



Muskelprestanda i axel och arm

Axelns biomekanik är komplex och det är en stor utmaning att undersöka den systematiskt. Ett sätt är att analysera enskilda delar. Mekaniska studier av vävnadsprover från muskler i axel och arm kan ge ökad förståelse för skador som uppstått under en lång tid som till exempel efter en bristning av stabiliserande senor i axeln.



FREDRIK EINARSSON
MED DR, ÖVERLÄKARE



JAN FRIDÉN
PROFESSOR, ÖVERLÄKARE
HANDKIRURGISKA KLINIKEN SU/
SAHLGENSKA GÖTEBORG



JÓN KARLSSON
PROFESSOR, ÖVERLÄKARE
ORTOPEDKLINIKEN SU/
MÖLNDAL, GÖTEBORG



EVA RUNESSON
MEDICINSK ANALYTIKER
LUNDBERGLAB FÖR ORTOPE-
DISK FÖRSKNING



TOMAS HULTGREN
ÖVERLÄKARE
HANDKIRURGISKA KLINIKEN,
SÖDERSJUKHUSET,
STOCKHOLM

DE AKTUELLA STUDIERNÄR är genomförda på vävnadsprover från muskler från patienter och friska kontroller. Genom sträckning av muskelbuntar och enskilda muskelfibrer i definierade längdsteg, och samtidig mätning av spänning i muskelenheten efter en definierad tid av stressrelaxation, går det att få information om muskelenhetens passiva mekaniska egenskaper som ett uttryck för muskelfunktion.

Skada med minskad muskeltonus, exempel rotatorkuffruptur

Det är relativt väl kartlagt hur muskler anpassar sig till styrketräning och uthållighetsträning bland annat med ökad muskelfibervolym och ökad mitokondrietätthet. Men vad händer med muskeln när en sena går av och den tillhörande muskeln står förkortad under en längre tid?

Äldre studier där man i djurmodeller immobiliserat muskel i ett kort eller förlängt läge (exempelvis när man gipsat bakbenen på en katt) ger stöd för att en muskels uppmätta längd är direkt proportionell mot antalet sarkomerer i serie och att antalet sarkomerer, i sin tur, anpassar sig proportionsenligt till den längd som muskeln immobiliseras vid. Denna regleringsmekanism, med addition och subtraktion av seriekopplade sarkomerer, är företrädesvis myogen (i musklerna), och inte neurogen (orsakad av nervproblem), då man får motsvarande svar trots denervation av muskeln även om svaret inte är lika uttalat och snabbt som vid en icke-denervad muskel. Muskeln är mer känslig för en förlängning än en förkortning. Det är visat att effekten av en veckas immobilisering i kort läge kan motverkas av en temporär stretchning under två timmar. Vidare verkar det som om en översträckning av muskeln, till sarkomerlängder som kan karaktäriseras som ofysiologiska, inaktiverar nybildande av sarkomerer, istället för att få ett ökat antal sarkomerer vid tre veckors immobilisering i ett extremt förlängt läge ser man en minskning av antalet sarkomerer. När en sena brister i axelns muskel-senmanschett, (rotatorkuffen), är det troligt att denna regleringsmekanism har betydelse för de strukturella förändringar som man kan se i muskeldelen av rotatorkuffen. Djurstudier visar att muskelvolymen minskar med ungefär

