

Submitted: 02.02.2012

Accepted: 14.02.2012

Zastosowanie ultrasonografii w ocenie obrąbka stawu ramiennego. Część I: Anatomia ultrasonograficzna i technika badania

The use of ultrasound in the assessment
of the glenoid labrum of the glenohumeral joint.
Part I: Ultrasound anatomy
and examination technique

Wojciech Krzyżanowski

Specjalistyczna Praktyka Lekarska, Lublin, Polska

*Adres do korespondencji: Wojciech Krzyżanowski, ul. Głęboka 29, 20-612 Lublin,
e-mail: wojtasko@onet.pl*

Słowa kluczowe

obrąbek, staw
ramienny, anatomia
ultrasonograficzna,
technika badania,
diagnostyka
obrazowa stawu
ramiennego

Streszczenie

Staw ramienny jest stawem kulistym o dużym zakresie ruchów w wielu płaszczyznach i zmniejszonej stabilności. Utrzymanie stabilności stawu jest uwarunkowane z jednej strony działaniem specyficznego układu mięśni okolicy barkowej, z drugiej – obecnością złożonego kompleksu więzadłowego wzmacniającego torebkę stawową, a także pogłębieniem panewki stawowej przez obrąbek. Uszkodzenia tych struktur wymagają dokładnej diagnostyki przed podjęciem decyzji o leczeniu operacyjnym. Ultrasonografia należy do metod obrazowych szeroko stosowanych w ocenie różnych patologii okolicy barku. W opinii własnej autora pracy może mieć również zastosowanie w ocenie uszkodzeń obrąbka stawu ramiennego. Przyczepiając się na obwodzie panewki stawowej, obrąbek tworzy kołnierz pogłębiający panewkę i zwiększający jej pole kontaktu z głową kości ramiennej. W celach topograficznych obrąbek stawowy dzieli się najczęściej na strefy. Większość z nich jest widoczna w badaniu ultrasonograficznym. Badanie obrąbka w części tylnej przeprowadza się zwykle jednocześnie z oceną mięśnia podgrzebieniowego i obłego mniejszego. W części przedniej obrąbek wraz z kompleksem torebkowo-więzadłowym jest widoczny przy zarysie panewki stawowej pod mięśniem podłopatkowym. Badanie ultrasonograficzne obrąbka w części dolnej wykonuje się z dostępu pachowego. Obrąbek w części górnej jest tylko częściowo dostępny ocenie ultrasonograficznej. Kluczową część oceny ultrasonograficznej stanowi badanie dynamiczne. W pracy przedstawiono zarys prawidłowej anatomii ultrasonograficznej oraz techniki badania i oceny ultrasonograficznej obrąbka stawu ramiennego.

Key words

glenoid labrum,
glenohumeral joint,
ultrasound anatomy,
examination
technique,
glenohumeral joint
imaging

Abstract

The glenohumeral joint is a spherical articulation with a remarkable range of motion in several planes and decreased stability. The maintenance of joint stability is influenced by the functioning of specific muscle groups in the shoulder region, a complex system of ligaments reinforcing the joint capsule, and the labrum which augments the glenoid fossa. Lesions of the aforementioned structures require accurate diagnosis prior to a decision for operative treatment. Ultrasound is one of the imaging methods that has been widely used in the assessment of various shoulder pathologies. In the author opinion, this imaging modality may also be applied for the evaluation of labral tears. Being attached along the glenoid rim, the labrum forms a collar deepening the glenoid fossa thus increasing area of its contact with the head of the humerus. To better describe the location of lesions, the glenoid labrum is usually divided into certain zones. Most of them may be visualized sonographically. The US examination of the posterior labrum can be performed during evaluation of the infraspinatus and teres minor muscles. The anterior labrum along with capsulolabral complex is seen at the glenoid edge under the subscapularis tendon. Sonographic examination of the inferior labrum is best performed using axillar approach. The superior labrum is only partially available for US examination. A crucial part of the sonographic assessment of the labrum is the dynamic examination during rotation of the upper extremity. The paper presents normal sonographic anatomy of the glenoid labrum and technique of the examination.

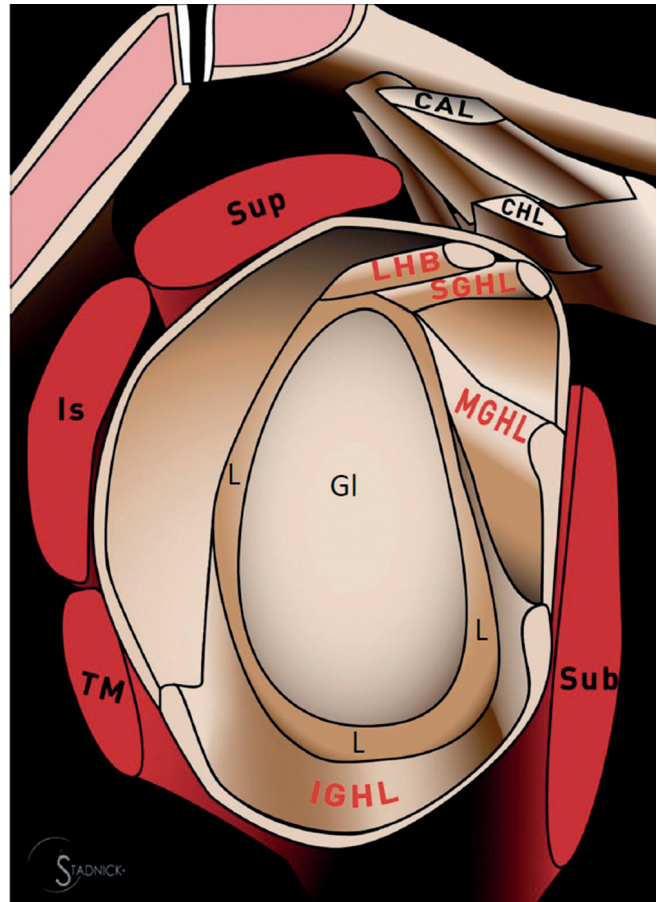
Wstęp

Staw łopatkowo-ramienny (w skrócie określany jako ramienny) z anatomicznego punktu widzenia jest stawem kulistym, utworzonym między głową kości ramiennej (główka stawowa) a wydrążeniem stawowym łopatki (panewka stawowa). Powierzchnia stawowa głowy kości ramiennej jest mniej więcej czterokrotnie większa niż powierzchnia stawowa wydrążenia stawowego łopatki, dlatego często porównuje się ją do piłeczki golfowej (głowa) spoczywającej na podstawce (panewka). Dzięki takiej budowie możliwy jest duży zakres ruchów w stawie ramiennym w różnych płaszczyznach, zwiększany dodatkowo przez ślizg łopatki względem ściany klatki piersiowej, a także ruch w stawie barkowo-obojczykowym i mostkowo-obojczykowym. Ta wyjątkowa ruchomość stawu ramiennego wiąże się jednak ze zmniejszoną stabilnością i większą podatnością na zwłknięcia i urazy od innych stawów. W warunkach prawidłowych podczas ruchu w stawie ramiennym istnieje pewna równowaga dynamiczna pomiędzy siłami dociskającymi głowę kości ramiennej do panewki a siłami odciągającymi. Stabilność stawu ramiennego jest uwarunkowana działaniem mechanizmów czynnych i biernych. Stabilizacja czynna wiąże się z funkcją mięśni, z wiodącą rolą mięśni rotatorów (obrotowych) oraz ścięgna głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia. Ścięgna mięśni obrotowych tworzą charakterystyczny „mankiet” osłaniający staw, połączony z torebką stawową („kabel rotatorów”). Stabilizacja bierna wynika z ukształtowania, wielkości i ustawienia panewki stawowej, a także obecności złożonego układu torebkowo-więzadłowego wraz z obrąbkami panewkowym. Obrą-

Introduction

The glenohumeral joint (in short referred to as the shoulder joint) is a ball-and-socket joint between the head of the humerus (the ball) and the glenoid fossa of the scapula (the socket). The joint surface area of the humeral head is approximately fourfold greater than that of the glenoid cavity; this is often compared to a golf ball resting upon the tee. Thanks to such morphology, a large range of motion of the shoulder joint is possible in several planes, augmented by the sliding of the scapula with respect to the thoracic wall, as well as rotation within the acromioclavicular and sternoclavicular joints. This tremendous range of movement also makes the shoulder less stable and far more prone for dislocation and injury than other joints. However, during movements in the shoulder under normal circumstances, there exists a dynamic balance between the forces pushing the humeral head onto the glenoid fossa versus those forces pulling it away. The stability of the joint depends upon both active and passive mechanisms. Active stabilization is related to muscle function, most importantly the rotator muscles and the tendon of the long head of the biceps brachii muscle. The tendons of the rotator muscles form a characteristic “cuff” surrounding the joint, along with the rotator cable of the joint capsule. Passive stabilization comes from the shape, size and positioning of the glenoid, as well as the presence of a capsular-ligamentous complex, and the glenoid labrum. The former plays a significant role. Being attached along the glenoid rim, the labrum forms a collar deepening the glenoid fossa and increasing the area of its contact with the head of the humerus (fig. 1). This allows for the maintenance

