

# Badanie obrazowe w diagnostyce chrząstki stawowej

## Diagnostic imaging of the hyaline cartilage

Zbigniew Czyrny

Carolina Medical Center, Warszawa

Konsultant naukowy: prof. zw. dr hab. med. Artur Dziak

### Streszczenie

W artykule przedstawiono możliwości rezonansu magnetycznego oraz ultrasonografii w diagnostyce chrząstki szklistej na przykładzie stawu kolennego.

Omówiono odpowiedniki obrazowe IV stopniowej skali chondromalacji wg Outerbridge'a oraz zastosowanie tych metod do diagnostyki zmian degeneracyjnych, pourazowych, osteochondritis dissecans, przeszczepów chrzęstno-kostnych (OAT) oraz przeszczepów płyta okostnowego z podaniem komórek szpiku kostnego w miejsce ubytku chrząstki.

[Acta Clinica 2001 1:33-44]

**Słowa kluczowe:** chrząstka, rezonans magnetyczny, ultrasonografia

### Summary

The paper presents contemporary concepts on capabilities of magnetic resonance and ultrasound in diagnostics of hyaline cartilage of the knee.

Imaging equivalents of the Outerbridge's IV<sup>o</sup> chondromalacia scale as well as utility of those methods in detecting pathologies of the cartilage such as: degenerative, traumatic, osteochondritis dissecans, osteochondral autografts (OAT) and periosteal transplants with bone marrow cell injected to the cartilage defect are presented.

[Acta Clinica 2001 1:33-44]

**Key words:** cartilage, magnetic resonance, ultrasound

Współczesna diagnostyka obrazowa chrząstki stawowej oparta jest przede wszystkim o ultrasonografię oraz rezonans magnetyczny. Pozostałe techniki obrazowania (RTG, TK, scyntygrafia) nie dają możliwości bezpośredniego uwidocznienia struktury chrząstki lub są zbyt inwazyjne i z tego powodu nie są stosowane w codziennej praktyce diagnostyki i monitorowania zmian w obrębie tej struktury.

Staw kolenny jest najczęściej prezentowanym modelem anatomicznym obrazowania chrząstki szklistej zarówno ze względu na epidemiologię chorób i uszkodzeń jak i swoją złożoność.

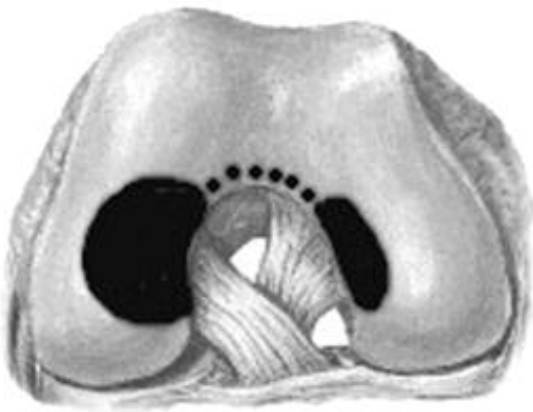
Każda z trzech powierzchni pokrytych chrząstką szklistą – rzepki, kłycki k. udowej oraz kłycki k. piszczelowej – ma inne

ukształtowanie. Grubość warstwy chrząstki szklistej na tych powierzchniach waha się w prawidłowych warunkach od ok. 1 do 6 mm. Niestety, brak jest dokładnych danych, co do norm grubości chrząstki w konkretnych lokalizacjach w różnych grupach wiekowych.

Diagnostyka obrazowa patologii chrząstki w dzisiejszej dobie ma za zadanie dostarczenie precyzyjnych informacji na temat lokalizacji, rozległości oraz nasilenia zmian degeneracyjnych czy pourazowych. O ile podanie lokalizacji i rozległości patologii dobrze widocznych nie nastęcza większych trudności, o tyle samo stwierdzenie wczesnej fazy degeneracji lub drobnych uszkodzeń jest wyzwaniem dla diagnosty.

## Ultrasonografia chrząstki stawowej kolana

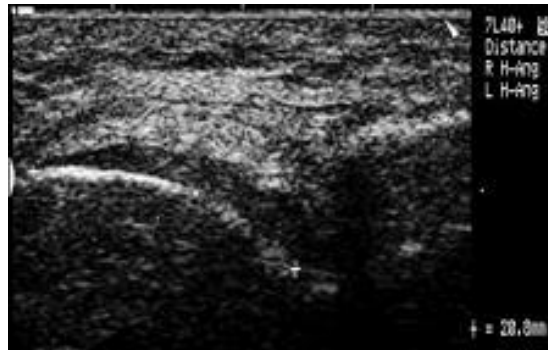
Ze względów morfologicznych ogranicza się do diagnostyki powierzchni kłykci k. udowej. Powierzchnie zarówno k. piszczelowej jak i rzepki są dostępne w bardzo małym zakresie oraz podatne na wszystkie rodzaje artefaktów – stąd przydatność metody w tych przypadkach jest wysoce ograniczona i wątpliwa. Kłykcie k. udowej, przy dostatecznej ruchomości stawu, dostępne są niemal w całości. Mało dostępną dla USG powierzchnią, ze względu na obecność rzepki, jest przyśrodkowa część kłykcia bocznego k. udowej na jego powierzchni obciążanej oraz wąski pas kłykcia przyśrodkowego od strony dołu międzykłykciowego (ryc. 1).



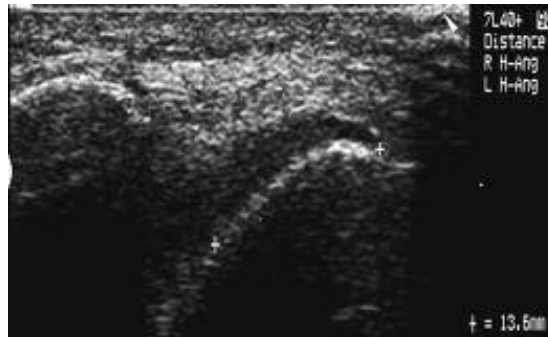
Ryc. 1. Na kolor jednolity czarny zaznaczone powierzchnie kłykci k. udowej niedostępne badaniu USG. Część przerywana zaznaczenia – obszar niedostępny w zależności od wysokości ustawienia rzepki.