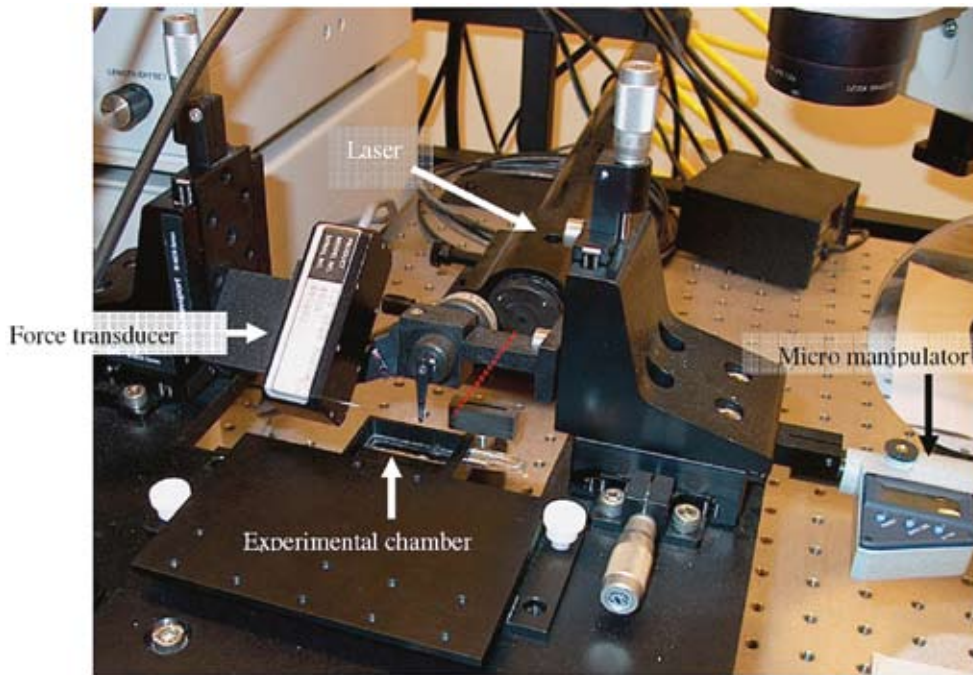


Bild 1. Uppställning för mekanisk testning av muskelsegment

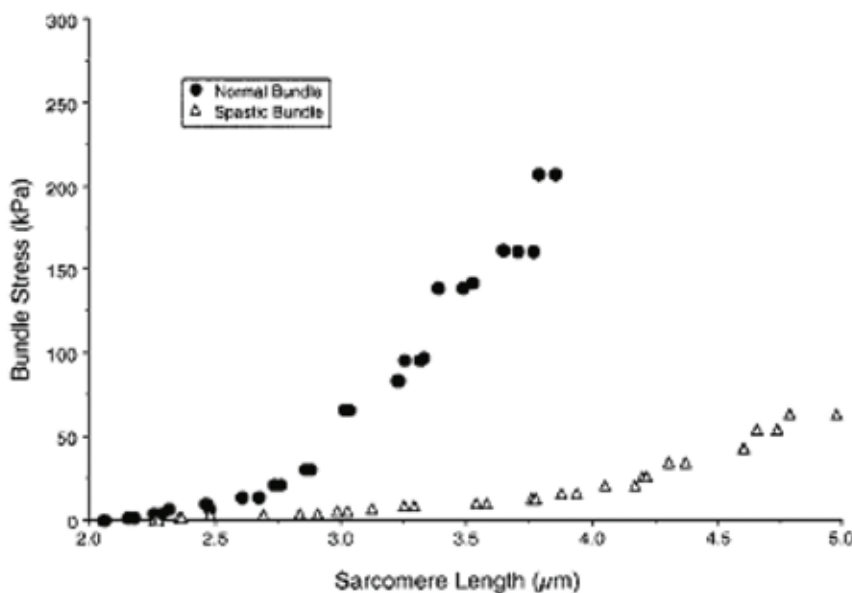


Bild 2. Muskelbuntar från patienter med spasticitet är mindre styva än normala kontroller

30% av den ursprungliga efter 10-16 veckor vid en infraspinatusskada (Bild 1). Sannolikt sker detta både till följd av inaktivitetshypotrofi men såldes möjligen även på grund av minskning av antalet seriella sarkomerer (Bild 2). Dåliga resultat efter sutur av stor och långvarig rotatorokuffskada och samtidig ökad mängd fett kan mätas innan eventuell operation på datortomografi (CT) och/eller magnetkameraundersökning (MR) och har till viss del tolkats som orsakat av en nedsatt muskelfunktion. Man har länge diskuterat i termer

av degeneration av muskeln ("fatty muscle degeneration"). Man har visserligen kunnat påvisa mikrostrukturella förändringar med ökad pennationsvinkel av muskelfibrer, minskad andel muskel samt ökad andel fett och extracellulär vävnad men det finns inga bra studier, vare sig i djurmodell eller på människa, som ger belägg för att muskelproteinerna i sig fungerar sämre eller är "degenererade". Vi tog vävnadsprover från muskler från patienter i samband med operation på grund av stor bristning av rotatorokuffen i axeln

