

ZNACZENIE MRI W DIAGNOSTYCE IMPLANTÓW PIERSI

Dr hab. n. med. Elżbieta Łuczyńska. Prof. UJ

Kierownik Pracowni Diagnostyki Obrazowej Piersi ZDO NNSU w Krakowie ul. Jakubowskiego 2

Kierownik Zakładu Elektoradiologii Wydziału Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Jagiellońskiego - Collegium Medicum

WSTĘP

Obecnie coraz więcej kobiet ma implanty piersi. Spowodowane jest to różnymi czynnikami takimi jak czynniki kosmetyczne, wady wrodzone czy też rekonstrukcja piersi po mastektomii.

Augmentację, czyli wszczepienie implantu można ogólnie scharakteryzować według składu i rodzaju materiału. Chociaż istnieje wiele chemikaliów, olejów i materiałów używanych na całym świecie do celów kosmetycznych, zdecydowana większość materiałów do powiększania piersi składa się z silikonu, soli fizjologicznej, żelu poliakrylamidowego lub tłuszczu autologicznego.

W obrazowaniu implantów stosowane są różne metody takie jak: obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego (MRI), mammografia, ultrasonografia (USG) i wyjątkowo tomografia komputerowa (TK). Metody te służą do oceny integralności i pęknięcia implantu. Każda technika ma określone mocne i słabe strony, które mogą sprawić, że dana technika będzie badaniem z wyboru dla indywidualnego pacjenta. Aby wykryć nieprawidłowości znajomość zarówno typowych, jak i nietypowych zmian dotyczących implantów jest niezbędna. Wiele czynników może wpływać na to, którą technikę obrazowania należy zastosować do oceny integralności silikonowych implantów piersi u konkretnej pacjentki. Czynniki te obejmują koszt badania, dostępność techniki obrazowania, wiedzę radiologa wykonującego i interpretującego badanie oraz potencjalne przeciwwskazania lub ograniczenia pacjenta uniemożliwiające zastosowanie określonej techniki obrazowania.

Rezonans magnetyczny (MRI) piersi jest jedną z wielu metod diagnostyki piersi. Metoda ta jest obecnie coraz częściej stosowana.

W Polsce jest coraz więcej aparatów MRI i coraz więcej możliwości wykonania badania rezonansu magnetycznego piersi. MRI ma przewagę nad innymi metodami obrazowania pomimo wyższych kosztów. W badaniu MRI możemy rozróżniać wodę, tłuszcz, elementy mięśniowe oraz implanty dzięki wysokiej przestrzennej i tkankowej rozdzielczości.

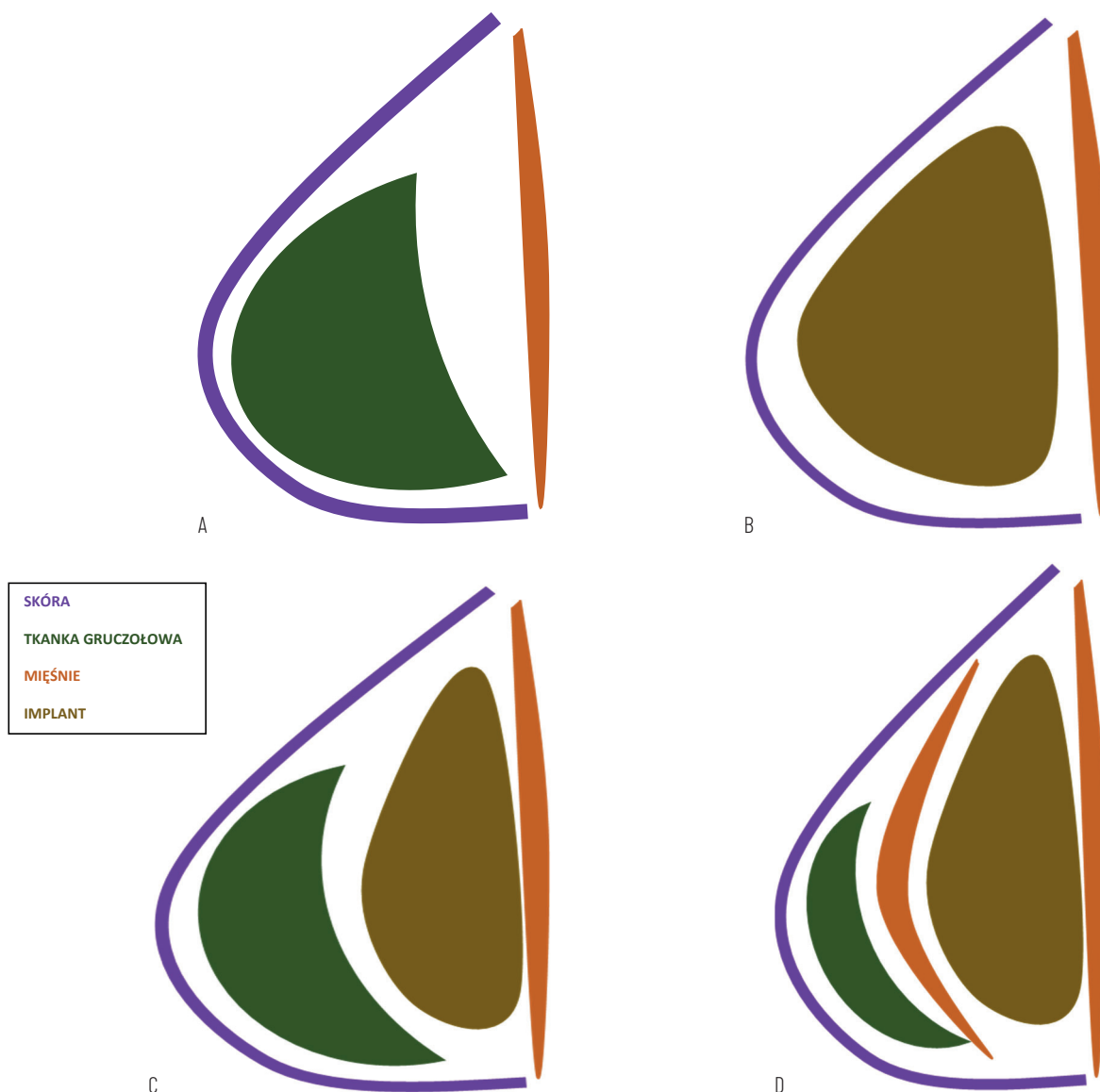
Ta wysoka rozdzielczość przestrzenna i tkankowa jest pomocna w planowaniu przedoperacyjnym, takim jak: w usuwaniu implantów, gdzie MRI może zobrazować obecność i zakres powikłań związanych z implantem. Przydaje się również w ocenie rozpoznanego lub podejrzanego nowotworu złośliwego.

LOKALIZACJA IMPLANTÓW

Lokalizacja implantów może być zagrzuczołowa (podgruczolowa) kiedy implant jest umieszczony za tkanką gruczolową, ale przed mięśniem piersiowym, w a pozycja, która została nazwana. Ta pozycja maksymalizuje efekt augmentacji implantu, ale zasłania więcej tkanki na mammografii. Druga możliwa lokalizacja implantu to jest za mięśniem piersiowym, w pozycji, która została określona jako podpiersiowy lub zapiersiowy. Umieszczanie implantu za mięśniem jest bardziej skomplikowaną operacją i ma mniejszy efekt kosmetyczny, ale zmniejsza ryzyko przykurczu torebki i umożliwia lepszą wizualizację tkanki do późniejszej mammografii. Aby ocenić lokalizację implantu w rezonansie magnetycznym dobrze jest wykonać badanie w płaszczyźnie poprzecznej i strzałkowej.



