



# Diagnostyka patologii uszkodzeń stawu kolanowego w badaniu rezonansu magnetycznego przy wykorzystaniu różnych sekwencji

## Diagnosis of knee joint damage pathology in magnetic resonance imaging using different sequences

Małgorzata Kasztelan<sup>1</sup>, Ewa Wierchostawska<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zakład Radiologii Zabiegowej, Wojewódzki Szpital Zespolony w Lesznie, ul. Kiepury 45, 64-100 Leszno, tel. +48 65 52 53 640, e-mail: malgorzatakasztelan8@gmail.com

<sup>2</sup>Zakład Radiologii, Wielkopolskie Centrum Onkologii, ul. Garbary 15, 61-866 Poznań

### Streszczenie

### Abstract

**Wstęp:** Staw kolanowy to największy staw w ludzkim ciele poddany różnym obciążeniom powiązanim z uprawianiem sportu i wykonywaniem zawodu. W obrębie tego stawu często dochodzi do urazów, które nie zostają w odpowiednio szybkim czasie zdiagnozowane. Metodą, z wyboru, mającą zastosowanie w obrazowaniu patologii stawu kolanowego jest badanie rezonansu magnetycznego (MRI). Celem pracy jest ocena skuteczności, znaczenia i przydatności sekwencji MR wykorzystywanych w ocenie patologii stawu kolanowego.

**Materiał i metody:** Wyniki zebrano i opracowano na podstawie uzyskanych obrazów rezonansu magnetycznego w grupie pacjentów z urazem stawu kolanowego. Badano grupę liczącą 60 osób z podziałem na płeć, wiek, patologie i wskazanie kliniczne. Badania wykonano aparatem rezonansu magnetycznego Magnetom Essenza 1,5 T (Siemens, Niemcy), używając sekwencji koniecznych do oceny stawu kolanowego: T1-, T2-, PD-zależnych oraz sekwencji PD-zależnej połączonej z techniką saturacji tłuszczu (FAT SAT).

**Wyniki:** Wszystkie sekwencje były jednakowo skuteczne w ocenie złamania rzepki. Wszystkie za wyjątkiem sekwencji T1-zależnej były jednakowo skuteczne w wykrywaniu torbieli Bakera i patologicznego płynu, a za wyjątkiem sekwencji T2-zależnej w wykrywaniu zwapnień. W ocenie patologii w zakresie więzadeł, łąkotki, chrząstki stawowej oraz występowania obrzęku tkanek miękkich i stanów zapalnych najskuteczniejsze okazały się sekwencja PD- i PD-zależna z FAT SAT.

**Wnioski:** W ocenie patologii w zakresie stawu kolanowego za pomocą MR najskuteczniejsze okazały się sekwencje PD-zależna bez i z saturacją tłuszczu.

**Słowa kluczowe:** staw kolanowy, patologie stawu kolanowego, diagnostyka, uraz, rezonans magnetyczny, sekwencje

**Introduction:** The knee joint is the largest joint in the human body subjected to various strains associated with practicing sports and exercising the profession. Injuries often occur within this knee joint, which are not diagnosed at the appropriate time. The method of choice applicable in the imaging of knee joint pathology is a magnetic resonance imaging (MRI). The aim of the work is to show the effectiveness of meaning and usefulness of the sequences, used in the assessment of pathologies of the knee joint.

**Material and methods:** The results were collected and elaborated on the basis of obtained magnetic resonance images in the group of patients with a knee joint injury. A group of 60 subjects were examined with division into sex, pathologies, age and clinical indication. The examinations were carried out by a magnetic resonance apparatus Magnetom Essenza 1,5 T (Siemens Germany) using necessary sequences to estimate knee joint: T1-, T2- and dependent PD and dependent PD sequence combined with fat saturation technique (FAT SAT).

**Results:** All sequences were equally effective in the assessment of patella fracture. All sequences with the exception of the dependent T1 sequence were equally effective in detecting the Baker cyst and the pathological fluid, with the exception of the dependent T2 sequence in the detection of calcifications. In the assessment of knee joint pathology in the scope of ligaments, meniscus, articular cartilage, and the occurrence of soft tissue edema and inflammation, the most effective sequence turned out to be PD- and PD with FAT SAT.