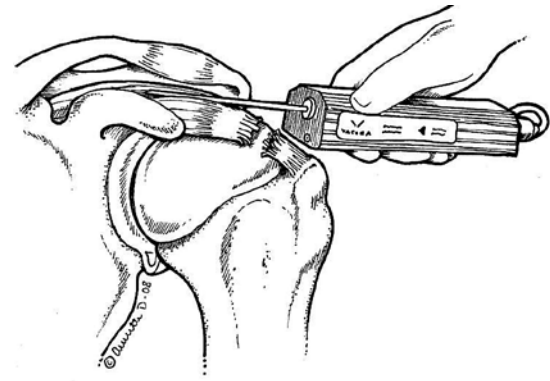


Bild 3. Muskelbiopsi från rotatorokuffen

efter skada. Eftersom skadan i nio av tio fall engagerar supraspinatussenan, valde vi att ta vävnadsprover från just supraspinatus och samma sidas deltoideus muskel för jämförelse (Bild 2). I dessa studier kunde vi inte påvisa skillnader jämfört med kontrollmuskel vare sig vid testning av mekanik eller vid histologisk analys. Det fanns dock en viss tendens till en något minskad muskelfiberdiameter. Analysen av fettinnehållet visade att de äldre patienterna hade mer fett i både supraspinatus och deltoideus, vilket är helt i linje med tidigare observationer.

Tillstånd med varierande muskeltonus, exempel spasticitet

Spasticitet eller spastisk kontraktur är en i grunden neurologisk (central nervös) påverkan. Detta ger störningar av nervimpulser till muskulaturen. Förenklat jobbar kroppen som en rallyförare med både gas och broms samtidigt. Vid skada av övre motorneuronen exempelvis som vid spasticitet faller bromsfunktionen och musklerna blir överaktiva vilket bland annat syns som krampartade muskelryckningar. En vanligt förekommande praktisk konsekvens är att en av handledsböjarna är aktiverad, vilket skapar en flexionskontraktur i handleden, det vill säga handen är tvångsmässigt böjd neråt.

I denna studie tog vi muskelprov från olika delar av armen (Bild 3). Genom att genomföra mekanisk testning av muskelbuntar med tillhörande extracellulär vävnad (extracellulär matrix; ECM) och jämföra dessa resultat med resultat från mekanisk testning av enskilda muskelfibrer kunde vi uppskatta hur stor del av trögheten mot deformation som ECM bidrar med. Det visade sig att de

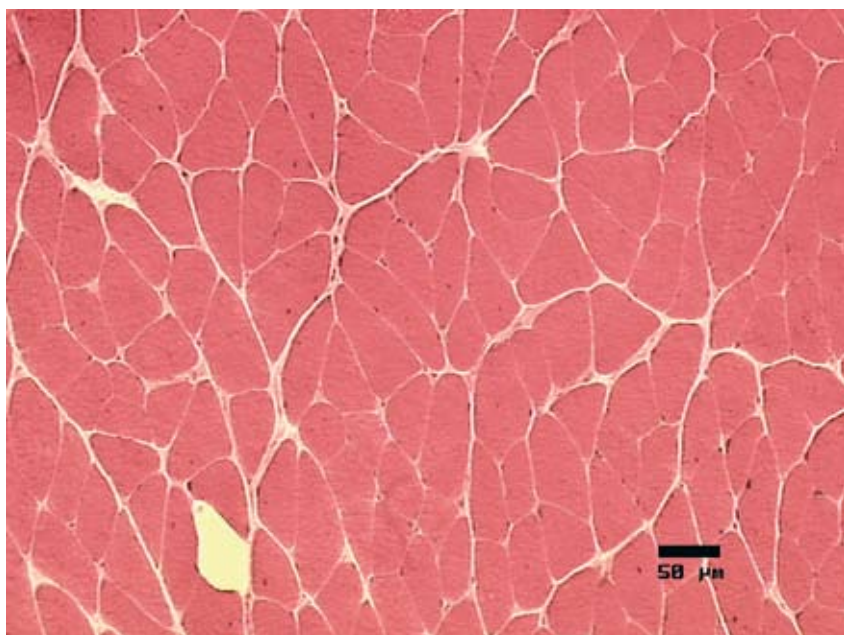


Bild 4. Fryssnitt; normal subscapularismuskel

enskilda muskelfibrerna från patienter med spasticitet är styvare än hos friska medan hela buntar med omkringliggande ECM är betydligt mindre styva än kontrollbuntar hos friska personer. Fryssnitt av buntar visade även att andelen ECM är betydligt större i snitt från patienter med spasticitet jämfört med friska.

