
Funkcionalna anatomija ramenskega sklepa

Functional anatomy of the glenohumeral joint

Prof. dr. Božena Pejković, dr. med.

Medicinska fakulteta v Mariboru
Anatomski inštitut
Ljubljanska 5
2000 Maribor
E-mail: bozena.pejkovic@uni-mb.si

Izveček

Ramenski sklep (*articulatio humeri, articulatio glenohumeralis*) je, zahvaljujoč svoji morfologiji in ohlapnosti fibrozne ovojnice, najgibljivejši sklep v človeškem telesu.

Strukture, ki fiksirajo sklepne ploskve in stabilizirajo sklep, so mišice, ki s svojimi tetivami tvorijo »rokav« ali »manšeto« okoli sklepa. Poškodba teh mišic je zelo pogosto vzrok sindroma boleče rame. Bolečine v rami lahko povzroča tudi dislokacija tetive dolge glave dvoglave nadlaktne mišice (*m. bicepsa brachii*) iz bicipitalnega sulkusa (*sulcus intertubercularis*).

Abstract

The shoulder joint or the glenohumeral joint is the most mobile joint in human body, due to its morphology and the laxity of its fibrous capsule.

The structures that stabilize the joint are the muscles that, together with their tendons, form a »cuff« around the joint (the so called rotator cuff). Injuries of these muscles are very frequently the cause of sick shoulder syndrome, as well as the dislocation of the long head tendon of the biceps brachii muscle from the intertubercular groove.

Ključne besede:

ramenski sklep, morfologija, rotatorna manšeta, kinetika

Key words

glenohumeral joint, morphology, rotator cuff, kinetics

Uvod

Ramenski sklep (*articulatio humeri, articulatio glenohumeralis*) tvorijo: sklepni ploskvi (*facies articulares*), sklepna špranja (*cavitas articularis*) ter sklepna ovojnica (*capsula articularis*) ki je v posebnem odnosu s tetivo dolge glave dvoglave nadlaktne mišice (*m. biceps brachii*). Sklepna ovojnica je ojačana z ligamenti in mišicami »rotatorne manšete« (1,2,3,4).

Morfologija ramenskega sklepa

Sklepni ploskvi (*facies articulares*)

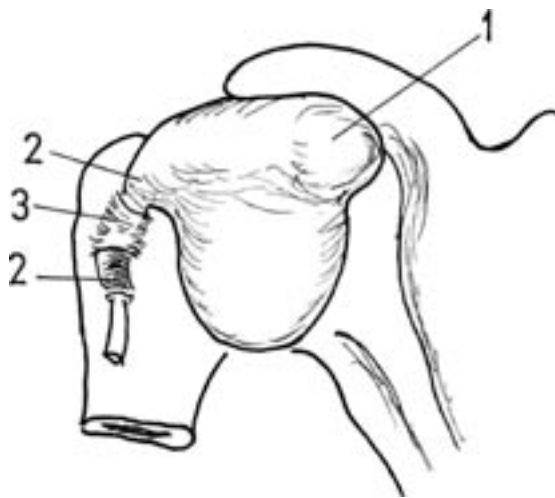
Sklepni ploskvi ramenskega sklepa sta: *caput humeri* in *cavitas glenoidalis scapulae*. Obe kostni formaciji sta obdani s hialinim hrustancem, ki je na glavi nadlahtnice (*humerus*) najdebelejši v središču in se tanjša proti periferiji. Obratno je na glenoidni vdolbini (*cavitas glenoidalis*), kjer se hialini hrustanec tanjša od periferije proti središču.

Glavica nadlahtnice (*caput humeri*) je v obliki polkrogle premera med približno 2,5 - 3cm. Njena konveksiteta je nesorazmerno večja v primerjavi s konkaviteto glenoidne vdolbine (*cavitas glenoidalis*) - zato je slednja formacija poglobljena s fibrozno hrustančnim obročem – *labrum glenoidale*, ki je pritrjen za periferni rob glenoidne vdolbine (*cavitas glenoidalis*). Polna kongruenca sklepnih ploskev se doseže, ko je humerus v abdukciji in lateralni rotaciji.

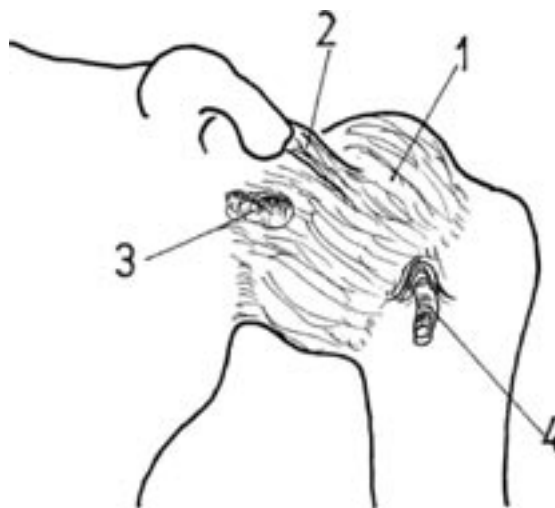
Ko je zgornji ud ob telesu, se sprednji rob glenoidne vdolbine (*cavitas glenoidalis*) projicira na črto, dolgo 3 cm, rahlo konkavno v lateralni smeri. Črta poteka od vrha korakoidnega odrastka skapule (*processus coracoideus scapulae*) navzdol (4). Glava nadlahtnice je v enakem

položaju zgornjega uda orientirana medialno, navzad in navzgor, glenoidna vdolbina (*cavitas glenoidalis*) pa lateralno in navzpred.

