

II Zakład Radiologii Lekarskiej Akademii Medycznej w Lublinie
Kierownik: prof. dr hab. Stanisław Bryc

JANUSZ ZŁOMANIEC, WITOLD KRUPSKI, STANISŁAW BRYC

*Własne doświadczenia w rozpoznawaniu zmian urazowych
stawu kolanowego przy zastosowaniu tomografii
komputerowej 2D i 3D*

Own experiences in diagnosing traumatic changes of the knee joint by means of 2D
and 3D computerised tomography

Zmiany urazowe stawu kolanowego stanowią przeważającą część jego patologii. Mimo ograniczonej zdolności TK ujawniania struktur miękkich stawu badanie to ma istotną wartość w ocenie kostnych zmian urazowych, zwłaszcza o złożonym charakterze (2, 5, 6, 7, 16). Skomplikowane zmiany urazowe mogą jednak nastęrczać trudności diagnostycznych w ocenie przekrojów dwuwymiarowych i ich rekonstrukcji płaszczyznowej (20, 21).

Celem pracy jest retrospektywna ocena możliwości diagnostycznych TK, a zwłaszcza rekonstrukcji przestrzennych (3D) we własnym materiale dotyczącym złożonych urazów stawu kolanowego.

MATERIAŁ I METODA

Grupa 26 chorych leczonych w Klinice Traumatologii AM w Lublinie (kierownik: prof. dr hab. J. Karski), w latach 1995-1998, obejmowała 17 mężczyzn i 9 kobiet w wieku 16-69 lat. Badania TK przeprowadzono po uprzednim wykonaniu standardowych zdjęć stawów kolanowych.

Stosowano tomograf komputerowy AR. T. firmy Siemens. Wykonywano przekroje osiowe grubości 2 i 3 mm, które tworzyły zespół danych dla rekonstrukcji wielopłaszczyznowych wieńcowych, strzałkowych oraz przestrzennych zarówno w oknie kostnym, jak i miękotkankowym.

WYNIKI

W 12 przypadkach wykazano złamania poprzeczne nasady piszczeli z uszkodzeniem powierzchni stawowej, występujące w zespole złożonych złamań stawu kolanowego (ryc. 1). W 9 przypadkach miały one charakter wgnieciowy.

Strzaskanie wieloodłamowe nasady bliższej piszczeli u 10 chorych rozpoznawano na rekonstrukcjach płaszczyznowych i przestrzennych, oceniano ilość i rodzaj przemieszczenia fragmentów (ryc. 2 a i b).

Rekonstrukcje 3D w rzucie od przodu ujawniały w całej rozciągłości podłużne szczeliny złamań wieloodłamowych (ryc. 3).

Rekonstrukcje przestrzenne 3D w 11 przypadkach wykazywały dodatkowo przemieszczone, liczne fragmenty, wskazując dokładnie ich położenie w stosunku do szpary stawowej (ryc. 4 a i b). U 5 chorych dotyczyły one przedniobocznego zarysu kłykcia udowego. W 4 przypadkach ujawniono stopień i rozległość wgniecenia powierzchni piszczeli. U 3 chorych jedynie rekonstrukcje przestrzenne 3D wykazywały odłamanie wyniosłości międzykłykciowej (ryc. 5).

Rekonstrukcje przestrzenne uwidaczały wzajemne stosunki oddzielonych fragmentów, ich rozstępy i skręcenia. W 6 przypadkach ujawniały szerokość skośnych szczelin złamań rozszepiennych. U 2 osób wykazano w szerokiej szczelinie przełomu wgniezione fragmenty powierzchni piszczeli.

Rekonstrukcje wielopłaszczyznowe u 5 chorych wykazały charakter brzeżny złamań tylnej krawędzi powierzchni piszczeli, które u 3 osób współistniały z jej wgnieceniem. U 2 chorych wgłobienie krawędzi przedniej kojarzyło się z tylnobocznym przemieszczeniem jej fragmentu.