Skada med statiskt förkortad muskel, exempel kontraktur i axelleden hos barn efter nervskada (brachialplexus-skada) vid förlossning

Obstetrisk plexusskada är en perifer nervskada, och inte en övre motornuronskada, som drabbar nervrötter från brachialplexus (C5-Th1) och rapporteras till knappt 1/500 födselar. Det vanligaste syndromet är Erbs pares som karaktäriseras av svaghet av C5-6-innerverad muskulatur, bland annat armens utåttrotatorer, det vill säga infraspinatus och teres minor. Det vanligaste restsymtomet är en kvarstående inåttrotation av armen. De flesta barn som drabbas behöver inte genomgå kirurgiskt ingrepp även om ett fåtal har uttalade symtom som kan kräva omfattande kirurgi.

Vi undersökte även i denna studie såväl enskilda muskelfibrer som buntar från barn med kvarstående kontraktur och jämförde med friska kontroller (Bild 4). Proven togs i alla fall från subscapularismuskeln. Resultaten sammanfattas i att det inte gick att påvisa några skillnader när det gäller mikrostrukturella eller passiva meka-

niska egenskaper. Man kan alltså inte se vare sig neurologisk eller mekanisk påverkan av muskeln som följd av kontrakturen och långvarig förkortning. Det utesluter dock inte att det samtidigt föreligger en mer eller mindre uttalad bindvävsstramhet i ledkapseln.

Slutsats

Ovanstående utgör tre exempel på ändrad biomekaniska arbetsförutsättningar för skelettmuskel i övre extremiteten. Neurogen påverkan (spasticitet) verkar ha en dramatisk påverkan på muskeln och då framförallt på omkringliggande stödjevavnad snarare än på själva muskelcellen.

Kroppen verkar dock ha en strategi för att hantera förkortning och förändrad tonus med bevarande av struktur och mekaniska egenskaper. Det är möjligt att detta sker via reglering av seriella sarkomerer.

För kontakt:

karl.fredik@gmail.com

Referenser

Ashry, Schweitzer, Cunningham, Cohen, Babb and Cantos (2007). Muscle atrophy as a consequence of rotator cuff tears: should we compare the muscles of the rotator cuff with those of the deltoid? *Skeletal Radiol*, 36: 841-5.

Bager (1997). Perinatally acquired brachial plexus palsy - a persisting challenge. *Acta Paediatr*, 86: 1214-9.

Einarsson, Hultgren, Ljung, Runesson and Fridén (2008). Subscapularis muscle mechanics in children with obstetric brachial plexus palsy. *J Hand Surg Eur Vol*, 33: 507-12.

Fridén, Pontén and Lieber (2000). Effect of muscle tension during tendon transfer on sarcomerogenesis in a rabbit model. *J Hand Surg [Am]*, 25: 138-43.

Gerber, Meyer, Schneeberger, Hoppeler and von Rechenberg (2004). Effect of tendon release and delayed repair on the structure of the muscles of the rotator cuff: an experimental study in sheep. *J Bone Joint Surg Am*, 86-A: 1973-82.

Goldspink, Tabary, Tabary, Tardieu and Tardieu (1974). Effect of denervation on the adaptation of sarcomere number and muscle extensibility to the functional length of the muscle. *J Physiol*, 236: 733-42.

Goutallier, Postel, Bernageau, Lavau and Voisin (1994). Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res*: 78-83.

Goutallier, Postel, Gleyze, Leguilloux and Van Driessche (2003). Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness tears. *J Shoulder Elbow Surg*, 12: 550-4.