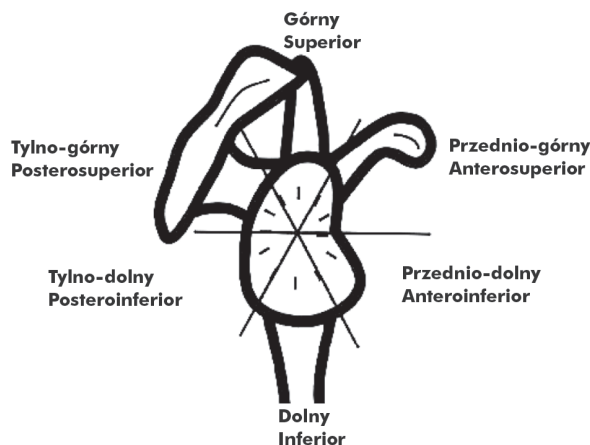
bek panewki pełni niebagatelną funkcję. Przyczepiając się na obwodzie panewki stawowej, tworzy pewnego rodzaju kołnierz pogłębiający panewkę i zwiększający jej pole kontaktu z głową kości ramiennej (ryc. 1). Pozwala tym samym na utrzymanie ujemnego ciśnienia wewnątrz stawu, istotnego dla jego stabilizacji^(1,2). Z histologicznego punktu widzenia obrąbek stawowy jest strukturą włóknisto-chrząstną z różnym przebiegiem włókien kolagenowych, głównie o układzie okrężnym, zasilaną w strefie zewnętrznej włóknami dochodzącymi od strony więzadeł obrądkowo-ramiennych, torebki stawowej i otaczających ścięgien. Liczne włókna kolagenowe przebiegają w macierzy chrząstnej/chrząstno-włóknistej, zawierającej drobne ląkuny z chondrocytami. W strukturze obrąbka mogą występować także nieliczne włókna elastyny. Unaczynienie obrąbka pochodzi od rozgałęzień tętnicy nadłopatkowej, tętnicy okalającej łopatkę oraz tętnicy tylnej okalającej ramię, dochodzących do obrąbka od strony przyczepu torebkowego oraz od okostnej łopatkki. Naczynia te odżywiają głównie obwodową strefę obrąbka, sporadycznie dochodzą do części środkowej. Wraz z wiekiem unaczynienie obrąbka (podobnie jak łąkotek) zmniejsza się^(3,4). W dolnej połowie, zarówno w części przedniej, jak i tylnej, obrąbek stanowi przedłużenie chrząstki stawowej panewki z przejściową strefą chrząstno-włóknistą. Z tego też względu wykazuje on wyraźnie ograniczoną ruchomość. Zarysy obrąbka w tej części są zwykle lekko zaokrąglone, choć istnieje duża zmienność anatomiczna w zakresie kształtu obrąbka⁽⁵⁾. Dlatego nawet nieregularny zarys obrąbka od strony stawu nie powinien być traktowany bezwzględnie jako objaw patologiczny. W górnej połowie obrąbek ma nieco mniej zbitą strukturę włóknistą, luźniejszy przyczep panewkowy i jest wobec tego bardziej mobilny. Na przekroju poprzecznym obrąbek ma kształt przypominający łąkotkę stawu kolanowego. Z obrąbkiem w części górnej łączy się ściśle ścięgno głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia (przyczepiające się, poza obrąbkiem, także do guzka nadpanewkowego łopatkki), tworząc wspólny kompleks obrądkowo-ścięgniasty, stanowiący przeplatające się włókna kolagenowe obu struktur⁽³⁾. Na poziomie fuzji ze ścięgnem głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia między obrąbkiem a brzegiem panewki występuje niewielki zachyłek maziowy (zachyłek podobrądkowy)^(1,5). Poniżej – w strefie przednio-górnej – występuje niekiedy zupełny brak połączenia obrąbka z panewką (otwór podobrądkowy), z obecną komunikacją stawu z zachyłkiem podłopatkowym⁽¹⁾. Może występować także odcinkowy brak obrąbka w połączeniu z obecnością pogrubiałego więzadła obrądkowo-ramiennego środkowego (kompleks Buforda)⁽⁶⁾.



Ryc. 1. Schemat kompleksu torebkowo-więzadłowo-obrądkowego ze stożkiem rotatorów ramiennej. Gl – panewka, L – obrąbek, LHB – ścięgno głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia, więzadła obrądkowo-ramienne (SGHL – górne, MGHL – środkowe, IGHL – dolne), CHL – więzadło kruczo-ramienne, CAL – więzadło kruczo-barkowe, Sub – mięsień podłopatkowy, Sup – mięsień nadgrzebieniowy, Is – mięsień podgrzebieniowy, TM – mięsień obły mniejszy (dzięki uprzejmości: Michael Stadnick, Radsourc)

Fig. 1. A scheme of the capsular-ligamentous-labral complex with the rotator cuff of the shoulder. Gl – the glenoid, L – the labrum, LHB – the tendon of the long head of the biceps brachii muscle; the superior – SGHL, middle – MGHL, and inferior – IGHL glenohumeral ligaments, CHL – the coracohumeral ligament, CAL – the coracoacromial ligament, Sub – the subscapularis muscle, Sup – the supraspinatus muscle, Is – the infraspinatus muscle, TM – the teres minor muscle (courtesy of: Michael Stadnick, Radsourc)

of negative intra-articular pressure, which is essential for joint stability^(1,2). Histologically, the glenoid labrum is composed of fibrocartilaginous tissue with a varied course of collagen fibers, mainly in a circular arrangement, reinforced in the external zone by fibers from the glenohumeral ligaments, joint capsule and surrounding tendons. Numerous collagen fibers run through the fibrocartilaginous matrix, containing small lacunae with chondrocytes. There may also appear a few elastin fibers within the glenoid labrum. The labrum is vascularized by branches of the supra-



Ryc. 2. Topograficzny podział obrąbka panewkowego na 6 stref⁽⁸⁾
Fig. 2. The topographical division of the glenoid labrum into 6 areas⁽⁸⁾

Obwodowa część obrąbka łączy się z torebką stawową i więzadłami obrąbkowo-ramiennymi, tworząc jednostkę anatomiczno-czynnościową, zwaną kompleksem torebkowo-więzadłowo-obrąbkowym⁽¹⁾. Przyczep torebki stawowej w części przedniej wykazuje pewną zmienność anatomiczną. Mniej więcej w połowie przypadków przednia torebka stawowa przyczepia się bezpośrednio do obrąbka stawowego i przyległej części panewki. W pozostałych przypadkach przyczep torebki stawowej w części przedniej znajduje się za obrąbkiem na szyjce łopatki (najczęściej w odległości do 1 cm od brzegu panewki, rzadko bardziej przyśrodkowo). Torebka w części tylnej jest zwykle zespolona z obrąbkiem^(2,5,7,8). Z obrąbkiem stawowym łączą się także więzadła obrąbkowo-ramienne. Więzadło obrąbkowo-ramienne górne (SGHL) przyczepia się zwykle do obrąbka górnego i częściowo do guzka nadpanewkowego łopatki. Więzadło obrąbkowo-ramienne środkowe (MGHL) przyczepia się na poziomie lub tuż poniżej przyczepu więzadła górnego w różny sposób: albo do panewki, albo do obrąbka, ewentualnie może posiadać wspólne odejście z więzadłem górnym. Niekiedy MGHL może być bardzo prominentną strukturą (jak w kompleksie Buforda), zdarzają się też przypadki, w których nie stwierdza się obecności tego więzadła⁽⁵⁾. Więzadło obrąbkowo-ramienne dolne (IGHL) jest utworzone przez dwa pasma – przednie i tylne – posiada wyraźny przyczep obrąbkowy i panewkowy i stanowi istotne wzmocnienie torebki stawowej⁽¹⁾.

