

Ligamentum semicirculare humeri kliiniline anatoomia

Kristo Kask^{1,2}, Madis Rahu², Elle Põldoja³,
Lüder C. Busch¹, Ivo Kolts³ –

¹Lübecki Ülikooli anatoomia instituut,

²Põhja-Eesti Regionaalhaigla ortopeedia
keskus, ³TÜ anatoomia instituut

Võtmesõnad: anatoomia, õlaliiges, sidemed,
rotaatormansett, rotaatorintervall

Ligamentum semicirculare humeri ehk rotaatorkaabel on hiljuti avastatud sidemelis-kapsulaarne struktuur õlaliigese kapsli ülemis-lateraalses osas. Esialgsed anatoomilised kirjeldused sellest sidemest on tehtud fikseeritud preparaatel. Meie uuringu eesmärgiks oli võrrelda kirjeldust fikseerimata preparaatel eelnevate uuringute tulemustega ja visualiseerida see side artroskoopia käigus. **Ligamentum semicirculare humeri** esines kõigil uuritud preparaatel. Side algas kahest kohast – *tuberculum minus*'e ülemiselt fassetilt ja *tuberculum majus*'e eesmis-ülemiselt fassetilt –, kulges kaarjalt *m. supraspinatus*'e ja *m. infraspinatus*'e kõõluste all ning kinnitus *tuberculum majus*'e tagumisele fassetile *m. infraspinatus*'e ja *m. teres minor*'i kõõluste vahelisel alal. Histoloogiliselt koosnes see side paralleelsetest kollageenkiudude kimpudest. **Ligamentum semicirculare humeri**'st sõltub rotaatormanseti lihaste kõõluste ruptuuri kuju, kuna ta moodustab kahjustatud *m. supraspinatus*'e kõõluse defekti mediaalse serva.

Tänapäeva ortopeediliste ja anatoomiliste uuringute tulemusena on kirjeldatud uut sidemelis-kapsulaarset struktuuri õlaliigese ülemis-lateraalses osas *m. supraspinatus*'e (SSP) ja *m. infraspinatus*'e (ISP) kõõluste all.

Kimpu paralleelselt asetsevad kollageenkiude, mis paiknevad glenohumeraalliigese kapsli ülaosas ja kulgevad risti piki- telje suhtes, kirjeldati esmalt histoloogiliste uuringute tulemusena (1, 2) ning väideti, et tegemist on *ligamentum coracohumerale* (LCH) süvakiududega (3).

Burkhart jt (1992) kirjeldasid artroskoopiliste uuringute põhjal sidemelis-kapsulaarset struktuuri õlaliigese kapsli ülaosas ja nimetasid selle rotaatorkaabliks (*rotator cable*) (4). Artroskoopiline leid sai aluseks uudse rotaatormanseti lihaste vigastuste biomehaanilise mudeli loomisele, kus rotaatorkaabel toimib kui rippisilla peakaabel ja on SSP poolt tõmmatud mediaalsele (4, 5). Hilisemad biomehaanilised uuringud on seda kontseptsiooni kinnitanud (6).

Uudse struktuuri anatoomiline kirjeldus anti mõned aastad hiljem fikseeritud õlaliigese detailse preparatsiooni tulemusena. Õlaliigese ülemis-lateraalses osas paiknev kapsulaarne side sai mitteametlikuks nimeks "*ligamentum semicirculare humeri*" (LSCH) (7, 8).

Uuringu eesmärgiks oli võrrelda LSCH anatoomilist kirjeldust artroskoopilise leiuga fikseerimata preparaatel.

MATERJAL JA MEETODID

Anatoomiline uuring teostati 15 parempoolsel fikseerimata õlaliigese preparaadil,

mis saadi uuringuteks vabatahtlike kehaanetustega. Preparaadi loovutanute vanus oli 52–82 aastat.

Esmalt tehti õlaliigeste artroskoopia tagumise portaali kaudu 30kraadise vaatenurgaga optikaga. Liigeseõõne visualiseerimiseks kasutati 0,9%-list NaCl lahust. Sidemelis-kapsulaarsed struktuurid ja rotaatormanseti lihaste kõõlused identifitseeriti ning fotografeeriti (Sony Colour Photo Printer Mavigraph).