**Conclusions:** In the assessment of knee joint pathology by means of (MRI) the most effective sequence turned out to be dependent PD without and with fat saturation (FAT SAT).

**Key words:** knee joint, pathologies of the knee joint, diagnostics, injury, magnetic resonance imaging, sequences

otrzymano / received:

27.06.2018

poprawiono / corrected:

05.07.2018

zaakceptowano / accepted:

18.07.2018

## Wprowadzenie

Kłopoty zdrowotne, które są związane ze stawem kolanowym stają się coraz bardziej rozpowszechnione i stanowią duży problem ograniczający sprawność poruszania się i codzienne funkcjonowanie. Zmniejszenie ruchomości w stawie i utrzymujący się uciążliwy ból powoduje obniżenie zdolności do pracy, a nawet zaburzenia snu [1, 2]. Ból wywołany przez uszkodzenie struktur anatomicznych kolana spowodowany przez uraz mechaniczny, jego zużycie czy nawet stan zapalny chrząstki stawowej odgrywa pozytywną rolę, ponieważ zmusza pacjenta do ograniczenia aktywności fizycznej, w wyniku czego maleje ryzyko dalszego uszkodzenia stawu [3, 4].

Czynnikami powodującymi najwięcej dolegliwości ze strony stawu kolanowego są przewlekłe przeciążenia oraz makro- i mikrourazy [5]. Zmiany te dotyczą przede wszystkim sportowców, którzy intensywnie biegają (piłka nożna, tenis), uprawiają wspinaczkę, narciarstwo czy podnoszą ciężary. Dolegliwości w postaci bólu, ograniczenia ruchomości, obrzęku nie powinno się lekceważyć, gdyż mogą świadczyć o stanie zapalnym [2].

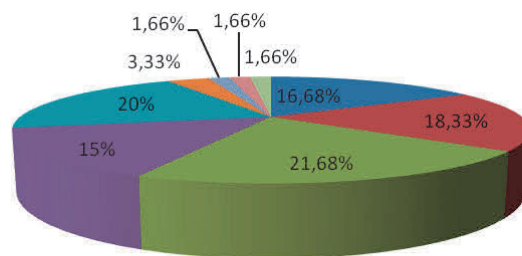
Bardzo częstym następstwem urazów kolana są podwichnięcia i zwichnięcia przebiegające z uszkodzeniem więzadeł, zwłaszcza krzyżowych (przednie i tylne), pobocznego piszczelowego, pobocznego strzałkowego. Razem z uszkodzeniem więzadeł mogą współistnieć uszkodzenia chrząstki stawowej, łątek czy złamania kości [1, 4, 6-11]. Metodą z wyboru, która znalazła zastosowanie w obrazowaniu stawu kolanowego, jest rezonans magnetyczny. Zaletą tego badania jest znakomita rozdzielczość kontrastowa oraz przestrzenna uzyskanych obrazów, która umożliwia dokładną ocenę struktur anatomicznych niewidocznych w konwencjonalnym badaniu rentgenowskim [12-15].

Diagnostyka uszkodzeń w stawie kolanowym jest konieczna i niezbędna do podjęcia dalszego leczenia, gdyż nielezione zmiany urazowe i zwyrodnieniowe grożą wystąpieniem powikłań. Jednak dostęp do badania MR jest nadal ograniczony z uwagi na znacznie wysoki koszt zakupu aparatu i utrzymania pracowni. Utrudnieniem dostępności do badania jest również konieczność posiadania skierowania na badanie od lekarza specjalisty oraz niewystarczające w stosunku do potrzeb środki przeznaczone na ten cel przez NFZ. Wynikiem tego jest bardzo długi czas oczekiwania pacjentów na badanie [16, 17].

## Materiał i metody

Przedmiotem badań były obrazy rezonansu magnetycznego stawu kolanowego pacjentów z urazem stawu kolanowego. Grupa badana liczyła 60 osób. Zastosowano podział osób poddanych badaniom ze względu na płeć, wiek, rodzaje patologii i wskazania kliniczne.

Analizie poddano wyniki badań MR stawu kolanowego wykonanych w okresie 7 miesięcy, u 21 kobiet i 39 mężczyzn, w przedziale wiekowym od 11 do 65 lat, przy użyciu aparatu rezonansu magnetycznego Magnetom Essenza 1,5T (Siemens, Niemcy).