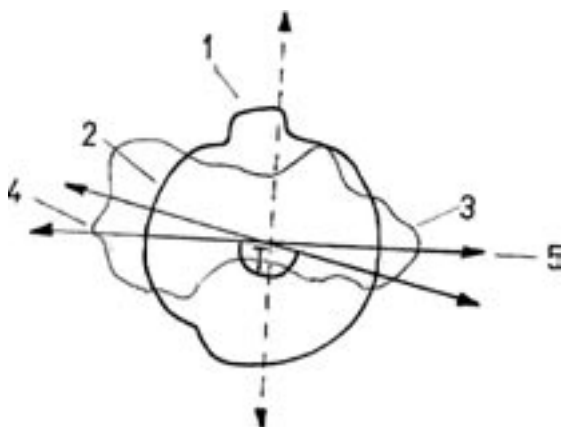
Ko je zgornji ud ob telesu, so vrh akromija (*acromion*), veliki tuberkulum nadlahtnice (*tuberculum majus*) in lateralni epikondil nadlahtnice (*epicondylus lateralis*) približno na isti navpični črti. Najdaljši osi zgornje in spodnje epifize nadlahtnice tvorita pri nižjih sesalcih kot, ki znaša 90°. Pri človeku je zgornja epifiza nadlahtnice zasukana lateralno in je ta kot povečan za 74°. Tako



Slika 2a: Sinovialna ovojnica ramenskega sklepa (*membrana synovialis capsulae articularis*); 1-bursa subscapularis, 2- vagina synovialis intertubercularis, 3- ligamentum transversum humeri



Slika 2b: Fibrozna ovojnica ramenskega sklepa (*membrana fibrosa capsulae articularis*); 1- capsula articularis, 2- lig. coracohumerale, 3- bursa subscapularis (odprtina), 4- vagina synovialis intertubercularis



Slika 1: Kot humeralne torzije (T); 1-tuberculum minus, 2- tuberculum majus, 3- epicondylus medialis, 4- epicondylus lateralis, 5- interepikondilarna črta.

znaša 164°. To je kot »humeralne torzije« (slika 1), ki je pri moških večji kot pri ženskah ter pri odraslih večji kot pri otrocih. Povečuje se do časa zraščanja epifize (5), kar se dogodi približno v dvajsetih letih (ob končanem procesu osifikacije).



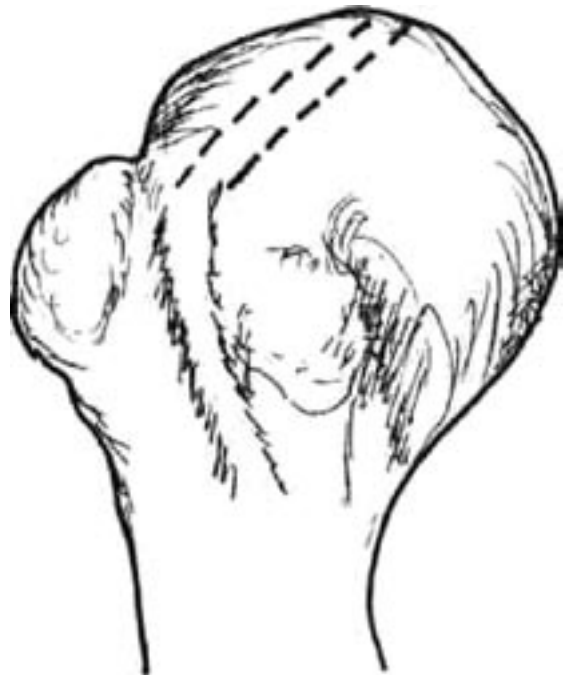
Slika 3: Prirastišča sklepne ovojnice ramenskega sklepa: a) spredaj, b) zadaj.; Membrana synovialis (pikice), membrana fibrosa (tanka črta). BS – bursa subscapularis

Sklepna ovojnica (*capsula articularis*) in sklepna špranja (*cavitas articularis*)

Sklepna ovojnica ima dva lista: notranji (*membrana synovialis*) in zunanji (*membrana fibrosa*) (slike 2a, 2b, 3a, 3b).