Anatoomilise preparatsiooni käigus eemaldati õlavöötme lihased. Rotaatormanseti lihased ja *m. biceps brachii* pika pea kõõluse liigesesisene osa, *mm. pectorales major et minor* kõõluste kinnituskohad prepareeriti. *Acromion* lõigati lahti *spina scapulae*'lt ja tõsteti eemale koos *ligamentum coracoacromiale*'ga. *Bursa subacromialis*'e jäänused koos sidekoega eemaldati lihastelt ja kõõlustelt.

Rotaatormanseti lihased eraldati õlaliigese kapslist ja *ligamentum coracohumerale*, *ligamentum coracoglenoidale*, *ligamentum glenohumerale superius* ning *ligamentum semicirculare humeri* prepareeriti.

Histoloogiliseks uuringuks jagati LSCH kolmeks: eesmiseks, keskmiseks ja tagumiseks osaks, millest võeti koetükid suurusega u 1,5 x 1 cm. Saadud tükid fikseeriti 10%-lises neutraalses formaliini lahuses ja sisestati parafiini. Histoloogilised lõigud paksusega 7 µm värviti trikroomselt Masson-Goldneri järgi. Elastsete kuidude esiletoomiseks värviti täiendavalt resortsiin-fuksiiniga.

TULEMUSED

MAKROANATOMIA

Ligamentum semicirculare humeri esines kõigil 15 uuritud preparaadil kui kaarjas sidemelis-kapsulaarne struktuur õlaliigese kapsli ülemis-lateraalses osas. LSCH sai alguse *tuberculum majus*'e eesmis-ülemiselt ja *tuberculum minus*'e ülemiselt fassetilt ning moodustas poolkaare kinnituskohaga *tuberculum majus*'e tagumisel fassetil *m. infraspinatus*'e (ISP) ja *m. teres minor*'i (TM) kõõluste vahelisel alal.

LSCH jagati eesmiseks, keskmiseks ja tagumiseks osaks. Sideme eesmine osa kulges LSCH alguskohast kuni SSP eesmise servani ja võttis osa rotaatorin-

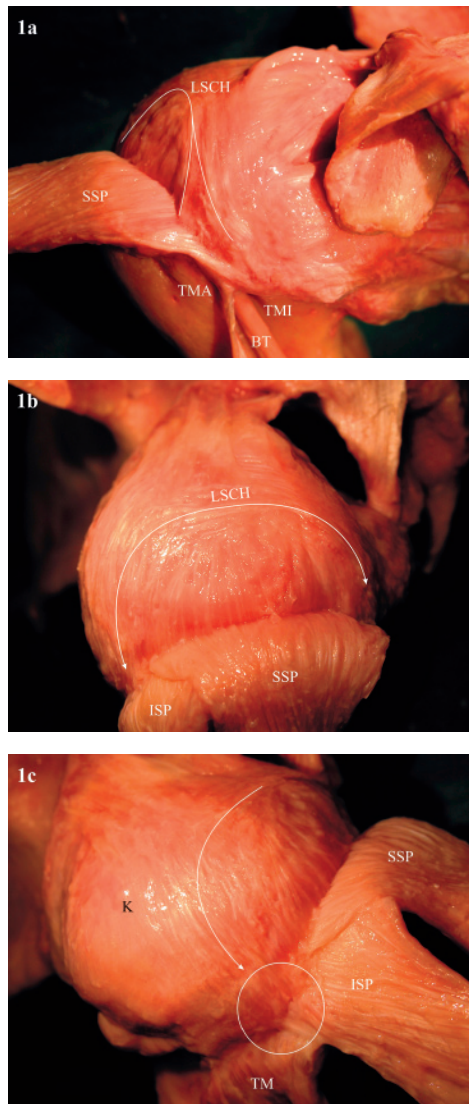


Foto 1. *Ligamentum semicirculare humeri* (LSCH ja valge joon) makroanatomiline kulg fikseerimata õlaliigese preparaadil eest (1a), ülalt (1b) ja tagant (1c) vaates. Rotaatormanseti lihased *m. supraspinatus* (SSP), *m. infraspinatus* (ISP) ja *m. teres minor* (TM) on eraldatud kapslist ning tõstetud lateraalsele. LSCH algukoht on *tuberculum majus*'el (TMA) ja *tuberculum minus*'el (TMI) ning kinnituskoht (valge ring) õlavarreluul ISP ja TM kõõluste vahelisel alal. BT – *m. biceps brachii* pika pea kõõlus, K – liigese kapsel.

tervalli lateraalse osa moodustamisest. Rotaatorintervallis jagunesid LSCH kiud kaheks: pindmis-mediaalseks ja süva-lateraalseks kihiks (vt foto 1a). Selles piirkonnas põimusid/sulandusid *ligamentum coracohumerale* (LCH) kiud LSCH kiududega ja SSP eesmised kiud ühinesid LSCH

pindmis-mediaalse kihiga ning kulgesid koos *tuberculum minus*'e ülemisele fasettile (vt foto 1a). Lisaks põimusid LSCH kiud alguskohas SSC kõõluse ja *ligamentum transversum humeri* kiududega kõigis uuritud preparaatides. LSCH süvalateraalne kiht kattis *sulcus intertubercularis*'t ja kinnitus eesmis-ülemisele *tuberculum majus*'e fasettile (vt foto 1a).

