

УДК 611.727.2:616-073.763.5](045)

Нормальна анатомія плечового суглоба через призму магнітно-резонансної томографії

О. М. Михальченко, В. Г. Євсєєнко, І. М. Зазірний

Клінічна лікарня «Феофанія», Київ, Україна

Magnetic resonance imaging (MRI) is a modern high-tech medical imaging technique which is characterized by the absence of radiation exposure, and is highly effective for the detection of pathology of soft tissue structures of the shoulder joint. Shoulder joint structures in different planes in different types of pulse sequences have differences in the display. Experience of carrying out of such studies in most radiological professionals is slight. In modern orthopedics they use a variety of techniques of arthroscopic treatment of pathology of the shoulder joint and during surgeries they often find its damaged soft tissue structures that are not diagnosed before surgery. Objective: To analyze the imaging features of normal anatomical structures of the shoulder joint in standard MRI procedure. Methods: Based on the analysis of the scientific and methodological literature there was considered the principle of MRI method, its physical properties and peculiarities of the study of the bone-joint system, and compared of anatomical structures of the shoulder joint with their display on the MRI slices in three standard planes in normal condition. Results: There was presented generalized description of the anatomical structures of the shoulder joint in normal condition. There were examined and detailed anatomical features of display on the MRI of certain structures of the shoulder joint in normal condition. Conclusions: The correct MRI conclusion is an important criterion for an accurate preoperative diagnosis, which will allow to apply the appropriate method of treatment, to plan the amount of surgery, and to determine the prognosis of the disease. Keywords: shoulder joint, anatomy, radiology, magnetic resonance imaging.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) — современный высокотехнологичный метод медицинской визуализации, который характеризуется отсутствием лучевой нагрузки и является высокоэффективным для выявления патологии мягкотканых структур плечевого сустава. Структуры плечевого сустава в разных плоскостях при различных видах импульсных последовательностей имеют различия в отображении. Опыт проведения таких исследований у большинства специалистов-радиологов незначительный. В современной ортопедии используют множество артроскопических методик лечения патологии плечевого сустава и во время хирургических вмешательств часто обнаруживают повреждения его мягкотканых структур, не диагностированных перед операцией. Цель: проанализировать особенности визуализации анатомических структур плечевого сустава в норме при стандартной процедуре МРТ. Методы: на основе анализа научной и научно-методической литературы рассмотрен принцип метода МРТ, его физические свойства и особенности исследования костно-суставной системы, проведено сравнение анатомических структур плечевого сустава с их отображением на МРТ-срезах в трех стандартных плоскостях в норме. Результаты: представлено обобщенное описание анатомических структур плечевого сустава в норме. Рассмотрены и детализированы анатомические особенности отображения на МРТ определенных структур плечевого сустава в норме. Выводы: правильное МРТ-заключение является важным критерием для постановки точного предоперационного диагноза, что позволит применить адекватный метод лечения, спланировать объем хирургического вмешательства, определить прогноз заболевания. Ключевые слова: плечевой сустав, анатомия, рентгенология, магнитно-резонансная томография.

Ключові слова: плечовий суглоб, анатомія, рентгенологія, магнітно-резонансна томографія

Розвиток спортивної індустрії, популяризація складних видів спорту зумовлюють збільшення кількості травматичних ушкоджень плечового суглоба. Водночас науково-технічний прогрес сприяє суттєвому зменшенню інвазивних методів діагностики, що обумовлює зміну вектора пріоритетних методів

променевої діагностики в бік магнітно-резонансної томографії (МРТ). З появою високопольних магнітно-резонансних томографів (1,5 Т та більше) МРТ демонструє можливості діагностики ушкоджень внутрішньосуглобових структур з високим ступенем відповідності, яка суттєво залежить від

Таблиця

Основні зображення послідовностей

Зважування	TE	TR	Сигнал жиру	Інтенсивність сигналу води	МР-артрографія
T1	Короткий	Короткий	Яскравий	Темний	Яскравий
T2	Тривалий	Тривалий	Яскравий	Яскравий	Сірий
Щільність протонів (PD)	Короткий	Тривалий	Темний	Яскравий	Темний

правильно спланованого дослідження, застосування певних діагностично значимих секвенцій (послідовностей), а також від кваліфікації лікаря-рентгенолога. На жаль, інколи ортопеди-травматологи стикаються із розбіжностями між результатами МРТ та артроскопічною картиною, що призводить до цілої низки проблем, зокрема зміни обсягу операції, необхідності проведення іншого хірургічного втручання, що було не узгоджено з пацієнтом.

Тому особливо важливим є вивчення структурного підходу до МРТ плечового суглоба, роз'яснення та опис усіх анатомічних норм та ознак патологічних змін у внутрішньосуглобових структурах плечового суглоба. Правильний МРТ-висновок є запорукою точно встановленого передопераційного діагнозу, що дозволяє обрати найадекватніший метод лікування, спланувати обсяг хірургічного втручання, визначити прогноз захворювання.

Крім того, з використанням немагнітних матеріалів в артроскопічних втручаннях можливості рентгенологічного методу стали недостатніми для оцінювання оперованого суглоба. МРТ дає змогу візуалізувати кісткові тунелі, локалізувати шурупи та інші матеріали, встановлені під час артроскопічної операції.

Проте можливості методів МРТ-візуалізації в клінічній практиці недостатньо вивчені. Відсутній якісний підхід до проведення дослідження плечового суглоба з використанням оптимальних, стандартизованих протоколів МРТ із роз'ясненням пріоритетності та доцільності застосування певних МРТ-секвенцій, що не дає змогу включити їх у клінічні алгоритми обстеження пацієнтів з травмами плечового суглоба.

Першочерговим завданням у діагностиці травматичної патології плечового суглоба є чітке анатомічне бачення всіх структур плечового суглоба та їх відображення на МРТ. Пропонуємо розглянути всі анатомічні структури плечового суглоба у відображеннях під час виконання МРТ.