Sinovialna ovojnica (*membrana synovialis*) poteka od hrustančnega roba sklepne jamice na lopatici (*labruma glenoidale*) okoli glave nadlahtnice, anteroposteriorno se prirašča na anatomskem vratu nadlahtnice (*collum anatomicum humeri*) in na robu sklepnega hrustanca (*cartilago articularis*) (sliki 3a, 3b). Na medialni strani nadlahtnice sinovialna ovojnica poteka skozi zgornji del bicipitalnega sulkusa (*sulcus intertubercularis humeri*) navzdol (1 cm) do kirurškega vratu (*collum chirurgicum humeri*) – to je notranja ovojnica zgornjega dela tetive (*vagina synovialis intertubercularis*) dolge glave dvoglavne nadlaktne mišice (*m. biceps brachii*) (sliki 2a, 2b). Omenjena notranja ovojnica (*vagina synovialis intertubercularis*) se posteriorno prirašča na dno bicipitalnega sulkusa (*sulcus intertubercularis*) ter na veliki in mali tuberkulum nadlahtnice (*tuberculum majusu*, *tuberculum minusu humerusa*) in na grebene – *crista tuberculi majoris* in *crista tuberculi minoris*.

Sinovialna ovojnica pogosto štrli skozi odprtino na sprednji steni fibrozne ovojnice – *foramen ovale Weitbrechti* in komunicira s sinovialno ovojnico vrečke med vratom lopatice in subskapularno mišico (*m.*



Slika 4a: Supratuberkularni greben humerusa

subscapularis) (sliki 2a, 3a). Ta del sinovialne ovojnice ramenskega sklepa se imenuje tudi subskapularni recessus (*recessus subscapularis*). Položaj komunikacije med sklepno špranjo ramenskega sklepa in subskapularno vrečko je variabilen (6). Horwitz in Tocantins sta našla subskapularno burzo (*bursa subscapularis*) v 66 od 75 ramenskih sklepov. V 49 primerih je bila povezana s sklepno špranjo ramenskega sklepa (7).

Sinovialna ovojnica v nekaterih primerih posteriorno komunicira z vrečko pod tetivo infraspinatne mišice (*m. infraspinatus*).

Fibrozna ovojnica (*capsula fibrosa*) je ohlapna, tanka, prirašča se na robu glenoidne vdolbine (*cavitas glenoidalis*) in fibrozno hrustančnega obroča (*labrum glenoidale*), kjer se združuje s sinovialno ovojnico. Prirastišča na humerusu so skoraj enaka kot so prirastišča sinovialne ovojnice: spodnji podaljšek, ki spremlja *vagino synovialis intertubercularis*, je tanek in se prirašča na velikem in malem tuberkulumu nadlahtnice (slike 2b, 3a, 3b).

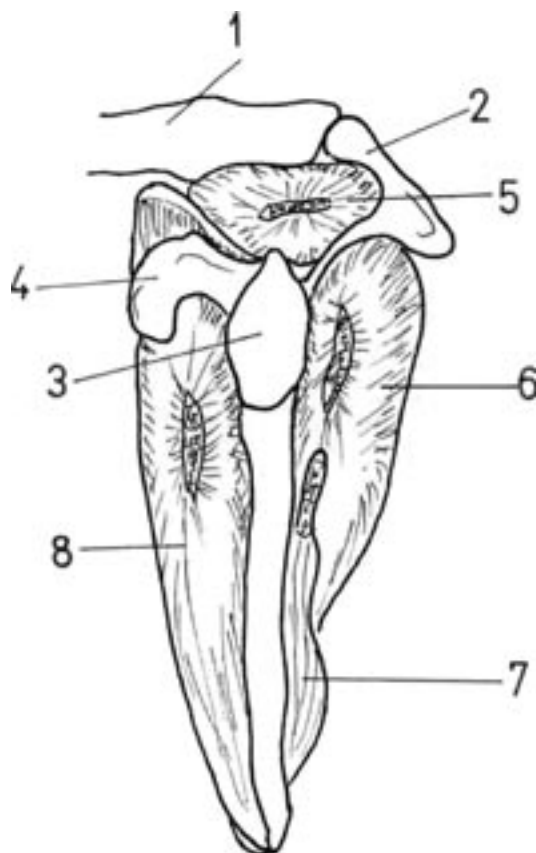
Vezi sklepne ovojnice

Vezi sklepne ovojnice so: *lig. coracohumerale*, *ligg. glenohumeralia superius, medium, inferius*, in *lig. transversum humeri*.

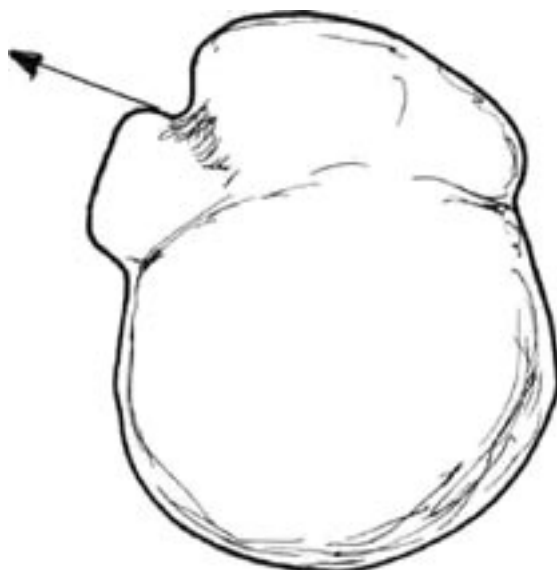
Lig. coracohumerale poteka od korakoidnega odrastka skapule (*processus coracoideus*) do velikega tuberkuluma nadlahtnice (slika 2b). Blizu prirastišča tega ligamenta na korakoidni odrastek lopatice včasih obstaja subkorakoidna burza (*bursa subcoracoidea*).