**Rys. 1** Prezentacja procentowa badanej zbiorowości na podstawie wskazania klinicznego. ACL – więzadło krzyżowe przednie, MCL – więzadło poboczne piszczelowe  
Źródło: Opracowanie własne.

U wszystkich pacjentów badanie wykonano w jednakowy sposób, używając typowych sekwencji służących do uwidocznienia stawu kolanowego: T1-, T2-, PD-zależnych i PD-zależnych z FAT SAT (saturacją tłuszczu) w płaszczyznach poprzecznych, strzałkowych i czołowych w pozycji leżącej na plecach, z zastosowaniem odpowiedniej cewki kolanowej zamocowanej na stole do badań. Zastosowano pole widzenia FoV read- 160 mm, matrycę 256 x 256 oraz korzystano z grubości warstw wynoszącej 3 mm i ilości warstw dostosowanej do budowy anatomicznej kolana (18-25).

W badaniu oceniano uszkodzenia łątek, więzadeł, chrząstki stawowej i szpiku kostnego, obrzęk ciała tłuszczowego Hoffy, złamania, zwichnięcia oraz obecność torbieli Bakera, płynu i objawów zapalenia. Przy pomocy rezonansu magnetycznego oceniono przydatność wszystkich sekwencji wykorzystywanych w ocenie patologii stawu kolanowego.

## Wyniki

Analiza skuteczności diagnostycznej wykorzystywanych sekwencji w badaniu MR stawu kolanowego wykazała, że najbardziej skuteczne w ocenie patologii okazały się dwie sekwencje: PD-zależna i sekwencja PD-zależna z FAT SAT. Oceniając uzyskany materiał pod względem kryteriów uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego – ACL, uwzględniono: obrzęk umiarkowany, obrzęk znaczny, naderwanie i zerwanie. W sekwencji T1-zależnej umiarkowany obrzęk więzadła zauważono u 17 osób (28,33%), w sekwencji PD-zależnej u 22 osób (36,66%) widoczne jest uszkodzenie więzadła ACL w postaci obrzęku umiarkowanego bez cech przerwania więzadła, w sekwencji PD-zależnych z FAT SAT u 19 osób (31,66%). Na obrazie PD-zależnym znaczny obrzęk uwidocznili się u 13 pacjentów (21,66%), na skanach z wytlumieniem tłuszczu uszkodzenia stwierdzono u 11 osób (18,33%). Natomiast w sekwencjach PD-zależnych z FAT SAT zauważono taką samą liczbę – 11 osób (18,33%) z naderwaniem ACL, a w PD-zależnym 12 osób (20,0%). W obrazach T1-zależnych w minimalnym stopniu u 4 osób (6,66%) wykazano zerwanie



Tabela 1 Ogólne wyniki procentowe widocznych uszkodzeń z podziałem na sekwencje i patologie

Obrazy – sekwencje elementy oceniane		T1-zależne		T2-zależne		PD-zależne		PD-zależne z FAT SAT	
		n	%	n	%	n	%	n	%
więzadła	obrzęk umiarkowany	17	28,33%	0	0%	22	36,67%	19	31,67%
	obrzęk znaczny	2	3,33%	0	0%	13	21,67%	11	18,33%
	naderwanie	8	13,33%	0	0%	12	20,0%	11	18,33%
	zerwanie	4	6,67%	0	0%	5	8,33%	7	11,67%
łątkotki	obrzęk	3	5,0%	0	0%	11	18,33%	7	11,67%
	uszkodzenie punktowe	2	3,33%	0	0%	8	13,33%	11	18,33%
	uszkodzenie poziome	4	6,67%	0	0%	19	31,67%	18	30,0%
	uszkodzenie szczelinowate	10	16,67%	0	0%	13	21,67%	12	20,0%
	uszkodzenie linijne	1	1,67%	0	0%	6	10,0%	6	10,0%
chrząstka stawowa	obrzęk delikatny	1	1,67%	0	0%	5	8,33%	5	8,33%
	obrzęk umiarkowany	0	0%	0	0%	6	10,0%	6	10,0%
	obrzęk znaczny	0	0%	0	0%	3	5,0%	3	5,0%
szpik kostny	obrzęk niewielki	1	1,67%	0	0%	5	8,33%	5	8,33%
	obrzęk umiarkowany	0	0%	0	0%	8	13,33%	8	13,33%
płyn patologiczny	obrzęk nasilony	0	0%	0	0%	4	6,67%	4	6,67%
	staw rzekowo-udowy	0	0%	9	15,0%	9	15,0%	9	15,0%
	przy ACL	0	0%	17	28,33%	17	28,33%	17	28,33%
	przy PCL	0	0%	7	11,67%	7	11,67%	7	11,67%
obrzęk tkanek miękkich	zachyłek nadrzepkowy	0	0%	26	43,33%	26	43,33%	26	43,33%
	nieznaczny	2	3,33%	0	0%	10	16,67%	10	16,67%
	umiarkowany	1	1,67%	0	0%	12	20%	12	20%
	znaczny	1	1,67%	0	0%	7	11,67%	7	11,67%
torbiel Bakera		0	0%	12	20,0%	12	20,0%	12	20,0%
złamanie rzepki		3	5,0%	3	5,0%	3	5,0%	3	5,0%
zapalenie		0	0%	0	0%	3	5,0%	3	5,0%
zwapnienia		3	5,0%	0	0%	3	5,0%	3	5,0%

