

slutte en undervisningsperiode med en kort test, hvori de vigtigste pointer opsummeres ($n = 78$; $p = 0,04$; $ES = 0,47$) [20]. Modsat kan det at blive bombarderet med for svære spørgsmål hæmme hukommelsen og skabe akavede situationer. Testning øger stressniveauet og bør doseres rimeligt. Testning må aldrig overskygge initial oplæring. En test har ingen eller kun begrænset læringseffekt på materiale, der endnu ikke er blevet indlært [1].

FREMTIDIG FORSKNING

Der er stadig et stort felt at afdække omkring testforstærket læring, ikke kun inden for medicinsk pædagogik, men også inden for psykologi og neurobiologi. Mekanismerne bag testforstærket læring bør udforskes, og på trods af, at resultaterne af nyere studier tyder på, at der er en kønsforskel i testforstærket læring, er der en overraskende mangel på kønsstratificeret forskning inden for området [16]. Desuden bør studierne om testforstærket læring af færdigheder følges op.

KORRESPONDANCE: Charles Kromann, Center for Klinisk Uddannelse, Rigshospitalet, Blegdamsvej 9, 2100 København Ø. E-mail: charles.kromann@gmail.com

ANTAGET: 3. november 2011

FØRST PÅ NETTET: 5. december 2011

INTERESSEKONFLIKTER: ingen

LITTERATUR

1. Roediger HL, Karpicke JD. The power of testing memory: basic research and implications for educational practice. *Perspect Psychol Sci* 2006;1:181-276.
2. Spitzer HF. Studies in retention. *J Educ Psychol* 1939;30:641-56.
3. Larsen DP, Butler AC, Roediger III HL. Test-enhanced learning in medical education. *Med Educ* 2008;42:959-66.
4. Kromann C, Jensen ML, Ringsted C. The testing effect in skills learning. *Med Educ* 2009;43:21-7.
5. Hojat M, Xu G. A visitor's guide to effect sizes – statistical significance versus practical (clinical) importance of research findings. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2004;9:241-9.
6. Kromann CB, Bohnstedt C, Jensen ML et al. The testing effect on skills learning might last 6 months. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2010;15:395-401.
7. Larsen DP, Butler AC, Roediger HL 3rd. Repeated testing improves long-term retention relative to repeated study: a randomised controlled trial. *Med Educ* 2009;43:1174-81.
8. Haynie W. Effects of test taking on retention learning in technology education: a meta-analysis. *J Technol Educ* 2007;18:24.
9. Hogan R, Kintsch W. Differential effects of study and test trials on long-term recognition and recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 1971;10:562-7.
10. Glover J. The "testing" phenomenon: not gone but nearly forgotten. *J Educ Psychol* 1989;81:392-9.
11. McDaniel MA, Fisher RP. Tests and test feedback as learning sources. *Contemporary Educational Psychology* 1991;16:192-201.
12. Butler AC, Roediger HL 3rd. Testing improves long-term retention in a simulated classroom setting. *Eur J Cogn Psychol* 2007;4-5:514-527.
13. Carpenter SK, DeLosh EL. Impoverished cue support enhances subsequent retention: support for the elaborative retrieval explanation of the testing effect. *Mem Cognit* 2006;34:268-76.
14. Thomas A, McDaniel M. The negative cascade of incongruent generative study-test processing in memory and metacomprehension. *Mem Cognition* 2007;35:668-78.
15. Kang SHK, McDermott K, Roediger H. Test format and corrective feedback modify the effect of testing on long-term retention. *Eur J Cogn Psychol* 2008;19:528-58.
16. Kromann CB, Jensen ML, Ringsted C. Test-enhanced learning may be a gender related phenomenon explained by change in cortisol. *Med Educ* 2011;45:1929.
17. Kirschbaum C, Pirke KM. The »Trier Social Stress Test« – a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychology* 1993;8:76-81.
18. McEwen BS. Protective and damaging effects of stress mediators. *New Engl J Med* 1998;338:171-9.
19. Joëls M, Pu Z, Wiegert O et al. Learning under stress: how does it work? *Trends Cogn Sci* 2006;10:152-8.
20. Leeming FC. The exam-a-day procedure improves performance in psychology classes. *Teach Psychol* 2002;29:210-2.