W celach topograficznych obrąbek stawowy dzieli się na pewne strefy. Najczęściej stosuje się dwie alternatywne metody – jedną bazującą na tarczy zegarowej z podziałem na 12 stref obrąbkowych, drugą bardziej uproszczoną i znajdującą zasto-

scapular, the circum-scapular, and the posterior circumflex arteries, which reach it from the capsule and the periosteum near the bony attachment. These vessels mainly supply the peripheral area of the glenoid labrum, while the vascularization of its middle part is rather poor. Similarly to menisci the vascularization of the glenoid labrum decreases with age^(3,4). In its inferior half, both in the anterior and posterior parts, the labrum forms a continuation of the joint cartilage of the glenoid, with a transitional fibrocartilaginous zone. This explains the significantly limited mobility of this part of labrum. The outline of the labrum in this part is usually slightly rounded, although there exist variable anatomic variants in the shape of the labrum⁽⁵⁾. Therefore, even irregular contours of the labrum should not be primarily considered pathological. On the other hand, the superior half of the glenoid labrum has a slightly less dense fibrous structure, a looser bony attachment, and is thus more mobile. In the transverse section, the labrum has a shape resembling the meniscus of the knee joint. In its superior half, the glenoid labrum becomes firmly attached to the tendon of the long head of the biceps (which also attaches to the supraglenoid tubercle of the scapula), forming a common biceps-labral complex with the interweaving of collagen fibers of both structures⁽³⁾. At the level of fusion of both structures, between the labrum and the glenoid rim, there exists a small synovial recess (sublabral recess)^(1,5). In the anterosuperior area, there may be a complete discontinuity between the labrum and the glenoid (sublabral foramen), so that the joint communicates with the subscapularis recess⁽¹⁾. There may also be a lack of anterosuperior labrum combined with a cordlike thickening of the medial glenohumeral ligament (Buford complex)⁽⁶⁾.

The peripheral part of the glenoid labrum connects to the joint capsule and the glenohumeral ligaments, to form an anatomical-functional unit, called the labral capsular ligamentous complex⁽¹⁾. The glenoid attachment of the anterior joint capsule exhibits certain anatomical variants. In more than 50 percent of cases, the anterior capsule attaches directly to the labrum and the adherent part of the glenoid. In the remaining cases, the insertion of the anterior capsule is located beyond the labrum, on the scapular neck (usually within 1 cm from the edge of the glenoid, rarely more medially). The posterior capsule is usually attached directly to the glenoid labrum^(2,5,7,8). The glenohumeral ligaments also join the glenoid labrum. The superior glenohumeral ligament (SGHL) usually inserts to the superior part of the labrum and partially to the supraglenoid tubercle of the scapula. The middle glenohumeral ligament (MGHL) attaches

sowanie w codziennej praktyce – z podziałem na 6 stref⁽⁹⁾ (ryc. 2). Obie skale są generalnie bardzo zbliżone i wyróżniają (idąc od góry do przodu i do dołu, zgodnie z ruchem wskazówek zegara dla strony prawej i przeciwnie do ruchu wskazówek zegara dla strony lewej):

- strefę obrąbka górnego (między godziną 11. a 1.);
- przednio-górnego (między godziną 1. a 3. dla strony prawej i 11. a 9. dla strony lewej);
- przednio-dolnego (między godziną 3. a 5. dla strony prawej i 9. a 7. dla strony lewej);
- dolnego (między godziną 5. a 7.);
- tylnio-dolnego (między godziną 7. a 9. dla strony prawej i 5. a 3. dla strony lewej);
- tylnio-górnego (między godziną 9. a 11. dla strony prawej i 3. a 1. dla strony lewej).

Czasami dzieli się dodatkowo obrąbek w górnej części na: górno-przedni oraz górno-tylny, a w dolnej części – na dolno-przedni i dolno-tylny. Ma to większe znaczenie w przypadku obrąbka górnego ze względu na jego częstsze uszkodzenia (typu SLAP). Izolowane uszkodzenia obrąbka w części dolnej są niezwykle rzadkie. Można stosować także jeszcze bardziej uproszczony opis topograficzny obrąbka stawu ramiennego z podziałem na cztery strefy (kwadranty): przednio-górną, przednio-dolną, tylnio-dolną i tylnio-górną⁽¹⁰⁾. Podział ten może być wykorzystywany w diagnostyce niestabilności przedniej i tylnej stawu ramiennego, natomiast nie jest satysfakcjonujący w przypadku klasyfikacji uszkodzeń górnej części obrąbka.

Głównym badaniem obrazowym stosowanym do oceny obrąbka stawu ramiennego oraz więzadeł jest rezonans magnetyczny (RM), najlepiej z dostawowym podaniem środka paramagnetycznego (artrografia RM)^(2,5-7,11). Opcjonalnie wykorzystuje się także artrografię tomografii komputerowej (artro-TK)⁽⁶⁾. Dane z piśmiennictwa oraz kilkuletnie osobiste doświadczenia autora wskazują, że także ultrasonografia (USG) może być przydatna w ocenie obrąbka stawowego^(10,12-15). Ultrasonografię powszechnie stosuje się w diagnostyce różnych patologii okolicy barku od wielu lat, a jej rola systematycznie wzrasta wraz z ciągłym postępem technologicznym tej metody obrazowania⁽¹⁶⁻¹⁸⁾. Badanie USG ma niekwestionowane znaczenie zwłaszcza w diagnostyce patologii mięśni stożka rotatorów. Włączenie do zakresu rutynowego badania USG barku oceny obrąbka stawu ramiennego uczyniłoby zatem całe badanie jeszcze bardziej kompleksowym, ukierunkowującym dalsze postępowanie diagnostyczno-terapeutyczne.

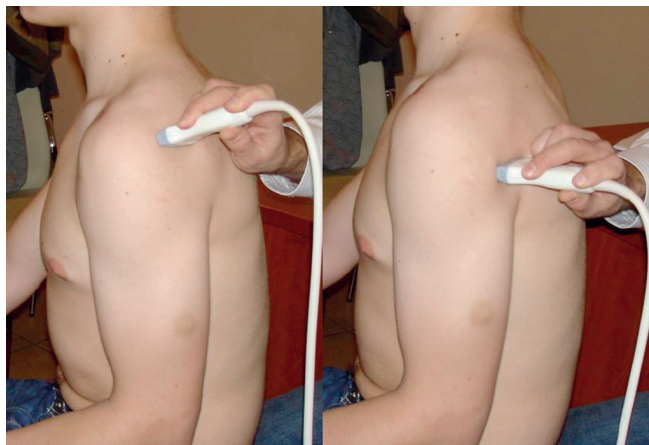
at the level of the SGHL insertion or right below it, either to the glenoid, the labrum, or has a common origin with the SGHL. Sometimes the MGHL may be a very prominent structure (as in the Buford complex), but there are also cases in which this ligament is completely missing⁽⁵⁾. The inferior glenohumeral ligament (IGHL) consists of two bands – the anterior and posterior, has distinct attachments to the labrum and the glenoid, and significantly reinforces the joint capsule⁽¹¹⁾.

To better describe the location of lesions, the glenoid labrum is usually being divided into certain zones. There are two main alternative mapping methods used for this purpose. One is based upon a clock face with 12 zones of the labrum, whereas the simpler and more practical second method, divides the labrum into 6 zones⁽⁹⁾ (fig. 2). Both scales are quite similar to each other and both distinguish the following labral zones (going from superior to inferior anteriorly, clockwise for the right side, and counterclockwise for the left):

- the superior labrum (between 11 and 1 o'clock);
- the anterosuperior labrum (between 1 and 3 o'clock for the right shoulder, while between 11 and 9 o'clock for the left one);
- the anteroinferior labrum (between 3 and 5 o'clock for the right shoulder, while between 9 and 7 o'clock for the left one);
- the inferior labrum (between 5 and 7 o'clock);
- the posteroinferior labrum (between 7 and 9 o'clock for the right shoulder, while between 5 and 3 o'clock for the left one);
- the posterosuperior labrum (between 9 and 11 o'clock for the right shoulder, while between 3 and 1 o'clock for the left one).

Sometimes the labrum's superior half is further divided into superoanterior and superoposterior parts, while the inferior half into inferoanterior and inferoposterior parts. This subdivision has more relevance for the superior labrum which is more frequently injured (SLAP type injuries), whereas injuries to the inferior labrum alone are extremely rare. An even simpler topographical description divides the labrum into 4 zones (quadrants): the anterosuperior, anteroinferior, posteroinferior and posterosuperior ones⁽¹⁰⁾. This classification may be used in diagnosing anterior and posterior instability of the shoulder, but is insufficient when describing injuries of the superior labrum.

