Sygnatura: Pol J Radiol, 2003; 68(3): 25-29

Polish Journal of Radiology
www.PolRadiol.com
ORIGINAL ARTICLE

Otrzymano: 2003.03.06
Zaakceptowano: 2003.07.18

The usefulness of spatial 3D CT imaging in diagnosis of cervical spine fractures

Wykorzystanie obrazowania przestrzennego 3D TK w diagnostyce złamań kręgosłupa szyjnego

Witold Krupski

II Zakład Radiologii Lekarskiej Akademii Medycznej w Lublinie, Lublin, Polska

Adres autora: Witold Krupski, II Zakład Radiologii Lekarskiej, Akademii Medycznej w Lublinie, ul Staszica 16, 20-095 Lublin, Polska, email: krupskiw@wp.pl

Summary

Background: The purpose of the study is to assess the usefulness of spatial 3D CT in diagnosis of cervical spine fracture.

Material/Methods: Material comprises of 18 patients with traumatic lesions of cervical spine, age 17 to 73 years, 12 males and 6 females. The CT examination was performed in the axial section, 2 mm thick in segment of cervical spine, determined on the radiogram or the topogram. Spatial reconstructions were made with the bone threshold (150 H. U.) out of digital data of axial sections.

Results: In 2 cases, on spatial reconstructions 3D CT the fracture of the atlas was visible. Out of 7 cases with axis fracture, 5 patients with fractures of dens of the epistropheus were found, and the extent of the translocation was assessed. In 3 cases the fracture of C2 vertebra was found, and 2 of them were accompanied by the C2 spondylolisythesis. In 9 cases the fractures of C4, C5 and C6 vertebrae were found. In 4 cases the fissure of vertebral fracture was vertical, and in 5 cases the fracture of the vertebral arch was found. In 5 cases the stenosis of spinal canal of different degrees was found, and in 7 cases there was the stenosis of intervertebral foramens. In 4 cases free bone fragments inside the spinal canal were found.

Conclusions: Computed tomography, with additional spatial 3D reconstructions should be the basic examination modality in the diagnostics of cervical spine fractures. 3D reconstructions provide a complete picture of the bone structure lesions, revealing fissures of fractures, extent of posttraumatic stenosis, distortions of spinal canal and intervertebral foramens, and the localisation of the free bone fragments.

key words: cervical spine • fractures • CT • 3D CT • three dimensional computed tomography

PDF file: http://www.polradiol.com/pub/pjr/vol_68/nr_3/3528.pdf

Wstęp

Leczenie urazów kręgosłupa szyjnego wymaga szybkiej i precyzyjnej oceny uszkodzenia. Trudności w diagnostyce złamań kręgosłupa szyjnego wynikają ze skomplikowanej anatomii struktur kręgowych, ich połączeń oraz ograniczonych możliwości klasycznej radiografii [1].

Brak współpracy pacjentów z uszkodzeniami kręgosłupa szyjnego, zwłaszcza przy urazach wielonarządowych oraz unieruchomienie szyi kołnierzem ortopedycznym jest przyczyną trudności w uzyskaniu dobrych technicznie zdjęć radiologicznych w optymalnych projekcjach. Najczęściej błędne rozpoznania w klasycznej radiografii dotyczą złamań kręgów C1 i C2 oraz C6 i C7 [1].

TK jest techniką z wyboru w ujawnianiu ciągłości struktur kręgowych oraz identyfikacji i lokalizacji fragmentów kostnych [1–3]. Uzupełnieniem osiowych przekrojów TK są wtórne rekonstrukcje przestrzenne 3D [4,5].



Figure 1. Fissure of the fracture in the anterior arch C1.
Rycina 1. Szczelina złamania łuku przedniego kręgu C1.