Pozostałe powierzchnie – to znaczy część udowa stawu rzepkowo-udowego (SRU), ok. 4/5 powierzchni obciążanej kłykcia przyśrodkowego i 1/3 pow. obciążanej kłykcia bocznego oraz powierzchnia tylna obu kłykci są bardzo dobrze widoczne w USG. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że powierzchnie brzeżne kłykci wi-

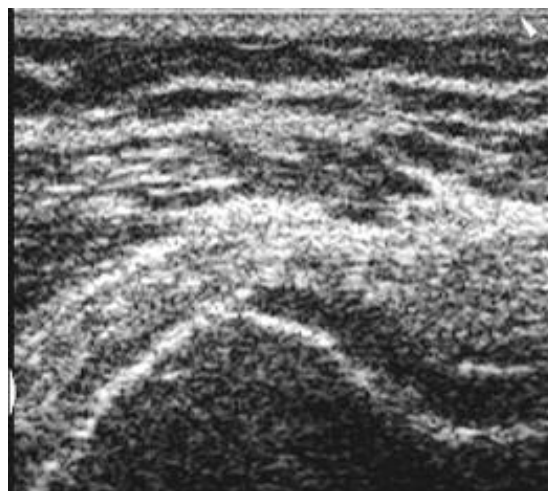
doczne są bardzo dobrze w całym ich zakresie w badaniu USG, a są niekiedy trudne do oceny w badaniu RM (fot. 1, 2, 3, 4).



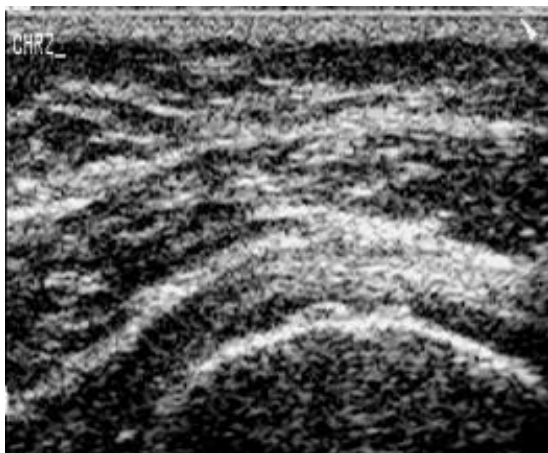
Fot. 1. Prawidłowy brzeg kłykcia przyśrodkowego k. udowej



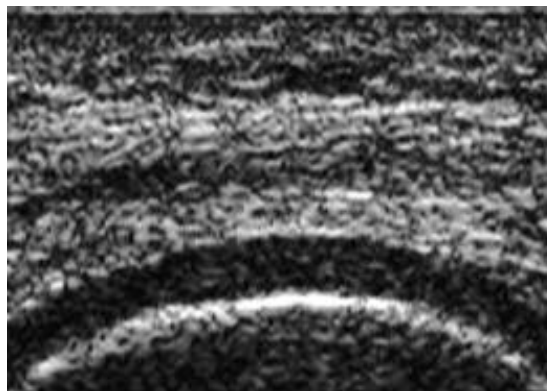
Fot. 2. Prawidłowy brzeg kłykcia bocznego k. udowej



Fot. 3. Ubytek chrząstki z osteofitem warstwy podchrzęstnej na brzegu przyśrodkowym kłykcia przyśrodkowego k. udowej – przekrój poprzeczny podłużny



Fot. 4. Ubytek chrząstki (z fot 3) z osteofitem warstwy podchrzęstnej na brzegu przyśrodkowym kłykcia przyśrodkowego k. udowej – przekrój podłużny

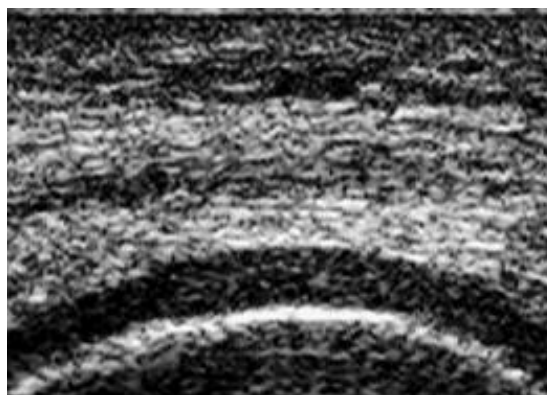


Fot. 5. Prawidłowa chrząstka szklista na kłykcium przyśrodkowym k. udowej – głowica 5 MHz

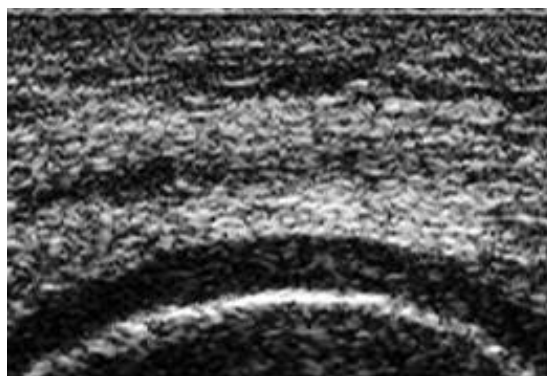
Dokładna diagnostyka chrząstki kłykcia k. udowej możliwa jest przy zastosowaniu głowic liniowych o wysokiej częstotliwości. W diagnostyce ortopedycznej nie stosuje się głowic o częstotliwości niższej niż 5 MHz, a coraz powszechniejszą praktyką jest użycie głowic szerokopasmowych o częstotliwościach sięgających 12 MHz. Częstotliwością rekomendowaną przez Polskie Towarzystwo Ultrasonograficzne dla badań narządu ruchu jest 7,0 – 7,5 MHz.

Ze względu na potrzebę odniesienia opisu struktury uwidocznionej w badaniu USG do makroskopowych obrazów będących dla ortopedy podstawą interpretacji rodzaju i rozległości patologii posługujemy się równoważnikami obrazowymi odpowiadającymi najczęściej stosowanej 4-stopniowej skali chondromalacji ustalonej przez Outerbridge'a.

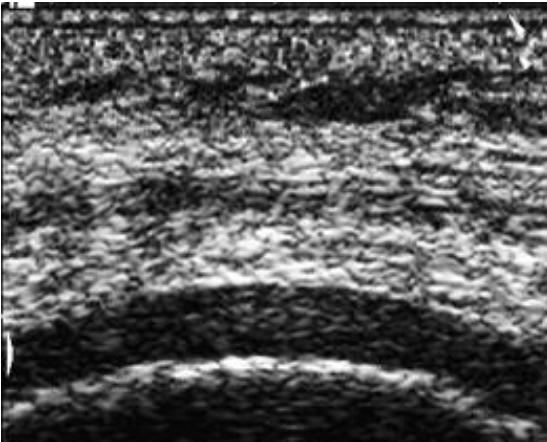
Prawidłowa (makroskopowo twarda, połyskująca, o białoperczowym kolorze) chrząstka w obrazie USG widoczna jest jako hipoechogeniczne (ciemne) pasmo o gładkim, liniowym zarysie (fot. 5 – 9).