The main imaging modality used to assess the glenoid labrum along with glenohumeral ligaments is mag-



Ryc. 3. Ustawienie głowicy USG do badania obrąbka w części tylnej
Fig. 3. Positioning of the US probe for the evaluation of the posterior part of the labrum

Technika badania i anatomia USG obrąbka stawu ramiennego

Do badania USG obrąbka w stawie ramiennym stosuje się głowicę liniową pracującą w zakresie częstotliwości 6–12 MHz (najlepiej szerokopasmową), zapewniającą odpowiednią rozdzielczość i penetrację na głębokość kilku centymetrów. U chorych otyłych bądź z większą masą mięśniową można też zastosować głowicę o częstotliwości 5–6 MHz (np. typu convex). Niestety, nie zapewnia ona wystarczającej rozdzielczości do oceny niewielkich zmian pourazowych obrąbka. Obrąbek, będący strukturą włóknistą, podlega zjawisku anizotropii, podobnie jak torebka stawowa. Zarówno w części przedniej, jak i tylnej położony jest na głębokości zwykle nieprzekraczającej 4,0–5,0 cm, czasami nawet mniejszej (w praktyce autora 2,5–3,5 cm). Głębokość jest zmienna indywidualnie i zależy od grubości tkanki podskórnej i „mankietu” mięśniowego. Nie jest prawdą, że obrąbek w części przedniej jest znacznie głębiej położony niż w części tylnej, co miałyby go czynić mniej dostępnym dla badania USG, jak sugerują niektórzy autorzy⁽¹⁸⁾. Najczęściej różnica w głębokości położenia nie przekracza kilku milimetrów na niekorzyść obrąbka przedniego, co zdaniem autora nie ma istotnego znaczenia.

Obrąbek w części tylnej

Badanie USG obrąbka w części tylnej przeprowadza się zwykle jednocześnie z oceną mięśnia podgrzebieniowego i obłego mniejszego. Osoba badana siedzi wygodnie na stołku obrotowym, tyłem do osoby badającej. Główną płaszczyzną obrazowania jest płaszczyzna prostopadła do długiej osi ramienia (przekroje

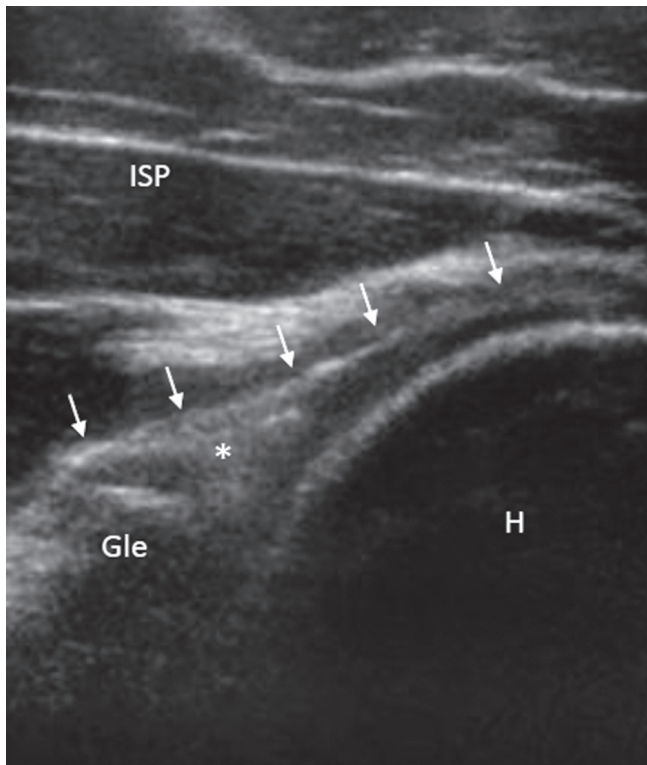
netic resonance (MRI), especially with intra-articular administration of paramagnetic contrast medium (MR arthrography)^(2,5–7,11). Sometimes computed tomography arthrography (CT arthrography) might be an option⁽⁶⁾. Based upon published data, as well as the author's personal experience of several years, ultrasound (US) may also be valuable in the evaluation of the glenoid labrum^(10,12–15). For many years, ultrasound has been widely used for diagnosing various pathologies of the shoulder, and its role is still increasing with further technological progress of this imaging tool^(16–18). The US study has an indisputable role, particularly in diagnosing rotator cuff pathologies. The addition of an assessment of the glenoid labrum to the routine US imaging of the shoulder would make this examination even more complete, and influence further diagnostic-therapeutic proceedings.

Ultrasound anatomy and examination technique of the glenoid labrum

For the US examination of the glenoid labrum, a linear probe with a frequency of 6–12 MHz (the broadband probes are the best) is used, since it provides an appropriate resolution and penetration to the depth of a few centimeters. In obese patients or those with increased muscle mass, a probe of 5–6 MHz frequency (for example the convex type) may be used. Unfortunately, the latter does not provide enough resolution for the evaluation of small post-traumatic changes of the labrum. The glenoid labrum, being a fibrous structure, exhibits the anisotropy phenomenon, as the joint capsule does. Both the anterior and posterior parts of the labrum are located at a depth usually not exceeding 4.0–5.0 cm, sometimes less (between 2.5 and 3.5 cm in the author's experience). This depth varies, depending on the thickness of the subcutaneous fat tissue and the muscle “cuff”. Contrary to the suggestions of some authors⁽¹⁸⁾, it seems not to be true that the anterior part of the labrum is significantly more deeply located than its posterior part, which would make it less accessible for the US study. The difference in depth does not exceed a few millimeters, and has in author's opinion little practical significance.

The posterior part of the glenoid labrum

The US examination of the posterior part of the labrum is usually carried out with the evaluation of the infraspinatus and teres minor muscles. The patient sits comfortably on a rotating chair, with his/her back to the examiner. The main imaging plane is that

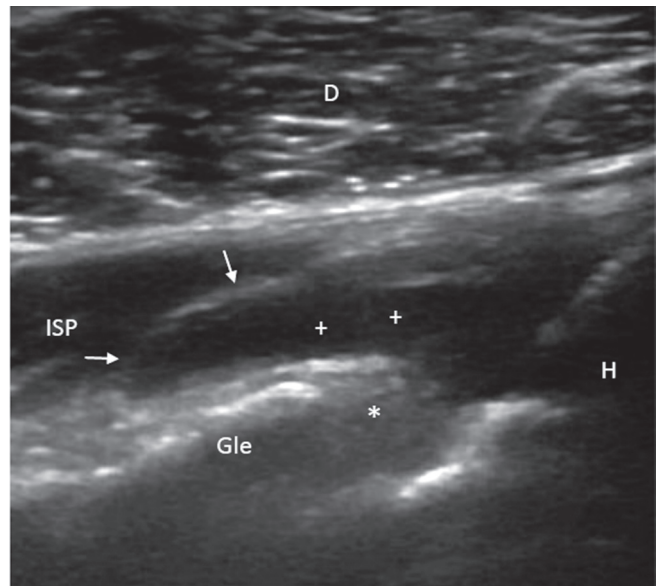


Ryc. 4. Obrąbek w części tylnej stawu ramiennego (*), torebka stawowa (strzałki); H – głowa kości ramiennej, Gle – panewka, ISP – mięsień podgrzebieniowy

Fig. 4. The posterior labrum (*), the joint capsule (arrows); H – the head of the humerus, Gle – the glenoid, ISP – the infraspinatus muscle

osiowe) (ryc. 3). Uwidocznia się zarys tylnej części głowy kości ramiennej oraz panewki. Obrąbek stawowy jest widoczny najczęściej jako echogeniczna struktura trójkątnego kształtu, położona tuż przy brzegu panewki stawowej. Może być lekko zaokrąglony od strony stawu, a nawet płaski, co jest związane ze zmiennością anatomiczną. Do obrąbka dochodzi i przyczepia się torebka stawowa, nad którą znajdują się mięśnie tylnej części stożka rotatorów (ryc. 4).

Obrąbek staramy się zobrazować możliwie w największym zakresie, tj. od poziomu tuż poniżej grzebienia łopatki aż do samego dołu panewki stawowej. Na poziomie grzebienia łopatki obrąbek nie jest dostępny badaniu USG. Ważnym elementem badania jest ocena dynamiczna, polegająca na naprzemiennej rotacji wewnętrznej i zewnętrznej kończyny górnej w pozycji przywiedzenia. Przy rotacji wewnętrznej można zaobserwować napinanie się torebki stawowej z niewielkim pociąganiem obrąbka stawowego, natomiast przy rotacji zewnętrznej torebka stawowa rozluźnia się, zaś obrąbek nieco spłaszcza się i odchyła. W przypadku obecności wysięku w stawie ramiennym podczas rotacji zewnętrznej uwydatnia się zazwyczaj mniej lub bardziej wypełniony zachyłek tylny



Ryc. 5. Uwypuklona torebka stawowa (strzałki) z bezechowym płynem wypełniającym tylny zachyłek stawu (+), nad zarysem zewnętrzną panewki (Gle) i obrąbkiem (*); H – głowa kości ramiennej, ISP – mięsień podgrzebieniowy, D – mięsień naramienny

Fig. 5. The bulging joint capsule (arrows) with anechoic fluid filling the posterior recess of the joint capsule (+), above the external outline of the glenoid (Gle) and the labrum (*); H – the head of the humerus, ISP – the infraspinatus muscle, D – the deltoid muscle

perpendicular to the long axis of the forearm (axial cross-sections) (fig. 3). Both the posterior part of the humeral head and the glenoid rim should be first visualized. The labrum is usually seen as a triangular echogenic structure, located right alongside the edge of the glenoid. It may be slightly rounded from the joint side, or may be flat, which is another anatomic variant. The joint capsule, which lies deep to the tendons of the posterior rotator cuff muscles, attaches to the labrum directly (fig. 4).

