

Behandling af akutte muskelskader

Monika L. Bayer¹, Abigail Mackey¹, S. Peter Magnusson^{1,2}, Michael R. Krogsgaard³ & Michael Kjær¹

STATUSARTIKEL

1) Institut for Idrætsmedicin, Ortopædkirurgisk Afdeling, Bispebjerg Hospital
 2) Fysio- og ergoterapiafdeling, Bispebjerg Hospital
 3) Ortopædkirurgisk Afdeling, Bispebjerg Hospital

Ugeskr Læger
 2019;181:V111180753

Skeletmuskulatur kan blive beskadiget ved et pludseligt stræk, eksplosiv brug af muskulaturen, et slag eller stump tryk mod musklen eller overskæring med en skarp genstand. Langt størstedelen af de akutte muskelskader i forbindelse med sport eller anden fysisk aktivitet sker ved stræk eller slag [1].

En fibersprængning forårsaget af idræt resulterer i en overrivning af muskelfibre fra det tilknyttede bindevæv og ses ofte efter eksplosive bevægelser som f.eks. ved sprint i fodbold eller atletik (bl.a. 100-meterløb og længdespring) eller ved ekstreme bevægelser hos f.eks. dansere, der udfører en spagat [2, 3]. Atleter føler normalt ikke nogle varslings symptomer forud for skadens indtræden, men fornemmer en pludselig, skarp overrivning og smerte ofte i hasemuskulaturen, læggen eller på lårets forside.

Kontusionsskader sker som oftest som følge af en tackling/et slag mod en kontraheret muskulatur og ses tit i kontaktsport [1], hvor musklen bliver presset mod knoglen, hvorved muskelceller og kapillærer kan bryde. I lighed med ved en fibersprængning vil der blive dannet et hæmatom i dagene efter traumatet, og dette kan ofte ses ved UL-skanning. Selvom kontusionsskader kan forårsage betydelig intramuskulær blødning, har de ofte et kortere forløb end fibersprængninger (uger vs. måneder), da graden af strukturelle ødelæggelser af bindevæv er mindre.

BILLEDDIAGNOSTIK

Ved anvendelse af UL- eller MR-skanning findes der som oftest uregelmæssigheder i muskelaponeurosen/-

senen eller sjældnere i en muskelfascie. Ved UL-skanning ses der ofte diskontinuitet af muskelbindevævs arkitektur samtidigt med hypoekkoiske områder som tegn på et hæmatom, men ikke alle patienter med symptomer har strukturelle forandringer (55-82%) [4]. Der er ikke lavet meget forskning på skader, der ikke giver synlige forandringer og sandsynligvis har en anden ætiologi baseret på neuromuskulære forstyrrelser. Til inddeling af fibersprængninger er der udarbejdet et klassifikationssystem, hvor man tager hensyn til tilstedeværelsen af strukturelle forandringer, størrelsen af læsionen og de involverede anatomiske strukturer. Grad 0 er negative fund ved billeddiagnostik, grad 1 er mindre skader, grad 2 er moderate skader, grad 3 er alvorlige skader, mens grad 4 er en komplet afrivning af en muskel fra bindevævet [5]. Det skal nævnes, at man i de fleste studier ikke har fundet en sammenhæng mellem graden af skaden og tiden inden tilbagevenden til sport. Yderligere anbefales det dog, at den initiale behandling udføres ens, uanset graden af skaden, men progressionen skal afhænge af smerteudvikling, omfang af de involverede strukturer og det anatomiske sted, hvor skaden er opstået. Dette er i høj grad relevant, hvis skaden omfatter en stor del af bindevævet (senen).

INITIAL BEHANDLING AF AKUTTE MUSKELSKADER

En af de mest anbefalede behandlinger umiddelbart efter en akut muskelskade er RICE (R = rest (aflastning), I = ice (kulde), C = compression (kompression på skadesstedet), E = elevation (elevation af skadesstedet)), eller det modificerede PRICE (hvor P = protection (beskyttelse)).

Anbefalingen af aflastning i op til en uge efter en akut muskelskade er for nylig blevet udfordret. Hurtig genoptræning blev startet allerede to dage efter en fibersprængning og blev sammenlignet med påbegyndelse af genoptræning en uge efter. Det viste sig, at ved tidlig start af genoptræning kom deltagerne tre uger tidligere tilbage til idræt end ved sen start, uden at det medførte flere recidivskader [6] (Figur 1). Dette viser, at tidlig og struktureret genoptræning er afgørende for tilbagevenden til idræt. Et eksempel på et struktureret og progressivt genoptræningsprogram kan findes som appendiks i [6]. Vi anbefaler derfor i stedet for hvile en tilpasset belastning, OL (optimal loading), derved ændres begrebet PRICE til POLICE (P = protection, OL =