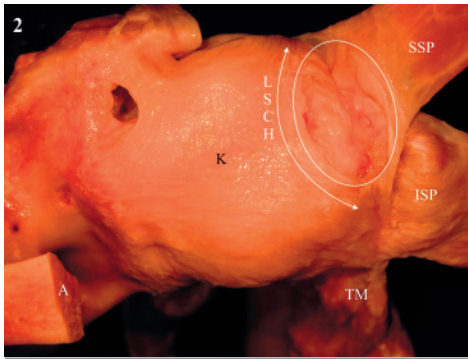


Foto 2. Ülemis-tagumine vaade *m. supraspinatus*'e (SSP) kõõluse rebendiga fikseerimata õlaliigese preparaadile. *M. supraspinatus* (SSP), *m. infraspinatus* (ISP) ja *m. teres minor* (TM) on eraldatud kapslist ning tõstetud lateraalsele. SSP kõõlust ja kapslit läbiv ruptuur (valge ovaal) on mediaalselt piiritletud *ligamentum semicirculare humeri*'ga (LSCH ja valge joon). A – acromion, K – liigesekapsel.

Keskmine osa LSCHst paiknes SSP kõõluse all ja tema kiud kulgesid risti kõõluse pikitelje suhtes (vt foto 1b). SSP kõõluse liigese poolsed, süvakiud ühinesid tihedalt LSCH kiududega, järgides sideme kollageenkimpude suunda, tagades sellega SSP süvakiudude poolkaarja kapsulaarse kinnituse.

LSCH tagumine osa oli kaetud ISP kõõlusega. Allapoole kulgevad kiud kaardusid lateraalsele ning side kinnitus ISP ja *m. teres minor*'i (TM) kõõluste vahel *tuberculum majus*'e tagumisele fasettile (vt foto 1c).

Kolmel juhul, kui esines *m. supraspinatus*'e rebend, oli näha, et LSCH on nihkunud mediaalsemale ja moodustanud rebendist tingitud defekti mediaalse serva (vt foto 2).

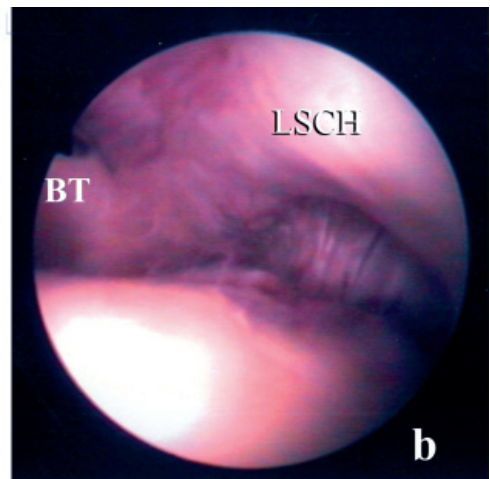
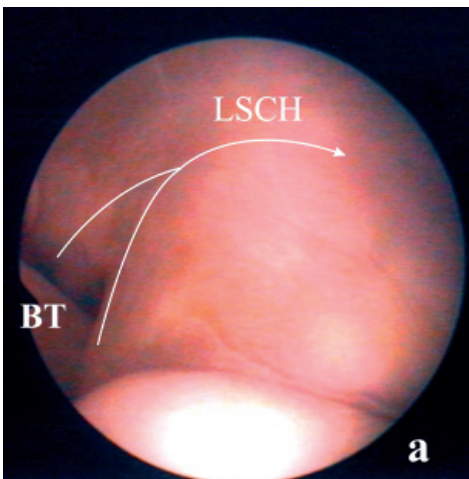


Foto 3. Parema õlaliigese ülemis-lateraalne osa artroskoopial vaadatuna läbi tagumise portaali 30kraadise optikaga.

a: Parema õlaliigese ilma rotaatormanseti lihaste patoloogiata. Näha on õlavarre-kakspealihase pika pea kõõlus (BT) ja kaarjalt suunaga eest taha kulgev *ligamentum semicirculare humeri* (LSCH), mille kahest alguskohast algavad kiud ühinevad BT kohal ning ümbritsevad seda.

b: Parema õlaliigese *m. supraspinatus*'e vigastusega. Defekti mediaalse serva moodustab *ligamentum semicirculare humeri* (LSCH).