Принципи магнітно-резонансної томографії

До переваг МРТ у порівнянні з рентгенографією та комп'ютерною томографією належить відсутнє іонізуюче випромінювання, можливість сканування в декількох незалежних площинах і чітке контра-

тування м'яких тканин. МРТ дає змогу розрізнити відмінності між жиром, зв'язковими структурами, сухожилками, кістковим мозком і рідиною, а також отримати відмінні зображення з високою роздільною здатністю.

Магнітно-резонансне явище пов'язане з атомним ядром. Зазвичай визначаються ядра водню, які входять до складу молекули води. Оскільки наш організм складається на 80 % з води, то кількість атомів водню є найбільшою. Ядро атому водню називається протоном, що обертається навколо своєї осі. Вектори обертання протонів у звичайному стані різнонаправлені. Сильне магнітне поле змінює напрям векторів обертання протонів і вирівнює їх уздовж магнітного поля в паралельному та антипаралельному напрямках. Однак сумарна намагніченість усіх протонів завжди орієнтована уздовж магнітного поля системи. Додаткові градієнтні котушки необхідні для підсилення дії магнітного поля системи, вони мають вплив на якість зображення шляхом локальної зміни магнітного поля так, щоб протони досліджуваної ділянки тіла могли б локалізуватися в тривимірному просторі. Поверхневі (сприймаючі) котушки створені для прийому та передачі електромагнітних хвиль. Важливим є правильне позиціонування поверхневої котушки до магнітного поля системи. За допомогою радіочастотного імпульсу (послідовності) змінюється вектор сумарної намагніченості протонів та відбувається процес їх збудження. Після припинення такого впливу протони повертаються до попереднього положення (релаксація). Усі ці процеси дають певний сигнал, який сприймають котушки і який за допомогою спеціалізованого комп'ютерного забезпечення перетворюється на зображення.

Змінюючи такі показники, як TE (echo time, час ехо) та TR (repetition time, час повторення) під час виконання T1–T2-зважених або «збалансованих» протон-щільносних послідовностей, отримують різні зображення (таблиця).

Порядок виконання МРТ-дослідження плечового суглоба називається протоколом. Для оптимізації якості зображення використовують поняття FOV (field of view, поле огляду). FOV характеризується такими параметрами: товщиною зрізу зображень

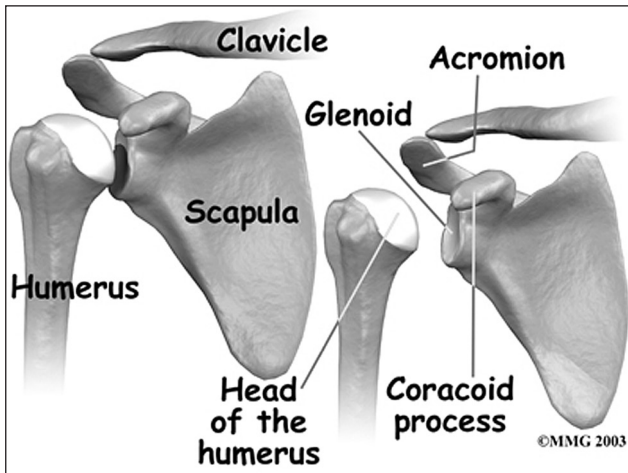


Рис. 1. Кісткові структури плечового суглоба (схематичне зображення) [4]

(3–4 мм) та довжиною ребер (12–16 см) у двох площинах.

Для дослідження плечового суглоба використовують спеціальні поверхневі котушки. Верхню кінцівку розташовують у нейтральному або злегка ротіваному назвнн положенні. Середня тривалість МРТ-дослідження плечового суглоба становить близько 25–45 хв.



Рис. 2. Рентгенограми плечового суглоба в прямій проекції [5]

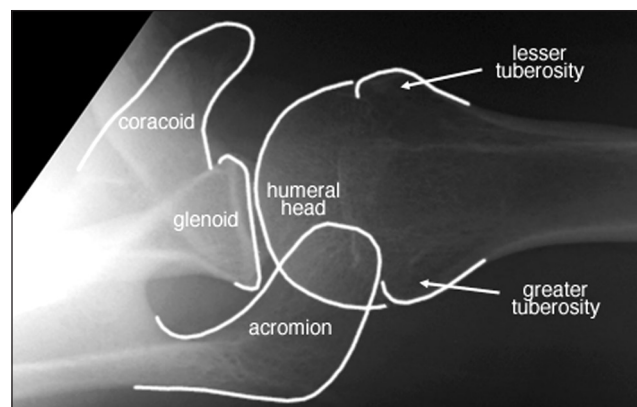
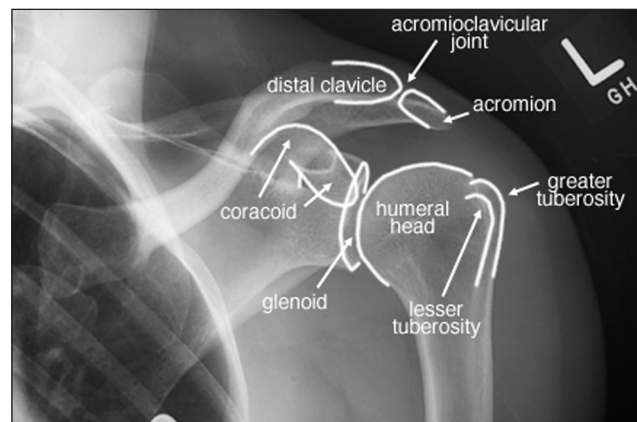


Рис. 3. Рентгенограми плечового суглоба в аксіальній проекції [5]

Анатомія плечового суглоба

Кістки, які формують плечовий суглоб

Кістки, які формують плечовий суглоб (ПС): лопатка, а саме її гленоїдальна западина (*glenoid*) та два відростки — дзьобоподібний (*p. coracoidalis*) і надплечовий (*acromion*), ключиця (надплечовий кінець), головка плечової кістки (рис. 1).