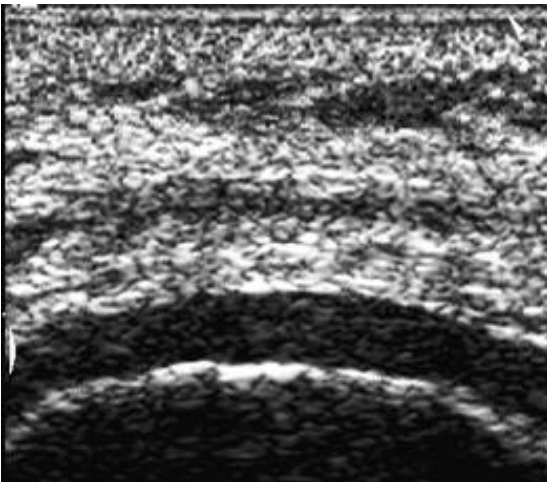
Fot. 6. Prawidłowa chrząstka szklista na kłykcium przyśrodkowym k. udowej – głowica 7,5 MHz



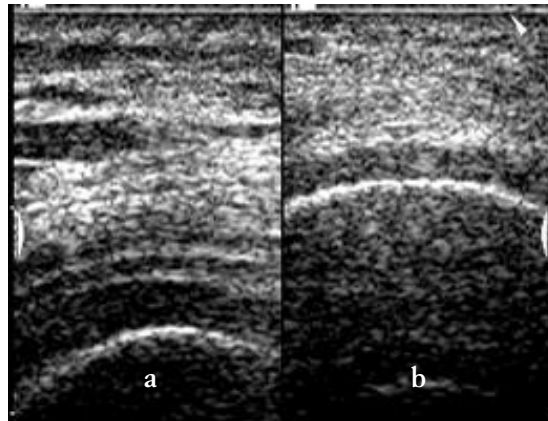
Fot. 7. Prawidłowa chrząstka szklista na kłykcium przyśrodkowym k. udowej – głowica 9 MHz



Fot. 8. Prawidłowa chrząstka szklista na kłyckiu przyśrodkowym k. udowej – głowica 10MHz

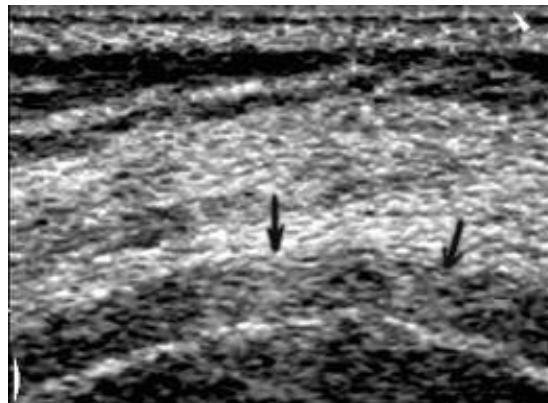


Fot. 9. Prawidłowa chrząstka szklista na kłyckiu przyśrodkowym k. udowej – głowica 12MHz



Fot. 10a. Obraz prawidłowej chrząstki szklistej kłyckia bocznego k. udowej. Fot. 10b. Obraz chondromalacji I° chrząstki szklistej kłyckia przyśrodkowego k. udowej

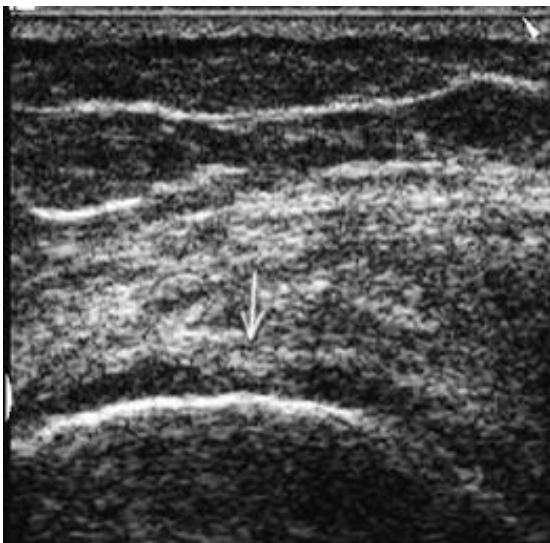
Chondromalacja II° – płytkie owrzodzenia powierzchni chrząstki odpowiadają wyraźnie nierównemu zarysowi chrząstki lub płytkim jej ubytkom oraz jej podwyższonej echogeniczności (Fot. 11).



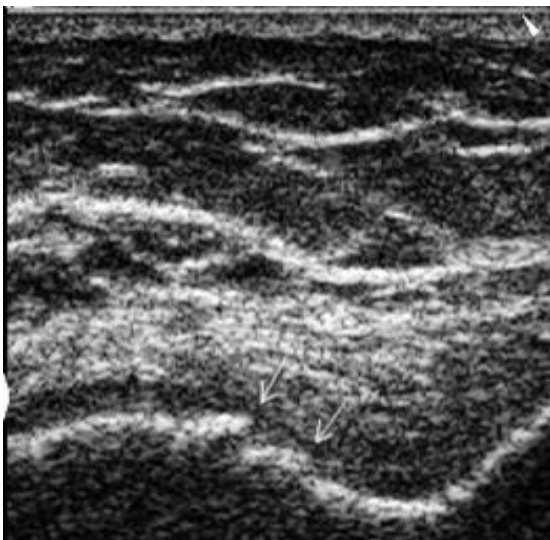
Fot. 11. Chondromalacja II°

Chondromalacja I° – chrząstka miękka, żółta, o zachowanej ciągłości powierzchni odpowiada obrazowi chrząstki o gładkim lub zatartym zarysie bez widocznych ubytków, podwyższonej echogeniczności (jasna) (fot. 10 i 10a).

Chondromalacja III° – obraz „mięsa kraba” – ubytki mogące sięgać w podchrzęstnej bez jej odsłonięcia, odpowiada głębokim ubytkom chrząstki, podwyższonej echogeniczności okolicy ubytku (fot. 12, 13).