Źródło: Opracowanie własne.

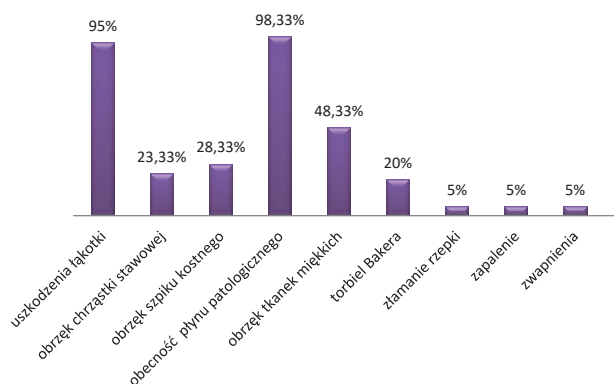
więzadła ACL. Uszkodzenie to uwidoczniło się lepiej w obrazach PD-zależnych u 5 osób (8,33%), a najdokładniej na obrazach PD-zależnych z FAT SAT u 7 osób (11,66%).

Wartościując łątkotki, brano pod uwagę obrazy T1-zależne, PD-zależne, PD-zależne z FAT SAT, uwzględniając takie uszkodzenia, jak: obrzęk, uszkodzenie punktowe, poziome szczelinowate i linijne. W grupie badanej w sekwencjach T1-zależnych najwięcej stwierdzono uszkodzeń szczelinowych u 10 pacjentów (16,66%). Uszkodzenie poziome zauważono u 4 pacjentów (6,66%), obrzęk łątkotek u 3 pacjentów (5,0%), uszkodzenie poziome u 2 pacjentów (3,33%), a linijne u 1 pacjenta (1,66%). Na przykładzie obrazów PD-zależnych największą liczbę uszkodzeń stanowiły uszkodzenia poziome u 19 osób (31,66%), u 13 osób (21,66%) stwierdzono uszkodzenia szczelinowate, u 11 (18%) obrzęk, 8 pacjentów (13,33%) posiadało uszkodzenia punktowe, a 6 osób (10%) uszkodzenia linijne. Obrazy PD-zależne z saturacją tkanki tłuszczowej wskazują, iż największy procent to pacjenci z uszkodzeniem poziomym – 18 pacjentów (30%).

Kolejna grupa to pacjenci z urazem łątkotek w przebiegu uszkodzenia szczelinowatego – 12 osób (20,0%). Uszkodzenie punktowe stwierdzono u 11 pacjentów (18,33%), obrzęk u 7 (11,66%), a uszkodzenia liniowe były widoczne u 6 pacjentów (10%). Ocenie rutynowej pod względem obrzęku poddano chrząstkę stawową w obrazach T1-zależnych i T2-zależnych z uwzględnieniem saturacji tłuszczu. Delikatny obrzęk chrząstki