Odłamanie kłykcia bocznego piszczeli rozpoznawano u 10 osób (ryc. 5). W 8 przypadkach był on wgnieciony i miernie przemieszczony przez brzeg kłykcia bocznego kości udowej. Linia przełomu przebiegała skośnie do wyniosłości międzykłykciowej. W 4 przypadkach odłam kształtu trójkątnego był jednocześnie przemieszczony bocznie.

Rekonstrukcje strzałkowe u 7 osób ujawniały uszkodzenie więzadła krzyżowego przedniego, współistniejące u 3 chorych z wydzielonym fragmentem kostnym w obrębie szpary stawowej (ryc. 6). U 5 innych chorych wykazano ciągłość zarysów więzadła krzyżowego tylnego obok drobnych fragmentów kostnych oddzielonych od nasady bliższej piszczeli (ryc. 7).

Obecność płynu wysiękowego lub krwotocznego w jamie stawowej utrudniała lub uniemożliwiała ocenę więzadeł krzyżowych zarówno na przekrojach osiowych, jak i na wtórnych rekonstrukcjach wielopłaszczyznowych.

Więzadło krzyżowe przednie na rekonstrukcjach strzałkowych uwidacziano z danych przekrojów osiowych, wykonanych w 15° rotacji zewnętrznej stawu. U 3 chorych obok uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego ujawniono przemieszczenie jego przyczepu piszczelowego.

Radiogramy nie ujawniały u 2 osób podłużnych szczelin złamań rzepki. W 3 przypadkach rekonstrukcje przestrzenne 3D wykazały odprysk kostny rzepki, przylegający od tyłu do górnej części więzadła rzepki (ryc. 8).

W 2 przypadkach oderwania fragmentu guzowatości piszczelowej z przednią częścią bliższej nasady topografię przemieszczonych i wgniecionych odłamów ujawniały przekroje osiowe.

OMÓWIENIE

Badanie TK cechuje wysoka rozdzielczość kontrastowa, możliwość pomiarów gęstości poszczególnych tkanek, ich odtworzenia przestrzennego i nieinwazyjny charakter. W omawianym materiale wysoka rozdzielczość i stosowanie cienkich przekrojów ujawniały złożone zmiany urazowe, zwłaszcza płaszczyzny piszczelowej, w których można było określić stopień wgłobienia. Koresponduje to z doniesieniami uznającymi TK za technikę z wyboru w złamaniach powierzchni piszczelowej (15, 17).

Użyteczność rekonstrukcji przestrzennych stwierdzaliśmy w złamaniach złożonych, gdy odtworzenie głębi przestrzennej ujawniało położenie i stopień skrzywienia odłamów. Rozdzielenie uszkodzonych struktur odtwarzało ich wzajemne stosunki (4). Większość urazów kolana dotyczy licznych struktur. Szczegóło fragmentacji, jej rozszczepień, separacji, przemieszczeń i wgłobień, ubytków i rozkawałkowania brzegów powierzchni piszczelowej oraz przebieg szczelin odtwarzały szczególnie przekroje przestrzenne TK (6, 14).

Złamanie powierzchni piszczelowej są najczęstszym typem uszkodzeń stawu kolanowego w wyniku skrajnego skrzywienia koślawego. Poglądy dotyczące leczenia złamań powierzchni, pomimo pewnej kontrowersyjności, podkreślają konieczność otwartego nastawienia i wewnętrznego unieruchomienia (10, 14). Najczęstszym kryterium otwartego nastawienia jest stopień depresji powierzchni piszczelowej, zwłaszcza przewyższający 5 mm (14).

W materiale omawianym rekonstrukcje przestrzenne, odtwarzając stopień depresji i rozszczepienia odłamów, były pomocne w poprawnym ustawieniu wkliniwanych odłamów oraz operacyjnym nastawieniu złamań zmiażdżeniowych i wgłobieniowych krawędzi kostnych.