The labrum should be scanned as much as possible, from the level right below the scapular spine to the lower edge of the glenoid. The labrum is inaccessible to US imaging at the level of the scapular spine. The dynamic assessment is an important aspect of the US examination, and consists of alternating internal and external rotation of the upper extremity in the adduction position. In internal rotation, the tightening of the joint capsule may be observed, with slight pulling on the glenoid labrum. In external rotation, the joint capsule gets lax, while the labrum becomes slightly flattened and minimally bends in or out. If there is an effusion in the joint, a more or less filled posterior recess of the joint capsule is usually visible during external rotation. It extends medially from the glenoid rim and labrum along the scapular



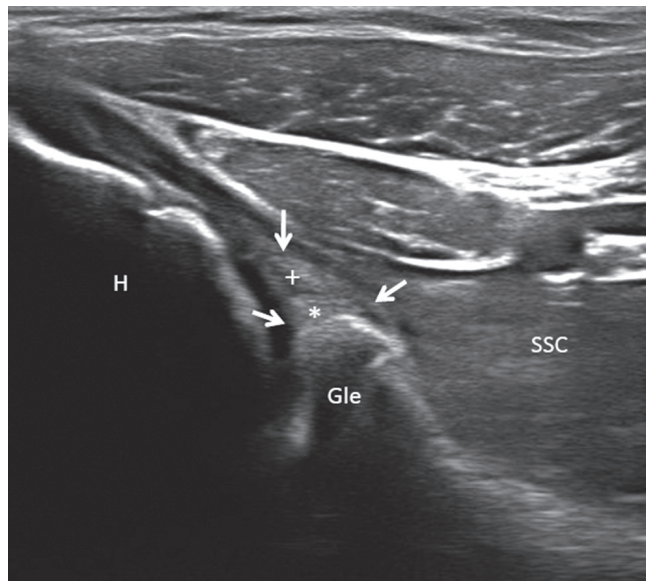
Ryc. 6. Ustawienie głowicy USG do badania obrąbka w części przedniej

Fig. 6. Positioning of the US probe for the evaluation of the anterior labrum

torebki stawowej, sięgający przyśrodkowo od brzegu panewki i obrąbka stawowego (ryc. 5). Jest to miejsce pozwalające na wykrywanie nawet niewielkiej ilości płynu w stawie ramiennym, obecnego w przebiegu chorób tego stawu (drugim takim miejscem jest pochewka ścięgna głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia).

Obrąbek w części przedniej

Badanie USG obrąbka w części przedniej jest nieco trudniejsze i wymaga pewnej wprawy. Badanie najlepiej wykonać u chorego leżącego na wznak, gdyż zapewnia to lepszą stabilizację sondy, szczególnie podczas oceny dynamicznej. Główną płaszczyzną obrazowania jest płaszczyzna prostopadła lub lekko skośna do długiej osi ramienia (przekroje osiowe) (ryc. 6). W badaniu należy uwidocznić przednią część głowy kości ramiennej oraz panewki stawowej. Budowa przedniego kompleksu torebkowo-obrąbkowego jest bardziej złożona, dlatego obraz ultrasonograficzny różni się nieco w porównaniu ze stroną tylną. Obrąbek stawowy jest widoczny przy brzegu panewki jako echogeniczna struktura razem z przyległą od strony przedniej torebką stawową, grubszą niż w części tylnej z powodu obecności przedniego pasma więzadła obrąbkowo-ramiennego dolnego (ryc. 7). Echogeniczność torebki jest zbliżona do echogeniczności obrąbka, stąd trudno oddzielić obie struktury, chociaż niekiedy daje się zauważyć w czasie badania dynamicznego niewielki ślizg torebki



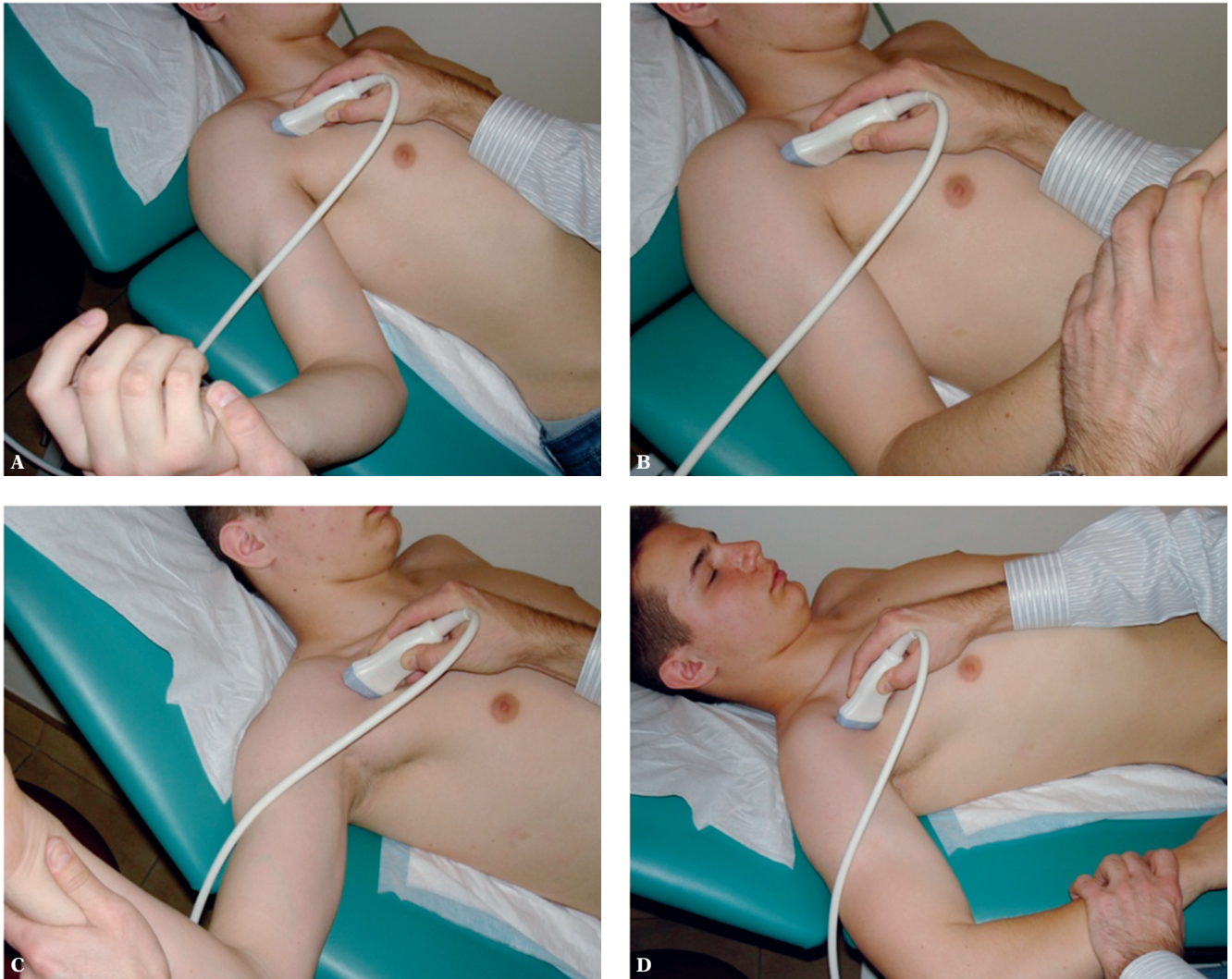
Ryc. 7. Kompleks obrąbkowo-torebkowy w części przedniej stawu ramennego (strzałki): obrąbek (*), przednie pasmo więzadła obrąbkowo-ramiennego dolnego (+), H – głowa kości ramiennej, Gle – panewka, SSC – mięsień podłopatkowy

Fig. 7. The capsular-labral complex in the anterior part of the glenohumeral joint (arrows): the glenoid labrum (asterisk), the anterior band of the IGH (+), H – the head of the humerus, Gle – the glenoid, SSC – the subscapularis muscle

neck (fig. 5). Incidentally, it is possible to visualize even small amounts of fluid in this location in the course of shoulder diseases (a second such place is the tendon sheath of the long head of the biceps).