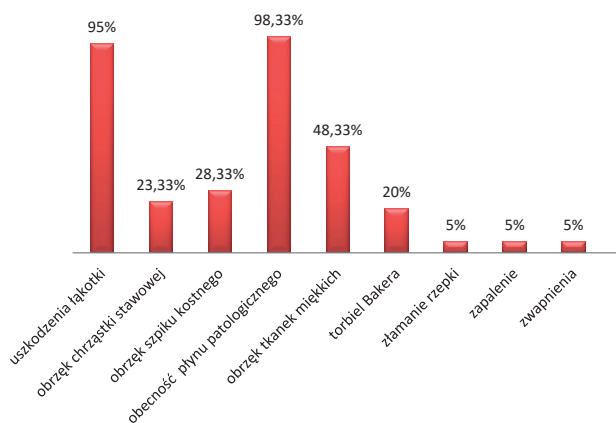
stawowej stwierdzono u 1 pacjenta (1,66%). W sekwencjach PD- i PD-zależnych z FAT SAT uzyskano wyniki, tj. obrzęk umiarkowany u 6 pacjentów (8,33%), znaczny obrzęk u 3 chorych (5,0%). U jednego chorego (1,66%) w sekwencji T1-zależnej stwierdzono niewielki obrzęk szpiku kostnego. W sekwencjach PD- i PD-zależnych z FAT SAT u 5 osób (8,33%) stwierdzono niewielki obrzęk szpiku kostnego, u 8 osób (13,33%) obrzęk umiarkowany, u 9 osób (15,0%) obrzęk nasilony.

Podczas analizy patologicznego płynu w stawie kolanowym zwrócono uwagę na jego umiejscowienie. Płyn badano w stawie rzekowo-udowym, przy więzadłach krzyżowych i zachyłku nadrzepkowym. Płyn oceniano w sekwencjach PD- i PD-zależnych z FAT SAT. W wybranych sekwencjach w stopniu równym stwierdzono obecność patologicznego płynu. Płyn w zachyłku nadrzepkowym zaobserwowano u 26 pacjentów (43,33%), płyn w okolicy ACL u 17 badanych (28,33%), w stawie rzekowo-udowym u 9 osób (15,0%), płyn w okolicy PCL u 7 osób (11,0%). Obrzęk oceniono też w tkankach miękkich. Nieznaczny obrzęk stwierdzono u 2 osób (3,33%) w obrazach T1-zależnych, u 1 pacjenta (1,66%) obrzęk umiarkowany i znaczny. W obrazach PD-zależnych obrzęk umiarkowany zauważono u 12 osób (20,0%), obrzęk tkanek miękkich nieznaczny u 10 osób (16,66%), znaczny obrzęk tkanek miękkich stwierdzono u 7 osób (11,66%). W obrazie z wytyśnieniem tłuszczu zauważono, że 11 osób (18,33%) posiada nieznacznie obrzęknięte tkanki, 6 osób (10,0%)



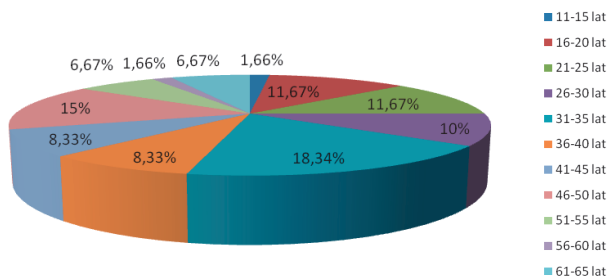
**Rys. 2** Procentowe zestawienie uszkodzeń w stawie kolanowym w sekwencji PD-zależnej – wyniki uogólnione

Źródło: Opracowanie własne.



**Rys. 3** Procentowe zestawienie uszkodzeń w stawie kolanowym w sekwencji PD-zależnej z FAT SAT – wyniki uogólnione

Źródło: Opracowanie własne.



**Rys. 4** Prezentacja procentowa wieku badanych osób

Źródło: Opracowanie własne.

umiarkowany obrzęk tkanek miękkich, 5 osób (8,33%) znaczny obrzęk. Torbiel Backera widoczny był u 12 badanych (20,0%).