LIFE FROM INSIDE



Ryc. 1. Schemat przedstawiający umiejscowienie implantu. 1A. prawidłowy gruczoł piersiowy przed wszczepieniem implantu, 1B. implant podskórny 1C. implant zagruzołowy, 1D implant zapiersiowy.

BUDOWA IMPLANTÓW

Implanty piersi mogą być jednoprzeciałowe (jednokanałowe) lub dwuprzeciałowe. Implanty jednoprzeciałowe zbudowane są albo z silikonu, albo z soli fizjologicznej, natomiast implanty dwuprzeciałowe zawierają zarówno sól fizjologiczną jak i silikon. Implant jednokanałowy to wielowarstwowa otoczka wypełniona żel silikonowym lub rzadziej, roztworem soli fizjologicznej. Standardowy implant dwukanałowy jest wypełniony żel silikonowym w świetle wewnętrznym i roztworem soli fizjologicznej w świetle zewnętrznym. Odwrócony implant o podwójnym świetle jest wypełniony roztworem soli w świetle wewnętrznym, który można w razie potrzeby rozszerzyć, a żel silikonowym w świetle zewnętrznym.

Obecnie implanty są najczęściej zbudowane z silikonu. Aby w badaniu MRI ocenić implanty silikonowe trzeba wykonać specjalne

sekwencje na ocenę implantów. Sekwencje te pozwalają na ocenę wody, silikonu i tłuszczu a to pozwala na prawidłową ocenę implantów.

Pierwsze implanty z żelu silikonowego zostały opracowane na początku lat 60. XX wieku, aby zastąpić bezpośrednie wstrzykiwanie żelu silikonowego lub parafiny. Wczesne generacje implantów silikonowych charakteryzowały się wysokim odsetkiem niepowodzeń i pojawiły się podejrzenia dotyczące możliwego związku z zaburzeniami tkanki łącznej. Rozpoznając te zdarzenia niepożądane, amerykańska Agencja ds. Żywności i Leków zakazała stosowania implantów silikonowych w 1992 r., ale cofnęła tę decyzję w 2006 r., po tym, jak producenci wprowadzili ulepszenia w konstrukcji implantów i gdy nie znaleziono związku z tkanką łączną lub zaburze-

niami autoimmunologicznymi. Implanty czwartej i piątej generacji zawierają bardziej spójny lub półstały żel wypełniający otoczony mocniejszą i gęstszą powłoką elastomerową. Oba typy mają tę zaletę, że poprawiają zachowanie kształtu i mogą mieć mniejszą częstość pęknięcia.

Po wszczępieniu implantu cienka włóknista kapsułka zwykle tworzy się wokół wszystkich implantów piersi, co stanowi próbę oddzielenia się ciała od ciała obcego. W przypadku implantów silikonowych ta włóknista opaska w pełni osłania powłokę elastomerową i jej zawartość, tworząc barierę, która zapobiega wydostawaniu się silikonu w miejscu pęknięcia.

POWIKŁANIA PO WSZCZEPIENIU IMPLANTÓW

Powikłania związane z wszczępieniem implantów są klasyfikowane jako wczesne lub późne. Zmiany wczesne obejmują gromadzenie płynu wokół implantu lub krwiak i infekcję. Późniejsze zmiany obejmują skurcz torebki, reakcje na ciało obce, pęknięcie wewnątrztorbkowe lub zewnątrztorbkowe, reaktywną limfadenopatię wtórną do wolnego silikonu z bezpośredniego wstrzyknięcia lub pęknięcie zewnątrztorbkowe oraz martwicę tkanki tłuszczowej.

Nietypowe powikłania związane z powiększaniem piersi obejmują zatrzymanie ciała obcego (gossypiboma), chłoniaka okołotorbkowego, włókniakowatość i mięsaka.

Infekcja jest poważnym powikłaniem związanym ze wszczępieniem implantu piersi. Po operacji estetycznej piersi około 2,9% pacjentek rozwija zakażenie miejsca operowanego. Natomiast po rekonstrukcji piersi ilość infekcji jest wyższa i wynosi 1-5%. Większość przypadków występuje we wczesnym okresie pooperacyjnym, objawiając się bólem piersi, obrzękiem i rumieniem. W badaniu MRI infekcję implantu sugerują następujące objawy: pogrubienie skóry, obrzęk i widoczne wzmocnienie torebki po podaniu kontrastu. W otoczeniu implantu może być również widoczny płyn.

Zabieg wszczępienia implantu piersi może być powikłany powstawaniem krwiaków, w większości przypadków pojawia się we wczesnym okresie pooperacyjnym lub może mieć charakter pourazowy. Do oceny krwiaka najlepszym badaniem jest USG, ale można również wykonać tomografię komputerową i MRI.

PĘKNIĘCIA IMPLANTU

Pęknięcie implantu może mieć różne przyczyny, ale większość pęknięć nie ma oczywistego pochodzenia urazowego i czasami występuje u pacjentów bezobjawowych. Większość pęknięć implantów występuje 10 do 15 lat po implantacji. Częstość pęknięcia wzrasta wraz z wiekiem implantu; średnia zachorowalność wynosi około 2 pęknięcia implantu na 100 implant-let, przy szacowanym prawdopodobieństwie pozostania nienaruszonym po 5 i 10 latach od implantacji odpowiednio na 98% i 83-85%. Niestety, pęknięcie wewnątrztorbkowe często nie jest widoczne dla pacjenta lub lekarza.

Wolny silikon może wydostawać się po przerwaniu powłoki elastomerowej, ale będzie ograniczony do obszaru bezpośrednio wokół implantu, jeśli otaczająca kapsułka włóknista pozostanie nienaruszona. Ten typ pęknięcia, określany jako pęknięcie wewnątrztorbkowe, jest zdecydowanie najczęstszym typem, obejmującym 77%-89% wszystkich pęknięć.

Pęknięcie torebki włóknistej pozwala wolnemu silikonowi na przedostanie się do otaczającego mięszu piersi, co określa się mianem pęknięcia zewnątrztorbkowego. Wolny silikon w tkance piersi może wywoływać zmiany zapalne, które stają się widoczne klinicznie.

Wykrycie pęknięcia w badaniu klinicznym jest trudne i opiera się wyłącznie na niespecyficznych objawach, takich jak wyczuwalne guzki, asymetria czy tkliwość. Wolny silikon z pękniętych implantów w rzadkich przypadkach rozprzestrzenił się na odległe obszary ciała, powodując objawy. Jeśli pęknięciu implantu towarzyszy utrata kształtu piersi, wówczas rozpoznanie pęknięcia implantu piersi jest możliwe podczas badania fizykalnego. Jednak ocena kliniczna może nie wykryć pęknięcia implantu piersi, które następuje z biegiem czasu bez utraty objętości i zniekształcenia piersi. Ból piersi w badaniu klinicznym implantów jest silnym predyktorem pęknięcia, ale brak bólu nie wyklucza pęknięcia. Według Tarka i in. najczęstszym objawem pęknięcia implantu piersi jest zniekształcenie konturu (44%), następnie przemieszczenia (20%), formacje masy (17%), ból (13%) i stan zapalny (3%). Jednak badanie fizykalne nie pozwala zdiagnozować pęknięcia implantu w ponad 50% przypadków.

REZONANS MAGNETYCZNY W DIAGNOSTYCE IMPLANTÓW

W diagnostyce implantów mamy różne metody: mammografia, ultrasonografia, rezonans magnetyczny oraz tomografia komputerowa. Jeśli chodzi o samą ocenę implantów rezonans magnetyczny (MRI) jest najbardziej czułą metodą. Pozwala on na ocenę zarówno składu implantu jak również lokalizację implantu, integralność implantu oraz uszkodzenia implantu. Do badania samych implantów oraz ich integralności wystarczy badanie MRI bez podania środków kontrastowych. Jeśli chcemy ocenić implant oraz gruczoł piersiowy musimy wykonać badanie przed i po dynamicznym podaniu środka kontrastowego.