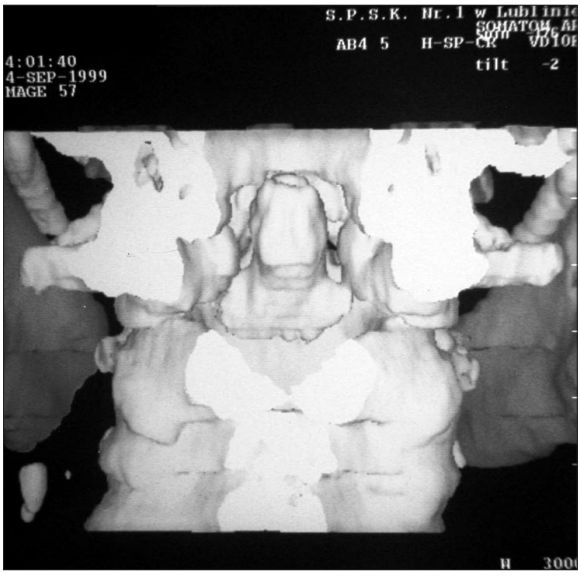


Figure 2. The fracture of the dens C2 without dislocation.
Rycina 2. Złamanie zęba obrotnika bez jego przemieszczenia.

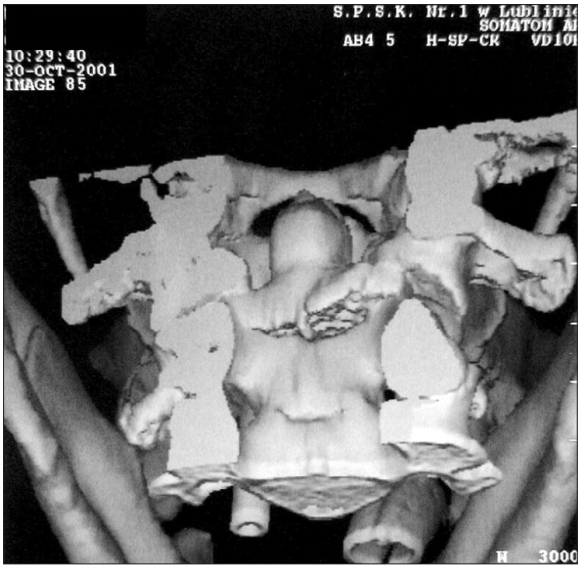


Figure 3. The fractures of the dens of the epistropheus with backward dislocation and rotation.
Rycina 3. Złamanie zęba obrotnika z jego przemieszczenim ku tyłowi i rotacją.

Celem pracy jest określenie możliwości wykorzystania rekonstrukcji przestrzennych 3D TK w diagnostyce złamań kręgosłupa szyjnego.

Materiał i Metoda

Materiał obejmuje 18 osób z urazowymi uszkodzeniami kręgosłupa szyjnego w wieku 17–73 lat, 12 mężczyzn i 6 kobiet. Badania TK wykonywano aparatem Somatom AR. T Siemens, techniką sekwencyjną w przekrojach osiowych grubości 2 mm w określonym na podstawie zdjęcia radiologicznego lub topogramu odcinku kręgosłupa szyjnego. Wtórnie z danych komputerowych przekrojów osiowych wytwarzano rekonstrukcje przestrzenne o progu kostnym (150 j. H.). Obraz zrekonstruowanego kręgosłupa szyjnego oceniano w dowolnych rzutowaniach zewnętrznych: bocznych, skośnych, przednich i tylnych. Kanał kręgowy oceniano w rzutowaniu od góry oraz od jego wnętrza po odcięciu w płaszczyźnie strzałkowej wzdłuż wyrostków kolczystych części zrekonstruowanego obrazu w projekcji bocznej i skośnej w osi otworów międzykręgowych. Tylne powierzchnie trzonów kręgowych oceniano w rzutowaniu od tyłu po odcięciu łuków kręgowych, a wewnętrzną powierzchnię łuków kręgowych w rzutowaniu śródkanałowym po odcięciu trzonów kręgowych.