Glenohumeralni ligamenti (zgornji, sredni in spod-

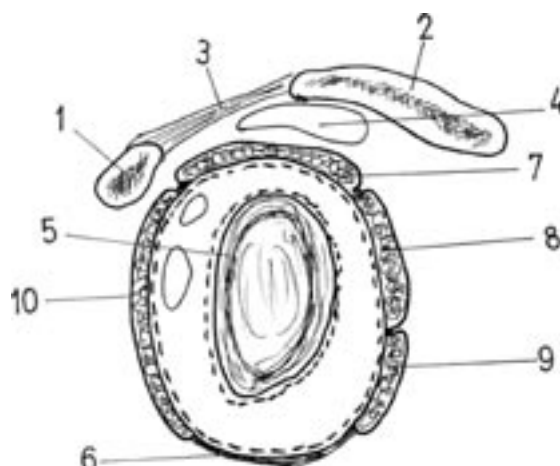
Slika 5: Rotatorna manšeta



Slika 5a: 1-clavicula, 2-acromion, 3-cavitas glenoidalis, 4-processus coracoideus, 5-m. supraspinatus, 6-m. infraspinatus, 7-m. teres minor, 8-m. subscapularis



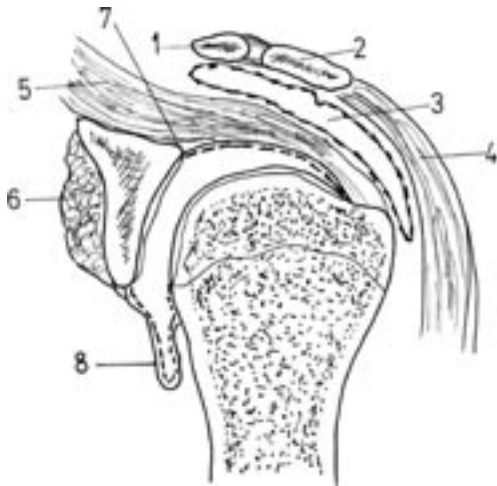
Slika 4b: Kot med medialno steno in dnom bicipitalnega sulkusa (*sulcus intertubercularis*)



Slika 5b: 1-processus coracoideus, 2-acromion, 3-lig. coracohumerale, 4-bursa subacromialis, 5-labrum glenoidale, 6-membrana fibrosa capsulae articularis; membrana synovialis (črtice), 7-m. supraspinatus, 8-m. infraspinatus, 9-m. teres minor, 10-m. subscapularis

nji) se nahajajo na notranji oz. zadnji strani sprednje stene fibrozne ovojnice in jih je možno identificirati, ko se fibrozna ovojnica odpre. *Lig. glenohumerale inferius* je najizrazitejši, čeprav je pogosto prisoten samo kot difuzna zadebelitev fibrozne ovojnice. DePalma in soavtorji (6) so spodnji glenohumeralni ligament našli kot anatomsko dobro definirano formacijo v 54 primerih, kot slabo definirano v 18 primerih, v 24 primerih pa tega ligamenta ni bilo mogoče identificirati. *Lig. glenohumerale inferius* poteka od sredine sprednjega hrustančnega roba sklepne jamice na lopatici (*labrum glenoidale*) do najnižje točke vratu nadlahtnice na medialni strani. *Lig. glenohumerale medium* poteka od zgornjega dela roba glenoidne vdolbine

(*cavitas glenoidalis*) in hrustančnega roba sklepne jamice na lopatici (*labrum glenoidale*) do korena korakoidnega odrastka lopatice (*processus coracoideus*) v bližini supraglenoidnega tuberkuluma (*tuberculum supraglenoidale*) (kjer se prirašča dolga glava dvoglave nadlaktne mišice) in sprednje strani malega tuberkuluma nadlahtnice, kjer se prirašča subskapularna mišica (*m. subscapularis*). Ta ligament je bil dobro anatomsko definiran v 68 primerih, slabo v 16 primerih in v 12 primerih ga ni bilo (6). *Lig. glenohumerale superius* poteka od supraglenoidnega tuberkuluma (*tuberculum supraglenoidale*) vzporedno s tetivo dolge glave dvoglave nadlaktne mišice do zgornjega dela malega tuberkuluma nadlahtnice. Ta ligament je bil prisoten v 94 od 96 primerov (6).