Idrætstraumatologi og artroskopi – fra videnskab til klinisk behandling

Michael R. Krosgaard

Danmark har en lang tradition for artroskopi. I 1912 rapporterede danskeren *Severin Nordentoft* som den første i verden om en artroskopisk undersøgelse af et knæ, og han navngav proceduren arthroscopia genu. Idrætstraumatologien er organisatorisk forankret i Dansk Selskab for Artroskopisk Kirurgi og Sportstraumatologi og Dansk Idrætsmedicinsk Selskab og fagligt gennem opbygning af idrætsklinikker og tværfaglige enheder.

Idrætstraumatologi spænder vidt. Der er ca. 700.000 sportsskader årligt i Danmark, foruden en

del skader, der viser sig ved suboptimal funktion og ikke ved smerter.

OVERBELASTNINGSSKADER

Mekanismerne ved overbelastningsskader kendes delvist. Når knoglevæv adapteres til øget belastning for at blive stærkere, begynder remodelleringen med nedbrydning af det eksisterende væv (i løbet af nogle uger), og derefter begynder opbygningen (som tager nogle måneder). 2-6 uger efter en kraftig belastning er knoglevæv derfor svækket, og hvis belastningen

PROFESSOR-TILTRÆDELSSE-FORELÆSNING

Idrætsskirurgisk Enhed
MS1, Bispebjerg Hospital

fortsætter, kan der opstå træthedbrud, fordi vævet på dette tidspunkt ikke er stærkt nok. Det samme sker i senevæv, hvor tidsforløbet dog er meget kortere, idet svækkelsen indtræder i løbet af 1-2 døgn [1]; hvis man fortsætter med at belaste senen til grænsen i denne periode, bliver vævet aldrig stærkere, men overbelastet.

Det ville være en fordel, hvis vi kunne styre dannelsen af kollagen (hovedbestanddelen af alt bindevæv) i både tid og sted. I den henseende er en frossen skulder en interessant sygdom, hvor der i løbet af uger sker en ekstremt kraftig nydannelse af kollagen i et isoleret anatomisk område, nemlig i den ene skulderkapsel [2].

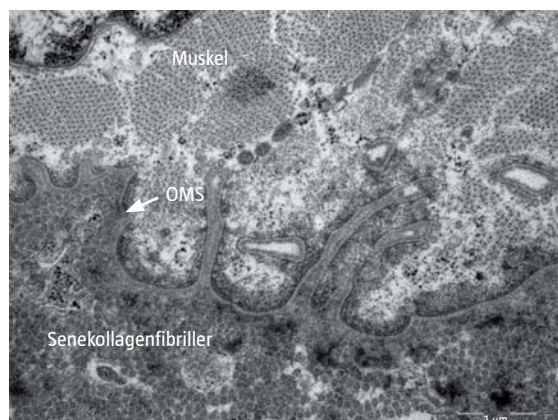
Hvis vi kunne forstå, hvordan det sker, og selvfølgelig også hvordan vi slukker for produktionen, kunne vi fremskynde behandlingen af flere ortopædkirurgiske lidelser og gøre bindevævet stærkere. Dette vil være et hovedforskningsområde på Idrætskirurgisk Enhed M51, Bispebjerg Hospital, i de kommende år.

Vi ved, at muskelstyrken øges meget hurtigt ved træning, og at senevævet er langsommere til at tilpasse sig øget belastning, men vi ved intet om, hvordan overgangen mellem muskel og sene (OMS) reagerer på belastning hos mennesker, selvom dette område hyppigt rammes af smerter og fibersprængninger.

Hos rotter øges de foldninger, der ses fra senen ind i muskeltvævet, og som også findes hos mennesker (Figur 1), efter belastning [3]. Hvordan OMS reagerer hos mennesker, er et andet område for forskning i de kommende år.

 FIGUR 1

Elektronmikroskopi af overgangen mellem muskel og sene (OMS) hos et menneske. Der er fingerlignende invaginationer fra senevævet ind i musklen, hvorved kontaktfladen mellem de to væv øges mange gange. Foto: Klaus Qvortrup.