Надплечовий кінець ключиці та *acromion* формують надплечово-ключичний суглоб, гленоїдальна западина та головка плечової кістки — плечо-лопатковий (ПлС).

Важливим для аналізу змін у суглобі є визначення співвідношень між кістковими компонентами, виявлення кісткових ушкоджень. Зазвичай, для оцінювання змін кісток, які формують ПС, використовують рентгенографію в прямій (рис. 2) та аксіальній (рис. 3) проекціях, інколи V-подібну проекцію (рис. 4). Існують анатомічні особливості, які можуть сприяти розвитку того чи іншого травматичного ушкодження структур ПС [3, 18]. Розрізняють анатомічні варіанти співвідношень кісткових структур за формою надплечового відростка, кутом його нахилу в сагітальній та фронтальній площинах, положенням головки плечової кістки в ПлС (рис. 5).

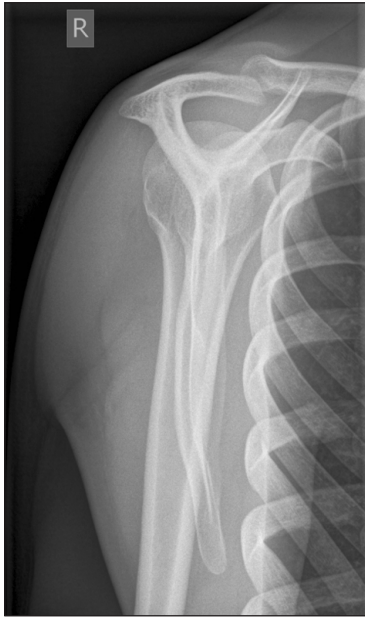


Рис. 4. Рентгенограма правого плечового суглоба, V-подібна проекція

Важливо також звертати увагу на гленоїдальну западину лопатки, яка разом з іншими структурами відповідає за стабільність у ПС. Лише 1/6 суглобової поверхні головки плеча контактує з суглобовою поверхнею лопатки, а інша з капсулою суглоба. Під час інтерпретації досліджень потрібно визначати ступінь дисплазії суглобової поверхні лопатки (рис. 6).

Сухожилки та м'язи плечового суглоба

Оскільки м'якотканинні структури практично не візуалізуються за допомогою рентгенограм та враховуючи низьку роздільну здатність за КТ, МРТ вважають інформативнішим методом дослідження. На думку більшості фахівців, МРТ є «золотим» стандартом у діагностиці ушкоджень м'якотканинних структур [18].

М'язи ротаторної манжети плеча (РМП) беруть участь у рухах, але їх основною функцією є утримання головки плечової кістки в суглобовій западині

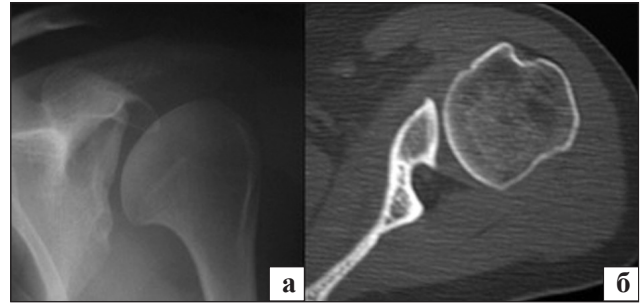


Рис. 6. Пацієнт В., 43 р., гіпоплазія гленоїдальної западини та головки плечової кістки: а) рентгенограма в прямій проекції; б) комп'ютерна томографія, аксіальний зріз

шляхом компресії і стабілізації ПЛС так, що головні м'язи, які забезпечують рухи в суглобі, функціонують без суттєвої дислокації головки плечової кістки до суглобової западини. Збільшення рухів призводить до дії зсувних сил на суглоб, тому може виникати зміщення головки плечової кістки та імпіджмент (стискання) нею м'язів і сухожилків РМП. Надостовий м'яз (*m. supraspinatus*) разом з середньою порцією дельтоподібного (*m. deltoideus*) допомагає відводити плече, головним завданням його при цьому є утримання головки плечової кістки в центрі суглобової западини. Підостовий (*m. infraspinatus*) і малий круглий (*m. teres minor*) м'язи обертають плече назовні і також протидіють дислокації головки плечової кістки вгору, що важливо для її центрування за великих навантажень. У цьому берє також участь підлопатковий м'яз (*m. subscapularis*), який водночас є головним м'язом, що обертає плече досередини.

Ротаторну манжету плеча формують чотири м'язи [17]:

1) підлопатковий починається в однойменній ямці лопатки (*fossa subscapularis*) та прикріплюється до малого горбка плечової кістки (*tuberculum minus*) і гребеня малого горбка. Його функція — обертати плече досередини, повертати його і приводити до тулуба;