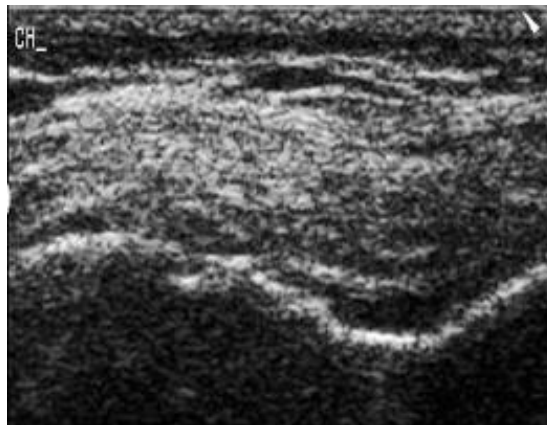


Fot. 12. Chondromalacja III°

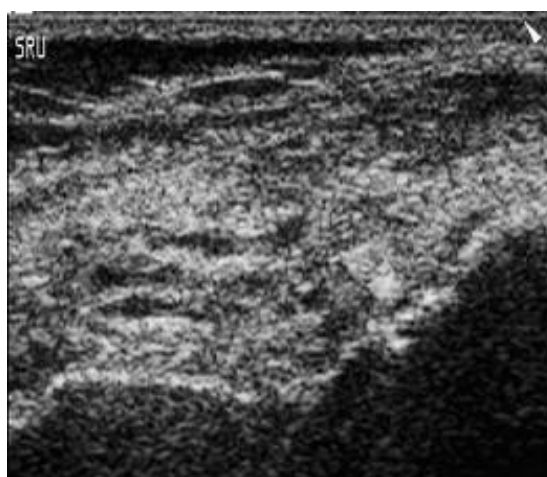


Fot. 13. Chondromalacja III/IV°

Chondromalacja IV° – głębokie ubytki chrząstki z odsłonięciem kości odpowiadają w USG głębokim ubytkom lub brakowi obecności warstwy chrzęstnej, zatartej lub nierównej warstwie podchrzęstnej (fot. 14, 15).

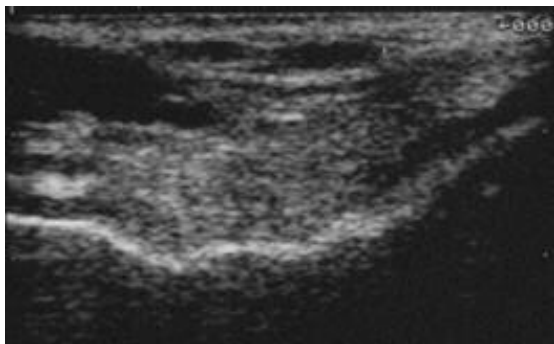


Fot. 14. Chondromalacja IV°



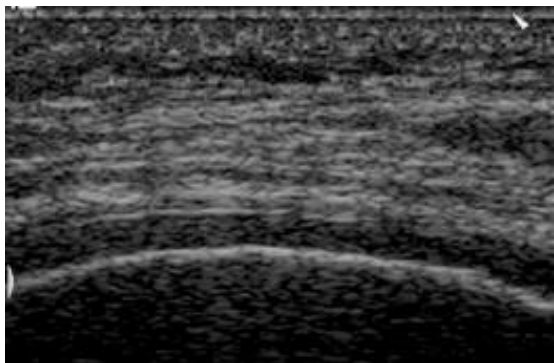
Fot. 15. Chondromalacja IV°

Ze względu na częsty brak istotnej korelacji pomiędzy morfologią zmian w obrębie chrząstki i dolegliwościami pacjentów (Fot. 16) diagnostyka wczesnej degeneracji chrząstki jest trudna i mało wiarygodna. Pomocą w ocenie takich zmian jest możliwość porównania obrazu chrząstki po stronie prawej i lewej, co niestety nie zawsze daje satysfakcjonującą odpowiedź na pytanie: czy chrząstka ma prawidłowy obraz? Ponieważ chondromalacja I° nie jest wskazaniem do leczenia operacyjnego, istotne w przypadku wątpliwego obrazu chrząstki jest wykluczenie zmian przekraczających zakres I°.

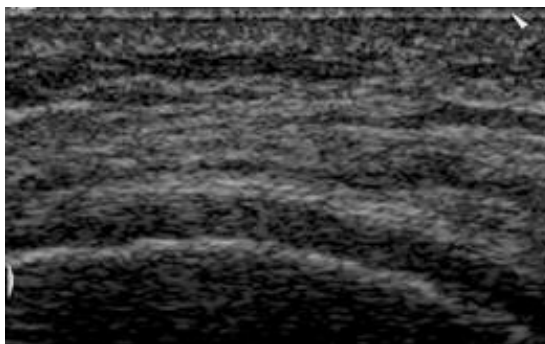


Fot. 16. Chondromalacja III/IV<sup>o</sup> bruzdy międzykłykciowej u pacjenta z dolegliwościami bólowymi o miernym nasileniu, występującymi po wielogodzinnej grze w tenisa

Chondromalacja II<sup>o</sup> może być wskazaniem do leczenia operacyjnego, stąd potrzeba wyjątkowej staranności w badaniu i znajomości pułapek, jakimi są artefakty (Fot. 17, 18). Uwidocznienie wyraźnie nierównej powierzchni chrząstki lub płytkich ubytków jest pewnym objawem degeneracji. Niestety, często chrząstka daje odbicia klasyfikujące ją na pograniczu I i II<sup>o</sup> chondromalacji. Możemy zatem spotkać się z sytuacją, której wynik może mieć różne skutki terapeutyczne dla pacjenta. Jedyne słuszną decyzją jest umieszczenie w opisie uwagi o niejednoznaczności obrazu lub konieczności jego weryfikacji innymi metodami.



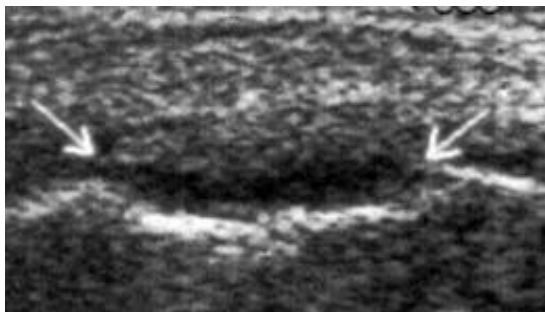
Fot. 17. Obraz prawidłowej chrząstki na kłykcii przyśrodkowym k. udowej



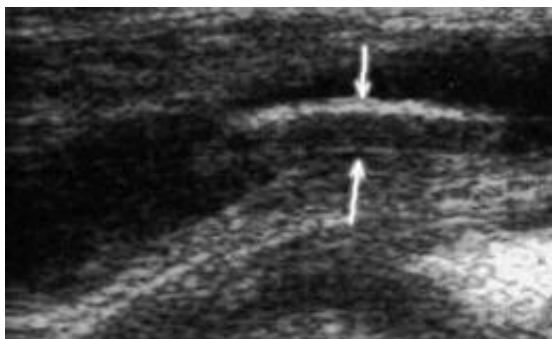
Fot. 18. Obraz chrząstki jak na fot. 17 – inny kąt ustawienia głowicy

Rozpoznanie zmian III i IV<sup>o</sup> nie nastręcza żadnego problemu z punktu widzenia metody. Nie uwidocznienie tego typu zmian w badalnym zakresie chrząstki na kłykciach k. udowej należy traktować jako niedbalstwo.