Heslinga and Huijing (1993). Muscle length-force characteristics in relation to muscle architecture: a bilateral study of gastrocnemius medialis muscles of unilaterally immobilized rats. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 66: 289-98.

Huijing. Modeling of homogeneous muscle: is it realistic to consider skeletal muscle as a lumped sarcomere or fiber. In: C. P. Winters JM (Ed.) *Biomechanics and neural control of posture and movement*. New York Springer, 2000.

Hultgren, Einarsson, Runesson, Hemlin, Fridén and Ljung (2010). Structural characteristics of the subscapularis muscle in children with medial rotation contracture of the shoulder after obstetric brachial plexus injury. *J Hand Surg Eur Vol*, 35: 23-8.

Lance (1980). The control of muscle tone, reflexes, and movement: Robert Wartenberg Lecture. *Neurology*, 30: 1303-13.

Lieber, Runesson, Einarsson and Fridén (2003). Inferior mechanical properties of spastic muscle bundles due to hypertrophic but compromised extracellular matrix material. *Muscle Nerve*, 28: 464-71.

Meyer, Hoppeler, von Rechenberg and Gerber (2004). A pathomechanical concept explains muscle loss and fatty muscular changes following surgical tendon release. *J Orthop Res*, 22: 1004-7.

Mollberg, Hagberg, Bager, Lilja and Ladfors (2005). High birthweight and shoulder dystocia: the strongest risk factors for obstetrical brachial plexus palsy in a Swedish population-based study. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 84: 654-9.

Shrager, Kim, Hashmi, Stedman, Zhu, Kaiser and Levine (2002). Sarcomeres are added in series to emphysematous rat diaphragm after lung volume reduction surgery. *Chest*, 121: 210-5.

Tabary, Tabary, Tardieu, Tardieu and Goldspink (1972). Physiological and structural changes in the cat's soleus muscle due to immobilization at different lengths by plaster casts. *J Physiol*, 224: 231-44.

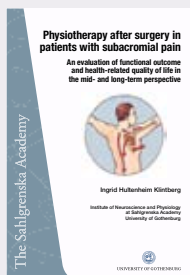
Tardieu, Tabary, Tabary and Tardieu (1982). Adaptation of connective tissue length to immobilization in the lengthened and shortened positions in cat soleus muscle. *J Physiol (Paris)*, 78: 214-20.



INGRID HULTENHEIM
KLINTBERG

Physiotherapy after surgery in patients with subacromial pain

– An evaluation of functional outcome and health-related quality of life in the mid- and long-term perspective



DET ÖVERGRIPANDE målet med avhandlingen var att utveckla nya sjukgymnastiska behandlingsrutiner för patienter som opererats med rotatorkuffsutur och artroskopisk akromioplastik.

Uppskattningsvis utförs sammanlagt cirka 8 000 operationer av denna typ per år i Sverige. Axelproblem drabbar kvinnor i något högre grad än män och risken ökar med stigande ålder. Höga belastningar i arbete eller idrott med tunga och monotona arbetsmoment med händerna över axelhöjd utgör en ökad risk för axelproblem.

Det primära syftet var att utvärdera om patienter som behandlades enligt en mångsidig och väl definierad sjukgymnastisk behandlingsrutin med tidig aktivering och progressiv ökning av belastning i träning och vardag blev smärtfria och uppnådde högre skulderfunktion tidigare än de patienter som behandlades enligt en mer generell och skyddande rutin. Det finns idag endast ett fåtal studier som utvärderar resultatet av olika sjukgymnastiska behandlingsrutiner. Det finns därmed inga tydliga rekommendationer om hur den sjukgymnastiska behandlingen efter operation av patienter med subakromiell smärta skall planeras eller genomföras. Det andra syftet var att beskriva realistiska mål på både medellång och lång sikt. I de fyra delarbetena utfördes kliniska utvärderingar av patienterna där smärta under aktivitet och värk i vila, rörlighet samt muskelstyrka bedömdes. Dessutom utvärderades skulderfunktion med Constant Score, patientnöjdhet och livskvalitet med Western Ontario Osteoarthritis Index (WOOS).