Wyniki

W 2 przypadkach złamań kręgu szczytowego uwidoczniono na rekonstrukcjach 3D obecność skośnej szczeliny złamania w obrębie łuku przedniego po stronie prawej w jednym przypadku (Rycina 1) i złamanie typu Jeffersona w drugim. W 7 przypadkach złamań kręgu obrotowego na rekonstrukcjach przestrzennych wykazano 5-krotnie złamanie zęba obrotnika, przebiegające w 2 przypadkach bez ewidentnego przemieszczenia złamanego zęba (Rycina 2). W 3 przypadkach złamany ząb obrotnika był przemieszczony ku tyłowi, przy czym w 1 przypadku z asymetryczną rotacją (Rycina 3). W 1 przypadku załamania trzonu kręgu C2, przednia część trzonu kręgu wraz z zębem była przemieszczona do przodu (Rycina 4 A, B).

Trzykrotnie złamanie dotyczyło łuku kręgu C2, przy towarzyszącym 2-krotnie ześlizgu trzonu kręgu C2 (Rycina 5). W 1 przypadku współistniało złamanie przedniej krawędzi trzonu z wydzieleniem wolnego fragmentu kostnego (Rycina 6).

W 9 przypadkach złamania dotyczyły kręgów C4, C5 i C6. W 4 przypadkach wykazano kompresyjne złamania trzonów kręgów (Rycina 7.)

Trzykrotnie przebieg szczelin złamania tronów kręgowych był pionowy (Rycina 8). W 1 przypadku doszło do pełnego zwichnięcia złamanego kręgu (Rycina 9).

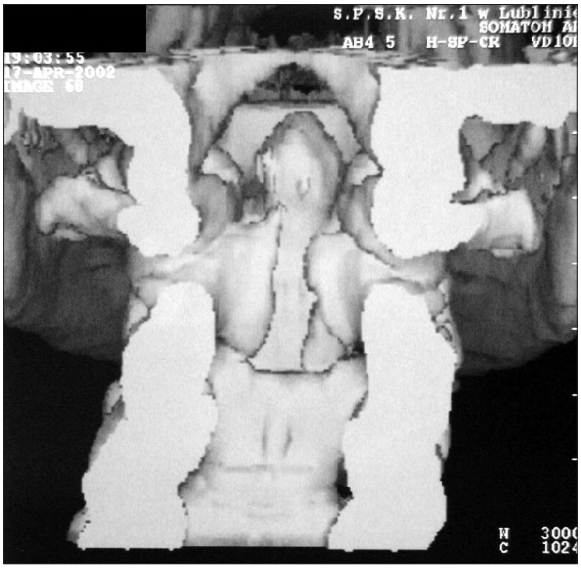


Figure 4a. The fracture C2. 3D reconstruction in projection from the inside of the spinal canal. The fracture of the dens of the epistropheus with two vertical fissures of the fracture within the vertebral body. The fractured dense of the epistropheus is dislocated inferiorly.

Rycina 4a. Złamanie kręgu C2. Rekonstrukcja 3D w rzutowaniu od strony światła kanału kręgowego. Złamanie zęba obrotnika z dwoma pionowymi szczelinami złamań w obrębie trzonu kręgu. Złamany ząb obrotnika przemieszczony ku dołowi.

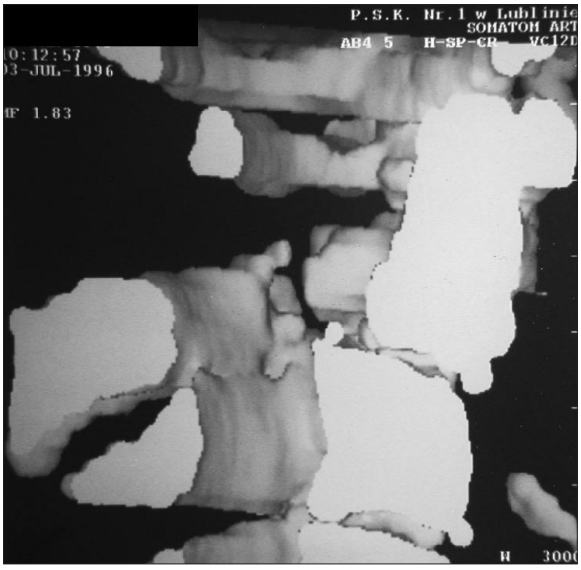


Figure 5. Traumatic spondylolisis and spondylolisthesis C2.