KIRURGISK VERSUS IKKEKIRURGISK BEHANDLING

Selvom der er en palet af behandlingsmuligheder ved overbelastningsskader (Figur 2), foregår behandlingerne dog traditionelt rangordnet, så man begynder med at afvente naturens helbredelse ved aflastning, og ved manglende effekt giver man medicinsk behandling (f.eks. steroidinjektion) og/eller fysioterapi. Først når alt er prøvet, kommer kirurgi på tale. Ved springerknæ er det dokumenteret, at hård styrketræning er den mest effektive ikkekirurgiske behandling, idet 75% af patienterne har gode resultater af dette på lang sigt [4]. Ved artroskopisk fjernelse af den distale spids af patella og oprensning af patellaseenen er der imidlertid mindst lige så gode resultater, på trods af at kirurgi er sidstevalg [5]. Der mangler randomiserede studier af forholdet mellem kirurgisk og ikkekirurgisk behandling af de fleste overbelastningsskader. Der er muligt, at relativt tidlig kirurgisk behandling kan afkorte behandlingsforløbene, og det bør belyses ved randomiserede undersøgelser.

KOORDINATION OG STYRKE VERSUS DYSFUNKTION

Koordinations- og styrketræning før en håndbold- eller fodboldkamp nedsætter risikoen for ligamentskader i knæet betydeligt [6]. Dette er logisk, for alle aktiviteter omkring et led er afhængige af, at de sensoriske input fra ekstremiteten fungerer optimalt. Forholdet imellem kraften i agonist og antagonist (f.eks. i quadriceps- og hasemuslerne ved et spark til en bold), skal være afbalanceret, så ledstrukturene skånes (i eksemplet er det bl.a. det forreste korsbånd). Hvis det ikke skete, ville leddene blive destrueret hurtigt af daglige aktiviteter. For sportsudøvere er det dog vigtigt, at kraften i antagonisten kun lige netop er så stor, som det er nødvendigt for at skåne leddet; hvis den er større, reduceres den resulterende kraft, dvs. kraften i sparket til bolden. Dette kan trænes, men forudsætter velfungerende og konstant opdaterede motorprogrammer i lillehjerne og rygmarg samt intakte sensoriske input fra ekstremiteten, bl.a. via en refleks fra korsbåndene til musklerne omkring knæet [7]. Refleksen bortfalder ved korsbåndsoverrivning, og den genetableres ikke efter korsbåndskonstruktion [8], så selvom et knæ bliver mekanisk stabilt efter en korsbåndskonstruktion, fungerer det ikke normalt. Det er et stort forskningsområde at forstå det komplicerede samspil mellem nerver og muskler samt mellem musklerne indbyrdes.

Blandt personer med korsbåndsruptur kan nogle tilpasse sig og fungere uden behandling (*copers*), hvorimod andre ikke kan (*non-copers*). Der er forskel på disse to grupper, når man tester dem biomekanisk [9]. Efter forreste korsbåndsoverrivning, som altid sker ved tilhæftningen på femur, heler korsbåndet

hos over halvdelen af patienterne, men enten for langt fremme, for langt oppe eller til bagerste korsbånd [10]. Disse helingsmønstre stabiliserer knæet i varierende grad, hvilket er årsagen til, at komplet ruptur af korsbåndet ikke altid medfører den samme grad af instabilitet hos forskellige personer. Måske bestemmer helingsmønstret, om man er *coper* eller *non-coper*, og ved at kortlægge helingen med magnetisk resonans (MR)-skanning kunne man forudse, hvem der bliver *non-copers* (og har behov for rekonstruktion af korsbåndet) – men man ved det ikke.

STYRING AF HELING

Forreste korsbåndets store potentiale til at hele åbner nye muligheder for behandling af korsbåndsrupturer. Fibroblaster fra senevæv kan in vitro danne en ny sene med rigtige seneegenskaber, hvis man giver dem to pejlemærker at danne senen imellem [11]. Det undersøges, om man in vitro kan få celler fra korsbånd til at danne et nyt korsbånd, og om man in vivo kan guide dem til at danne korsbåndsfibre, der udspringer det korrekte sted på femur. Måske kan man med lidt styring af cellerne få det rumperede korsbånd til at hele af sig selv.