Poza diagnostyką zmian degeneracyjnych USG jest również pomocne w badaniu zmian pourazowych chrząstki (Fot. 19, 20). Świeżo po urazie uwidaczniają się one jako ostro odgraniczone ubytki chrząstki, z często współtowarzyszącymi zagłębieniami warstwy podchrzęstnej. Z biegiem czasu, kontury ubytku ulegają zatarciu i wypełnieniu chrząstką włóknistą. Czasami udaje się jednocześnie uwidocznienie oderwanego fragmentu chrzęstny lub chrzęstno-kostny w postaci ciała wolnego w stawie. Drobne pęknięcia chrząstki bez jej oderwania nie różnią się w sposób istotny od zmian degeneracyjnych w obrazie USG, stąd ich diagnostyka oparta jest o identyczne kryteria jak te opisane wyżej.

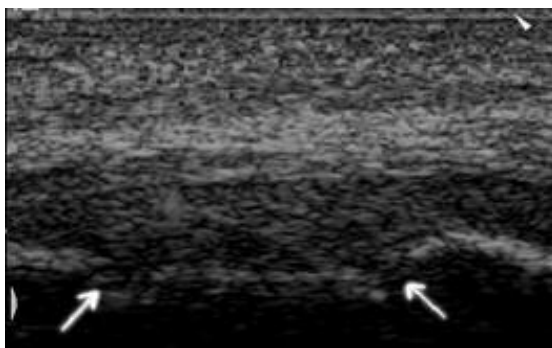


Fot. 19. Ubytek chrzęstno-kostny kłykcia k. udowej

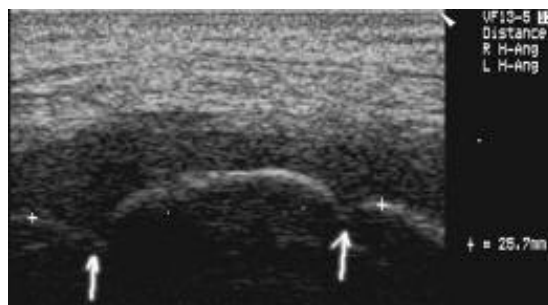


Fot. 20. Odpowiadające wymiarom ubytkowi z fot. 19 ciało wolne o obrazie typowym dla chrząstki szklistej

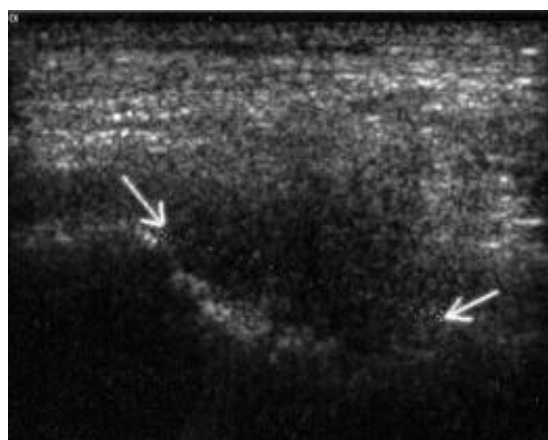
Zmiany o typie osteochondritis dissecans, w zależności od stopnia, uwiadcniają się jako drobne podwójne wcięcie zarysu warstwy podchrzęstnej poprzez wyraźne ubytki warstwy podchrzęstnej z podwyższeniem echogeniczności chrząstki, aż do rozległych ubytków chrzęstno-kostnych z obecnością ciała wolnego w stawie (Fot. 21, 22, 23, 24). Ocena zarysu warstwy podchrzęstnej jest w tym przypadku bardzo czułym wskaźnikiem obecności patologii. Należy przy tym pamiętać, że u młodych pacjentów zarys ten jest często naturalnie nierówny, co wynika z nie zakończonego procesu kostnienia. Stąd, podejrzenie dyskretnych zmian powinno być zawsze zweryfikowane radiologicznie lub w badaniu RM.



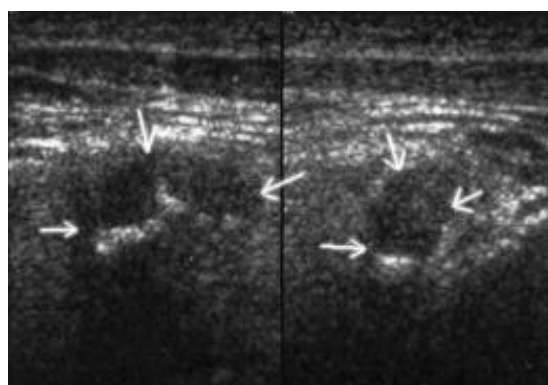
Fot. 21. Podwójnie wcięty zarys warstwy podchrzęstnej kłykcia przyśrodkowego k. udowej – obraz typowy dla osteochondritis dissecans



Fot. 22. Podwójnie wcięty zarys warstwy podchrzęstnej kłykcia przyśrodkowego k. udowej – obraz typowy dla osteochondritis dissecans



Fot. 23. Rozległy (ok. 2cm) ubytek chrzęstno-kostny kłykcia przyśrodkowego k. udowej