BT – õlavarre-kakspealihase pika pea kõõlus.

ARTROSKOOPIA

Artraskoopial oli LSCH kõigil juhtudel tuvastatav. Kolmel juhul, kui esines SSP kõõlust läbiv rebend, moodustas defekti mediaalse serva LSCH (vt foto 3).

LSCH kaks eesmist anotoomiliselt kirjeldatud kinnituskoha olid artraskoopial tuvastatavad (vt foto 3a). Keskmise osa LSCHst kulges ristisuunas SSP kõõluse kiududega ja visualiseerus selgelt ka SSP kõõluse liigese-poolse vigastuse korral (vt foto 3b).

HISTOLOOGIA

Histoloogilised uuringul tuvastati, et LSCH koosneb paralleelselt asetsevatest kollageenkiudude kimpudest (vt foto 4a ja 4b). LSCH õlavarreluu-poolisel pinnal leidis kõigis sideme osades kondroidseid rakke ja kiudkõhrkude, mis moodustasid liugpinna

LSCH liigese-poolsele osale (vt foto 4c). Piirkondades, kus SSP ja ISP lihaste kõõlused liitusid LSCHga, esines rohkelt elastseid kiude (vt foto 4d).

ARUTELU

Uuringu tulemused fikseerimata õlaliigeste preparaatel kinnitavad, et LSCH puhul on tegemist omaette anotoomilise struktuuriga õlaliigese ülemis-lateraalses kapslis.

Eelnevalt ei ole LSCH algus- ja kinnituskoha üksikasjalikult kirjeldatud (1–3). Meie uuringu tulemusena oli võimalik kirjeldada LSCH kahte alguskohta: pindmismediaalsed kiud kinnitunud *tuberculum minus*’ele ja süvamis-lateraalsed *tuberculum majus*’ele. Sarnased tulemused on eelnevalt saadud ka uuringutega, mis on tehtud fikseeritud anotoomilistel preparaatel (7, 8).

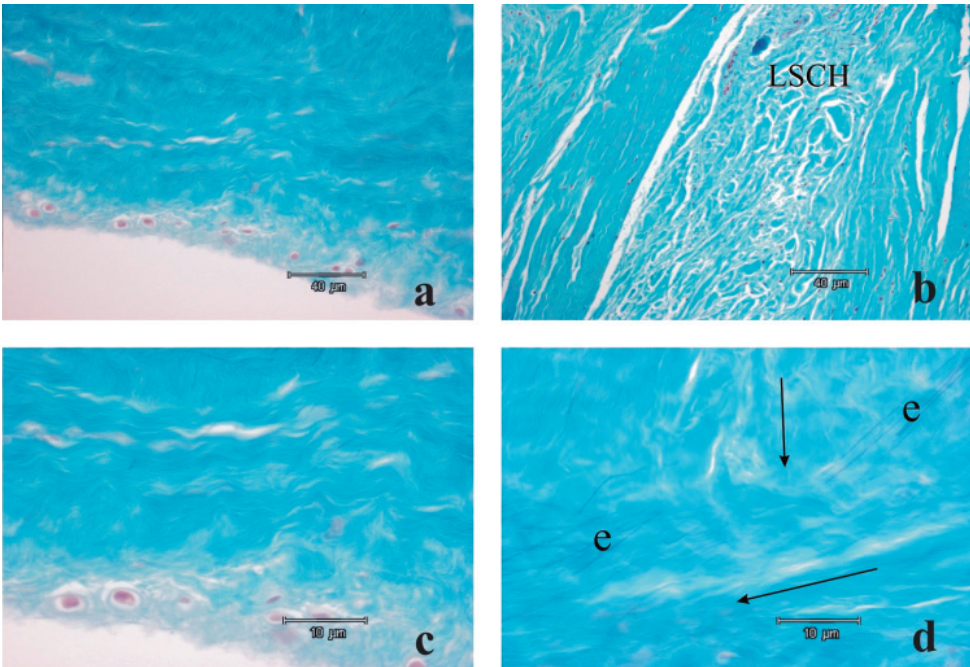


Foto 4. Histoloogiline uuring *ligamentum semicirculare humeri*'st (LSCH).