Jednakowo uwidoczniło się w każdej sekwencji złamanie rzepki, zapalenia i zwapnienia u 3 pacjentów (5,0%). W przedmiocie badania do oceny zmian patologicznych w postaci płynu użyto sekwencji PD- i PD-zależnych z FAT SAT. W obrazach PD-zależnych najwięcej patologii w formie płynu stwierdzono u 59 osób (98,33%). W mniejszym stopniu pod względem występowania to uszkodzenia łąkotek stwierdzone u 57 pacjentów (95,0%), uszkodzenia więzadeł zanotowano u 52 osób (86,66%), obrzęk tkanek miękkich u 29 pacjentów (48,33%), obrzęk szpiku kostnego i obrzęk chrząstki stawowej pojawił się w przybliżonej wartości procentowej – średnio około 25%.

Porównywalne wartości występowania patologii w stawie kolanowym uzyskano na obrazach w sekwencjach z techniką wygaszania tkanki tłuszczowej.

W zastosowanym podziale badanej zbiorowości ze względu na płeć w obrazach PD- i PD-zależnych z FAT SAT stwierdzono u 21 kobiet (100%) ognisko patologicznego płynu, u 18 kobiet (85,71%) zmienione urazowo łąkotki, u 16 kobiet (76,19%) uszkodzone więzadła. U mężczyzn wyniki klasyfikują się w następujący sposób: u 39 mężczyzn (100%) stwierdzono uszkodzenie łąkotek, u 38 mężczyzn (97,43%) stwierdzono obecność patologicznego płynu, u 36 mężczyzn (92,30%) uszkodzenie więzadeł, u 18 mężczyzn (46,15%) obecność obrzęku tkanek miękkich. U badanych osób ze względu na wiek zastosowano następujące przedziały wiekowe: 11-15 lat, 16-20 lat, 21-25 lat, 26-30 lat, 31-35 lat, 36-40 lat, 41-45 lat, 46-50 lat, 51-55 lat, 56-60 lat, 61-65 lat. Stwierdzono, że najliczniejszą grupę wiekową wśród badanych pacjentów stanowiły osoby w przedziale wiekowym 31-35 lat – 11 osób (18,34%). Kolejna grupa to osoby z przedziału wiekowego 46-50 lat – 9 osób (15%). Następne grupy to pacjenci między 16-20 lat i 21-25 lat – 7 osób (11,66%). Przedział wiekowy 26-30 lat to 6 osób (10,0%). Grupy wiekowe 36-40 lat i 41-45 lat to 5 osób (8,33%). Zbiorowość badana z przedziału wiekowego 51-55 lat i 61-65 lat to 4 osoby (6,66%), a grupy wiekowe 56-60 lat i 11-15 lat zawierają po 1 osobie (1,66%).

## Omówienie wyników

Wykorzystując wysokopolowy rezonans magnetyczny oraz specjalnie dobrane programy do badań w odpowiednich sekwencjach, możliwe jest bardziej precyzyjne określenie lokalizacji ognisk patologii stawu kolanowego, dlatego też badanie MR odgrywa kluczową rolę w diagnostyce uszkodzeń kolana. Rezonans magnetyczny uwidacznia w sposób niebudzący wątpliwości obraz i tkanek miękkich i obecnych patologii kolana, co nie zawsze jest możliwe w innych metodach obrazowania ze względu na znaczny obrzęk albo ograniczoną ruchomość kończyny.

Aby właściwie zobrazować staw kolanowy i zidentyfikować nieprawidłowości, konieczne jest uzyskanie obrazów w trzech różnych płaszczyznach, chociażby po to, aby dokładnie zmierzyć występującą zmianę. Na podstawie wyników z przeprowadzonych badań rezonansu magnetycznego można określić charakter uszkodzenia stawu kolanowego oraz które sekwencje stosowane są do oceny patologii stawu kolanowego najbardziej wartościowe w obrazowaniu różnych uszkodzeń.

Wśród stosowanych sekwencji w badaniu MR stawu kolanowego najbardziej przydatne do oceny patologii okazały się sekwencje PD-zależne i technika tłumienia sygnału tłuszczu – FAT SAT. W sekwencjach tych wyraźnie uwidoczniło zmiany urazowe w postaci uszkodzeń więzadeł, łąkotek, chrząstki stawowej, obecność płynu patologicznego. Prawie u wszystkich badanych pacjentów stwierdzono obecność wzmoczonej ilości płynu, co było powiązane z jednoczesnym uszkodzeniem łąkotki i więzadła. Podczas urazu kolana najczęściej uszkodzeniu ulegają więzadła krzyżowe przednie – ACL, co na skanach MR objawia się podwyższeniem



intensywności sygnału w obrazach T2-zależnych, zatarciem struktury włókien, nieregularnymi obrysami, a w przypadkach skrajnych zerwaniem więzadła, czyli brakiem jego ciągłości.