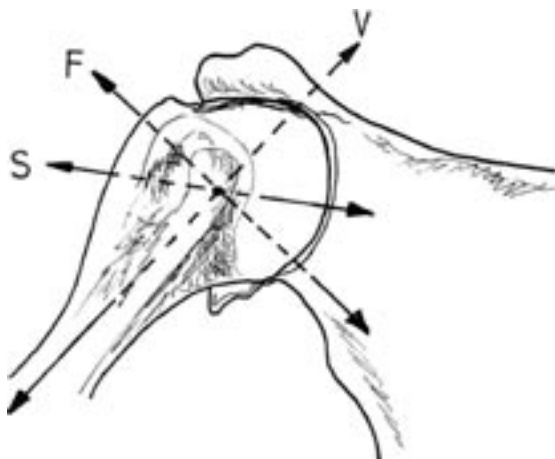


Slika 6: Frontalni prerez skozi ramenski sklep; 1-clavicula, 2-acromion, 3-bursa subacromialis, 4-*m. deltoideus*, 5-*m. supraspinatus*, 6-*m. infraspinatus*, 7-*labrum glenoidale*, 8-*capsula articularis*; *membrana synovialis* (črtice)

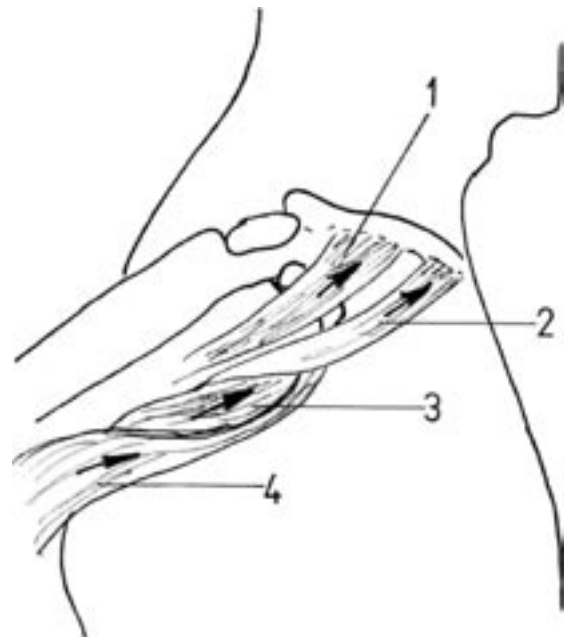
Lig. transversum humeri povezuje *tuberculum majus* in *tuberculum minus* ter poteka po sprednji steni *vagine synovialis intertubercularis* (slika 2a).

Punctum resistentiae minoris sklepne ovojnice ramenskega sklepa je njen spodnji del, zato ker tam ni ojačana z mišicami in tetivami »rotatorne manšete«.

Dislokacijo glave nadlahtnice navzgor onemogoča »korakoakromialni lok«, katerega tvorijo: *processus coracoideus*, *acromion* in *lig. coracoacromiale* (slika 5b).



Slika 7: Osi ramenskega sklepa; S- sagitalna (abdukcija, addukcija), F-frontalna (fleksija, ekstenzija), V-vertikalna (rotacija)



Slika 8: Fleksorji nadlakti; 1- *m. deltoideus* (sprednji del) /inerv.: *n. axillaris*, 2- *m. pectoralis major* (klavikularni del) /inerv.:*nn. pectorales laterales*/ 3-*m. coracobrachialis* /inerv.: *n. musculocutaneus*/, 4- *m. biceps brachii* /inerv.: *n. musculocutaneus*

Ramenski sklep in tetiva dolge glave dvoglave nadlaktne mišice

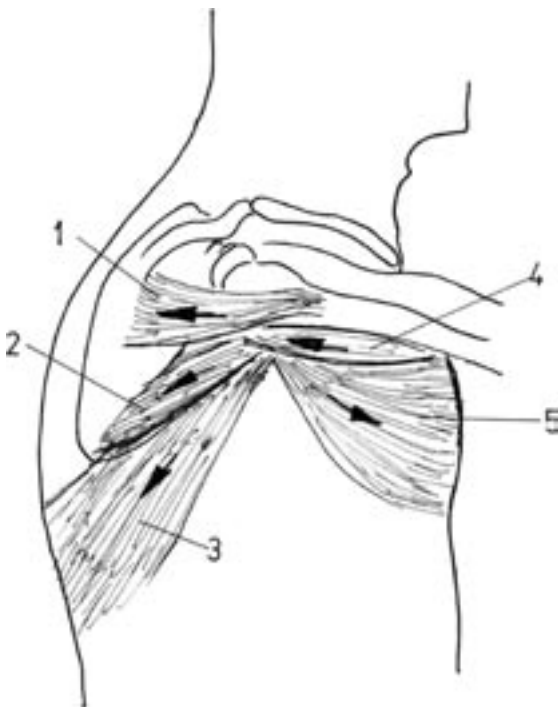
Tetiva dolge glave dvoglave nadlaktne mišice poteka skozi zgornji del bicipitalnega sulkusa (*sulcus intertubercularis*). Tukaj meji na arterijsko vejo - *r. ascendens a. circumflexae humeri anterior*. Obstaja možnost popolne ali nepopolne dislokacije tetive dolge glave dvoglave nadlaktne mišice, kar je potencialni vzrok sindroma boleče rame. Dislokacijo pogojujejo morfoloģija bicipitalnega sulkusa ter velikega in malega tuberkuluma nadlahtnice. Dislokacija je medialna: tetiva zdrsne iz bicipitalnega sulkusa (inkompletna) ali čez mali tuberkulum nadlahtnice (kompletna dislokacija).