Utvärdering av sjukgymnastisk behandling

I delarbete I; operation med rotatorkuffsutur och *delarbete II*; operation med artroskopisk akromioplastik, jämfördes resultaten av olika sjukgymnastiska behandlingsrutiner. I respektive delarbete

följde en grupp en rutin med tidig aktivering, med progressiv karaktär och specifika övningar medan den andra gruppen följde en rutin med mer skyddande och allmän karaktär. Olika träningsprogram användes i de två studierna. I *delarbete I* följdes 14 patienter, 7 i vardera grupp fram till två år efter rotatorkuffsutur. I *delarbete II* följdes 31 patienter (32 axlar, 13 respektive 19) fram till två år efter akromioplastik. Både efter rotatorkuffsutur och akromioplastik minskade smärta under aktivitet med 50 % inom de tre första månaderna efter operation. Patienterna angav att de var smärtfria ett år efter rotatorkuffsutur och två år efter akromioplastik. I båda studierna uppnådde patienterna god aktiv rörlighet. I medeltal uppnådde patienterna 150° i flexion, 170° i abduktion och 70° i utåtrrotation. Efter rotatorkuffsutur var Constant Score ≥ 77 poäng (max 100 poäng) efter två år. I den Progressiva Gruppen angav samtliga och i den Traditionella alla utom en att de var nöjda med axelns funktion efter två år. Efter akromioplastik uppnådde den Progressiva Gruppen 87 och den Traditionella Gruppen 67 poäng med Constant Score. Alla utom en i den Progressiva Gruppen och 13/18 i Traditionella Gruppen angav att de var nöjda med axelns funktion efter två år.

Långtidsuppföljning 8-11 år efter akromioplastik

I delarbete III och IV bedömdes resultatet av akromioplastik och sjukgymnastik på lång sikt efter operation, hos 95 patienter (105 axlar).

Patienterna uppvisade resultat vad gäller rörelseomfång, muskelstyrka och fysisk aktivitet som är jämförbara med personer i allmänhet. En majoritet av patienterna uppgav hög livskvalitet i relation till sin skulderfunktion. Åttiofyra procent uppgav att de var nöjda med sin axelfunktion 8-11 år efter akromioplastik.

Smärta i axeln under aktivitet hade störst betydelse för om patienterna skulle ange att de var nöjda med axelns funktion. Vi fann dessutom att ju bättre rörelseomfång i aktiv utåtrrotation, mätt i 90° abduktion, desto större sannolik-

het var det att patienterna var smärtfria under aktivitet. Inga signifikanta skillnader mellan män och kvinnor vad gäller livskvalitet, smärta under aktivitet, värk i vila eller nöjdhet kunde påvisas. Western Ontario Osteoarthritis Shoulder (WOOS) index visades ha signifikant samband med patientnöjdhet vilket stärker att det är ett frågeformulär som kan rekommenderas för utvärdering av dessa patienter.

Sammanfattning

En mer mångsidig sjukgymnastisk behandlingsrutin med tidig aktivering gav något snabbare återhämtning av axelfunktion både efter rotatorkuffsutur och akromioplastik samtidigt som några negativa effekter inte kunde noteras. De sjukgymnastiska behandlingsrutinerna med tidig aktivering som presenteras i denna avhandling, kan därför rekommenderas efter rotatorkuffsutur och akromioplastik. Goda långsiktiga resultat kunde påvisas efter akromioplastik.

Rekommendation

Nyckel till framgång med sjukgymnastisk behandling av patienter med subakromiell smärta, såväl opererade som icke opererade är:

- Att återställa serratus anterioris funktion
- Att återställa funktionen i rotatorkuffens utåtrrotatorer att centrera och hålla ned ledhuvudet i ledpannan
- Att återställa töjbarheten i bakre kapseln vilket ger förutsättning för smärtfri, aktiv utåtrrotation

Kontakt

Ingrid Hultenheim Klintberg, leg sjukgymnast, med dr, specialist i ortopedisk rehabilitering

Institutionen för Neurovetenskap och Fysiologi, Fysioterapi, Sahlgrenska Akademin, Göteborgs Universitet samt Sjukgymnastikverksamheten Sahlgrenska Universitetssjukhuset, Mölndal

E-post: ingrid.hultenheim@gu.se

Länk till avhandlingen: <http://hdl.handle.net/2077/21938>