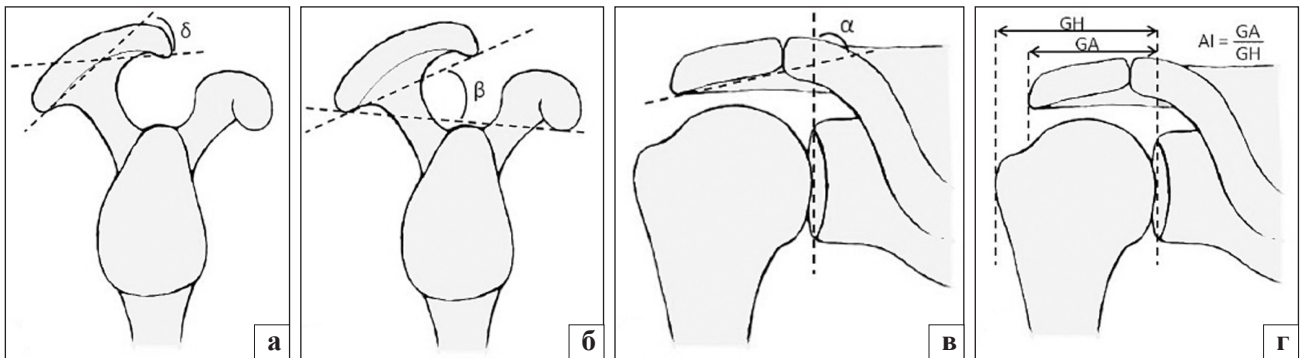


Рис. 5. Схематичне зображення анатомічних варіантів розвитку кісткових структур, які формують ПС: типи надплечового відростка за Bigliani (1986) (а); варіанти його нахилу в сагітальній площині за Kitay (1995) (б) та у фронтальній за Vanas (1995) (в); акроміальний індекс за Neffeler (2006) (г) [8]

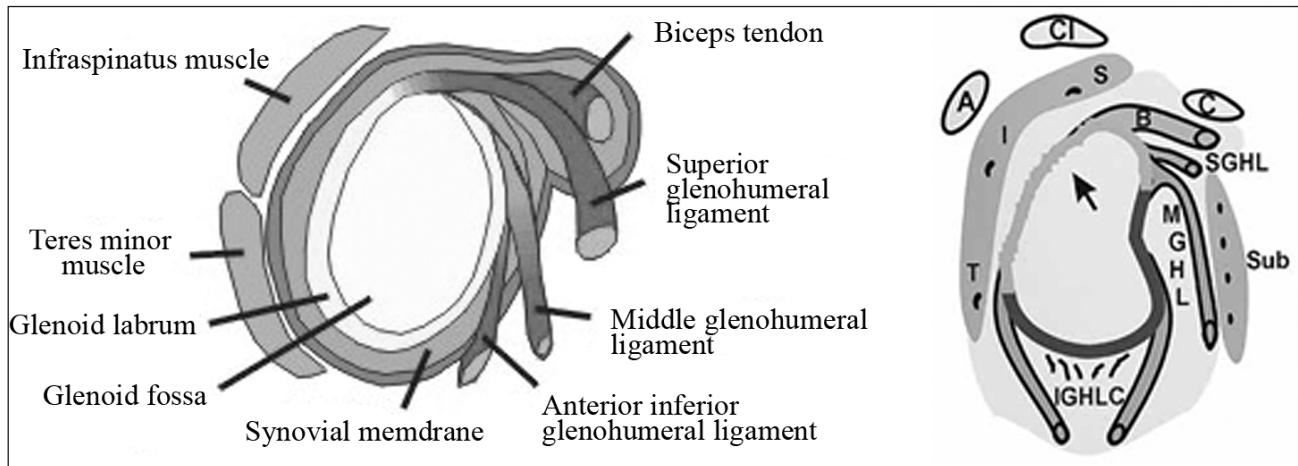


Рис. 7. Схематичне зображення зв'язок плечового суглоба [19]

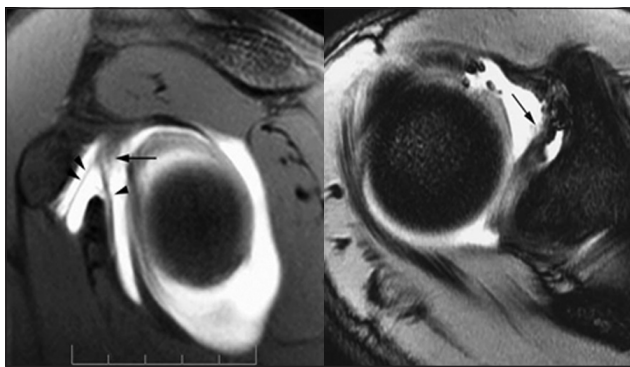


Рис. 8. Пацієнт І., 46 років. Верхня плечосуглобова зв'язка (SGHL), Cor T1 Fs, Ax T1 Fs із внутрішньосуглобовим введенням контрастного препарату

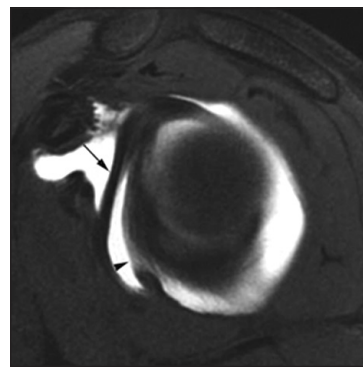


Рис. 9. Пацієнт І., 46 років. Середня плечосуглобова зв'язка (MGHL), Cor T1 Fs із внутрішньосуглобовим введенням контрастного препарату

2) надостовий починається у надостовій ямці лопатки. Він відводить плече за умов нерухливої лопатки, є синергістом дельтоподібного м'яза, відтягує капсулу суглоба вгору, запобігає її защемленню;

3) підостовий знаходиться у підостовій ямці лопатки, разом із надостовим і малим круглим м'язами прикріплюється до великого горбка плечової кістки (*tuberculum majus*);

4) малий круглий починається від тильної поверхні лопатки (*facies dorsalis*).

Функція підостового та малого круглого м'язів, як і всіх м'язів РМП, — це стабілізація плеча, його відведення та зовнішня ротація [2].

Окрім м'язів та сухожилків, що формують РМП, важливу роль у стабілізації ПС відіграє сухожилок довгої головки двоголового м'яза плеча (ЛНВТ), який починається з верхнього краю суглобової западини лопатки, проходить через ПС під РМП і далі до горбистості променевої кістки (*tuberositas radii*) повз дельтоподібну горбистість (*tuberositas deltoidea*) [2].