Wiele badań wskazuje na czułość 72%-94% i swoistość 85%-100% w wykrywaniu pęknięcia implantu silikonowego w obrazowaniu MRI. Amerykańska Agencja ds. Żywności i Leków popiera stosowanie okresowego obrazowania MRI w celu wykrycia bezobjawowych pęknięć implantów silikonowych, zalecając wykonywanie obrazowania MR 3 lata po wszczępieniu, a następnie co 2 lata. Trwa debata na temat tego podejścia do badań przesiewowych, ponieważ nie ma jednoznacznych dowodów na to, że taka strategia zmniejsza zachorowalność pacjentów. Ostatecznie decyzja o poddaniu się monitorowaniu MRI powinna być wspólną decyzją pacjentki i jej chirurga.

Przed obrazowaniem implantu piersi radiolog powinien przeprowadzić wywiad pod kątem zasadności badania. Implanty z roztworem soli fizjologicznej zwykle nie wymagają potwierdzenia obrazowania po opróżnieniu, a ekspandery tkankowe są ogólnie uważane za przeciwwskazanie do obrazowania MR, ponieważ większość z nich zawiera obecnie port do napełniania ekspandera solą fizjologiczną. Port jest metalowy jest przeciwwskazaniem do wykonywania MRI. Dlatego tylko implanty wypełnione żel silikonowym są wskazaniem do wykonania MRI.

Powiększona pierś składa się głównie z wody, tłuszczu i silikonu, z których każdy ma swój własny, charakterystyczny sygnał, który można selektywnie tłumić, aby z większą pewnością ocenić integralność implantu.

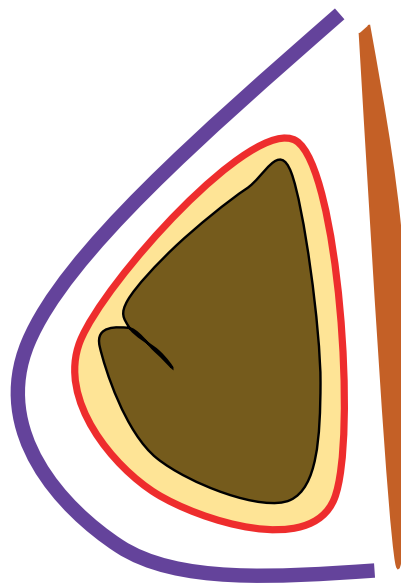
Do oceny implantów można używać systemów MRI 1.5 i 3.0 T przy użyciu dedykowanych cewek piersiowych.

Sekwencje dedykowane dla oceny silikonu wykorzystują różne częstotliwości rezonansowe do tworzenia określonych obrazów. Sekwencje, które zerują sygnał tłuszczu i tłumią sygnał wody, są w stanie tworzyć obrazy, w których sam silikon wydaje się jasny na ciemnym tle mięszu piersi. Podobnie sekwencja, która tłumia sygnał silikonu, dostarcza użytecznych dodatkowych środków potwierdzających obecność silikonu pozatorebkowego. Obrazowanie T2 ważne o wysokiej rozdzielczości z supresją wody może być stosowane do różnicowania wewnątrztorbkowego silikonu od płynu wokół implantu w przestrzeni wewnątrztorbkowej.

Rutynowy protokół badania piersi u kobiet po wszczepieniu implantów łączy osiowe sekwencje selektywne dla silikonu z obrazowaniem osiowym i strzałkowym z szybkim echem spinowym (FSE) T2-zależnym. Wewnętrzna struktura implantu silikonowego jest doskonale zobrazowana na obrazach FSE T2-zależnych, co przekłada się na wysoką czułość w dokładnej ocenie pęknięcia.

Jednoprzedziałowy implant silikonowy jest najczęściej owalny z gładkim, czasem pofałdowanym konturem. Zaokrąglony implant może wskazywać na obecność przykurczu torebki. Żel silikonowy w implancie ma zwykle jednorodnie pośrednią intensywność sygnału na obrazach T2-zależnych i niską intensywność sygnału na obrazach T1-zależnych. Włóknista torebka to linia hipointensyjna na obrazach T2 wzdłuż obrysu implantu. Prawie wszystkie implanty wykazują co najmniej jedno lub kilka fałdów promienistych, które wyglądają jak prostopadłe wewnętrzne wydłużenia hipointensyjnej osłony elastomerowej. Fałdy promieniste są to prostopadłe zawinięcia skorupy w żel silikonowy lub roztwór soli fizjologicznej, rozciągające się do wewnątrz z obrzeża. Fałdy promieniste mogą zostać pomyłone z pęknięciem implantu przez niedoświadczonego radiologa. Rzadko spotyka się implant bez fałdów promienistych.

Implant soli fizjologicznej wydaje się bardzo jasny w porównaniu z tłuszczem na obrazach T2-zależnych, podczas gdy silikon wykazuje pośrednią intensywność sygnału. Sól fizjologiczna wydaje się



Ryc. 2 Prawidłowy fałd promienisty

ciemniejsza pod względem intensywności sygnału niż silikon na standardowych obrazach T1 zależnych. Implanty z soli fizjologicznej mają zawory napełniające (znane również jako porty iniekcyjne), które są łatwo identyfikowane wzdłuż krawędzi osłony elastomerowej. Elektoradiolodzy badający w MRI powinni być w stanie scharakteryzować typy implantów i w razie potrzeby stosować odpowiednie sekwencje specyficzne dla implantów. Jeśli u pacjenta w przeszłości były wszczepione implanty silikonowe, które następnie zastąpiono implantami z solą fizjologiczną, sekwencje dedykowane dla oceny silikonu są przydatne do ustalenia, czy wolny silikon nie jest obecny w obrębie piersi, ścianie klatki piersiowej lub w węzłach chłonnych.

W normalnym implancie powłoka jest nienaruszona i otoczona cieka włóknistą otoczką. Często spotyka się niewielką lub umiarkowaną ilość płynu wokół implantu, który ma charakter reaktywny. Śladowy wysięk wokół implantu, częściej obserwowany w przypadku implantów teksturowanych, może również występować normalnie, ponieważ implant może wywołać reakcję zapalną typu ciała obcego. Kropelki wody unoszące się w żelu silikonowym mogą być konsekwencją wstrzyknięcia przez chirurga plastycznego sterydów, betadyny i/lub antybiotyków w momencie wszczepienia implantu.

Wg danych z literatury powikłania po wszczepieniu implantów są na poziomie około 20-40% w przypadku augmentacji. Odsetek ten jest wyższy w przypadku rekonstrukcji związanych z mastektomią niż w przypadku zabiegów kosmetycznych. Wczesne powikłania pooperacyjne obejmują krwiak, infekcję, ból piersi, zmiany uczucia sutków/piersi oraz asymetrię piersi. Poważne powikłania mogą w niektórych przypadkach skłonić pacjenta do poddania się operacji eksplantacji. Późne powikłania związane z wszczepianiem implantów zwykle obejmują przykurcz torebki i pęknięcie implantu.

POWIKŁANIA PO WSZCZEPIENIU IMPLANTÓW

PRZYKURCZ OKOŁOTOREBKOWY

Jak już wspomniano wcześniej po wszczepieniu implantu w jego otoczeniu tworzy się cienka włóknista torebka jako reakcja tkanek organizmu na ciało obce. Torebka powinna być elastyczna i niewyczuwalna klinicznie. Nadmierne bliznowacenie spowoduje przykurcz torebkowy, który jest jednym z najczęstszych powikłań implantów. Może wystąpić w dowolnym momencie po operacji, ale zwykle pojawia się w ciągu pierwszych kilku miesięcy po wszczepieniu implantów. Stan ten najlepiej rozpoznaje się klinicznie, kiedy pacjentka skarży się na ból i zniekształcenie piersi. Podczas badania gruba, włóknista tkanka może być wyczuwalna palpacyjnie. W badaniu MRI widoczna jest zmiana konturu implantu, który staje się asymetryczny, nieregularny i ma bardziej kulisty kształt, z zagłębieniami. Można również zaobserwować grube zwapnienie wokół implantu i wzmocnienie obwodowe świadczące o obecności stanu zapalnego.