Meyer (8) je objavil 33 primerov nepopolne ali delne dislokacije in 6 primerov popolne dislokacije. Hitchcock in Bechtol (9) sta proučila bicipitalni sulkus 100 nadlahtnic. Ugotovila sta, da obstajajo razlike v globini žleba in v kotu med medialno steno in dnom bicipitalnega sulkusa, ki se giblje med 15° in 90° (sliki 4 a, 4b). Ob nagli, sunkoviti zunanji rotaciji nadlakti ali ob sunkoviti fleksiji nadlakti, ki je notranje rotirana, je v primerih, ko je omenjeni kot manjši, kot med tuberkli pa večji in

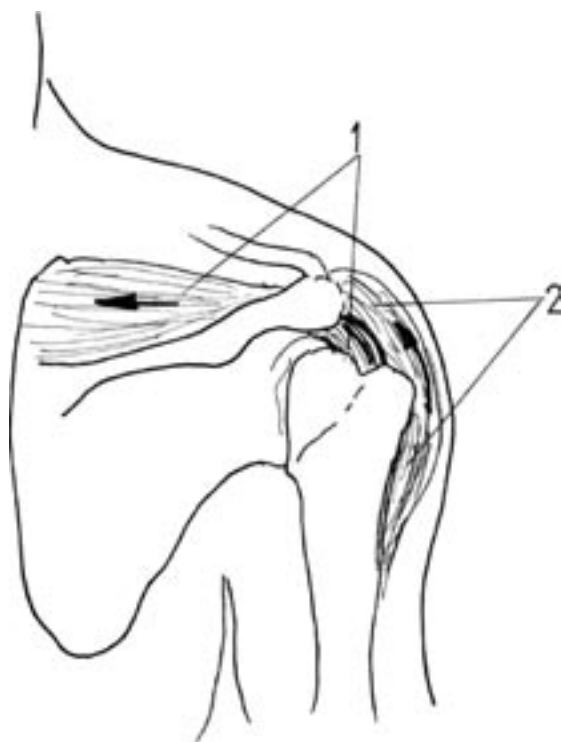
globina bicipitalnega sulkusa majhna, večja možnost dislokacije tetive dolge glave dvoglave nadlaktne mišice iz bicipitalnega sulkusa.

Rotatorna manšeta

Rotatorno manšeto tvorijo mišice, ki kot rokav obdajajo ramenski sklep z vseh strani (razen s spodnje) in s svojim tonusom utrjujejo in stabilizirajo sklep (sliki 5a, 5b). Spredaj in v *fossi subscapularis* je *m. subscapularis*, ki se priraščča na mali tuberkulum nadlahtnice. Zgoraj je *m. supraspinatus* ki poteka od nadgrebenske jamice lopatice (*fossa supraspinata*) do velikega tuberkuluma nadlahtnice. Zadaj sta *m. infraspinatus*, ki se priraščča v podgrebenski jamici lopatice (*fossa infraspinata*) in na veliki tuberkulum nadlahtnice ter *m. teres minor*, ki ima priprastišča na lateralnem robu lopatice in na velikem tuberkulumu nadlahtnice. Nad zgornjim delom rotatorne manšete, med supraspinatno mišico (*m. supraspinatusom*) spodaj in akromijem ter korakoakromialnim ligamentom zgoraj, se nahaja *bursa subacromialis* (slika 5b, slika 6). Med deltoidno mišico (*m. deltoideus*), tetivo supraspinatne mišice in fibrozno ovojnico ramenskega sklepa pa je *bursa subdeltoidea*, ki v veliki meri ne komunicira s sklepno špranjo.

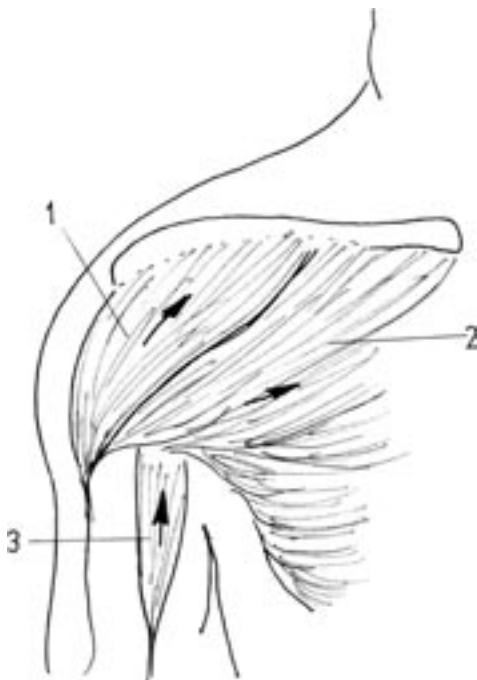


Slika 9: Ekstenzorji nadlakti; 1- *m. deltoideus* (zadnji del) /inerv.: *n. axillaris*, 2- *m. teres major* /inerv.: *n. subscapularis*/, 3- *m. latissimus dorsi* /inerv.: *n. thoracodorsalis*/, 4- dolga glava *m. tricepsa brachii* /inerv.: *n. radialis*/, 5- *m. pectoralis major* (sternokostalni del) /inerv.: *nn. pectorales laterales et mediales*/