The anterior part of the glenoid labrum

The US examination of the anterior part of the labrum is somewhat more difficult and requires some practice. It is best to examine the patient in the supine position, as this ensures better stability of the probe, particularly during the dynamic assessment. The main imaging plane is that perpendicular or slightly oblique to the long axis of the arm (axial cross-sections) (fig. 6). Both the anterior part of the humeral head and the glenoid should be visualized. The structure of the anterior capsular-labral complex is more complicated than the posterior equivalent, thus their US image differs. The labrum is visible at the edge of the glenoid as an echogenic structure adjacent to the joint capsule, which is thicker than in the posterior part because of the presence of the anterior band of the IGH (fig. 7). The echogenicity of the joint capsule is similar to that of the labrum, thus it is difficult to differentiate these structures, although sometimes during the dynamic examination the joint capsule may slide against the labrum. Sometimes at the base of the labrum, there may be

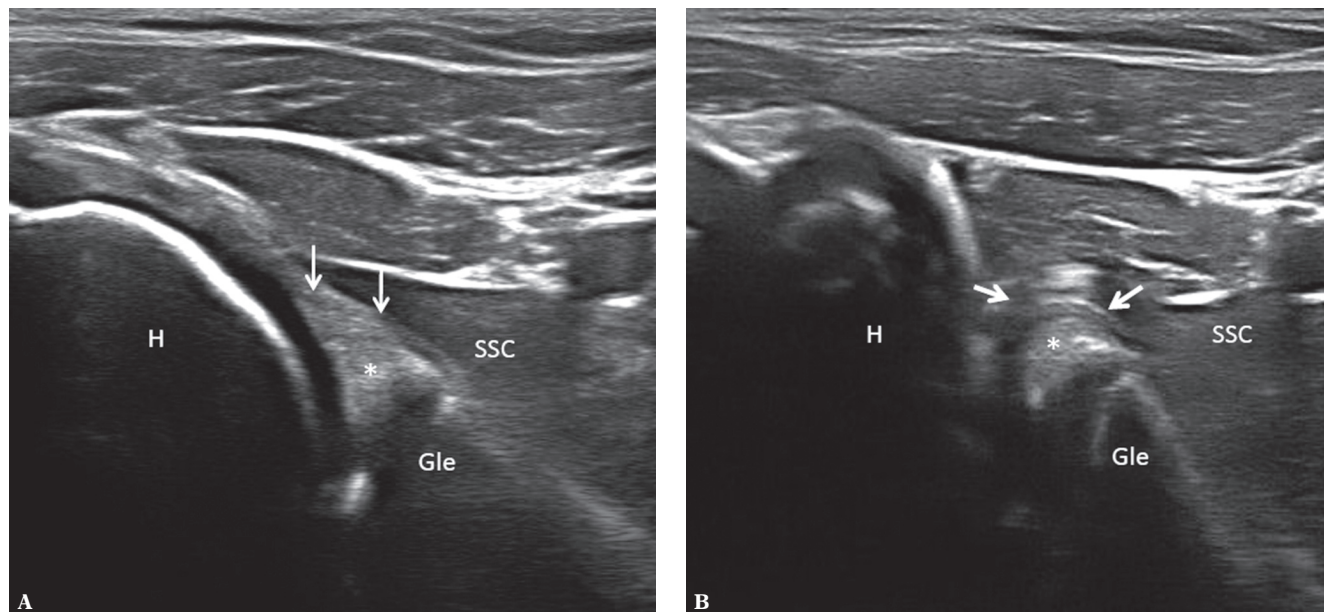


Ryc. 8. Badanie dynamiczne USG obrąbka w części przedniej w pozycji przywiedzenia oraz odwiedzenia kończyny pod kątem 90°, w rotacji zewnętrznej (A, C) i wewnętrznej (B, D)

Fig. 8. The dynamic US examination of the anterior labrum, with the limb in adduction and abduction of 90°, in external rotation (A, C) and internal rotation (B, D). respectively

względem obrąbka. U podstawy obrąbka od strony panewki bywa czasami widoczna niewielka linijna strefa (szerokości <2 mm) o niższej echogeniczności, odpowiadająca przejściowej warstwie chrząstki włóknistej między chrząstką stawową a obrąbkiem. Ocenę obrąbka przedniego powinno się zaczynać możliwie od najwyższej strefy dostępnej badaniu (poniżej wyrostka kruczego łopatki) i kontynuować do dolnej części panewki. W części przednio-górnej obrąbek kształtem i echogenicznością przypomina łąkotki kolana. W badaniu USG nie jest dostępna jego część przednio-górna na poziomie wyrostka kruczego łopatki, z kolei dolna część strefy obrąbka przednio-górnego – mniej więcej od godziny 2./10. – i cały obrąbek przednio-dolny są zwykle dobrze widoczne. Bardzo ważnym elementem badania USG jest ocena dynamiczna, przeprowadzana pod-

recognizable a thin linear area (width <2 mm) of lower echogenicity, which represents the transitional layer of fibrocartilage between the joint cartilage and the labrum. The assessment of the anterior labrum should be started from the highest part visible in the study (just below the level of the coracoid process of the scapula), and continued to the inferior edge of the glenoid. In the anterosuperior part, the labrum's shape and echogenicity are quite similar to the menisci of the knee. The labrum is inaccessible to US imaging at the level of the coracoid process of the scapula, while the lower portion of the anterosuperior (approximately from 2/10 o'clock) and the entire anteroinferior parts of the labrum are usually well visible. As mentioned previously, the dynamic assessment is an important element of the US examination, and is performed during alternate external and inter-



Ryc. 9. Badanie dynamiczne USG obrąbka w części przedniej. W rotacji zewnętrznej (A) widoczne napięcie torebki stawowej (strzałki) z pociąganiem obrąbka (*), w rotacji wewnętrznej (B) dochodzi do rozluźnienia torebki stawowej (strzałki) z zaokrągleniem i niewielkim odchyleniem obrąbka (*); H – głowa kości ramiennej, Gle – panewka, SSC – mięsień podłopatkowy

Fig. 9. The dynamic USG examination of the anterior labrum. In external rotation (A), the tension of the joint capsule is visible (arrows) with the labrum being pulled (*). Whereas in internal rotation (B), the joint capsule gets loosened (arrows) while the labrum gets rounded and slightly deviates (*); H – the head of the humerus, Gle – the glenoid, SSC – the subscapularis muscle

czas naprzemiennej rotacji zewnętrznej i wewnętrznej kończyny górnej w pozycji przywiedzenia oraz w odwiedzeniu 90° (ryc. 8). Przy rotacji zewnętrznej kończyny dochodzi do napięcia torebki stawowej i niewielkiego pociągania obrąbka, zaś przy rotacji wewnętrznej torebka ulega rozluźnieniu. Obrąbek w badaniu dynamicznym zmienia nieznacznie swój kształt. Podczas rotacji wewnętrznej w warunkach prawidłowych można zaobserwować minimalne odchylenie się obrąbka pod naporem głowy kości ramiennej z towarzyszącym fałdowaniem się struktur torebkowo-więzadłowych (ryc. 9). Wspomniany efekt „przyparcia” głowy do obrąbka przy rozluźnionej torebce wykorzystywany jest przez autora do oceny stabilności obrąbka po urazach, inaczej niż to jest podawane w piśmiennictwie, gdzie oceny tej dokonuje się podczas rotacji zewnętrznej^(10,13).

Obrąbek w części dolnej

Badanie USG obrąbka w części dolnej wykonuje się z dostępu pachowego w pozycji leżącej z odwiedzeniem kończyny, obserwując jego obraz w badaniu dynamicznym podczas rotacji zewnętrznej i wewnętrznej (ryc. 10). Od strony dołu pachowego obrąbek położony jest najbardziej powierzchownie. Mimo to ocena dynamiczna obrąbka w części dolnej bywa kłopotliwa ze względu na dość grubą część to-

nal rotation of the upper extremity in the adduction position as well as in 90° abduction (fig. 8). In external rotation the joint capsule gets taut and the labrum slightly pulled, whereas in internal rotation the capsule becomes loosened. The labrum changes its shape insignificantly in the dynamic examination. In normal conditions during internal rotation of the upper limb, a minimal external deviation of the labrum may be noticed, under the pressure of the humeral head, with accompanying creasing of the capsular-ligamentous structures (fig. 9). The aforementioned “pressure” effect of the humeral head on the labrum with loosening of the joint capsule is used by the author to determine labral stability after trauma. This approach differs from those presented in the scientific literature, where such assessment has been performed usually during external rotation^(10,13).