Інші зв'язки є дрібнішими структурами, однак також мають важливе значення для нормального функціонування ПС. Дзьобо-плечова зв'язка (*lig.*

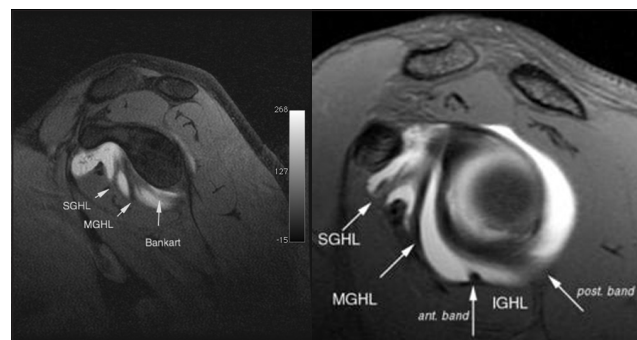


Рис. 10. Нижня плечосуглобова зв'язка (IGHL) [13]

coracohumeral), яка починається від зовнішнього краю дзьобоподібного відростка і влітається в капсулу ПС на рівні великого горбка плечової кістки, має медіальний та латеральний пучок. Крім того, є ще три плечосуглобові зв'язки: верхня, середня та нижня (*lig. glenohumeral* *superior*, *medium*, *inferior* — SGHL, MGHL, IGHL), які прикріплюються з одного боку до анатомічної шийки, з іншого — до суглобової губи (рис. 7–11) [6, 11]. Сухожилок довгої головки двоголового м'яза плеча, ДГДМП (ЛНВТ), має важливі анатомо-фізіологічні аспекти для

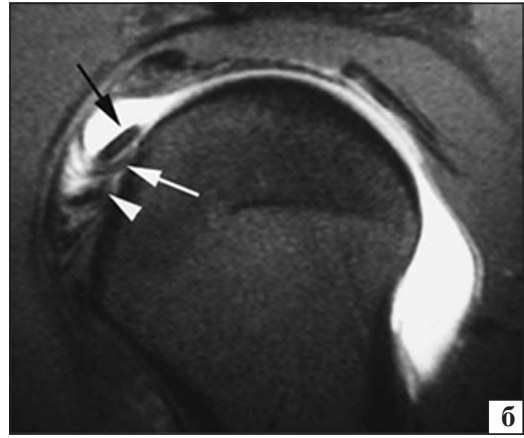
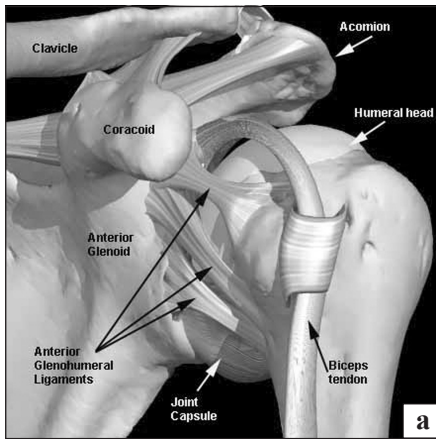


Рис. 11. Схематичне зображення сухожилків LHBT, SGHL MGHL на рівні міжротаторного інтервалу [7] (а) та МРТ-зрізи SagT1Fs пацієнта Ф., чорна стрілка — LHBT, біла стрілка — SGHL, головка білої стрілки — CHL (б)

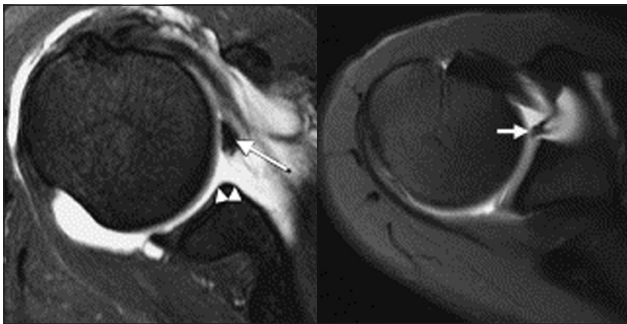


Рис. 12. Пацієнт Р., Ax T1 Fs з контрастом. Бафорт-комплекс, головками стрілок вказано недорозвинену суглобову губу, стрілкою — шнуроподібну MGHL

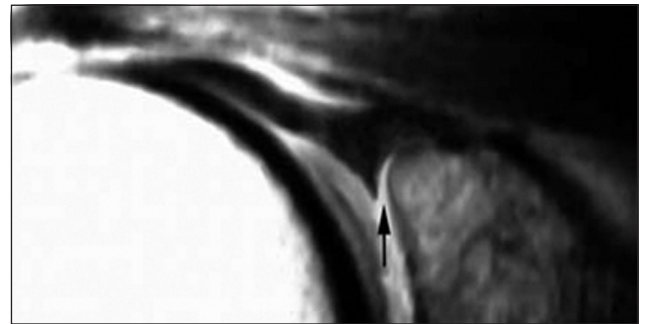


Рис. 14. Пацієнт Г., Cor T1Fs артрографія, стрілкою вказана щілина між суглобовою губою та гленоїдальною западиною (менісковий тип фіксації)