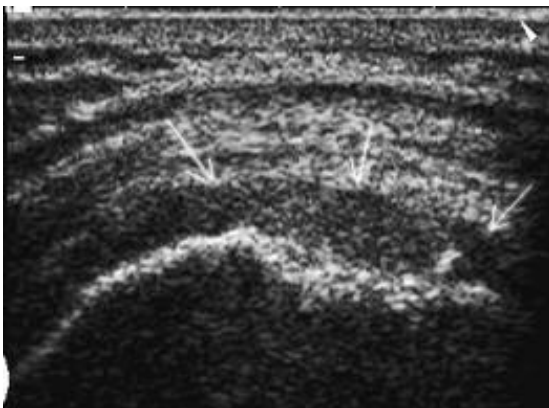


Fot. 24. Przemieszczony do przedniego przedziału ciała wolne chrzęstno-kostne

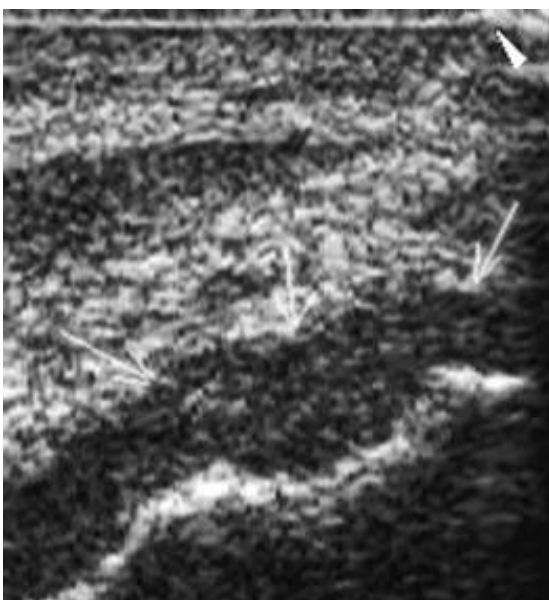
Nadal nie jest wyjaśniona do końca sprawa przydatności badania USG do monitorowania gojenia się chrząstki po zabiegach typu mikrozlamań, przeszczepów chrzęstno-kostnych (OAT) czy przeszczep-

pów okostnowych z implantacją komórek szpiku lub chondrocytów.

Ze względu na możliwość oceny zarysu zarówno chrząstki, jak i warstwy podchrzęstnej metoda ta powinna znaleźć zastosowanie w ocenie usadowienia przeszczepu chrzęstno-kostnego oraz oceny wgajania się okostnej oraz wypełniającego ubytek chrząstki materiału (komórek szpiku lub chondrocytów) znajdującego się pod okostną (Fot. 25, 26).



Fot. 25. Stan po przeszczepie płata okostnowego z wypełnieniem ubytku chrząstki komórkami szpiku – powierzchnia obciążana kłykcia bocznego k. udowej w projekcji podłużnej



Fot. 26. Stan po przeszczepie płata okostnowego z wypełnieniem ubytku chrząstki komórkami szpiku – powierzchnia obciążana kłykcia bocznego k. udowej w projekcji poprzecznej

### **Rezonans magnetyczny chrząstki stawowej kolana**

Badanie to pozornie daje możliwości pełnej bezpośredniej diagnostyki powierzchni chrzęstnych stawu kolanowego.

Prawdą jest, iż przekroje w tym badaniu można ukierunkować w taki sposób, że widoczna będzie chrząstka na kłykciach udowych, piszczelowych i powierzchni rzepki. Jednak niewielka (poniżej 1mm) grubość chrząstki na brzegach kłykcia udowych i piszczelowych oraz bezpośredni kontakt zewnętrznych części powierzchni chrzęstnych kłykci z łątkami utrudnia ocenę wczesnych stadiów degeneracji tych okolic (ryc. 1A). Kolejnym elementem utrudniającym prawidłową ocenę zmian chorobowych chrząstki jest szeroka gama pojawiających się w różnych sekwencjach artefaktów.



Ryc. 2. Powierzchnie kłykci k. udowej trudne do oceny w badaniu RM

Mnogość sekwencji (T1, T2, FLASH2D, FLASH3D, STIR...), które w różnych ośrodkach stosuje się do oceny chrząstki wskazuje na fakt, że żadna z obecnie stosowanych technik nie daje satysfakcjonujących wyników. W praktyce klinicznej nauka oceny chrząstki polega na ocenie wtórnej obrazu chrząstki po zabiegach artroskopowych. Tak więc, podstawowo-

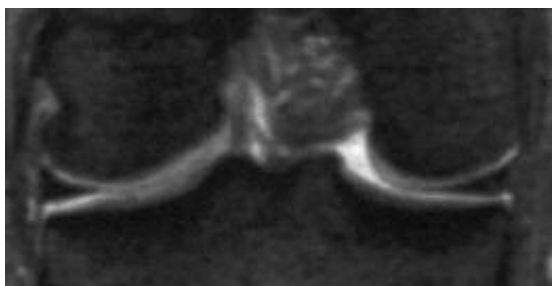


wym mechanizmem niezbędnym do wykształcenia diagnosty mylącego się rzadko w ocenie chondromalacji I/II° i nie mylącego się w ocenie chondromalacji III/IV° jest ścisła współpraca z ortopedami oraz możliwość współuczestniczenia w zabiegach.

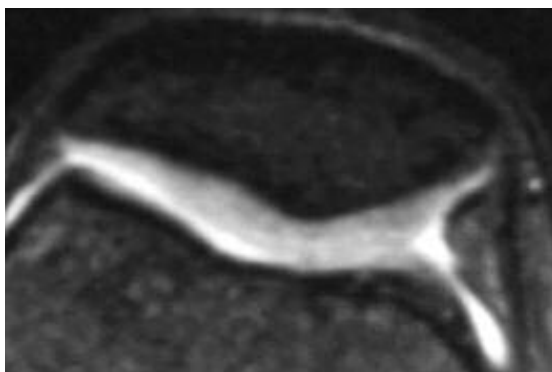
Należy również mieć na uwadze możliwość rozbieżności pomiędzy ortopedą i diagnostą w ocenie stopnia zaawansowania zmian chrząstki.

Skala oceny chrząstki w badaniu RM jest analogiczna do tej stosowanej w ultrasonografii.

Chrzątka prawidłowa – makroskopowo twarda, połyskująca, o białoperczowym kolorze w obrazie RM ma jednorodny sygnał i gładki zarys (Fot. 27, 28).

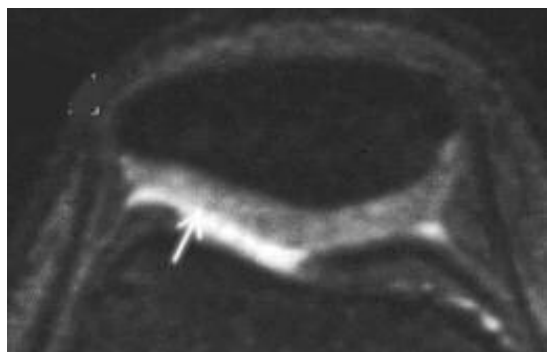


Fot. 27. Prawidłowa chrząstka szklista kłykci k. udowej, piszczelowej



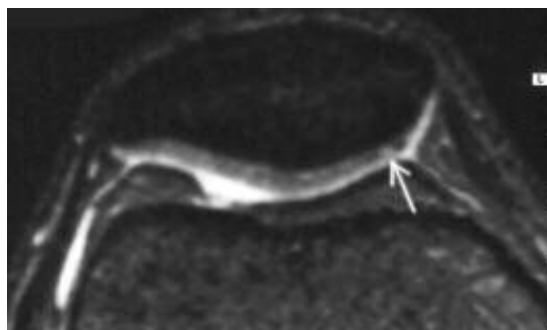
Fot. 28. Prawidłowa chrząstka szklista rzepek

Chondromalacja I° – chrząstka miękka, żółta o zachowanej ciągłości powierzchni odpowiada obrazowi chrząstki o niejednorodnym sygnale, gładkim zarysie (Fot. 29).