Z przeanalizowanych wyników przebadanych pacjentów z uszkodzeniami łąkotec stwierdzono, że najwięcej osób posiadało urazy w postaci uszkodzenia poziomego. Zmianom występującym w więzadłach i łąkotkach towarzyszyła obecność płynu patologicznego, który w sekwencji T2-zależnej ma wysoki sygnał. Patologię tę oceniano w zachyłku nadrzepkowym, przy ACL, w stawie rzepkowo-udowym i przy PCL. Przy podziale na kategorie według płci zauważono, że zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn najczęściej występującym objawem uszkodzenia w stawie kolanowym są uszkodzenia więzadeł i łąkotec oraz obecność płynu stwierdzana w obrazach PD- i PD-zależnych z FAT SAT. Przy podziale badanej populacji na 11 przedziałów wiekowych omawiane powyżej patologie stawu kolanowego widoczne były we wszystkich grupach wiekowych. Jednak najczęściej pojawiającą się patologią była obecność płynu i uszkodzenie więzadła ACL. Obraz obrzęku chrząstki stawowej to patologia znacząco wpływająca na wynik badania stawu kolanowego i stanowiąca integralną część całościowej oceny struktur kolana.


Przyczyną dolegliwości w stawie kolanowym jest uszkodzenie chrząstki stawowej. Zostaje ona uszkodzona przeważnie na kłykciach przyśrodkowych i bocznych kości udowej i piszczelowej, co objawia się nierównym zarysem i grubością. Obraz obrzęku chrząstki stawowej najlepiej uwidacznia sekwencja PD- i PD-zależna z FAT SAT. Sekwencja ta również dokładnie przedstawia obrzęk szpiku kostnego, który u badanej zbiorowości uwidaczniał się w okolicy dołu międzyłytkiowego kości piszczelowej, tylnej przynasady dalszej kości udowej, kłykcia przyśrodkowego kości udowej i rzepki. W sekwencjach T2-zależnych PD- i PD-zależnych z FAT SAT widoczny był objaw torbieli Bakera, stanowiącej w tych sekwencjach pozastawowe ograniczone skupisko płynu, który jest jasny. Torbiel Bakera w obrazach T2-zależnych jest masą o jednorodnym, wysokim sygnale, która w obrazach T1-zależnych posiada pośredni lub niski sygnał.

Zarówno u kobiet, jak i mężczyzn urazy stanowią często spory przyczynę uszkodzenia rzepki. Zapalenia i zwapnienia w stawie kolanowym to zmiany, które wystąpiły najrzadziej w analizowanej grupie osób. Zapalenie dotyczy najczęściej stawu rzepkowo-udowego, który poddawany jest dużym obciążeniom, doprowadzając do zmian zwyrodnieniowych kolana. W ocenie patologii łąkotec, więzadeł, szpiku kostnego, obrzęku tkanek miękkich i obecności płynu patologicznego najskuteczniejszymi sekwencjami w MR okazały się sekwencje PD- i PD-zależne z FAT SAT, co potwierdzają wyniki. Zastosowanie wymienionych sekwencji okazało się pomocne w rozpoznawaniu charakteru zmiany i prawidłowym postawieniu diagnozy na podstawie różnicowania obrazów T1- i T2-zależnych. W sekwencji PD-zależnej z FAT SAT zarówno obraz obecnych patologii, jak i obraz anatomiczny jest bardzo przejrzysty i na optymalnym poziomie różnicuje tłuszcz od obszaru zmienionego chorobowo. Przeprowadzona analiza wykazała, że najczęściej występującą patologią wśród badanej

zbiorowości było uszkodzenie ACL oraz uszkodzenie łąkotec. Natomiast grupą szczególnie narażoną na uszkodzenie stawu kolanowego były osoby z grupy wiekowej 31-35 lat. Można przypuszczać, że wynika to z tego, iż osoby te częściej przeciążają staw kolanowy w związku z wykonywaniem pracy zarobkowej.