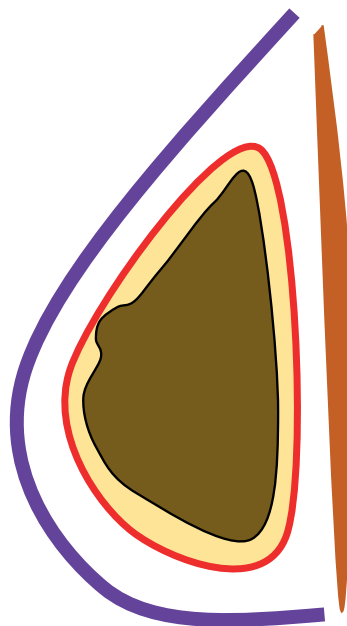
WYBRZUSZENIE LUB PRZEPUKLINA

Występuje w momencie kiedy powłoka nieuszkodzonego implantu wystaje przez ogniskowo osłabioną lub rozdartą część torebki włóknistej. Nazywa się to „objawem szczurzego ogona”. To uszkodzenie może czasem prowadzić do pęknięcia implantu.

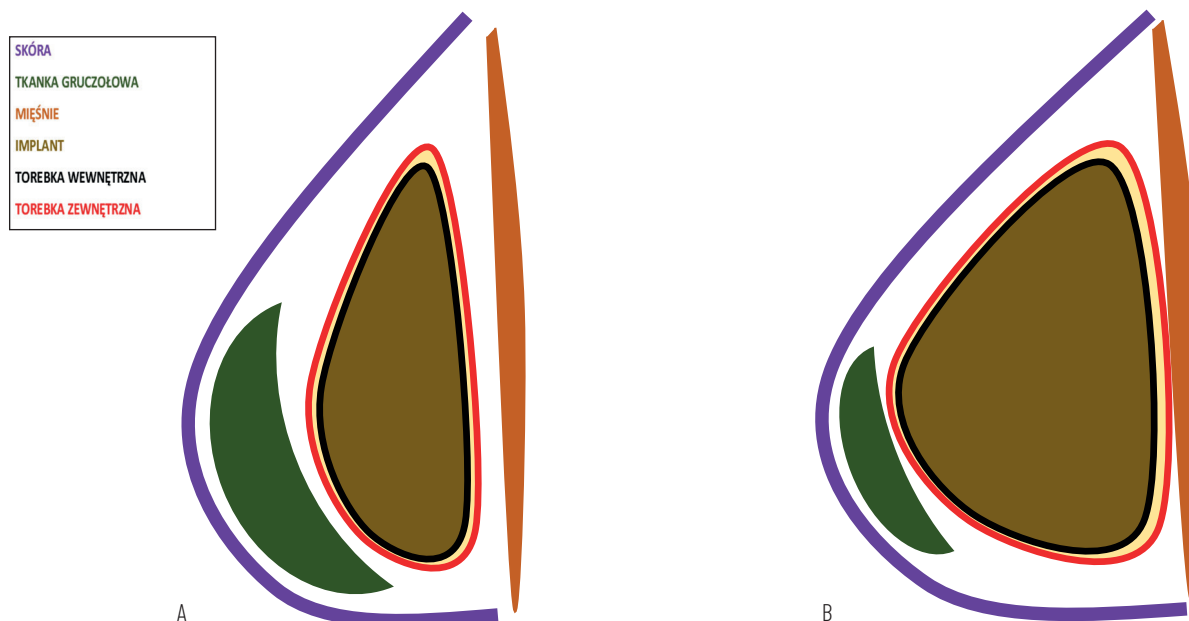
WYCIĘK ŻELU SYLIKONOWEGO Z IMPLANTU

Opisuje przenikanie płynu silikonowego (a nie żelu) przez mikropory błony nienaruszonej powłoki implantu. Dlatego też jest myląca na-

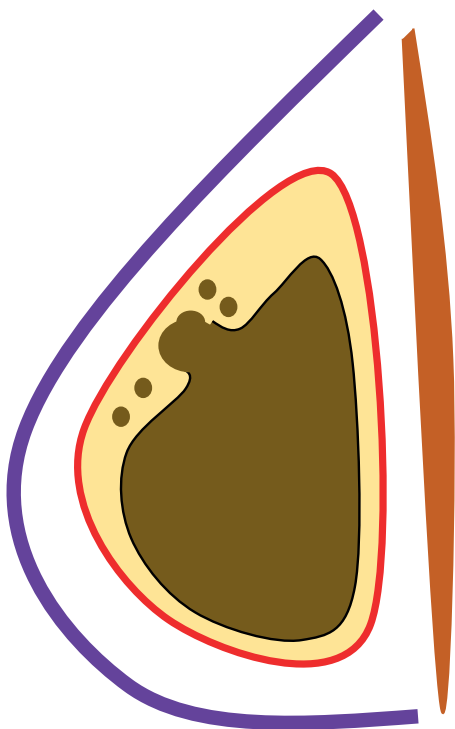
zwa. Po oddzieleniu od zewnętrznej powłoki płyn może migrować do innych części ciała, takich jak regionalne węzły chłonne. MRI nie może wykryć prawidłowego przesięgu mikroskopijnej ilości płynu, chyba że jest ono rozległe i tworzy odwrócony objaw łzy. Zjawisko wycieku żelowego uległo zmniejszeniu po wynalezieniu nowych, spoistych implantów żelowych.



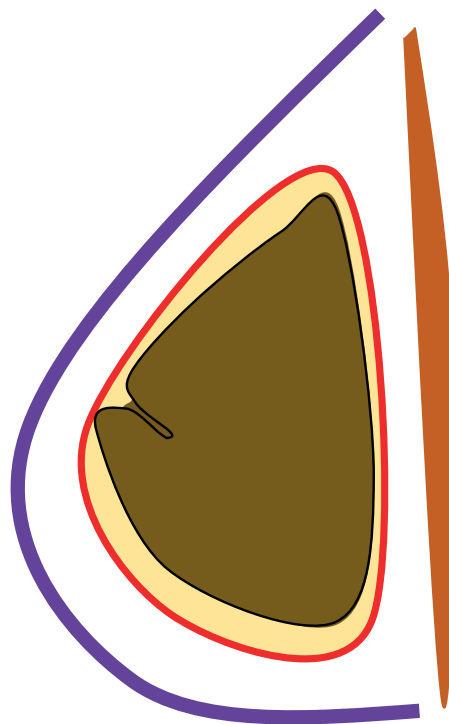
Ryc. 4 Wybrzuszenie implantu



Ryc. 3.A Piers po wszczepieniu implantu z widocznymi torebkami zewnętrzną i wewnętrzną 3B. przykurcz okołotorebkowy implant jest kulisty, pierś twarda i napięta.