a: Lõigatud on pikisuunas LSCH kiududega, mis on paralleelsetes kimpudes. Sideme alumises, liigese-poolses osas on näha kondroidsed rakud ja kiudkõhriline kude, mis moodustab liugpinna. Mõõtkava fotol 40 µm.

b: Lõigatud on ristisuunas LSCH kiududega, mis põimuvad rotaatormanseti lihaste kõõlustest pärit kiududega. Mõõtkava fotol 40 µm.

c: Kollageenkiud piirkonnas, kus rotaatormanseti lihaste kõõlused ühinevad LSCHga, ala on rikas elastsetest kiududest. Mõõtkava fotol 10 µm

d: Ovaalsed kondroidsed rakud LSCH liigese-poolses osas, näha on kiudkõhriline struktuur, mis moodustab liugpinna. Mõõtkava fotol 10 µm

Samuti toetavad uuringu leiud fikseerimata liigestel eelnevalt avaldatud anatoomilist kirjeldust, et *ligamentum coracohumerale* (LCH) ei kinnitu *tuberculum majus et minus*’ele, vaid hoopis põimub/ühineb LSCHga (7, 8). LSCH ja LCH on omavahel struktuurselt ja funktsionaalselt tihedalt seotud, moodustades koos õlaliigese rotaatorintervalli lateraalse ning ülemise osa. Vaatamata mitmetele nüüdisaegsetele kirjeldustele uutest sidemetest õlaliigeses on anatoomia atlasest ja käsiraamatutes väidetud, et LCH kinnitub *tuberculum minus et majus*’ele, mitte ei ühine intrakapsulaarselt kulgevate LSCH kiududega (9–12). Kuna LSCH olemasolu ei ole ametlikult „Terminologia Anatomica”s“ (1998) tunnistatud, siis puudub ka ametlik anatoomiline kirjeldus selle kohta (13). Senine kirjeldus LCH kinnitusest õlavarreluule võib olla tingitud sellest, et eesmisi LSCH kiude on peetud LCH kiududeks (1, 2).

Kaheks jaotuv kinnitus õlavarreluule LSCH eesmises osas katab ülemist osa *sulcus intertubercularis*’est. Pindmis-mediaalsed kiud LSCHst on kinnituskohas tihedalt seotud *m. subscapularis*’e (SSC) kõõluse ja *ligamentum transversum humeri*’ga. LSCH moodustab sujuva ülemineku rotaatorintervalli ja *ligamentum transversum humeri* vahele ning on võtmestruktuuriks õlavarre-kakspealihase pika pea kõõlust (BT) stabiliseeriva lingu moodustamisel.

Seoses uue sidemelise struktuuri leidmisega õlaliigese kapsli ülaosas on välja pakutud uus biomehaaniline mudel rotaatormanseti lihaste kõõluste vigastuste kohta. Burkhart kirjeldas, et rotaatorkaabel, teise nimega LSCH, toimib rotaatormanseti lihaste vigastuste korral kui rippisilla peakaabel (4, 5). Hiljem on seda ühe biomehaanilise uuringuga ka kinnitatud (6). Meie

uuringu põhjal võib väita, et SSP kõõlust läbivate vigastuste korral nihkub LSCH mediaalsele, kuid säilitab kaarja kuju ja kontakti SSPga. Seda kliinilis-anatoomilist leidu võib vaadelda kui uue biomehaanilise mudeli tõestust. Uurimistöö tulemused kinnitavad väidet, et rotaatorlihaste kahjustuse korral on asukoht olulisem kui kõõlusedefekti suurus (5). Kahjustuse asukohast sõltub, kas LSCH on oma terviklikkuse säilitanud või mitte. Kui LSCH on terve, on ta SSP ja ISP lihase poolt tõmmatud mediaalsemale. Seetõttu on SSP kõõlust läbiv vigastus kaarjas ja SSP koos kahjustatud kõõlusega Y-kujuline (14). L-kujulise rotaatormanseti lihaste ruptuuri korral võib eeldada, et lisaks kõõluste vigastusele kaasneb ka LSCH rebend.