Anatomiczne odtworzenie powierzchni stawowej i ciągłości więzadeł jest istotne dla uzyskania dobrych wyników czynnościowych. Otwarte nastawienie pozwala na wczesne uruchomienie stawu, zapobiegając ograniczeniu ruchomości, prowadzącemu do zrostów śródstawowych. Niestabilność stawu, zniekształcenia koślawe i wtórne zmiany zwyrodnieniowe są wynikami niedokonanego nastawienia powierzchni stawowych, uszkodzeń więzadłowych, utraty chrząstki stawowej (13).

Stopień wgłobienia płaszczyzny piszczelowej może być błędnie oceniony wskutek konfiguracji anatomicznej bliższej nasady piszczeli. Płaszczyzna piszczelowa nachylona o $5-10^\circ$ w kierunku tylny-dolny od poziomej tworzy kąt około 80° z osią długą piszczeli.

W ocenie uszkodzeń stawu kolanowego podkreśla się wartość badania MRI w odtworzeniach trójwymiarowych w korelacji z artroskopią (9, 12, 18, 21). Podkreśla się celowość dalszych badań obrazowania przestrzennego struktur miękkich stawu (4). Odkrycia objętościowe różni od płaszczyznowych zdolność ujawniania i lokalizacji drobnych fragmentów wśród złożonych zmian urazowych.

Nieprawidłowe sygnały MR wywołują złamania zgniecieniowe tylnobocznej powierzchni piszczeli, powstałe wskutek wklonowania bocznego kłykcia uda (9, 12, 13, 21). Całkowite rozerwania przednich więzadeł krzyżowych stwierdzano w 92% uszkodzeń tego typu (12). W złamaniach bocznej krawędzi piszczeli typu Segond stwierdzano ponad 90% rozerwań (13, 15, 19). Uszkodzenie przedniego więzadła krzyżowego wytwarza przemieszczenie przednie i rotację wewnętrzną piszczeli (13). Występuje wówczas bezpośredni kontakt powierzchni stawu kolanowego, wywołany siłami rozpierającymi część przysródkową stawu, a ściskającymi część boczną. Występują uszkodzenia tylnoboczne piszczeli, gdy boczne kłykcie udowe mogą być oszczędzone

W oknie miękotkankowym TK może zlokalizować ubytek chrząstki, uwiadczniając wgniecenie jej powierzchni. Ubytki chrzęstno-kostne kojarzą się z nieprawidłowościami sygnałów MR (12, 18). W pourazowej *osteochondrosis dissecans* podkreśla się wartość badania TK, a zwłaszcza MRI (3).

W badaniach doświadczalnych większość złamań piszczelowych tworzy wystająca część przednia bocznego kłykcia uda, wklonowująca się w leżącą poniżej boczną płaszczyznę piszczeli (13). Siła uderzenia skierowanego obwodowo i przysródkowo lub bocznie wywołuje złamanie rozszerzeniowe, „zderzakowe”, jednego lub obu kłykci piszczeli (13). Wielkość odłamu i lokalizacja wgłobienia powierzchni stawowej piszczeli zależy od oporu kości podchrzęstnej, stopnia zgięcia stawu i siły uderzenia osiowego.

Podkreśla się wartość TK ujawniania złamań stresowych zarówno przeciążeniowych, jak niewydolnościowych, zwłaszcza gdy objawy są nietypowe i ukryte (1, 10, 16, 22). Dotyczy to również ujawniania szczelin o przebiegu podłużnym (1).