Ryc. 5 Uszkodzenie wewnątrztorbowkowe implantu



Ryc. 6 Objaw dziurki od klucza

USZKODZENIE WEWNĘTRZNE IMPLANTU

Z biegiem czasu w powłoce implantu pojawiają się niewielkie defekty, które umożliwiają przenikanie żelu silikonowego do przestrzeni wewnątrztorbowkowej (pomiędzy torebką zewnętrzną czyli włóknistą a torebką wewnętrzną)

OBJAW „DZIURKI OD KLUCZA”

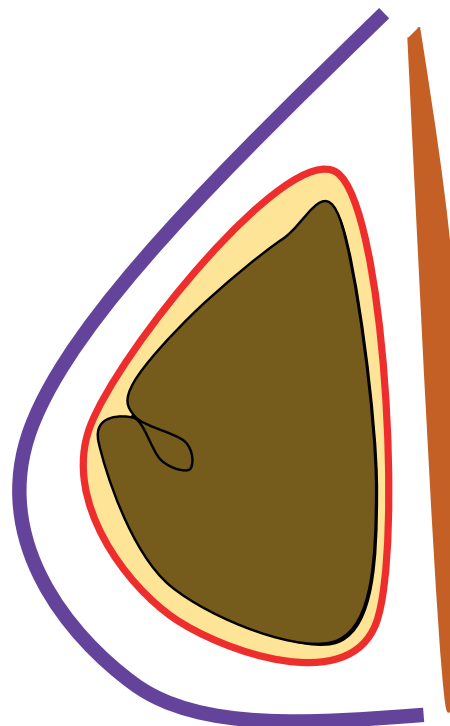
Wierzchołek fałdu promieniowego rozszerza się, gdy żel silikonowy sączy się do środka, umożliwiając oddzielenie dwóch pokrytych powłoką ścianek w celu wytworzenia znaku dziurki od klucza (nazywany również „lasso”, „pętla”, „odwrotna łaża” lub „ciemna otwarta pętla”). Jest to wczesna manifestacja pęknięcia zawartego wyłącznie w fałd promieniowy. Pozostała część elastomerowej osłony implantu pozostaje w pobliżu włóknistej kapsułki, stan znany jako niezapadnięte pęknięcie.

OBJAW „ŁZY”

„Objaw łzy” różni się od „objawu dziurki od klucza” tym, że wklęsłe błony stykają się ze sobą.

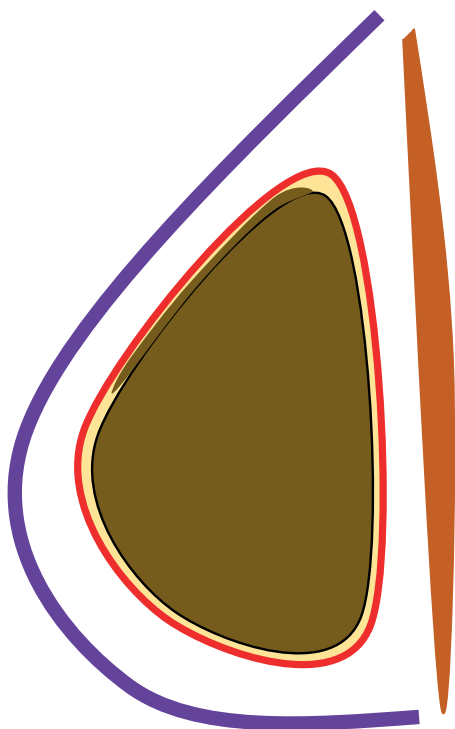
OBJAW LINII PODTOREBKOWEJ

Objaw ten występuje wówczas, jeśli uszkodzenie jest poza fałdem promienistym wzdłuż krawędzi implantu. Powoduje to popchnięcie torebki elastomeru do wewnątrz, a silikon będzie się wciskał w przestrzeń wewnątrztorbowkową. Objaw ten może również powstać gdy silikon kontynuuje rozszerzenie fałdu promienistego i będzie

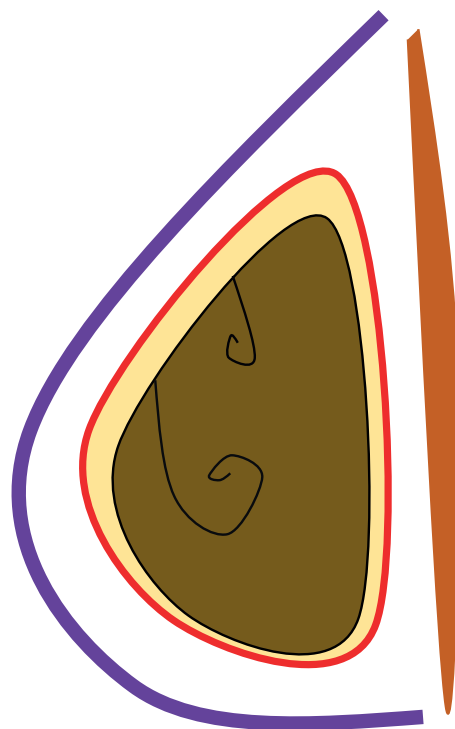


Ryc. 7 Objaw łzy, wklęsłe błony stykają się ze sobą

migrował w kierunku obrzeża. Spowoduje to oddzielenie się torebki elastomeru od otoczki włóknistej co oznacza minimalne zapadnięcie się torebki implantu.



Ryc. 8. Objaw linii podtorebkowej



Ryc. 9. Objaw „linguine”

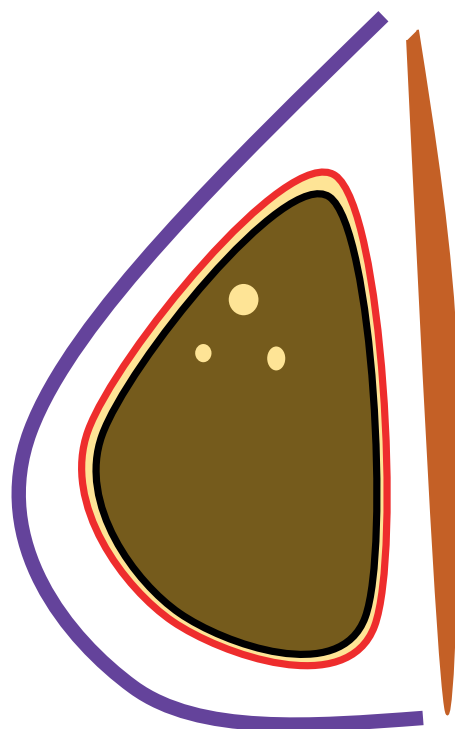
Przemieszczenie do wewnątrz powłoki implantu powoduje powstanie hipointensywnej falistej linii równoległej do konturu implantu zwanej objawem linii podtorebkowej (smuga podtorebkowa, otwarta pętla).

OBJAW „LINGUINE”

Objaw ten powstaje, kiedy następuje dalsze przesiąkanie silikonu do przestrzeni wewnątrztorbkowej co powoduje częściowe zapadanie się powłoki implantu, a następnie całkowite zapadnięcie powłoki i torebki implantu zachodzą na siebie tworząc „falistą linię”. Mocno pofałdowana powłoka objawia się wieloma krzywoliniowymi liniami o niskiej intensywności sygnału unoszącymi się w żelu silikonowym lub odsuniętymi na jedną stronę implantu. Jest to najbardziej wiarygodny objaw pęknięcia wewnątrztorbkowego.

OBJAW „SLAD OIL”

Objaw „slad oil” lub „objaw kropli” widoczny jest wówczas, gdy w żelu silikonowym znajdują się małe hiperintensywne ogniska w obrazach T2 zależnych lub ogniska hipointensywne w obrazach z supresją tłuszczu. Wynika to z obecności kropli soli fizjologicznej w żelu silikonowym. Widoczny jest wówczas, gdy dochodzi do wewnątrztorbkowego pęknięcia implantu dwuprzeczołowego. Opisany objaw można zobaczyć zarówno w niezapadniętym jak również zapadniętym pęknięciu wewnątrztorbkowym. W implantach jednokanałowych objaw ten również oznacza obecność kropli wody w żelu silikonowym.