Rycina 5. Urazowa spondyloliza i spondylolisteza C2.

Złamanie łuków stwierdzono w 5 przypadkach, przy współistniejącym podwichnięciu trzonu kręgu w 1 przypadku i oddzieleniu wyrostka kolczystego w 2 przypadkach. W 5 przypadkach wykazano różnego stopnia zwężanie kanału kręgowego, a 7-krotnie otworów międzykręgowych. W 4 przypadkach uwidoczniono śródkanałowe wolne fragmenty kostne.

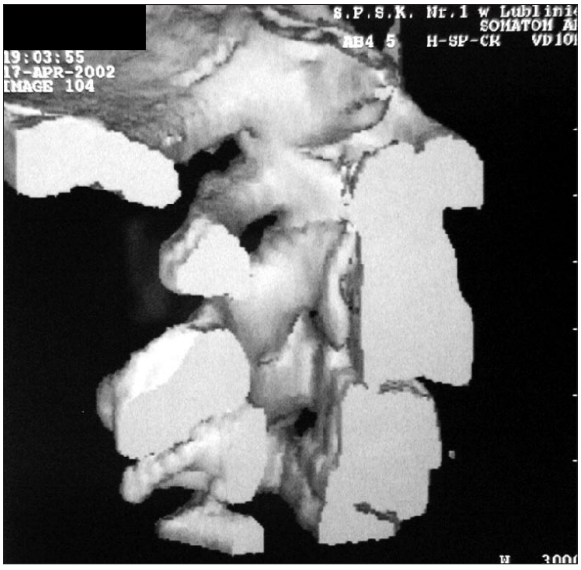


Figure 4b. The constriction of the intervertebral foramen C2-C3.

Rycina 4b. Zaciśnięcie otworu międzykręgowego C2-C3.



Figure 6. Fissure of the fracture in the arch C2. The bone fragments fractured out of anterior margin of the vertebral body C2, dislocated forward.

Rycina 6. Złamanie łuku kręgu C2. Fragment kostny wyłamany z przedniej krawędzi trzonu kręgu C2 przemieszczony do przodu.

Omówienie

Wtórne rekonstrukcje 3D TK są komputerowym odtworzeniem obrazu powierzchni struktur kostnych kręgosłupa szyjnego wytworzonym z zawartych w pamięci komputera danych cyfrowych uprzednio wykonanych kolejnych przekrojów osiowych [5]. W kwalifikacji do postępowania operacyjnego istotna jest ocena rozległości uszkodzenia, przebiegu szczelin złamań oraz pozycja i kierunki przemieszczeń odłamów kostnych.

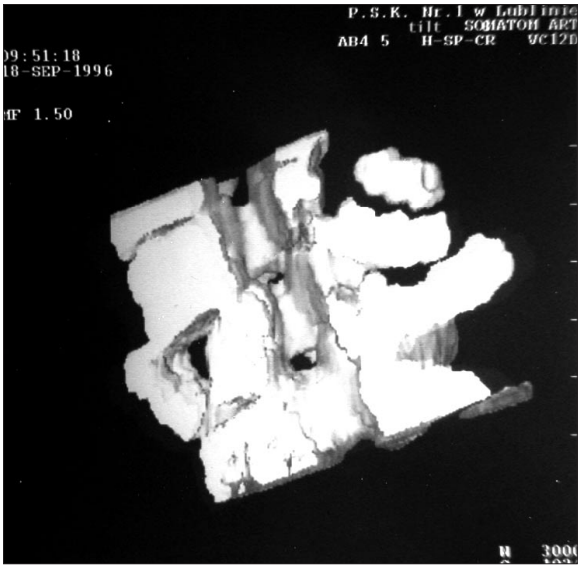


Figure 7. The compression fracture of the vertebral body C6 with backward bulging of the dorsal part of the vertebral body, causing stenosis of the spinal canal and intervertebral foramen C5-C6.