HOVEDBUDSKABER

- ▶ Rest (aflastning) har et negativt resultat på recovery, da forsinket genoptræning forlænger smertevarigheden og tiden til tilbagevenden til idræt. En tidlig start af genoptræning er derfor afgørende for rehabilitering. Kontusionsskader heler markant hurtigere end fibersprængning.
- ▶ Tidligere opfattedes en fibersprængning i muskulatur som en ren muskelvævsskade, hvorimod bindevævet og dets relativt lange helingsevne ikke har været påpeget tilstrækkeligt.
- ▶ Brug af nonsteroidale antiinflammatoriske stoffer (NSAID) efter en akut muskelskade anbefales ikke, da der ikke er fundet gunstig effekt på muskel- og bindevævsregeneration. Med is og kompression kan NSAID/paracetamol være akut smertedæmpende, men man skal være opmærksom på, at smertedæmpning er uhensigtsmæssig i relation til et genoptræningsforløb og tolerans ved belastning.

optimal loading, I = ice, C = compression, E = elevation). I dyreforsøg med blot 2-5 dages forsinkelelse i genoptræningen fandtes en negativ effekt på både vævsheling og formindskelse af arvæv ved kontusions-skaden [7, 8]. Det anbefales derfor også ved denne type skade at genoptage kontrolleret aktivitet så hurtigt som muligt efter skaden. Hvad angår den umiddelbare behandling af kontusions-skader i låret (forside), er det i et studie fundet, at det havde en gavnlig effekt på genoptræningen, hvis knæet blev holdt i en flekteret stilling på 120 grader i de første 24 timer. Imidlertid var studiet uden kontrolgruppe.

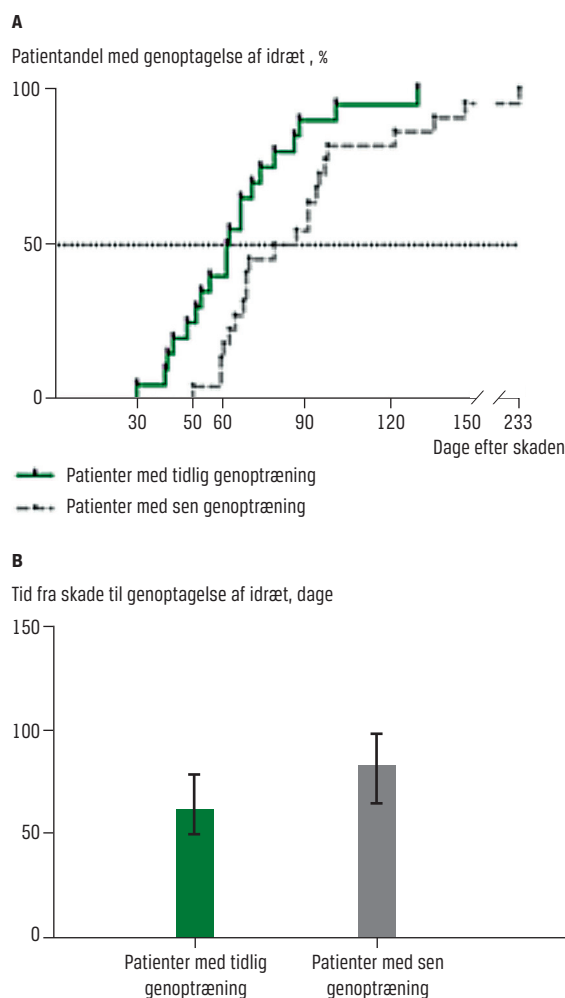
Behandling med is (kryoterapi) er alment accepteret, relativt sikkert, tåles fint og er påvist at være associeret med nedsat nerveledningshastighed, en højere smertetærskel og dermed en øget smertetolerance [9]. Hvor disse effekter måske nok gælder for ledbånd tæt på hudoverfladen, er det påvist, at applicering af kulde på huden ikke ændrer muskeltemperaturen nævneværdigt og specielt ikke, hvis skaden er lokaliseret dybere i muskulaturen [10]. Et studie af blandede akutte skader i ledbånd, sener og muskler viste, at kulde havde en gavnlig effekt på smerte og nedsat funktion [11], men applicering af kulde på akutte muskelskader i læggen havde ikke nogen effekt på det funktionelle udfald og tiden væk fra arbejde [12]. Det betyder således, at kulde kun har en gunstig effekt på smerter.