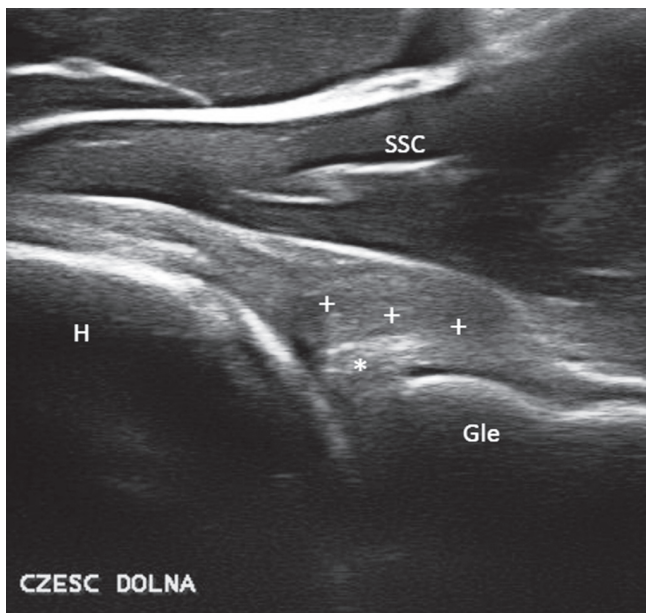
The inferior part of the glenoid labrum

The US examination of the inferior part of the glenoid labrum is performed through the axillary approach with lying patient having the upper limb in abduction. The dynamic component of the study takes place during internal and external rotation (fig. 10). The glenoid labrum is found most superficially from the axillary fossa. Despite this fact, the dynamic assessment of the inferior labrum may be challenging due



Ryc. 10. Badanie USG obrąbka z dostępu od strony dołu pachowego w pozycji odwiedzenia kończyny pod kątem 90° i rotacji zewnętrznej (A) oraz wewnętrznej (B)

Fig. 10. The US examination of the labrum from the axillary fossa approach with the limb in 90° abduction and being externally rotated (A) or internally rotated (B)



Ryc. 11. Obrąbek w części dolnej stawu ramiennego (*), kompleks torebkowo-więzadłowy (+++), H – głowa kości ramiennej, Gle – panewka, SSC – mięsień podłopatkowy

Fig. 11. The inferior labrum (*), the capsular-ligamentous complex (+++), H – the head of the humerus, Gle – the glenoid, SSC – the subscapularis muscle

rebkową całego kompleksu torebkowo-obrąbkowego oraz trudność w uzyskaniu optymalnego przekroju obrazowania (ryc. 11). Izolowane uszkodzenia obrąbka w części dolnej są jednak dużą rzadkością. Czasami od strony dołu pachowego udaje się uwiocznąć zmiany pourazowe dolnego więzadła obrąbkowo-ramiennego (np. uszkodzenia typu HAGL) oraz obecność ciał wolnych w zachyłku pachowym stawu ramiennego.

to the rather thick capsular part of the capsular-labral complex, and difficulties in obtaining an optimal imaging cross-section (fig. 11). However, isolated injuries to the inferior part of the labrum are very rare. Sometimes it is possible to visualize posttraumatic changes of the IGHL (ex. HAGL type injuries) using axillary approach, as well as the presence of loose bodies in the axillary recess of the glenohumeral joint.

The superior part of the glenoid labrum

The US study of the superior part of the labrum is somewhat problematic due to limited access to the parts of the labrum covered by bony structures (the acromion and the clavicle) as well as difficulties in good stabilizing the probe during the dynamic examination. The examination is performed with the patient sitting. The anterior part of the superior labrum (between 12 and 1 o'clock for the right shoulder, and 11 and 12 o'clock for the left one) is usually accessible for the assessment. The probe is applied where a minor depression of tissues is palpated, anterior to the distal part of the clavicle and medial to the anterior part of the acromion (fig. 12 A). This position of the probe should allow for visualization of the humeral head and the upper part of glenoid with adjacent triangular echogenic structure representing the labral-bicipital complex, consisting of the labrum on the bottom and the overlying tendon of the long head of the biceps. Above this complex the anterior part of the tendon/cord tendon-belly of the supraspinatus muscle is present (fig. 13). In the author's experience, the labrum is best visualized with the upper limb internally rotated and adducted (ex. the Middle-

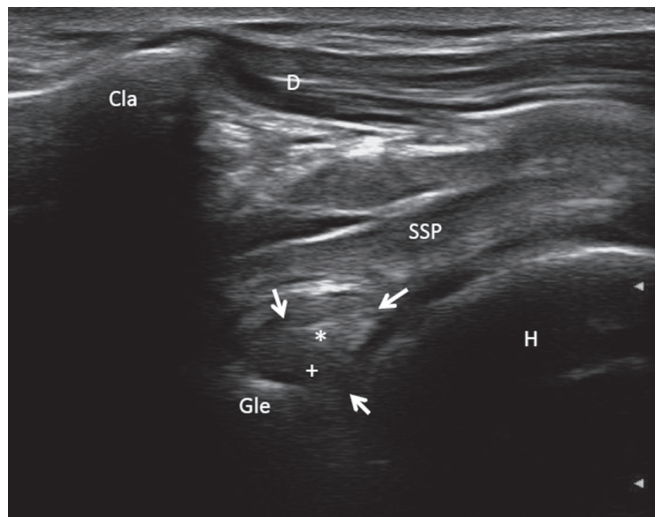


Ryc. 12. Ustawienie głowicy USG do badania obrąbka w części górnej od strony przedniej (A); pozycja kończyny górnej do najlepszego uwidocznienia obrąbka w części górno-przedniej (B)

Fig. 12. Positioning of the US probe for the evaluation of the superior labrum from the anterior aspect (A); the optimal position of the upper limb for visualizing the superoanterior part of the labrum (B)

Obrąbek w części górnej

Badanie USG obrąbka w części górnej bywa problematyczne, przede wszystkim z uwagi na ograniczony dostęp do tej części obrąbka przesłoniętej przez struktury kostne (wyrostek barkowy łopatki i obojczyk) oraz trudności w ustabilizowaniu pozycji sondy podczas oceny dynamicznej. Badanie wykonuje się w pozycji siedzącej. Ocenie dostępna jest zazwyczaj przednia część obrąbka górnego (pomiędzy godziną 12. a 1. dla prawego stawu i między 11. a 12. dla lewego). Sondę przykładają się na poziomie wyczuwalnego palpacyjnie niewielkiego zagłębienia tkanek tuż do przodu od dalszej części obojczyka i przyśrodkowo od przedniej części wyrostka barkowego łopatki (ryc. 12 A). Z takiego przyłożenia głowicy powinno się uwidocznić zarys głowy kości ramiennej oraz górnej części panewki stawowej z echogeniczną strukturą trójkątnego kształtu, odpowiadającą kompleksowi obrąbko-ścięgnistemu – złożonemu z obrąbka od strony dolnej oraz ścięgna głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia od strony górnej. Nad wspomnianym kompleksem powinna być widoczna przednia część ścięgna/rdzenia ścięgniastego – brzośca mięśnia nadgrzebieniowego (ryc. 13). Z doświadczeń autora wynika, że obrąbek można najlepiej uwidocznić w pozycji rotacji wewnętrznej i przywiedzenia kończyny górnej (np. pozycja Middletona/Crassa stosowana do oceny ścięgna mięśnia nad-



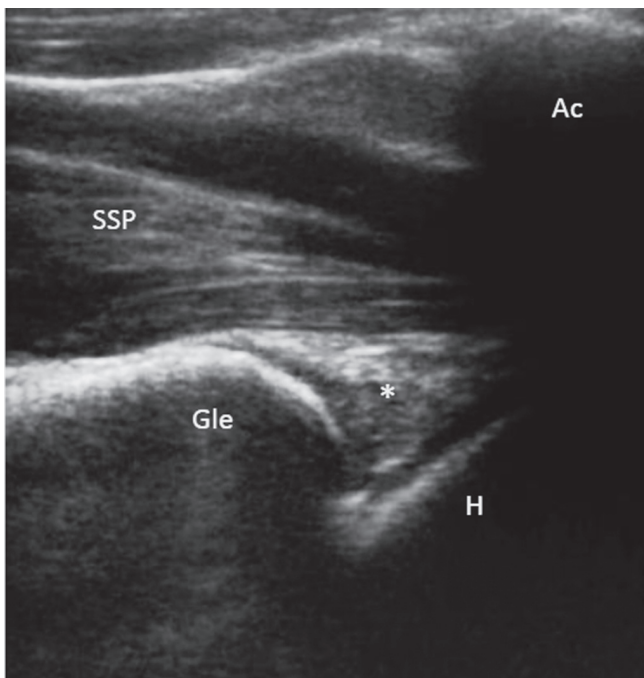
Ryc. 13. Kompleks obrąbko-ścięgnisty w części górnej stawu ramennego (strzałki): obrąbek (+), ścięgno głowy długiej mięśnia dwugłowego ramienia (*), H – głowa kości ramiennej, Gle – panewka, Cla – cień akustyczny końca barkowego obojczyka, SSP – ścięgno/brzusiec mięśnia nadgrzebieniowego, D – mięsień naramienny