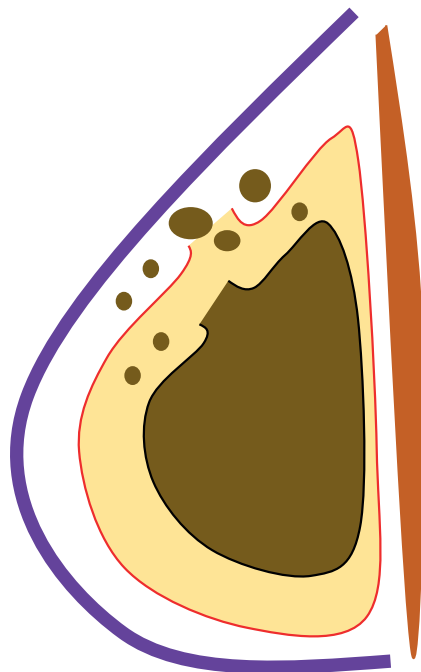
Ryc. 10. Objaw „salad oil” / objaw kropli

W implantach jednoprzeczołowych nie jest to wiarygodny objaw pęknięcia implantu, natomiast obecność tego objawu powinna skłonić opisującego radiologa do poszukiwania innych objawów pęknięcia wewnątrztorbkowego implantu.

PĘKNIĘCIE ZEWNĄTRZTOREBKOWE

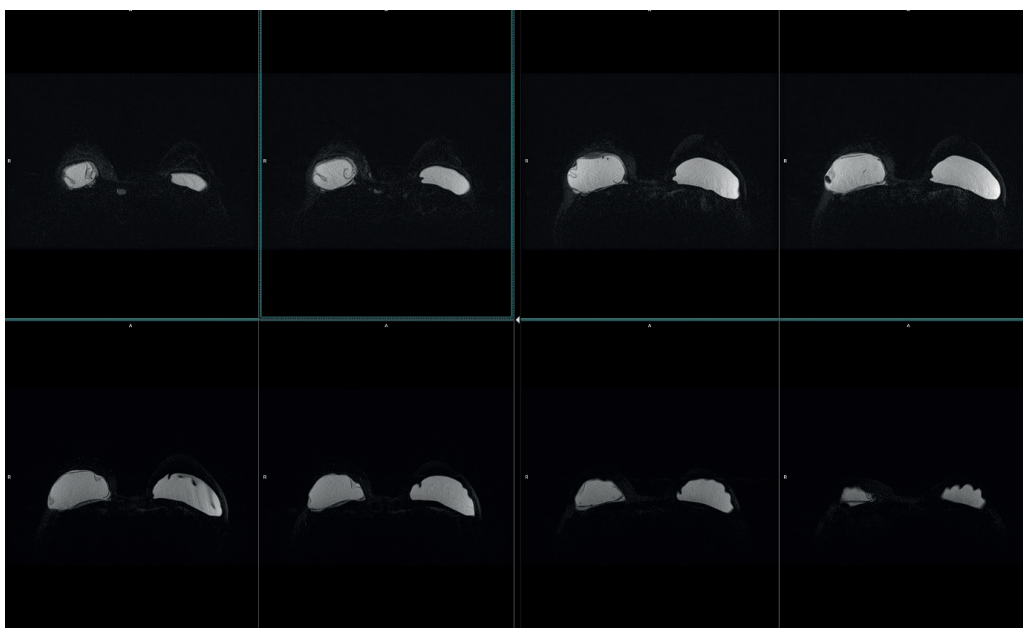
Pęknięcie zewnątrztorbkowe oznacza wyciek materiału implantu poza torebkę włóknistą do otaczających tkanek. Dzieje się tak, gdy pęknięta jest zarówno powłoka implantu, jak również torebka włóknista. Wolny silikon może być widoczny jako dyskretne ogniska, zwykle o takim samym natężeniu sygnału jak żel silikonowy wewnątrz implantu. W obrazach T1 zależnych z supresją tłuszczu wolny silikon jest izointensywny do hipointensywnego. W obrazach T2 z supresją wody mają wysoką intensywność sygnału. Ziarniak silikonowy pojawia się w miarę upływu czasu. Ziarniak silikonowy który wykazuje wzmocnienie może imitować raka piersi. Różnicowanie wyłącznie na podstawie obrazowania MRI może być trudne. Dlatego w tych przypadkach uzasadnione jest rozpoznanie patologiczne za pomocą biopsji gruboigłowej. W przypadku pęknięcia zewnątrztorbkowego implantu wypełnionego solą fizjologiczną wolny roztwór soli fizjologicznej jest zwykle wchłaniany przez organizm, a pozostała zapadnięta powłoka implantu jest jedyną wskazówką na obecność pękniętego implantu.

Pęknięcie zewnątrztorbkowe i wolny silikon pozatorbkowy można zaobserwować we wszystkich stopniach pęknięcia wewnątrztorbkowego implantu. W związku z tym w przypadku wykrycia pęknięcia wewnątrztorbkowego należy przeprowadzić dokładną analizę pod kątem wolnego silikonu poza torebką implantu. U pacjentów objawowych z podejrzeniem pęknięcia zewnątrztorbkowego obrazowanie MRI może dostarczyć ważnych informacji dotyczących zakresu i lokalizacji migracji silikonu. Jest to konieczne dla chirurga, którego zadaniem jest usunięcie silikonu znajdującego się poza torebką implantu.



Ryc. 11. Uszkodzenie zewnątrztorbkowe

Badanie MRI dla oceny pęknięcia implantu nie wymaga podawania dożylnego środka kontrastowego na bazie gadolinu, z ważnym zastrzeżeniem, że badanie bez wzmocnienia nie może być stosowane do wykrywania raka. W związku z tym obrazowanie MR bez dożylnego podania kontrastu i wykonywane wyłącznie w celu oceny integralności implantu piersi nie powinno otrzymać wyniku oceny Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS). Natomiast