Rycina 7. Kompresyjne złamanie trzonu kręgu C6 z uwypukleniem grzbietowej powierzchni trzonu powodujące stenozę kanału kręgowego i otworu międzykręgowego C5-C6.

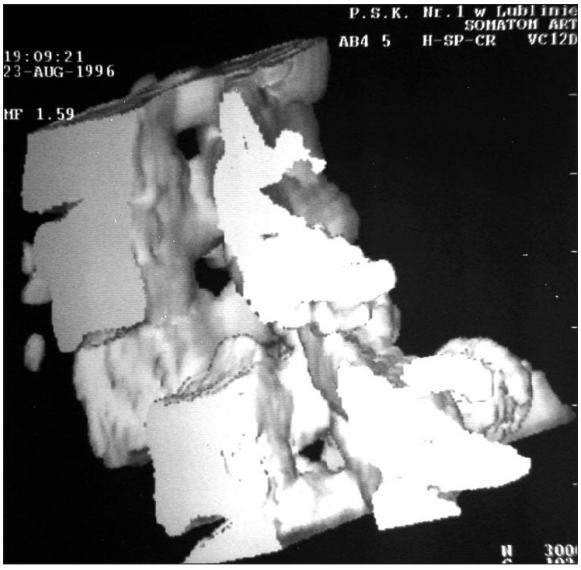


Figure 9. The fracture of the vertebra C6 with fragmentation of the vertebral body and total traumatic spondylolisthesis. The stenosis of the spinal canal.

Rycina 9. Złamanie kręgu C6 z fragmentacją i całkowitym zwichnięciem trzonu. Stenoza kanału kręgowego.

Trójwymiarowy charakter urazowych uszkodzeń struktur kręgowych wymaga oceny przestrzennej [6]. Technika 3D TK jest użyteczna w obrazowaniu zmian urazowych kręgosłupa szyjnego [7–9].

Jakość uzyskanego obrazu przestrzennego 3D zależy od grubości warstw oraz wybranego progu rekonstrukcyjnego, przy czym rekonstrukcje przestrzenne uzyskane z aparatów spiralnych są bardziej plastyczne ze względu na redukcję zniekształceń związanych z występowaniem 'schodków' widocznych na rekonstrukcjach 3D pomiędzy poszczególnymi warstwami przy akwizycji sekwencyjnej.

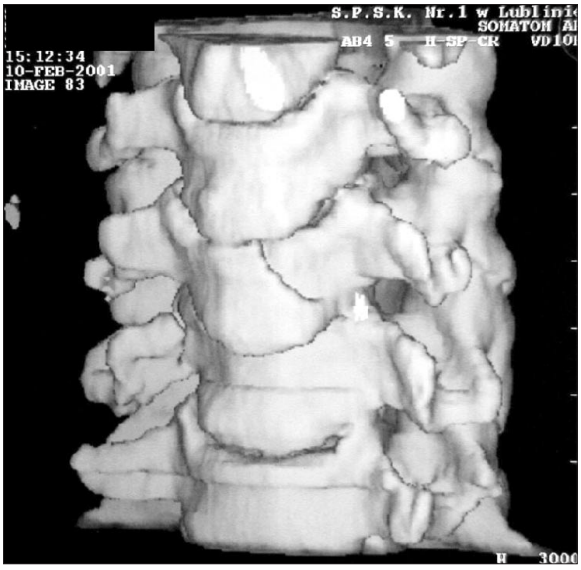


Figure 8. The vertical fissure of the fracture of vertebra C4.