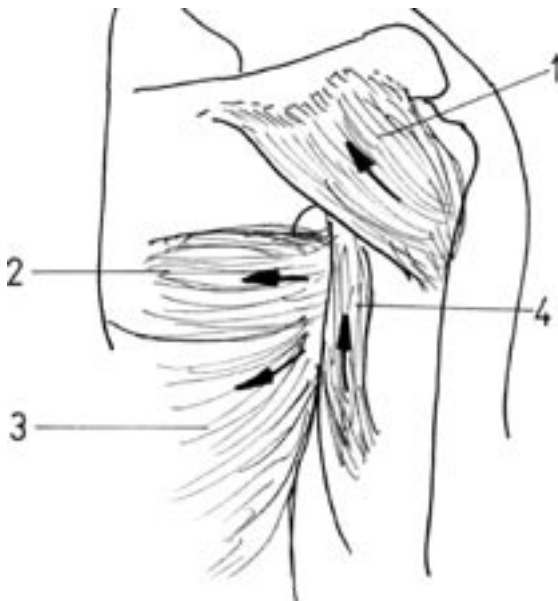


Slika 10: Abduktorji nadlakti; 1- *m. supraspinatus* /inerv.: *n. suprascapularis*/, 2- *m. deltoideus* (srednji del) /inerv.: *n. axillaris*/

Slika 11: Adduktorji ramenskega sklepa: a) od spredaj, b) od zadaj



Slika 11a: 1- m. deltoideus (sprednji del) /inerv.: n. axillaris/, 2- m. pectoralis major /inerv.: nn. pectorales laterales et mediales/, 3- m. coracobrachialis /inerv.: n. musculocutaneus



Slika 11b: 1- m. deltoideus (zadnji del), 2- m. teres major /inerv.: n. subscapularis/, 3- m. latissimus dorsi /inerv.: n. thoracodorsalis/, 4- caput longum m. tricepsa brachii /inerv.: n. radialis/

Mišice rotatorne manšete sodelujejo v vseh gibih ramenskega sklepa, zato so njihove poškodbe zelo boleče in (skoraj) onemogočajo gibljivost.

Vaskularizacija in inervacija ramenskega sklepa

Arterije, namenjene ramenskem sklepu, potekajo od pazdušne (a. axillaris) in podključnične arterije (a. subclavia). Iz a. axillaris izhajajo: r. acromialis a. thoracoacromialis in sklepne veje - rr. articulares a. circumflexae humeri anterior in posterior. Podključnična arterija (a. subclavia) daje a. suprascapularis za ramenski sklep.

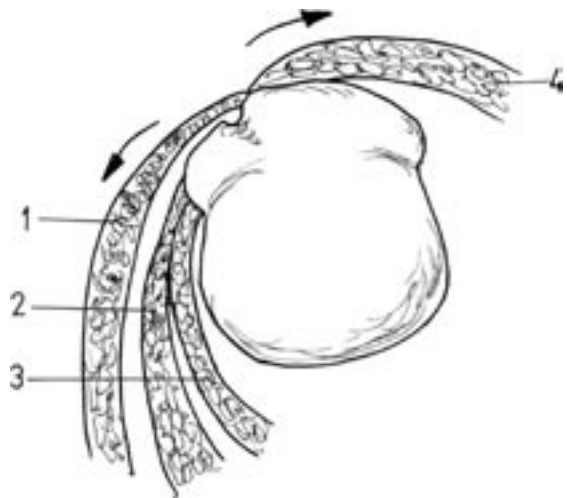
Vene spremljajo arterije in so pritoki v. axillaris in v. subclavie.

Limfni vodi spremljajo arterije ih se drenirajo v pazdušne limfne žleze (nodi lymphatici axillares).

Ramenski sklep oživčujejo veje vratnega pleteža (plexus brachialis). Sprednji del sklepa oživčuje n. axillaris, zadnjega pa n. suprascapularis. V inervaciji sodelujejo tudi mn. pectorales laterales, ter vejice iz lateralnega snopa vratnega pleteža (fasciculus lateralis plexus brachialis) ali iz n. radialis (10). Vazomotorične veje za ramenski sklep potekajo iz zvezdastega ganglion (ganglion stellatum) in drugih simpatičnih ganglijev (10).