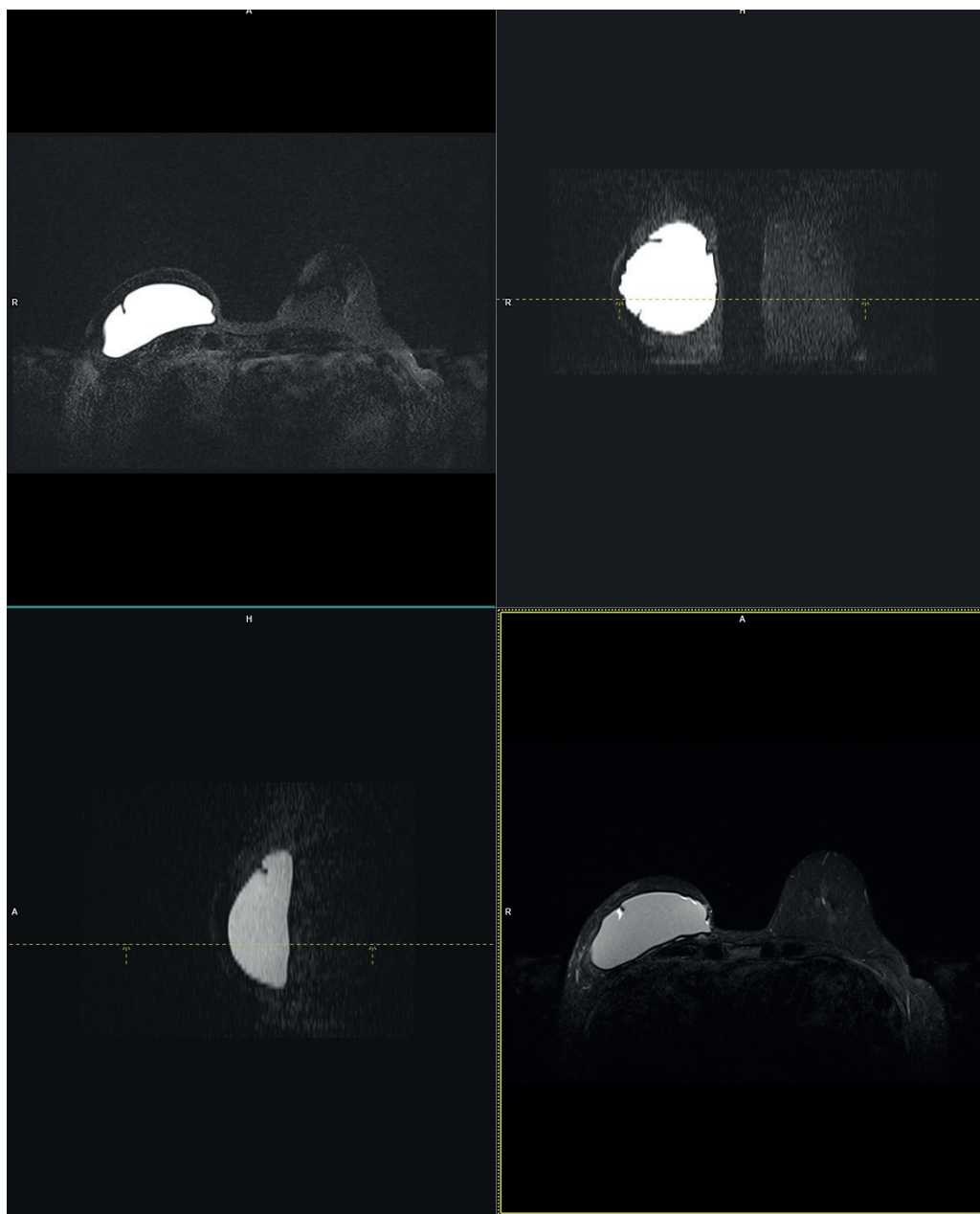


Ryc. 12. Stan po obustronnym wszczepieniu implantów. Po stronie prawej cechy wewnętrznego uszkodzenia z widocznym objawem „linguine”, „slud oil”, oraz cechy zewnętrznego uszkodzenia implantu po stronie prawej, wolny silikon widoczny to tyłu od mostka po stronie prawej.

jeśli podamy środek kontrastowy w ramach badania obrazowego MRI w celu wykrycia ukrytego nowotworu złośliwego, wymagana jest ocena BI-RADS.

Podobnie pacjenci z implantami, którzy wymagają badań przesiewowych wysokiego ryzyka lub oceny stopnia choroby, powinni wykonać dodatkowo sekwencje na ocenę implantów oprócz rutynowego obrazowania po dynamicznym podaniu środka kontrastowego celem oceny zarówno gruczołów piersiowych jak również implantów. Powi-

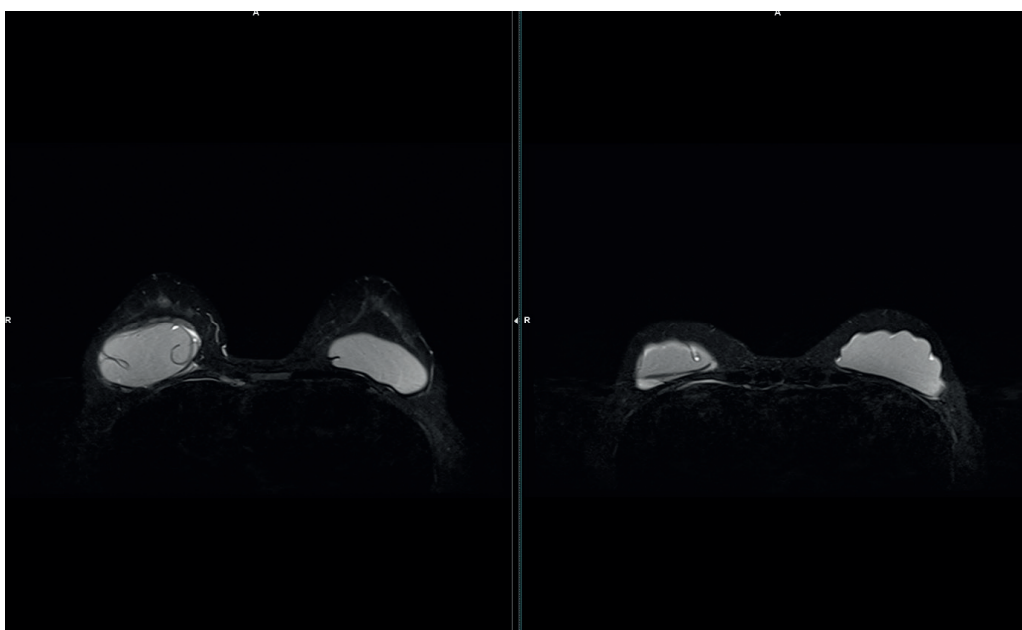
klania związane z implantacją, takie jak wyciek silikonu do mięszu piersi, mogą naśladować raka piersi i odwrotnie rak może imitować wyciek silikonu. Rozsądne jest wykonanie sekwencji na ocenę silikonu u tych pacjentów, aby pomóc w odróżnieniu guza od ziarniniaka silikonowego. Rozsądna jest również ocena aktualnego stanu implantu u pacjentek już planujących operację piersi z powodu rozpoznanego nowotworu złośliwego, zwracając uwagę w szczególności na bliskość nowotworu do implantu oraz czy guz obejmuje torebkę włóknistą.



Ryc. 13. Stan po prawostronnej mastektomii oraz po rekonstrukcji piersi prawej za pomocą implantu silikonowego. Badanie w trzech projekcjach. Implant prawidłowy z fałdami promienistymi.



Ryc. 14. Stan po obustronnym wszczepieniu implantów. Cechy uszkodzenia wewnętrznego implantu prawego z objawem dziurki od klucza oraz linii podtorebkowej, po stronie lewej uszkodzenie zewnętrzne, wolny silikon widoczny w tkance gruczołowej piersi.



Ryc. 15. Stan po obustronnym wszczepieniu implantów. Implant po stronie prawej z objawem łzy oraz objawem „linguine” i „salad oil”. Implant po stronie lewej pofałdowany bez cech uszkodzenia.

SPÓJNE IMPLANTY

Najnowsza generacja implantów piersiowych składa się z półstałego żelu silikonowego i jest określana jako implanty kohezyjne. Ten rodzaj implantu został opracowany w nadziei na poprawę kosmetyki, zmniejszenie częstości wycieku żelu oraz zmniejszenie liczby powikłań i niepowodzeń.

Nie ustalono długoterminowej integralności tych implantów, ale pęknięcie jest potencjalnie mniej powszechne. Kiedy spoiste implan-

ty pękają, mogą nie wystąpić tradycyjne objawy pęknięcia. Implanty kohezyjne mogą pękać ze względu na półstały charakter żelu silikonowego. Pęknięty półstały żel może nie mieć tej samej skłonności do migracji przez uszkodzenia w torebce włóknistej i rozlewania się do otaczającego miększu piersi. Mniejsza liczba pozatorebkowego silikonu zmniejsza zdolność do wykrycia możliwego pęknięcia podczas mammografii, a półstały żel może nie być widoczny w badaniu USG. Dlatego też MRI odgrywa większą rolę w ocenie tego rodzaju im-

plantów. Zwiększona sprężystość tych tego rodzaju implantów może również wyeliminować lub przynajmniej zmniejszyć potrzebę badań przesiewowych na pęknięcie implantów w przyszłości.