Rycina 8. Pionowa szczelina złamania trzonu kręgu C4.

Uzyskanie optymalnego obrazu struktur kręgosłupa szyjnego wymaga odpowiedniego ustawienia rekonstrukcji przestrzennej i kierunku podświetlenia. Brak jest standardowych projekcji obrazu 3D zapewniających uwidocznienie wszystkich elementów kręgosłupa szyjnego, dla których można by wykonać dokumentację zdjęciową. Dlatego uważam za konieczny, postulowany przez niektórych autorów [10], wybór optymalnych pozycji rekonstrukcji 3D TK przez lekarza specjalistę.

Zmiany nachyleń i kąta rzutowania obrazu przestrzennego umożliwiają ocenę całości tylnych elementów łuku i połączeń stawowych. Rekonstrukcje 3D TK dają możliwość uwidocznienia powierzchni wewnętrznej kanału kręgowego, oceny stopnia jego przewężenia, zasięgu pourazowego zniekształcenia oraz stopnia zaciśnięcia otworów międzykręgowych [11,12]. Odcięte rekonstrukcje przestrzenne uwidaczniając wnętrze kanału kręgowego ujawniają nawet niewielkie wpuklenia do wnętrza kanału kręgowego tylnych powierzchni trzonów w złamaniach kompresyjnych oraz przemieszczeń złamanego zęba obrotnika, z uwzględnieniem ewentualnej rotacji. Określenie stopnia zwężenia kanału kręgowego jest możliwe na rekonstrukcjach 3D TK także przy występujących urazowych zwichnięciach trzonów [12].

Technika 3D jest przydatna w rozpoznawaniu złamań kompresyjnych i określaniu stopnia kompresji trzonu. Ocena stosunków przestrzennych wpuklonych dokanałowo fragmentów tylnej ściany trzonu jest szczególnie istotna przy jednoczesnych rotacjach i zwichnięciach trzonów. Rekonstrukcje przestrzenne 3D TK umożliwiają identyfikację i precyzyjną lokalizację wolnych fragmentów kostnych [3]

W ocenie elementów łuku rekonstrukcje przestrzenne dają czytelne obrazy topograficzne ujawniające przebieg szcze-

lin złamań. Obrazy 3D TK korzystnie odtwarzają połączenia stawowe kręgów szyjnych, w rzutowaniu tylno-bocznym, umożliwiają ocenę stopnia przemieszczenia kręgów przy podwichnięciach. Jest to istotne zwłaszcza dla rozpoznania podwichnięć w stawach szczytowo-potylicznych i szczytowo-obrotowych.

Rekonstrukcje przestrzenne 3D TK są szczególnie pomocne w diagnostyce złożonych złamań kręgosłupa szyjnego [4,13,14]. Ułatwiają ocenę stosunków przestrzennych zmian na różnych poziomach, ujawniają pozycję penetrujących w obręb tkanek miękkich lub do wnętrza kanału kręgowego wolnych fragmentów kostnych [3,14,15].

Poszerzają one możliwości diagnostyczne osiowej tomografii komputerowej o ocenę w dodatkowych wymiarach struktur kręgosłupa oraz umożliwiają określanie wzajemnych stosunków przestrzennych jego elementów. Pomagają zrozumieć topografię patologii i planować postępowanie operacyjne [15,16].

Rekonstrukcje przestrzenne 3D TK są uważane za bardziej wartościowe od rekonstrukcji MPR zarówno w przekrojach czołowych jak i strzałkowych w diagnostyce złożonych złamań kręgosłupa [3].