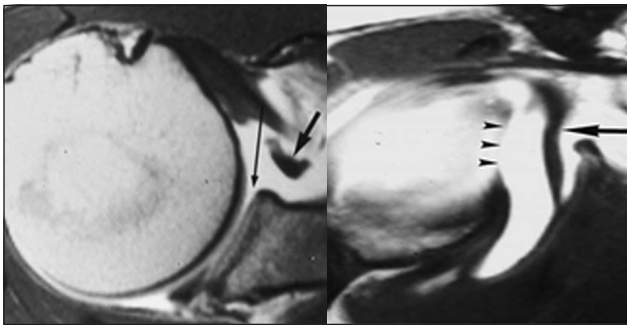


Рис. 13. Пацієнт Р., Ax T1 Fs, Sag T1 Fs з контрастом, бафорт-комплекс

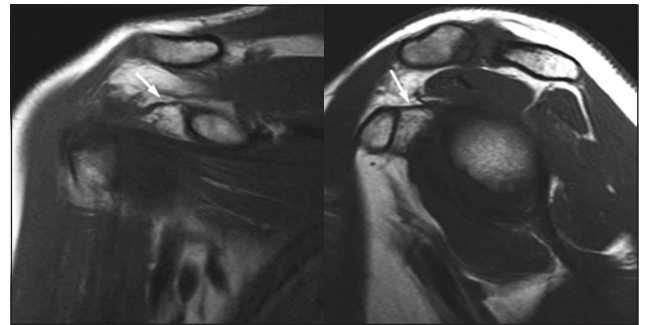


Рис. 15. Пацієнт Ж., Cor T1, Sag T1, стрілкою вказано дзьобоплецеву зв'язку

інтерпретації можливих патологічних змін. Існують варіанти прикріплення ДГДМП до суглобової поверхні лопатки та верхньої частини суглобової губи.

Бафорт-комплекс (рис. 12, 13) — це відносна недостатність передньої частини суглобової губи на ділянці між 12 та 3 годинами, поєднана з шнуроподібною середньою плечосуглобовою зв'язкою, трапляється в 0,5–1,5 % пацієнтів [6, 18, 20].

У місці прикріплення до суглобової западини та суглобової губи сухожилок ДГДМП може бути фіксованим як за суглобової губою, так і вплетеним

волокнами в неї. Окремий тип фіксації — менісковий (рис. 14) — може симулювати ушкодження суглобової губи в передньо-верхньому відділі [18].

На рівні головки плечової кістки в міжгорбковій борозні сухожилок ДГДМП утримується завдяки дзьобоплецевій зв'язці (її медіального пучка), верхній плечосуглобовій, а також поперечній зв'язці плеча (*lig. transversal*) (рис. 15, 16) [17].

Суглобова капсула — тонка еластична структура, яка охоплює ПС та прикріплюється до анатомічної шийки плечової кістки і навколо гленоїдальної западини на лопатці [1, 10] (рис. 17).

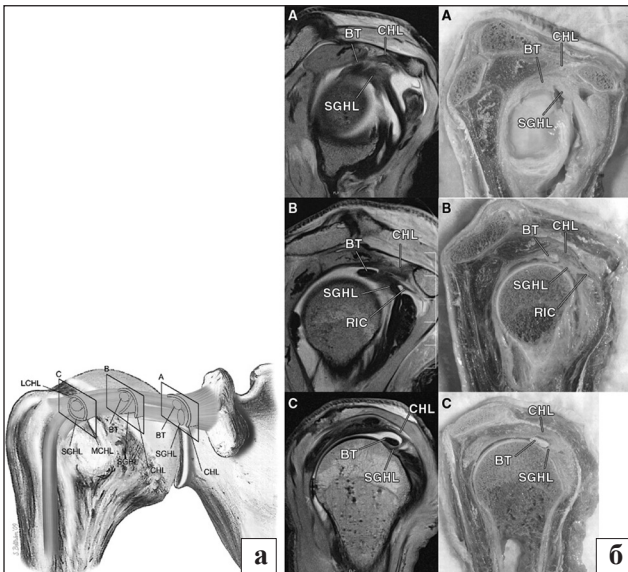


Рис. 16. Схематичне зображення сухожилка ДГ ДМП на рівні міжротаторного інтервалу та в міжгорбковій борозні (а) та МРТ-зрізи в Sag T1 Fs та анатомічний препарат плечового суглоба в розрізі на відповідних зрізах [14] (б)

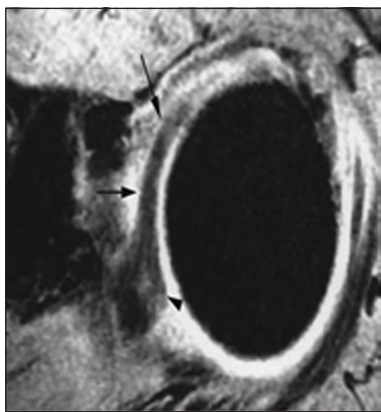


Рис. 17. Пацієнт І, 36 років, МРТ лівого плечового суглоба, Ax T1Fs, стрілками вказана капсула суглоба

Великий та малий горбки плечової кістки розташовані поза порожниною суглоба. Досередини та донизу лінія прикріплення капсули до плечової кістки лежить значно нижче, біля хірургічної шийки. У результаті утворюється пахвовий закуток (*recessus axillaris*), який своєю верхівкою обернений до *fossa axillaris*. Він тісно пов'язаний з чотиристороннім отвором (*for. quadrilaterum*) і прилягає до пахвового нерва (*n. axillaris*) та задньої огинальної артерії плеча (*a. circumflexa humeri posterior*). *Recessus axillaris* — найбільший об'ємний простір ПС, проекція якого визначається точкою, розташованою на 4 см нижче заднього кута надплечового відростка по вертикальній лінії, котра проведена через кут надплечового відростка та задній край дельтоподібного м'яза. На 6 см нижче по цій же лінії проектується *n. axillaris* [10].