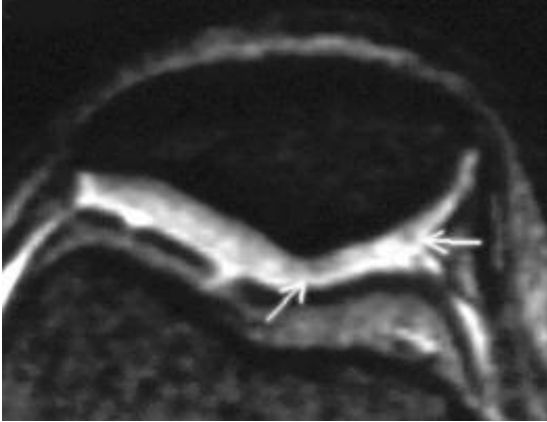
Fot. 29. Chondromalacja I° chrząstki rzepek

Chondromalacja II° – płytkie owrzodzenia powierzchni chrząstki odpowiadają wyraźnemu płytkim ubytkom chrząstki oraz jej niejednorodnemu sygnałowi (Fot. 30).

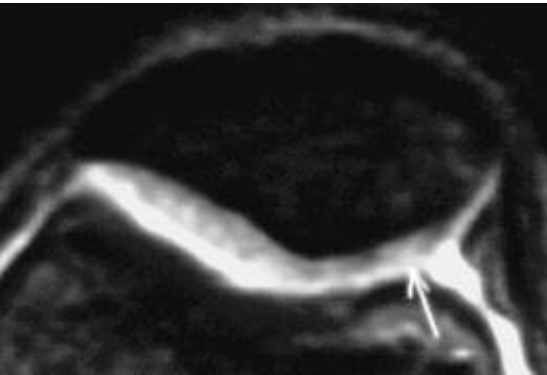


Fot. 30. Chondromalacja II° pow. przyśrodkowej rzepek

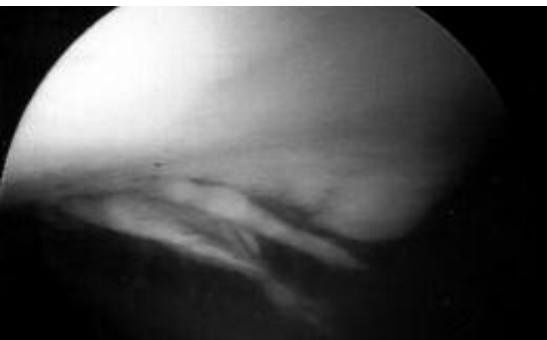
Chondromalacja III° – obraz „mięsa kraba”, ubytki mogące sięgać w podchrzęstnej bez jej odsłonięcia, odpowiada zdecydowanemu ogniskowemu zmniejszeniu grubości, nierównemu zarysowi chrząstki (Fot. 31, 32, 33).



Fot. 31. Chondromalacja I° pow. bocznej i III° pow. przyśrodkowej rzepki



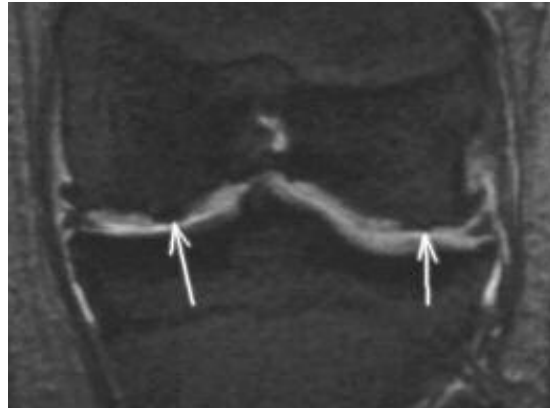
Fot. 32. Chondromalacja I° pow. bocznej i III° pow. przyśrodkowej rzepki



Fot. 33. Chondromalacja III° („mięso kraba”) – obraz artroskopowy

Chondromalacja IV° – ubytki chrząstki na całej jej grubości z cechami odsłonięcia warstwy podchrzęstnej kości, często z zatarciem jej zarysu lub osteofitami odpowiadają brakowi warstwy chrząstki, odsłonięciu kości, nierównej warstwie podchrzęst-

nej często z cechami jej martwicy/obrzęku (Fot. 34, 35).

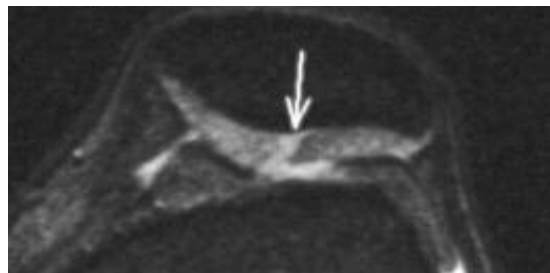


Fot. 34. Chondromalacja IV° kłykci k. udowej



Fot. 35. Chondromalacja IV° kłykci k. udowej i piszczelowej

Zmiany pourazowe chrząstki stawowej uwiadcniają się rzadko w postaci bezpośrednio widocznych pęknięć. (fot. 36)



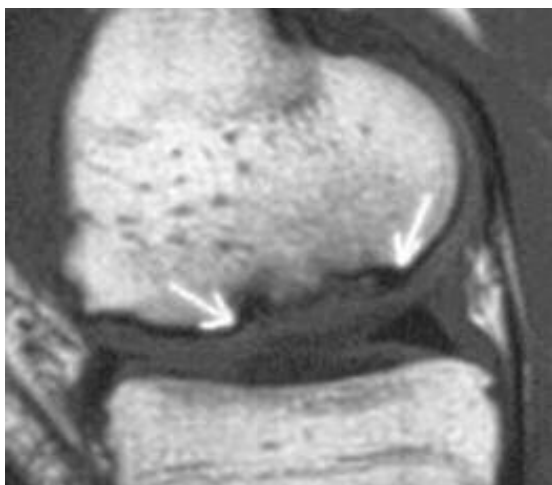
Fot. 36. Pęknięcie chrząstki rzepki

Częściej o uszkodzeniach chrząstki można wnioskować tylko pośrednio na podstawie obrazu stłuczenia i obrzęku warstwy podchrzęstnej (Fot. 37).