JÄRELDUSED

LSCH on konstantne sidemelis-kapsulaarne struktuur õlaliigese ülemis-lateraalises osas. Ta on kapsulaarseks kinnituskohaks SSP lihase kõõlusele ning paikneb osaliselt rotaatorintervalli lateraalosas. LSCH terviklikkusest sõltub rotaatormanseti lihaste kõõluste vigastuse kuju, kuna ta moodustab kahjustatud SSP kõõluse defekti mediaalse serva. Kapsli eesmis-ülemises osas moodustab LSCH sidekoelise ülemineku *ligamentum transversum humeri* ja rotaatorintervalli vahele, kattes ning stabiliseerides õlavarre-kakspealihase pika pea kõõlust tema liigese-sisese kulu aligusosas.

TÄNUAVALDUS

Töö on valminud tänu Eesti Teadusfondi grandile (nr 5991) ja projektile nr SF0180030s07 ning SA Archimedes välisdoktorantuuri programmile (leping nr D.04–04/27).

kristo.kask@gmail.com

KIRJANDUS

1. Clark J, Sidles JA, Matsen FA. The relationship of the glenohumeral joint capsule to the rotator cuff. *Clin Orthop* 1990;254:29–34.
2. Clark JM, Harryman DT 2nd. Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff. Gross and microscopic anatomy. *J Bone Joint Surg Am* 1992;74:713–25.
3. Fallon J, Blevins FT, Vogel K, et al. Functional morphology of the supraspinatus tendon. *J Orthop Res* 2002;20:920–6.
4. Burkhart SS. Fluoroscopic comparison of kinematic patterns in massive rotator cuff tears. A suspension bridge model. *Clin Orthop Relat Res* 1992;284:144–52.
5. Burkhart SS, Esch JC, Jolson RS. The rotator crescent and rotator cable: an anatomic description of the shoulder's "suspension bridge". *Arthroscopy* 1993;9:611–6.
6. Halder AM, O'Driscoll SW, Heers G, et al. Biomechanical comparison of effects of supraspinatus tendon detachments, tendon defects, and muscle retractions. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84:780–5.
7. Kolts I, Busch LC, Tomusk H, et al. Anatomy of the coracohumeral and coracoglenoidal ligaments. *Ann Anat* 2000;182:563–6.
8. Kolts I, Busch LC, Tomusk H, et al. Macroscopical anatomy of the so-called "rotator interval". A cadaver study on 19 shoulder joints. *Ann Anat* 2002;184(1):9–14.
9. Fanghänel J, Pera F, Anderhuber F, et al. *Waldeyer Anatomie des Menschen*. 17. Aufl. Berlin, New York: Walter de Gruyter; 2003.
10. Schiebler TH. *Anatomie. Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische Anatomie, Topographie*. 9. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer; 2005.
11. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. *Prometheus. LernAtlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. Stuttgart, New York: Thieme; 2005.
12. Tillmann B. *Atlas der Anatomie des Menschen*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2005.
13. *Terminologia Anatomica*. Stuttgart, New York: Thieme; 1998.
14. Kolts I. A note on the anatomy of the supraspinatus muscle. *Arch Orthop Trauma Surg* 1992;111(5):247–9.

SUMMARY

Clinical anatomy of the ligamentum semicirculare humeri

The *ligamentum semicirculare humeri*, otherwise known as "rotator cable", is a recently discovered structure in the latero-superior part of the glenohumeral joint capsule. The first anatomic description of this ligament was made on fixed shoulder joint specimens.

THE AIM OF THE PRESENT STUDY was to compare the anatomic results achieved on non-fixed specimens with previous ones and to visualize the semicircular ligament arthroscopically.

METHODS. The study was performed on 15 shoulder joints, three of them with *m. supraspinatus* tendon rupture. All joints were studied arthroscopically after which anatomic dissection with histologic investigation was performed.

RESULTS. The *ligamentum semicirculare humeri* was present in all investigated

joints. It arose from two bony points – the superior facet of the *tuberculum minus* and the antero – superior facet of the *tuberculum majus*. The ligament curved under the *mm. supra- et infraspinitus* tendons posteriorly and attached between the insertion tendons of the *mm. infraspinitus et teres minor* on the *humerus*. Histologically, the ligament was composed of dense connective tissue with parallel-oriented bundles of collagen fibres.

CONCLUSION. The shape of the rupture of the *m. supraspinatus* tendon is predetermined by the *ligamentum semicirculare humeri*, because it forms the medial margin of the rupture. In the antero-superior part of the capsule the ligament forms connection between the *ligamentum transversum humeri* and the rotator interval overlaying the long head of the *m. biceps brachii* at the beginning of its intra-articular course.