TK jest techniką użyteczną w ocenie uszkodzeń więzadeł krzyżowych i w mniejszym stopniu łąkotek (5, 11, 12). Zarysy i przebieg więzadeł krzyżowych odtwarzają zwłaszcza rekonstrukcje strzałkowe. Więzadła dopiero w okresie 2 godzin po urazie ulegają obkurczeniu i przemieszczeniu, uwiadczniając się na przekrojach TK (2). Przekroje grubości 1,5-2 mm, z wykorzystaniem kontrastowym powietrza nie uzyskały szerszej akceptacji klinicznej w ocenie pęknięć łąkotek oraz torebki stawowej (7). Tego rodzaju zmiany są dobrze rozpoznawane w badaniu MRI.

Są doniesienia omawiające przydatność badania USG w ocenie struktur miękkich stawu kolanowego. Umożliwia ono rozpoznanie obecności wysięku oraz stanu błony maziowej, natomiast obrazowanie łąkotek, torebki stawowej i więzadeł jest ograniczone (8)

WNIOSKI

1. Zdolność TK połączenia wysokiej rozdzielczości, cienkich przekrojów, dynamicznego skaningu o szybkiej sekwencji, rekonstrukcji dwu- i trójpłaszczyznowych stwarzają możliwości analizy złożonych zmian urazowych stawu kolanowego

2. TK za pomocą rekonstrukcji wielopłaszczyznowych stwarza możliwość oceny uszkodzeń więzadeł krzyżowych, natomiast inne elementy miękkie stawu są domeną badania MRI.

3. Rekonstrukcje przestrzenne TK lokalizują fragmenty kostne, wykazując ich przemieszczenia, stopień skrzywienia i pozycję poprzez odtworzenie głębi przestrzennej. Określają wielkość, kształt, miejsce pochodzenia i lokalizację śródstawową wolnego fragmentu.

4. Rekonstrukcje przestrzenne 3D umożliwiają planowanie właściwego postępowania operacyjnego.

PIŚMIENNICTWO

1. Allen G: Longitudinal stress fractures of the tibia: diagnosis with CT. *Radiology*, 167, 799, 1988.
2. Borejko M., Dziak A.: *Badanie radiologiczne w ortopedii*. PZWL, Warszawa 1988.
3. Bohndorf K.: Osteochondritis (osteochondrosis) dissecans: A review and new MRI classification. *Eur. Radiol.*, 8, 103, 1988.
4. Fischman E. i wsp.: Three-dimensional imaging and display of musculoskeletal anatomy. *J. Comput. Assist. Tomogr.*, 12, 465, 1988.
5. Firozoznia H. i wsp.: *MRJ and CT of the Musculoskeletal System*. St. Louis, Mosby, 1992.
6. Hayes C., Conway W.: Evaluation of articular cartilage: radiographic and cross-sectional imaging techniques. *Radiographies*, 12, 409, 1992.
7. Jurik A. i wsp.: Computed tomography of the knee with reference to meniscal tears: A prospective blind investigation. *Acta Radiol. Diagn.*, 27, 335, 1986.
8. Kremer H., Dobryński W.: *Diagnostyka ultrasonograficzna*. Urban i Partner, Wrocław 1996.