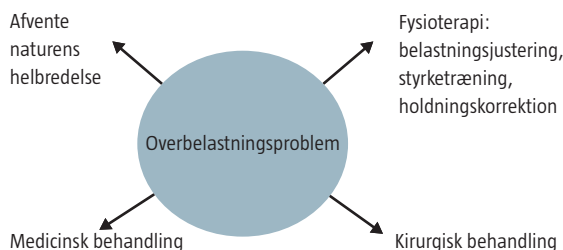
Rekonstruktion af rumperede forreste korsbånd er rutine, men udredning og behandling af multiligamentskader i knæet er særdeles vanskelig. Ved hjælp af klinisk løshedsmåling at fastlægge, hvilke ligamenter der er overrevet, kan være uhyre svært selv i meget trænedes hænder, og der er ikke faste grænser for, hvor stor én af flere løsheder i et knæ skal være, for at den skal opereres. MR-skanning kan kun vise nogle af skaderne, og den endelige vurdering er klinisk. Derfor er det vigtigt, at udredning og behandling af disse skader sker meget få steder, så forskellige strategier kan afprøves og vurderes under videnskabelige forhold. Det er sket med specialeplanen fra 1.7.2011. Det samme gælder behandlingen af korsbåndsskader hos børn.

ORDENTLIGE MÅLEMETODER

Strategien ved behandling af forreste korsbåndsskader har været diskuteret, efter at der i *The New England Journal of Medicine* blev publiceret et studie, hvor patienter med frisk korsbåndsskade blev randomiseret til rekonstruktion eller til fysioterapi og om nødvendigt senere konstruktion [12]. I den sidste gruppe endte 39% med at blive rekonstrueret. Det gik efter to år lige godt i de to grupper, vurderet med det meget udbredte spørgeskema *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)*. Problemet er imidlertid, at KOOS ikke er velegnet til vurdering af, hvordan korsbåndspatienter har det [13]. Der er en række principielle fejl i konstruktionen af KOOS, og nogle af

FIGUR 2

Behandlingspaletten ved overbelastningsskader.



spørgsmålene er ikke relevante for patienter med korsbåndsskader [13]. Der findes mange studier, hvor man på samme måde har benyttet målemetoder, der f.eks. ikke kan bruges til at finde en forskel imellem to behandlinger med. Det er derfor afgørende, at der udvikles scoresystemer efter strengt videnskabelige (og besværlige) retningslinjer. Først når der er lavet randomiserede undersøgelser med relevante målemetoder, har fagpersoner, politikere og økonomer et ordentligt grundlag for at beslutte, hvilke strategier man vil satse på i relation til udredning og behandling.

MENISKLÆSIONER ER IKKE BANALE

Meniskresektion anses for at være et banalt indgreb, men beskadigelse af de cirkelformede kollagenfibre, der går i meniskernes periferi fra forhorn til baghorn og er forankret i tibiaknogle [14], medfører, at en større del af kraften afsættes i ledbrusken, hvilket øger risikoen for slidgigt. En tabt menisk kan erstattes af en hel menisk fra en donor, og en delvis ødelagt menisk kan repareres med et industrielt fremstillet menisklignende skelet, hvori patientens celler skal genopbygge en normal menisk. Begge metoder er fortsat eksperimentelle. Om de kan forhindre slidgigtsudvikling bør undersøges i randomiserede studier.

ARTROSKOPI OG ENDOSKOPI

Efter *Severin Nordentofts* introduktion af knæartroskopi i 1912 skete den største udvikling inden for



IDRÆTSTRAUMATOLOGI

Traumatiske sportsskader med overlap til lignende skader, der er opstået uafhængigt af idræt.

Overbelastningsskader i støttevævet.

Dysfunktioner pga. udtrætning af de svageste muskler eller dyskoordination.

Forkert belastning ved hypermobilitet, fejlstillinger eller smerter.

området i Japan, hvor især *Masaki Watanabe* var pioner. I 1968 blev den første menisk reinseneret artroskopisk i USA, og i dag er det kun fantasien, der sætter grænser for, hvad man kan skopere. Skopet kan også bruges som endoskop til f.eks. resektion af bursa, fasciotomier, oprensning og reparation af sener og resektion af generende knogleudvækster. Artroskopi af hoftelæddet er p.t. det største nyopdyrkede område, hvor man bl.a. kan resecere de knoglefremspring på collum femoris, som man mener ødelægger ledbrusk og labrum og forårsager artrose ved kollision med acetabulum. Om man i symptomløse hofter bør fjerne disse udvækster præventivt for at forhindre slidgigt, bør undersøges i et randomiseret studie. Skopisk kan man overskære psoasenen ved den indre springhofte, og uden på trochantor major kan man forlænge tractus iliotibialis ved den ydre springhofte. Gluteusmuskulaturens tilhæftning på trochantor major kan være sæde for degenerative forandringer eller ruptur ligesom rotatorcuffen i skulderen, og det kan repareres skopisk [15]. I skulderområdet er den nyeste mulighed artroskopi af sternoklavikulærlæddet, hvor man kan oprense eller reparere discus, resecere den mediale klavikelende ved artrose, synovektomere og fjerne mus.

