verfahr.*, 2002, 174, 874-87.
2. Ghysen D., Ozsarlak O., van den Hauwe L., Van Goethem J., De Schepper A. M., Parizel P. M.: *Maxillo-facial trauma*. *JBR-BTR*, 2000, 83, 181-192.
3. Olszycki M., Arkuszewski P., Kozakiewicz M., Przygoński A., Góraj B.: *Spiral CT post-processing reconstructions in the pre-operative planning and monitoring of the augmentation and grafting procedures of the jaw*. *Neurology*, 2001, 43, suppl. 1, 76.
4. Olszycki M., Kozakiewicz M., Arkuszewski P., Przygoński A., Góraj B.: *Evaluation of the posttraumatic lesions to the maxillary sinuses based on spiral CT reconstructions*. *Neurology*, 2001, 43, suppl. 1, 77-78.
5. Prentki P.: *Skan spiralny w tomografii komputerowej*. *Pol. Przegl. Radiol.*, 1993, 57, 35-37.
6. Stefańczyk L., Kreisel J., Góraj B., Górski A., Okraszewski J.: *Zastosowanie spiralnej tomografii komputerowej w rozpoznawaniu chorób naczyń*. *Pol. Przegl. Chir.*, 1996, 68, 688-693.
7. Tamm E. P., Thompson S., Venable S. L.: *Impact of multislice CT on PACS resources*. *J. Digit. Imaging.*, 2002, 15 suppl. 1, 96-101.
8. Urbanik A., Kleinrok K., Sztuk S., Zapala J.: *Rekonstrukcja przestrzenna w tomografii komputerowej wysokiej rozdzielczości w obrazowaniu kości twarzoczaszki po urazach i zabiegach chirurgicznych*. 2. Kongres Towarzystwa Chirurgii Jamy Ustnej i Szczękowo-Twarzowej, Kraków 1999, 88, 256.
9. Urbanik A., Herman-Sucharska I., Chojnacka I., Jeleńska-Szyguła I., Werewka-Maczuga A.: *Optymalizacja diagnostyki tomografią komputerową pozagałkowych guzów oczodołu*. *Przeg. Lek.*, 2000, 57, 324-325.
10. van der Veen J. A., Nauta J. M.: *"Blow-out"-fracturen van de orbita*. *Ned. Tijdschr. Geneesk.*, 1989, 133, 2630-2631.
11. Wintermark M., Poletti P. A., Becker C. D.: *Traumatic injuries: organization and ergonomics of imaging in the emergency environment*. *Eur. Radiol.*, 2002, 12, 959-968.

Praca wpłynęła do Redakcji 8.07.2004 r. (613).

Zakwalifikowano do druku 4.05.2005 r.

Adres do korespondencji (Reprint requests to):

Marek Olszycki
Zakład Radiologii – Diagnostyki Obrazowej Uniwersytetu
Medycznego w Łodzi
ul. Kopcińskiego 22
90-153 Łódź