W ujawnianiu pionowych złamań zęba kręgu obrotowego badanie TK uzupełnione rekonstrukcjami MPR w płaszczyznach strzałkowych jest uznawane za wartościową metodę diagnostyczną [17]. Uważam jednak, że przy współwystępującym ze złamaniem oddzielaniu wolnego fragmentu kostnego i jego rotacji rekonstrukcje przestrzenne 3D TK umożliwiają pełną ocenę zakresu uszkodzenia.

Wnioski

W diagnostyce złamań kręgosłupa szyjnego podstawowym badaniem powinna być tomografia komputerowa uzupełniona rekonstrukcjami przestrzennymi 3D.

Rekonstrukcje 3D umożliwiają uzyskanie pełnego obrazu uszkodzeń struktur kostnych ujawniając szczeliny złamań, zakres pourazowych zwężeń i zniekształceń kanału kręgowego i otworów międzykręgowych oraz obecność i pozycję wolnych fragmentów kostnych.

Piśmiennictwo:

1. Nunez DB Jr, Zuluaga A, Fuentes-Bernardo DA et al. : Cervical spine trauma: how much more do we learn by routinely using helical CT ? Radiographics, 1996; 16: 1307-1318; discussion 1318-1321
2. Toombs B, Sandler C: Computed Tomography in Trauma. W. B. Saunders C. 1987, 139-186
3. Krupski W, Złomaniec J, Bryc S, Złomaniec G: Bone fragments imaging by means of 3D computerised tomography. Ann UMCS, 1997; 52: 111-116
4. Becker H: New aspects in spinal diagnostics with 3D computed tomography. Neurosurg Rev, 1993; 16: 179-182
5. Rabassa AE, Guinto FC Jr, Crow WN et al. : CT of the spine: value of reformatted images. AJR, 1993; 161: 1223-1227.
6. Billet F, Schmidt W, Gay B: Computed tomography in traumatology with special regard to the advances of three-dimensional display. Arch Orthop Trauma Surg, 1992; 111: 131-137
7. Bryc S, Złomaniec J, Krupski W: Trójwymiarowe rekonstrukcje TK w badaniach zmian urazowych kręgosłupa. Pol Przegl Radiol, 1997; 62: 203-207
8. Bryc S, Złomaniec J, Krupski W: Three-dimensional CT imaging for evaluation of vertebral trauma. Eur Radiol 1997, Supp. (7), S393.
9. Vogel W, Dinger W, Schultz M: Preliminary Results for CT Examinations of Spinal Fractures with a Somatom Plus 3D software Program. Advances in CT. Zurich, ed. Fuchs WA, 1990; 144-153
10. Domenicucci M, Preite R, Ramieri A et al: Three-dimensional computed tomographic imaging in the diagnosis of vertebral column trauma: experience based on 21 patents and review of the literature. J Trauma, 1997; 42: 254-259
11. Złomaniec J, Krupski W, Bryc S: Wartość opcji przestrzennej 3D CT w ocenie otworów międzykręgowych. Neurol Neurochir Pol, 1999; 33: 825-830
12. Krupski W, Złomaniec G, Złomaniec J: Virtual computed tomography in the evaluation of the vertebral canal. Ann UMCS, 2000; 55: 395-400
13. Kosling S, Dietrich K, Steinecke R et al: Diagnostic value of 3D CT surface reconstruction in spinal fractures. Eur Radiol, 1997; 7: 61-64
14. Krupski W, Złomaniec J: The use of 3D CT spatial imaging in the diagnostics of compound fractures of cervical spine. Radiology, 2002; 225(supp):207
15. Pretorius SE, Fishman EK: Volume-randered Three-dimensional Spiral CT: Musculosceletal Applications. Radiographics, 1999; 19: 1143-1160
16. Arslantas A, Atasoy MA, Güner AI: Three-dimensional computed tomography in spinal patologies. Radiography, 2002; 8: 173-179
17. Castillo M, Mukherji SK: Vertical fractures of the dens. Am J Neuroradiol, 1996; 17: 1627-1630