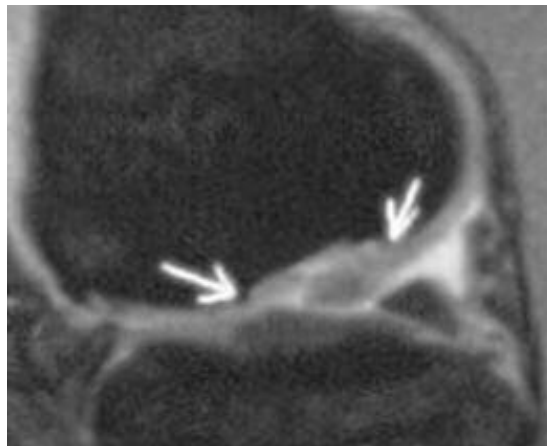


Fot. 37. Stłuczenie kłykcia bocznego k. udowej i pęczelowej w przebiegu przerwania więzadła krzyżowego przedniego

Kolejnym zastosowaniem RM w obrazowaniu chrząstki jest diagnostyka osteochondritis dissecans. Badanie to pozwala nie tylko na dokładną ocenę lokalizacji ale również stopnia i rozległości tej patologii. Przy użyciu tego badania można ocenić czy fragment chrzęstno-kostny ma tendencję do wydzielania się oraz jaki jest stan chrząstki w okolicy zmiany. (Fot. 38, 39).

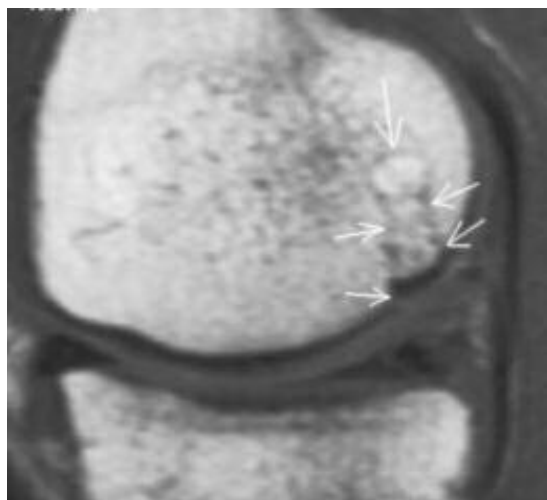


Fot..38. Osteochondritis dissecans kłykcia przyśrodkowego k. udowej

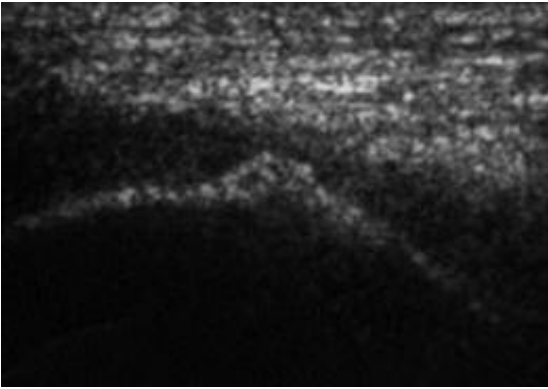


Fot..39. Osteochondritis dissecans kłykcia przyśrodkowego k. udowej

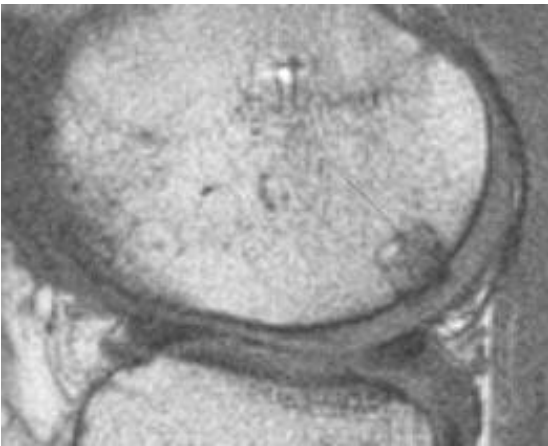
Badanie RM jest obecnie złotym standardem w ocenie gojenia się przeszczepów chrzęstno-kostnych (OAT) (Fot. 40, 41, 42, 43). Można w nim ocenić stopień inkorporacji (wgojenia się) bloczka kostnego, zarys warstwy podchrzęstnej oraz zarys samej chrząstki. Pełne wgojenie tego typu przeszczepów następuje po okresie ok. 6 miesięcy. W niektórych przypadkach występują problemy z lokalizacją wgojonego przeszczepu w badaniu RM, co świadczy o pełnej jego inkorporacji.



Fot. 40. OAT na kłykcium przyśrodkowym k. udowej



Fot. 41. Ok. rok wcześniej stłuczenie chrząstki na pow. obciążanej tylnej kłykcia bocznego k. udowej, chondromalacja/odłuszczenie chrząstki na obszarze ok. 1 cm. Obecnie w obrębie w. podchrzęstnej tworzy się osteofit



Fot. 42. OAT w obrębie kłykcia bocznego k. udowej, w miejscu ubytku chrzęstnego/osteofitu z fotografii 41 w 12 miesięcy po zabiegu



Fot. 43. Miejsce pobrania bloczka do przeszczepu widocznego na fot. 42 w 12 miesięcy po zabiegu

Skojarzenie badania USG i RM wydaje się być wysoce wydajną kombinacją w diagnostyce chrząstki stawowej. Umiejętne skojarzenie tych metod pozwala na precyzyjne, nieinwazyjne zaplanowanie strategii leczenia.

Pełne wykorzystanie możliwości tych metod wykracza jednak znacznie poza ramy typowego szkolenia podyplomowego diagnosty i wymaga pełnego poświęcenia się zagadnieniom anatomii i patofizjologii układu ruchu oraz bardzo ścisłej codziennej współpracy z bezpośrednimi odbiorcami takiej diagnostyki – ortopedami.

## Piśmienictwo

1. Mink J.H., Reicher M. A, Crues III J.V., Deutsch A.L.; MRI of the knee; Raven Press; New York 1993
2. Scuderi G. R; The Patella; Springer-Verlag Inc.; New York; 1995
3. Serafin-Król M.; Ultrasonografia Narządu Ruchu; MakMed; Gdańsk 1997
4. D.W. Stoller; Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics & Sports Medicine; 2<sup>nd</sup> Edition (CD-R); Lippincott Williams&Wilkins; Philadelphia 1997

Adres do korespondencji / Address for correspondence: Carolina Medical Center, ul. Broniewskiego 89, 01-876 Warszawa