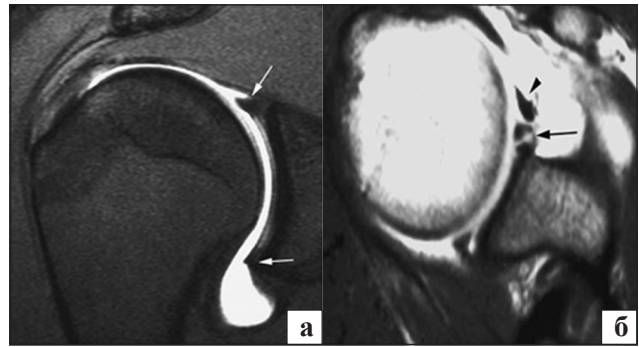


Рис. 18. МРТ-зображення: а) нормальна суглобова губа (верхня, нижня), корональна T1-33 FS артрограма з контрастом; б) *sublabral foramen*. Аксіальна T1-33 FS артрограма з контрастом; середня плечосуглобова зв'язка (MGHL) — головка стрілки [10]

Суглобова капсула як місточок перекидається через міжгорбкову борозну (*sulcus intertubercularis*), утворюючи міжгорбкову сухожилкову піхву, що, в свою чергу, містить сухожилок ДГ ДМП. Між шийкою лопатки та сухожилком підлопаткового м'яза розташовується *bursa m. subscapularis subtendinea*, яка з'єднується з порожниною суглоба.

Суглобова губа — анатомічна структура ПЛС, умовно розділена на верхню та нижню, передню та задню частини [10, 12, 17, 18]. Суглобова губа — це волокниста структура, яка оточує краї суглобової поверхні лопатки, збільшуючи глибину суглобової ямки, а отже, забезпечує кращу стабільність ПС. Проте важливішою її функцією є кріплення плечових зв'язок і сухожилка ДГ ДМП. Класично суглобову губу описують як гладку, з трикутними передніми і задніми клинами структуру, яку добре видно на аксіальних та корональних МРТ-зображеннях (рис. 18, а), хоча іноді край верхньої губи може бути сплосченим.

У літніх людей у результаті дегенерації верхня губа може стати меншою, з нечітким контуром. Інтенсивність МР-сигналу повинна бути низькою на всіх імпульсних послідовностях. Однак у разі виконання послідовності з малим TE (час ехо) частина верхньої губи може стати гіперінтенсивною, коли кут орієнтований на 55° відносно основного магнітного поля (так званий «магічний» кут) [17]. Іноді можна побачити проміжок (отвір) між нормальною верхньою губою і краєм суглобової поверхні лопатки (*sublabral foramen*) (рис. 18, б).

Додатковими структурами ПС є суглобові сумки [16]. Над великим горбком плечової кістки міститься піддельтоподібна синовіальна сумка (*bursa subdeltoidea*), а під надплечовим відростком — піднадплечова (*bursa subacromialis*). Ці сумки є найбільшими в тілі людини, вони рідко сполучаються

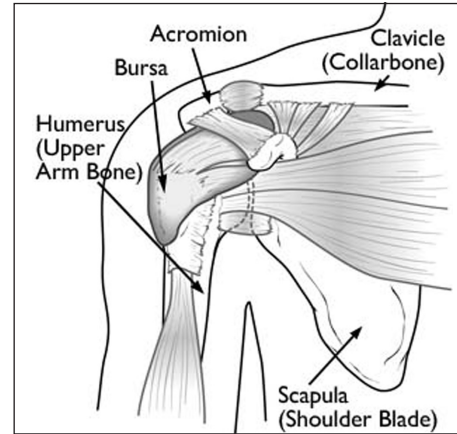
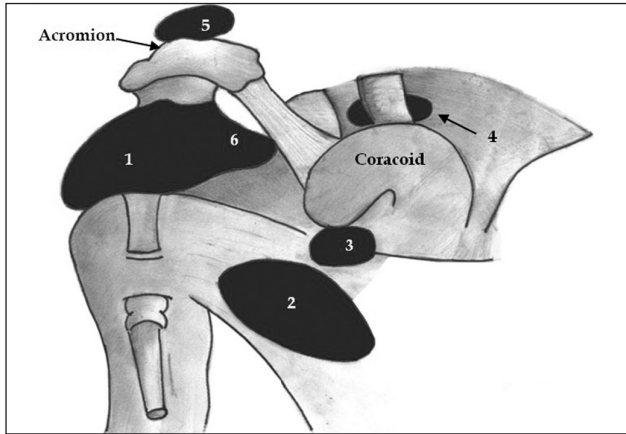


Рис. 19. Схематичне зображення суглобових сумок плечового суглоба: 1) піддельтоподібна (*subdeltoid bursa*), 2) підлопаткова (*subscapular*), 3) піддзьобоподібна (*subcoracoid*), 4) дзьобо-ключична (*coracoclavicular*), 5) надплечова (*supra-acromial*), 6) підплечова (*subacromial bursa*) [9]

між собою та відмежовані від порожнини суглоба (рис. 19).

Піднадплечова сумка розміщена в піднадплечовому просторі, а піддельтоподібна, відповідно, піддельтоподібним м'язом. Піднадплечова суглобова сумка щільно прилягає до окістя нижнього краю надплечового відростка, дзьобо-надплечових зв'язок та верхньої частини сухожилка надостьового м'яза.

Піддельтоподібна сумка глибоко опускається вздовж внутрішнього краю дельтоподібного м'яза до місця прикріплення останнього до плечової кістки.

Піддзьобоподібна суглобова сумка (*subcoracoid bursa*) розміщена між сухожилками підлопаткового (*m. subscapularis*), дзьобо-плечового *m. coracobrachialis* і короткої головки двоголового м'яза плеча (*m. biceps brahii*). Такий варіант буває в 97 % випадків, інколи відмічають зв'язок піддзьобоподібної сумки з піддельтоподібною (11 % випадків) [18]. У нормі піддзьобоподібна сумка не повинна з'єднуватись з порожниною ПЛС та підлопатковою сумкою (*bursa subscapularis*). Остання є не зовсім відмежованою структурою від порожнини ПЛС. Вона розміщена між нижньою порцією сухожилка підлопаткового м'яза та передньою поверхнею лопатки. За допомогою отвору Weitbrecht вона з'єднується з порожниною плечового суглоба. Також існує менш відомий отвір Rouviere під середньою плечосуглобовою зв'язкою, за допомогою якого сумка також з'єднана з порожниною ПС. Підлопаткова сумка захищає сухожилок підлопаткового м'яза. У ній часто виявляють рідину та вільні остеохондральні тіла.