9. Lynch T. i wsp.: Bone abnormalities of the knee: prevalence and significance at MR imaging. *Radiology*, 171, 761, 1989.
10. Manco L. i wsp.: Insufficiency fractures of the tibial plateau. *A. J. R.*, 140, 1211, 1983.
11. Martinez S. i wsp.: Diagnosis of patellofemoral malalignment by computed tomography. *J. Comput. Assist. Tomogr.*, 7, 1050, 1983.
12. Mink J., Dutsch A.: Occult cartilage and bone injuries of the knee: detection, classification and assessment with MR imaging. *Radiology*, 170, 823, 1989.
13. Murphy B. i wsp.: Bone signal abnormalities in the posterolateral tibia and lateral femoral condyle in complete tears of the anterior cruciate ligament: a specific sign? *Radiology*, 182, 221, 1992.
14. Rafil M. i wsp.: Computed tomography of tibial plateau fractures. *A. J. R.*, 142, 1181, 1984.
15. Shankaman S., Beltran I.: The knee [in:] *Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging of the Whole Body*. Haaga I., Lanzieri Ch., Sartoris D., Zerhouni E. Mosby, 1477, 1994.
16. Somer K., Meurman K.: Computed tomography of stress fractures. *J. Comput. Assist. Tomogr.*, 6, 109, 1986.
17. Stoller D., Genant H.: The joints [in:] *Computed Tomography of the Body with Magnetic Resonance Imaging*. Moss A., Gamsu G., Genant H. W. B. Saunders Co., 435, 1992.
18. Tyrrel R. i wsp.: Fast three-dimensional MR imaging of the knee: Comparison with arthroscopy. *Radiology*, 16, 865, 1988.
19. Weber W. i wsp.: Lateral tibial rim (Segond) fractures: MR imaging characteristics. *Radiology*, 180, 731, 1991.
20. Woolson S. i wsp.: Three-dimensional imaging of bone from computerized tomography. *Clin. Orthop.*, 202, 239, 1986.
21. Villet A. i wsp.: Occult postraumatic osteochondral lesion of the knee: prevalence, classification, and shortterm sequelae evaluated with MR imaging. *Radiology*, 178, 271, 1991.
22. Yosem D. i wsp.: Computed tomography of stress fractures. *J. Comput. Assist. Tomogr.*, 10, 92, 1986.

Otrz.: 1998.03.28

SUMMARY

Basing on the material comprising 26 patients with compound fractures of the knee joint the authors analysed the diagnostic value of sections and two-dimensional reconstructions (2D CT). It has been shown that spatial reconstructions (3D CT) localise bone fragments, their displacements and degree of torsion by visualising spatial depth. Besides, they make possible the assessment of injuries of cruciate ligaments.

OBJAŚNIENIA RYCIN

Ryc. 1. Poprzeczna szczelina złamania nasady piszczeli. Ponadto widoczna jest szczelina złamania, biegnąca w kierunku powierzchni stawowej, z drobnym, wolnym fragmentem kostnym odłamanej wyniosłości międzykłykciowej (Δ). Dodatkowo widoczna pionowa szczelina złamania w obrębie kłykcia przysródkowego kości udowej oraz złamanie głowy strzałki.

Transverse fracture fissure of tibial epiphysis. Also visible a fracture fissure extending towards the articular surface with a tiny, free bone fragment of broken off intercondylar eminence (Δ). Additionally, a visible vertical fracture fissure within medial condyle of the femur and fracture of head of fibula.

Ryc. 2. Złamanie wieloodłamowe nasady bliższej piszczeli, obejmujące również powierzchnię stawową; a – rekonstrukcja wielopłaszczyznowa uwidacznia szczeliny złamań oraz boczne i nieco ku dołowi przemieszczenia odłamanych kłykci, b – rekonstrukcja przestrzenna w rzucie od tyłu uwidacznia uszkodzenie płaszczyzny piszczeli i stopień przemieszczenia dolnego fragmentu kłykcia bocznego i części tylnej oraz kilka drobnych fragmentów kostnych. Zniekształcenie porazowe (złamanie) głowy strzałki.

Comminuted fracture of the nearer epiphysis of tibia also involving articular surface; a – multiplanar reconstruction shows fracture fissures as well as lateral and slightly downwards displacements of broken off condyles, b – spatial reconstruction in posterior projection shows injured tibial surfaces and degree of inferior displacement of fragments of lateral condyle and posterior part as well as a few tiny bone fragments. Posttraumatic deformation (fracture) of fibular head.

Ryc. 3. Wieloodłamowe złamanie nasady bliższej piszczeli i głowy strzałki. W części bocznej szpary stawowej fragment kostny (Δ).

Comminuted fracture of nearer tibial epiphysis and fibular head. In the lateral part of articular fissure a bone fragment (Δ).