WSTRZYKIWANIE ŻELU POLIAKRYLAMIDOWEGO (PAAG)

Iniekcyjne powiększanie piersi za pomocą PAAG jest popularne w Chinach, Europie Wschodniej i Ameryce Południowej od 1997 roku. PAAG zawiera 95-97,5% wody, a zatem ma podobną intensywność sygnału jak woda w MRI, dlatego też najlepszą sekwencją służącą do obrazowania są sekwencje T2 zależne. Najlepszą sekwencją do oceny zasięgu PAAG jest turbo spin-echo, T2 z supresją tłuszczu. PAAG ma wysoką intensywność sygnału, podczas gdy tkanka tłuszczowa i gruczołowa mają odpowiednio intensywność sygnału jasnoszarego i ciemnoszarego. Mięsień piersiowy jest hipointensywny w tej sekwencji. Badanie dynamiczne T1 po wzmocnieniu kontrastem jest również przydatne do oceny powikłań po wstrzyknięciu PAAG, takich jak odczyn zapalny i ropień.

W przypadku nieskomplikowanych wstrzyknięć PAAG powinien być widoczny jako duży zbiór jednorodnego hiperintensywnego sygnału T2 w okolicy zagruzołowej przed mięśniami piersiowymi PAAG nie wywołuje tak silnej fizjologicznej odpowiedzi na ciało obce, jak inne wstrzykiwane materiały augmentacyjne. Dlatego zwykle brakuje mu grubej otaczającej włóknistej kapsułki. Ponieważ procedura wstrzykiwania jest wykonywana na ślepo bez kierowania obrazem, istnieje wysokie ryzyko migracji żelu, jeśli żel zostanie w sposób niepożądany wstrzyknięty poza przestrzeń pozagruzołową. Może to potencjalnie prowadzić do asymetrii piersi związanej z migracją żelu lub z powodu różnicy w ilości wstrzykiwanego żelu. Poza przestrzenią pozagruzołową PAAG nie łączy się, ale tworzy wiele małych lokacji. W obszarze śródpiersiowym żel może podążać wzdłuż płaszczyzn mięśniowo-twarzowych. W okolicy zapiersiowej może rozciągać się do przestrzeni klatki piersiowej lub poza opłucnej. Może tworzyć guzki podskórne, szczególnie we wspólnych miejscach wstrzyknięcia, a mianowicie w fałdzie podpiersiowym lub okolicy pachowej. Czasami może migrować przysiadkowo do okolicy przedmostkowej oraz do okolicy barkowej i podobojczykowej. PAAG wstrzyknięty w okolicę wewnątrzgruczołową może również powodować zanik gruczołów i martwicę skóry.

WSTRZYKIWANIE PŁYNNEGO SILIKONU

Ta technika augmentacji została wprowadzona w latach 40. XX wieku i jest obecnie zakazana ze względu na jej niepożądane skutki. Wolny silikon jest wstrzykiwany do miększu piersi, mięśnia piersiowego lub obu. Powikłania wstrzyknięcia płynnego silikonu obejmują martwicę skóry, migrację silikonu, zator, infekcję, powiększenie węzłów chłonnych i tworzenie ziarninaków. Patologicznie ziarninaki silikonowe to guzki, które zawierają małe części silikonowe związane z obfitą reakcją włóknistą. Ich typowy wygląd obrazowy to kulisty guzek z obwodowymi zwapnieniami. Mogą czasami naśladować nowotwór złośliwy. Ich intensywność sygnału w MRI jest związana z zanieczyszczeniami w preparacie silikonowym. Czasami mogą występować mieszane sygnały dla

wstrzykiwanego silikonu z powodu tworzenia się tkanki włóknistej, co skutkuje słabym sygnałem lub obecności ziarninaków silikonowych, które zmniejszają intensywność sygnału w sekwencji T2 zależnej.

CHŁONIAK ANAPLASTYCZNY WIELKOKOMÓRKOWY ZWIĄZANY Z IMPLANTEM PIERSI

Chłoniak anaplastyczny wielkokomórkowy związany z implantem piersi (BIA ALCL) jest nowo rozpoznaną jednostką chorobową, po raz pierwszy opisaną przez Keecha i Creecha w 1997 r. z mniej niż 100 przypadkami opisanymi w literaturze. Najczęstszymi objawami były wysięk wokół implantu i wyczuwalna palpacyjnie masa. Obecność wysięku wokół implantu po upływie 1 roku od zabiegu wszczęcia implantu jest rzadka i powinna budzić podejrzenie BIA ALCL. Stwierdzono, że USG i MRI są najbardziej czułymi metodami obrazowania do wykrywania wysięku. Stwierdzono, że czułość i swoistość wykrywania płynu wokół implantu za pomocą MRI wynoszą odpowiednio 82% i 33%, zwykle związane z pogrubieniem i wzmocnieniem torebki implantu, podczas gdy czułość i swoistość wykrywania masy za pomocą MRI wynoszą odpowiednio 50% i 95%.

PODSUMOWANIE

Istnieje szerokie spektrum prawidłowych i nieprawidłowych zmian związanych z powiększaniem i rekonstrukcją piersi. MRI jest preferowanym narzędziem do obrazowania implantów. Radiolodzy powinni być zaznajomieni ze zmianami prawidłowymi i nieprawidłowymi w obrębie implantów, aby zapobiegać błędnej interpretacji, wykrywać powikłania oraz prawidłowo diagnozować współistniejące patologie piersi, a także ułatwiać interwencję chirurgiczną i planowanie leczenia.

LITERATURA

- Herborn CU, Marinck B, Erfmann D, Meuli-Simmen C, Wedler V, Bode-Lesniewska B et al (2002) Breast augmentation and reconstructive surgery: MR imaging of implant rupture and malignancy. *Eur Radiol* 12(9):2198-2206
- Colombo G, Ruvo V, Stifanese R, Perillo M, Garlaschi A. Prosthetic breast implant rupture: imaging—pictorial essay. *Aesthet Plast Surg*. 2011;35(5):891-900. doi: 10.1007/s00266-011-9694
- Juanpere S, Perez E, Huc O, Motos N, Pont J, Pedraza S. Imaging of breast implants—a pictorial review. *Insights Imaging*. 2011;2(6):653-670. doi: 10.1007/s13244-011-0122-3
- Amano Y, Aoki R, Kumita S, Kumazaki T (2007) Silicone-selective multishot echo-planar imaging for rapid MRI survey of breast implants. *Eur Radiol* 17(7):1875-1878
- Lui CY, Ho CM, Lu PP, Cheung WY, Lam HS, Cheng MS et al (2008) Evaluation of MRI findings after polyacrylamide gel injection for breast augmentation. *Am J Roentgenol* 191(3):677-688
- Ting Wong, Lai Wan Lo, Po Yan Eliza Fung, Hiu Yan Miranda Lai, Hoi Lam Helen She, Wing Kei Carol Ng, King Ming Kimmy Kwok, Chiu Man Lee Magnetic resonance imaging of breast augmentation: a pictorial review *Insights Imaging*. 2016 Jun; 7(3): 399-410. doi: 10.1007/s13244-016-0482-9
- Stephen J. Seiler, Pooja B. Sharma, Jody C. Hayes, Ramapriya Ganti, Ann R. Motz, Emily D. Eads, Sumeet S. Teotia, W. Phil Evans Multimodality Imaging-based Evaluation of Single-Lumen Silicone Breast Implants for Rupture *RadioGraphics* Vol. 37, No. 2; 2017; 37:366-382
- Bhupinder Sharma, Amanda Jurgensen-Rauch, Erika Pace, Ayoma D. Attygalle, Rajaei Sharma, Côme Bommier, Andrew C. Wotherspoon, Sarkhara Sharma, Sunil Iyengar, Dima El-Sharkawi Breast Implant-associated Anaplastic Large Cell Lymphoma: Review and Multiparametric Imaging Paradigms *RadioGraphics* Vol. 40, No. 3 Apr 17 2020 <https://doi.org/10.1148/rq.2020190198>