Підостьова суглобова сумка (*bursa infraspina-tus*) маленька за розмірами, вона рідко визначається між сухожилком підостьового м'яза і лопаткою, що не зв'язується порожниною ПС [16].

Висновок

Підсумовуючи викладене, підкреслимо, що головним під час планування обстеження пацієнта лікар-клініцист повинен враховувати можливості рентгенологічного методу та МРТ. Лікар-рентгенолог має бути обізнаним з цими видами досліджень, знати всі анатомічні варіанти та можливі причини хибно-позитивних та хибно-негативних результатів під час проведення МРТ, що унеможливить незадовільний результат лікування пацієнта.

Список літератури

1. Дибенко К. А. Анатомія людини / К. А. Дибенко, А. К. Коломійцев, Ю. Б. Чайковський. — Київ: [Б. В.], 2004. — 276 с.
2. Долгополов О. В. Хірургічне лікування ушкоджень ротаторної манжети плеча: автореф. дис. ... канд. мед. наук: спец. 14.01.21 «Травматологія та ортопедія» / О. В. Долгополов. — К., 2003. — 26 с.
3. Синельников Р. Д. Атлас анатомії человека. В 4 томах / Р. Д. Синельников, Я. Р. Синельников. — 7-е изд., перераб. — М.: Медицина, 1996. — Т. 1. — С 82–85, 186–212, 248–263.
4. A patient's guide to shoulder anatomy [Електронний ресурс] / ed. P. Kiritsis. — Режим доступу: <http://www.kneeandshouldersurgery.com/shoulder-disorders/shoulder-anatomy.html>.
5. An introduction to snow sports injuries and safety [Електронний ресурс] / ed. M. Langran. — Режим доступу: <http://www.ski-injury.com/specific-injuries/shoulder>.
6. Arthur E. Athletic training and sports medicine / E. Arthur, M. Ellison. — NorthMichigan: American academy of orthopedic surgeons, 1991. — P. 189–220.
7. Assessment and management of the painful shoulder [Електронний ресурс] / J. T. Mazzara. — Режим доступу: http://www.orthoontheweb.com/shoulder_pain.asp.
8. Correlation of acromial morphology with impingement syndrome and rotator cuff tears / M. Balke, C. Schmidt, N. Dedy [et al.] // Acta Orthopaedica. — 2013. — Vol. 84(2). — P. 178–183.
9. Hirji Z. I. Imaging of the bursae / Z. I. Hirji, J. S. Hunjun, H. N. Choudur // J. Clin. Imaging Sci. — 2011. — Vol. 1. — article 22.
10. Kwak S. M. Anatomy, anatomic variations, and pathology of

- the 11- to 3-o'clock position of the glenoid labrum: findings on MR arthrography and anatomic sections / S. M. Kwak, R. R. Brown, D. Resnick // *AJR*. — 1998. — Vol. 171. — P. 235–238.
11. McCauley T. R. Normal and abnormal glenoid labrum: assessment with multiplanar gradient-echo MR imaging / T. R. McCauley, C. F. Pope, P. Jokl // *Radiology*. — 1992. — Vol. 183. — P. 35–37.
 12. Neer C. S. Anterior acrioplasty for chronic impingement syndrome in the shoulder / C. S. Neer // *Bone Joint Surg Am*. — 1972. — Vol. 54. — P. 41–50.
 13. Normal glenohumeral ligaments and labrum on sagittal mr arthrogram / *MyPACS.net: radiology teaching files, case 792523* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.mypacs.net/cases/normal-glenohumeral-ligaments-and-labrum-on-sagittal-mr-arthrogram-792523.html>.
 14. Petchprapa C. N. The rotator interval: a review of anatomy, function, and normal and abnormal mri appearance / C. N. Petchprapa, L. S. Beltran, L. M. Jazrawi [et al.] // *Am. J. Roentgenology*. — 2010. — Vol. 195 (3). — P. 567–576.
 15. Petersilge C. A. Normal regional anatomy of the shoulder / C. A. Petersilge, D. H. Witte, B. O. Sewell // *MRI Clin. North. Am.* — 1997. — Vol. 5. — P. 667–681.
 16. Schraner A. B. MR imaging of the subcoracoid bursa / A. B. Schraner, N. M. Major // *AJR*. — 1999. — Vol. 172. — P. 1567–1571.
 17. Stoller D. W. The shoulder / D. W. Stoller, E. M. Wolf // ed. *Magnetic resonance imaging in orthopedics and sports medicine* / D. W. Stoller. — 2nd ed. — Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1997. — P. 511–633.
 18. Stoller D. W. MRI, arthroscopy, and surgical anatomy of the joints / D. W. Stoller. — Philadelphia: Lippincott-Raven, 1999. — P. 1–132.
 19. Visual representation of the joints and their injuries [Электронный ресурс] / E. S. Buescher, G. M. Weber, E. F. Luckstead [et al.]. — Режим доступа: <http://www.jointinjury.com/shoulder/page3.htm>.
 20. Williams M. M. The Buford complex — the cordlike middle glenohumeral ligament and absent anterosuperior labrum complex: a normal anatomic capsulolabral variant / M. M. Williams, S. J. Snyder, D. Buford // *Arthroscopy*. — 1994. — Vol. 10. — P. 241–247.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-598720143113-121>

Стаття надійшла до редакції 28.01.2014

NORMAL ANATOMY OF THE SHOULDER JOINT THROUGH THE PRISM OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING

O. M. Mikhalchenko, V. G. Yevsyeyenko, I. M. Zazirniy

Clinical Hospital «Feofaniya», Kyiv. Ukraine