Fig. 13. The labral-bicipital complex in the superior part of the glenohumeral joint (arrows): the labrum (+), the tendon of the long head of the biceps (*), H – the head of the humerus, Gle – the glenoid, Cla – the acoustic shadow of the clavicle, SSP – the tendon/belly of the supraspinatus muscle, D – the deltoid muscle



Ryc. 14. Ustawienie głowicy USG do badania obrąbka w części górnej od strony tylnej (A); pozycja kończyny górnej do badania dynamicznego (B)

Fig. 14. Positioning of the US probe for the evaluation of the superior labrum from the posterior aspect (A); the positioning of the upper limb for the dynamic examination (B)



Ryc. 15. Obrąbek w górnej części stawu ramiennego od strony tylnej: obrąbek (*), Gle – panewka, H – głowa kości ramiennej, Ac – cień akustyczny wyrostka barkowego łopatk, SSP – mięsień nadgrzebieniowy

Fig. 15. The superior labrum from the posterior aspect: the labrum (*), Gle – the glenoid, H – the head of the humerus, Ac – the acoustic shadow of the acromion, SSP – the supraspinatus muscle

grzebieniowego) (ryc. 12 B). Po uwidocznieniu obrąbka wykonuje się następnie badanie dynamiczne, polegające na naprzemiennych ruchach rotacji kończyny w pozycji przywiedzenia i odwiedzenia,

ton/Cross position used to assess the tendon of the supraspinatus muscle) (fig. 12 B). After the labrum is identified, the dynamic examination is performed, relying on alternating rotations of the limb in adduction and abduction, while trying to maintain the US probe stable. The structures are also evaluated during passive pulling of the upper limb downward.

In a favorable configuration of the acromion and in slender subjects, the posterior part of the superior labrum may also be imaged at 11 o'clock (for the right shoulder) and 1 o'clock (for the left). The probe is positioned right behind the clavicle, medial to the acromion of the scapula (fig. 14 A). The outlines of the superior part of the glenoid and the labrum should be visualized, as well as a small part of the humeral head that is not covered by the acoustic shadow of the acromion. Above these described structures, the supraspinatus muscle is found (fig. 15). The dynamic examination relies on external and internal rotation of the limb in 90° abduction (fig. 14 B). The US examination in this region is also used for diagnosing an internal posterosuperior glenoid impingement of the shoulder.

Summation

The diagnostics of injuries to the glenoid labrum and the capsular-ligamentous complex of the glenohumeral joint, aside from the clinical assessment, is mainly based upon the MRI, especially after intra-articular contrast administration (MR arthrography).

starając się cały czas utrzymywać stabilnie sondę USG. Przeprowadza się także ocenę podczas biernego pociągania kończyny ku dołowi.

Przy korzystnej konfiguracji wyrostka barkowego i u osób o smukłej budowie można zobrazować także tylną część obrąbka górnego na godzinie 11. (dla strony prawej) i 1. (dla strony lewej). Sondę przykładą się tuż za obojczykiem przyśrodkowo od wyrostka barkowego łopatki (ryc. 14 A). Należy uwidocznić zarys górnej części panewki stawowej z obrąbkiem oraz niewielką część głowy kości ramiennej, nieprześloniętą przez cień akustyczny wyrostka barkowego łopatki. Nad opisywanymi strukturami znajduje się mięsień nadgrzebieniowy (ryc. 15). Ocena dynamiczna polega na rotacji zewnętrznej i wewnętrznej kończyny górnej w pozycji odwiedzenia 90° (ryc. 14 B). Badanie w tej okolicy jest wykorzystywane także w diagnostyce ultrasonograficznej wewnętrznego konfliktu tylnego w stawie ramiennym.

Podsumowanie

Diagnostyka uszkodzeń obrąbka oraz kompleksu torebkowo-więzadłowego stawu ramiennego opiera się w praktyce, poza oceną kliniczną, głównie na badaniu RM, zwłaszcza po dostawowym podaniu środka kontrastowego (artrografia RM). Jak przedstawiono w niniejszej pracy, obrąbek jest w dużym zakresie dostępny do oceny także w badaniu USG. Tym samym może to być wartościowa metoda w diagnostyce jego patologii, co zostanie przedstawione w II części pracy.

Piśmiennictwo/References

1. Di Giacomo G, Pouliart N, Constantini A, De Vita A: Atlas of Functional Shoulder Anatomy. Springer-Verlag, Rzym 2008: 110.
2. Van der Woude HJ, Vanhoenacker FM: MR arthrography in glenohumeral instability. *JBR-BTR* 2007; 90: 377–383.
3. Cooper DE, Arnoczky SP, O'Brien SJ, Warren RF, DiCarlo E, Allen AA: Anatomy, histology, and vascularity of the glenoid labrum. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74: 46–52.
4. Prodromos CC, Ferry JA, Schiller AL, Zarins B: Histological studies of the glenoid labrum from fetal life to old age. *J Bone Joint Surg*, 1990; 72-A: 1344–1348.
5. Park YH, Lee JY, Moon SH, Mo JH, Yang BK, Hahn SH *et al.*: MR arthrography of the labral capsular ligamentous complex in the shoulder: imaging variations and pitfalls. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175: 667–672.
6. Beltran J, Bencardino J, Mellado J, Rosenberg ZS, Irish RD: MR arthrography of the shoulder variants and pitfalls. *Radiographics* 1997; 17: 1403–1412.
7. Neumann CH, Petersen SA, Jahnke AH: MR imaging of the labral-capsular complex: normal variations. *AJR Am J Roentgenol* 1991; 157: 1015–1021.
8. Mohana-Borges AV, Chung CB, Resnick D: Superior labral anteroposterior tear: classification and diagnosis on MRI and MR arthrography. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 181: 1449–1462.

As this article has shown, the glenoid labrum is also visible in the US study. Therefore, this imaging tool may be valuable in the diagnostics of labral pathologies, which will be presented in part II of the article.

9. Taljanovic MS, Carlson KL, Kuhn JE, Jacobson JA, Delaney-Sathy LO, Adler RS: Sonography of the glenoid labrum: a cadaveric study with arthroscopic correlation. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 174: 1717–1722.
10. Jee WH, McCauley TR, Katz LD, Matheny JM, Ruwe PA, Digneault JP: Superior labral anterior posterior (SLAP) lesions of the glenoid labrum: reliability and accuracy of MR arthrography for diagnosis. *Radiology* 2001; 218: 127–132.
11. De Maeseneer M, Van Roy F, Lenchik L, Shahabpour M, Jacobson J, Ryu KN *et al.*: CT and MR arthrography of the normal and pathologic anterosuperior labrum and labral-bicipital complex. *Radiographics* 2000; 20: S67–S81.
12. Schydrowsky P, Strandberg C, Galatius S, Gam A: Ultrasonographic examination of the glenoid labrum of healthy volunteers. *Eur J Ultrasound* 1998; 8: 85–89.
13. Hammar MV, Wintzell GB, Aström KG, Larsson S, Elvin A: Role of us in the preoperative evaluation of patients with anterior shoulder instability. *Radiology* 2001; 219: 29–34.
14. Sugimoto K: Ultrasonographic evaluation of the Bankart lesion. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13: 286–290.
15. Schydrowsky P, Strandberg C, Galbo H, Krogsgaard M, Jørgensen U: The value of ultrasonography in the diagnosis of labral lesions in patients with anterior shoulder dislocation. *Eur J Ultrasound* 1998; 8: 107–113.
16. Rutten MJ, Jager GJ, Kiemeny LA: Ultrasound detection of rotator cuff tears: observer agreement related to increasing experience. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 195: W440–W446.
17. Martinoli C, Bianchi S, Prato N, Pugliese F, Zamorani MP, Valle M *et al.*: US of the shoulder: non-rotator cuff disorders. *Radiographics* 2003; 23: 381–401.
18. Bianchi S, Martinoli C: Ultrasound of the Musculoskeletal System. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2007: 189.