Ryc. 4a. Rekonstrukcja przestrzenna o progu kostnym uwidacznia fragment w obrębie szpary stawu kolanowego (Δ) oraz drugi pochodzący z rzepki (Δ). Ryc. 4b. Odcięcie części bocznej zrekonstruowanego przestrzennie stawu kolanowego umożliwia precyzyjną lokalizację fragmentu kostnego w obrębie szpary stawowej (Δ).

a – spatial reconstruction with bone threshold shows a fragment within the fissure of the knee joint (Δ) and a fragment of patella (Δ), b – cutting off of the lateral part of the spatially reconstructed knee joint makes possible accurate localisation of bone fragment within the articular fissure (Δ).

Ryc. 5. Odcięcie części przysródkowej zrekonstruowanego obrazu przestrzennego 3D uwidacznia fragment kostny odłamanej wyniosłości międzykłykciowej (Δ) oraz przedniego brzegu kłykcia bocznego piszczeli (Δ).

Cutting off of the medial part of the reconstructed spatial 3D picture visualises a bone fragment of the chipped intercondylar eminence (Δ) and the anterior margin of the tibial lateral condyle (Δ).

Ryc. 6. Uszkodzenie więzadła krzyżowego przedniego (Δ) z pojedynczym fragmentem kostnym przedniej krawędzi powierzchni stawowej piszczeli.

Lesion of the anterior crucial ligament (Δ) with a single bone fragment of the anterior border of tibial articular surface.

Ryc. 7. Rekonstrukcja płaszczyznowa uwidacznia więzadło krzyżowe tylne (Δ) oraz drobne fragmenty kostne wydzielone z przedniej krawędzi powierzchni stawowej piszczeli (Δ).

Planar reconstruction shows the posterior crucial ligament (Δ) and tiny bone fragments coming from the anterior border of tibial articular surface (Δ).

Ryc. 8. Rekonstrukcja przestrzenna 3D o progu miękotkankowym uwidacznia więzadło rzepki z przylegającym odpryskiem kostnym z rzepki (Δ), inny fragment kostny widoczny w przedniej części szpary stawowej (Δ). Dobrze widoczne jest nieuszkodzone więzadło krzyżowe tylne.

Spatial reconstruction (3D) with soft tissue threshold shows patellar ligament with an adjacent bone fragment of the patella (Δ), another bone fragment visible in the anterior part of the articular fissure (Δ). Clearly visible uninjured posterior crucial ligament.



Ryc. 1



Ryc. 2a



Ryc. 2b



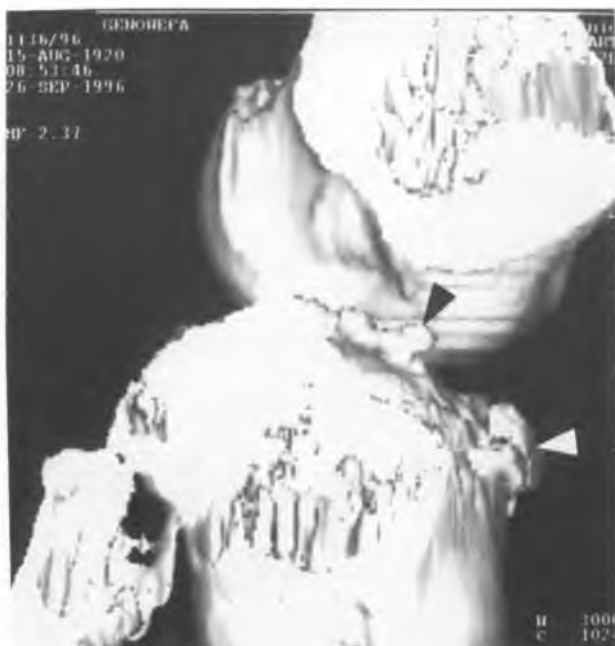
Ryc. 3



Ryc. 4a



Ryc. 4b



Ryc. 5



Ryc. 6



Ryc. 7



Ryc. 8