Men hvorfor skal man stikke et skop ind, når man kan udføre en åben operation? Svaret er, at man ser langt bedre med skopet. Diagnostik og behandling bliver mere præcis, og det kirurgiske traume bliver mindre.

EN STRUKTURERET INDSATS ER ØNSKELIG

Både idrætstraumatologi og artroskopi er i rivende udvikling. Ved en struktureret, national forskningsindsats vil man kunne belyse grundlæggende spørgsmål om store sygdomme og deres behandling, så vi om ti år har langt flere evidensbaserede udrednings- og behandlingsmuligheder end i dag.

KORRESPONDANCE: *Michael R. Krosgaard*, Idrætskirurgisk Enhed M51, Bispebjerg Hospital, Bispebjerg Bakke 23, 2400 København NV. E-mail: mrk@dadlnet.dk

ANTAGET: 13. februar 2012

INTERESSEKONFLIKTER: Forfatterens ICMJE-formular er tilgængelig sammen med artiklen på Ugeskriftet.dk

Artiklen er skrevet på basis af forfatterens professortilrædelsesforelæsning for at belyse aktive frontlinjeforskningsområder i Danmark

LITTERATUR

1. Kjaer M, Langberg H, Heinemeier K et al. From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. *Scand J Med Sci Sports* 2009;19:500-10.
2. Mullett H, Byrne D, Colville J. Adhesive capsulitis: human fibroblast response to shoulder joint aspirate from patients with stage II disease. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:290-4.
3. Järvinen TA, Józsa L, Kannus P et al. Mechanical loading regulates the expression of tenascin-C in the myotendinous junction and tendon but does not induce de novo synthesis in the skeletal muscle. *J Cell Sci* 2003;116:857-66.
4. Krosgaard M, Kovanen V, Aagaard P. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports* 2009;19:790-802.
5. Lorbach O, Diamantopoulos A, Paessler HH. Arthroscopic resection of the lower patellar pole in patients with chronic patellar tendinosis. *Arthroscopy* 2008;24:167-73.
6. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH et al. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sports Med* 2003;13:71-8.
7. Dyhre-Poulsen P, Krosgaard MR. Muscular reflexes elicited by electrical stimulation of the anterior cruciate ligament in humans. *J Appl Physiol* 2000;89:2191-5.
8. Krosgaard MR, Fischer-Rasmussen T, Dyhre-Poulsen P. Absence of sensory function in the reconstructed anterior cruciate ligament. *J Electromyogr Kinesiol* 2011;21:82-6.
9. Alkjær T, Henriksen M, Simonsen EB. Different knee joint loading patterns in ACL deficient copers and non-copers during walking. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:615-21.
10. Crain EH, Fithian DC, Paxton EW et al. Variation in anterior cruciate ligament scar pattern: does the scar pattern affect anterior laxity in anterior cruciate ligament-deficient knees? *Arthroscopy* 2005;21:19-24.
11. Bayer ML, Yeung CY, Kadler KE et al. The initiation of embryonic-like collagen fibrillogenesis by adult human tendon fibroblasts when cultured under tension. *Biomaterials* 2010;31:4889-97.
12. Frobell RB, Roos EM, Roos HP. A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears. *N Engl J Med* 2010;363:331-42.
13. Comins J, Brodersen J, Krosgaard M et al. Rasch analysis of the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): a statistical re-evaluation. *Scand J Med Sci Sports* 2008;18:336-45.
14. Rattner JB, Matyas JR, Barclay L et al. New understanding of the complex structure of knee menisci: implications for injury risk and repair potential for athletes. *Scand J Med Sci Sports* 2011;21:543-53.
15. Voos JE, Shindle MK, Pruett A et al. Endoscopic repair of gluteus medius tendon tears of the hip. *Am J Sports Med* 2009;37:743-7.