Podsumowując analizę występowania patologii w stawie kolanowym w badanej grupie osób, stwierdzono, że dobór sekwencji pozwala na zróżnicowanie i kontrast pomiędzy badanymi tkankami. W celu optymalizacji obrazu sekwencje mogą być stosowane synchronicznie, dlatego tak istotne jest, aby protokół do badania stawu kolanowego tworzyła osoba z odpowiednim doświadczeniem i wiedzą, która starannie dobierze sekwencje z optymalnymi ustawieniami, aby uzyskać diagnostyczne obrazy wysokiej jakości. Należy też podkreślić fakt, że obecnie producenci aparatów MR dostarczają oprogramowanie z przeznaczeniem do badania określonej części ciała, dostosowane do mocy pola magnetycznego oraz klasy cewek nadawczo-odbiorczych w celu zapewnienia maksymalnej jakości obrazu.

## Wnioski

Wysokopolowy rezonans magnetyczny jest skutecznym narzędziem w ocenie patologii stawu kolanowego. Najskuteczniejsze w rozpoznawaniu zmian okazały się sekwencje PD-zależne i PD-zależne z tłumieniem sygnału z tkanki tłuszczowej. 

## Literatura

1. A. Dziak: *Współczesne poglądy na leczenie i rehabilitację stawów kolanowych z patologią łąkotkową*, Acta Clinica, 1(3), 2001, 193-198.
2. G.N. Kassil: *Ból i jego zwalczanie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1961, 5-11, 187-190.
3. J. Kråmer: *Ortopedia*, Springer PWN, Warszawa 1997, 327.
4. T. Żuk, A. Gusta: *Urazowe uszkodzenia stawów i kości długich*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1983, 6.
5. Z. Czorny: *Diagnostyka uszkodzeń więzadeł krzyżowych w badaniu rezonansu magnetycznego*, Acta Clinica, 1(4), 2001, 331-339.
6. R. Andrysiak, L. Królicki, J. Mianowicz: *Ocena chrząstek stawowych w badaniu rezonansu magnetycznego*, Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja, 3(2), 2001, 169-174.
7. B. Ciszowska-Łysoń: *Anatomia więzadeł krzyżowych w badaniu rezonansu magnetycznego*, Acta Clinica, 1(4), 2001, 321-330.
8. W. Hagner, U. Kaźmierczak, I. Bułatowicz: *Badanie radiologiczne w uszkodzeniach więzadłowych stawu kolanowego*, Kwartalnik Ortopedyczny 2004, 4, 199-205.
9. A. Kiełtyka, M. Gabryel: *Staw kolanowy w badaniach obrazowych, Anatomia prawidłowa kolana*, Wydawnictwo ENT, Łódź 2015, 1-31, 32-41.
10. K. Kleinrok, K. Podsiadło, T. Sorysz, A. Urbanik: *Wpływ czynnika czasu w algorytmie diagnostycznym urazów stawu kolanowego na zdolność diagnostyczną badania rezonansu magnetycznego*, Przegląd Lekarski 2013/70/5, 293-298.
11. W.M. Kuś: *Urazowe uszkodzenie kolana*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1984, 11-21, 30-42.
12. B. Pruszyński: *Diagnostyka obrazowa, Podstawy teoretyczne i metodyka badań*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2000, 15-22, 184-196, 416-417, 443, 492-494.
13. B. Pruszyński: *Radiologia Diagnostyka Obrazowa Rtg, TK, MR, USG i medycyna nuklearna*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008, 19-43, 49-53.
14. H.H. Schild: *Magneti*, 5-19.
15. E. Trzebiatowska: *Praktyczny poradnik operatora Rezonansu Magnetycznego*, Wydawnictwo Medyk Sp. z o.o., Warszawa 2010, 17-30, 119-122.
16. G. Adamczyk: *Diagnostyka kliniczna uszkodzeń więzadeł krzyżowych stawu kolanowego*, Acta Clinica, 1(4), 2001, 294-306.
17. B. Ciszowska-Łysoń, Z. Czorny: *Planowanie badania rezonansu magnetycznego kolana*, Acta Clinica, 3(3), 2003, 265-271.