Kinetika ramenskega sklepa

Ramenski sklep je kroglasti – sferoidni, triosni sklep z obrtno točko v središču glave nadlahtnice. Gibi se



Slika 12: Rotatorji nadlakti; Notranji rotatorji: 1- m. pectoralis major, m. deltoideus (sprednji del), 2- m. subscapularis /inerv.: n. subscapularis/, 3- m. latissimus dorsi, m. teres major; Zunanji rotatorji: 4- m. deltoideus (zadnji del), m. infraspinatus /inerv.: n. suprascapularis/, m. teres minor /inerv.: n. axillaris/

izvajajo okoli treh medsebojno pravokotnih osi (slika 7/). Okoli prečne (lateromedialne) osi se izvajata fleksija in ekstenzija; okoli sagitalne (anteroposteriorne) osi abdukcija in addukcija, okoli vertikalne longitudinalne (superoinferiorne osi) zunanja (lateralna) in notranja (medialna) rotacija in okoli obrtne točke sklepa se izvaja cirkumdukcija, ki združuje vse gibe.

Mišice, ki izvajajo določene gibe, delujejo indirektno – torakoapendikularne mišice, ali direktno na sklep - skapulohumeralne mišice.

Fleksorji so (slika 8): *m. pectoralis major* (klavikularni del), *m. deltoideus* (sprednji del), *m. coracobrachialis*. *M. pectoralis major* (sternalni del) je fleksor nadlakti samo iz položaja hiperekstenzije. *M. biceps brachii* je pomožni fleksor.

Ekstenzorji so (slika 9): *m. deltoideus* (zadnji del), *m. latissimus dorsi*; ter *m. pectoralis major* (sternokostalni del) samo iz položaja fleksije. *M. teres major* in dolga glava troglave nadlaktne mišice (*m. triceps brachii*) sta pomožna ekstenzorja nadlakti.

Abduktorji so (slika 10): *m. deltoideus* in *m. supraspinatus*, ter pomožni abduktor – dolga glava dvoglave nadlaktne mišice (*m. bicepsa brachii*).

Adduktorji so (slika 11): *m. pectoralis major*, *m. latissimus dorsi*, *m. teres major* ter pomožni adduktorji: *m. deltoideus* - sprednji in zadnji del, *m. coracobrachialis* in dolga glava troglave nadlaktne mišice (*m. triceps brachii*).

Notranjo (medialno) rotacijo izvaja (slika 12) *m. subscapularis*, ki je glavni notranji rotator. Pomožni notranji rotatorji so *m. pectoralis major*, *m. deltoideus* (sprednji del), *m. teres major* in *m. latissimus dorsi*.

Zunanjo (lateralno) rotacijo izvajajo /shema 12/: *m. infraspinatus* kot glavni zunanji rotator ter *m. teres minor* in *m. deltoideus* (zadnji del).

Mišice rotatorne manšete (*m. subscapularis*, *m. supraspinatus*, *m. infraspinatus* in *m. teres minor*) držijo sklepne ploskve ramenskega sklepa in situ. Deltoidna mišica (*m. deltoideus*) s pomočjo dolge glave troglave nadlaktne mišice (*m. triceps brachii*), *m. coracobrachialis* in kratke glave dvoglave nadlaktne mišice, preprečuje pri nošenju težkih bremen ob iztegnjenem zgornem udu dislokacijo glave humerusa navzdol.

Ramenski sklep je v srednjem »antalgičnem« položaju, ko se humerus ali spodnji kot lopatice (*angulus inferior scapulae*) v sagitalni ravnini abducira za približno 30°.

Ramenski sklep je zaradi morfoloških posebnosti sklepnih ploskev in ovojnice, zaradi ohlapnosti sklepne ovojnice in zaradi aktivnosti mišic ki stabilizirajo sklep in izvajajo določene gibe najgibljivejši sklep v človeškem telesu. Zato je tudi izpostavljen poškodbam in drugim patološkim spremembam s specifično problematiko.

Literatura

1. Anson BJ, McVay CB: *Surgical Anatomy. Sixth Ed. Vol II. WB Saunders Company, London 1984*
2. Hollinshead WH: *Anatomy for Surgeons. Vol 3. The back and Limbs. Third Ed. harper and Row, New York 1982*
3. Moore KL, Dalley AF: *Clinically Oriented Anatomy. Fourth Ed. Lippincot Williams and Wilkins, New York 1999*
4. Williams PL, Warwick R Eds: *Gray's Anatomy. 36th Ed. Churchill Livingstone, London 1980*
5. Krahl VE: *The phylogeny and ontogeny of humeral torsion. Am J Phys Anthropol 1976; 45:595-9*
6. DePalma AF, Callery G, Bennet GA: *Variational anatomy and degenerative lesions of the shoulder joint. Am Acad Orth Surgeons, Instructional Course L Lectures 1949; 6:255*
7. Horwitz MT, Tocantins LM: *An anatomical study of the role of the long thoracic nerve and the related scapular bursae in the pathogenesis of local paralysis of the serratus anterior muscle. Anat Rec 1938; 71:375*
8. Meyer AW: *Spontaneous dislocation and destruction of tendon of long head of biceps brachii: fifty nine instances. Arch Surg 1928; 17:493*
9. Hitchcock HH, Bechtol CO: *Painful shoulder: Observations on the role of the tendon of the long head of the biceps brachii in its causation. J Bone Joint Surg 1948; 30 – A:263*
10. Gardner E: *The Innervation of the shoulder joint. Anat Rec 1948; 102:1*