Umiddelbart virker det logisk at forhindre akkumulation af væske på skadestedet, men hos atleter, som blev udsat for kompression i 10-30 min mindre end 5 min efter skadens opståen, fandt man ikke nogen effekt på tid til genoptagelse af sport [13]. Det var tilfældet for både patienter med fibersprængning og patienter med kontusions-skade, og der er ingen dokumenteret effekt på smertelindring ved kompression. Det er dog påvist, at kompression kan begrænse intramuskulær blodgennemstrømning i en rask muskel lige efter fysisk aktivitet [14], men der er stor forskel på blodgennemstrømning i normalt muskelvæv og væv med bristede kar efter en fibersprængning. Der findes ingen dokumenteret effekt af elevation af den skadede ekstremitet ved akut muskelskade, og argumentet for denne behandling stammer mest fra litteratur om dyb venetrombose og lymfødem.

BRUG AF ANTIINFLAMMATORISK MEDICIN VED AKUT MUSKELSKADE

Antiinflammatorisk medicin anvendes i meget udbredt grad ved akutte muskelskader. I studier har man fundet såvel stimulerende [15] som hæmmende effekt [16] af behandling med nonsteroid antiinflammatoriske stoffer (NSAID) på muskelstamceller efter akut muskelskade, men de var uden gunstig effekt på muskelregeneration [17]. En hæmning af proinflammatoriske makrofager i de første dage efter skaden medførte, at

FIGUR 1



Tidsinterval fra alvorlig akut muskelskade (fibersprængning) til smertefri genoptagelse af idræt hos 50 patienter, som gennemførte enten tidlig eller sen genoptræning. **A.** Antallet af dage fra skade til genoptagelse af idræt. **B.** Mediangrænser og interkvartile grænser for antallet af dage fra skade til genoptagelse af idræt. Modificeret fra [6].

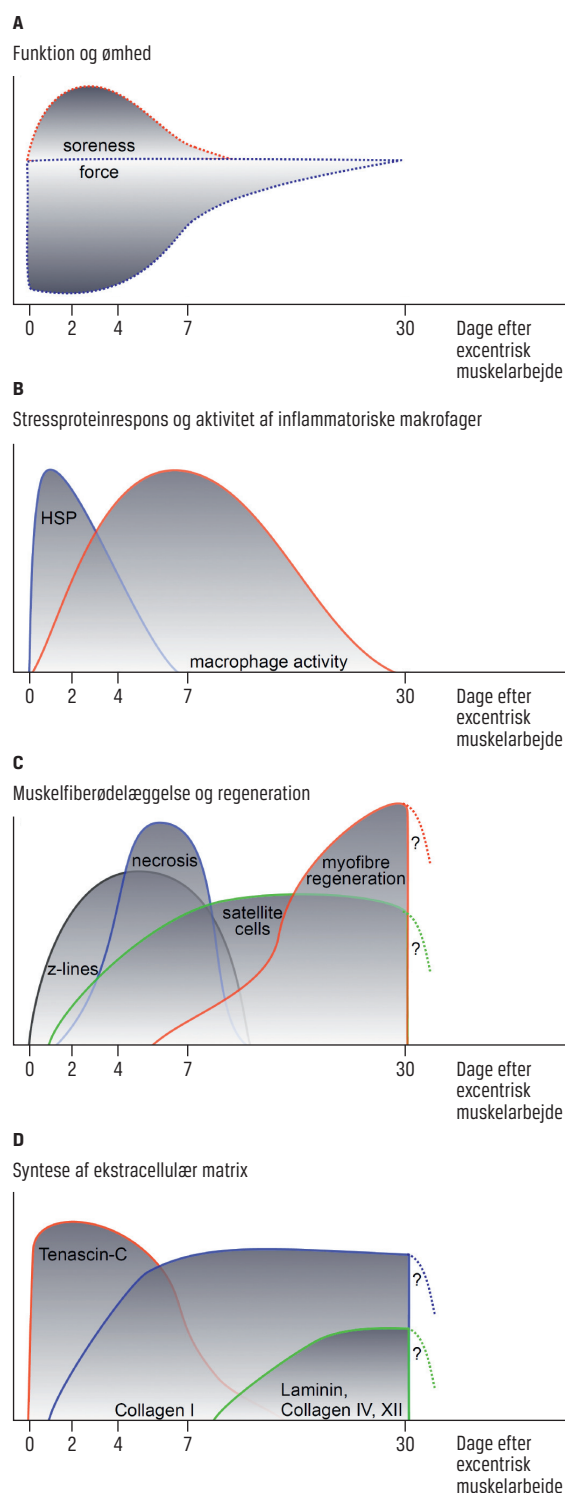
helingsresponset blev bremset, mens der efter 4-6 dage var brug for aktivering af antiinflammatoriske makrofager for at kunne fuldende muskelregenerationen [18]. Et lignende billede tegner sig i bindevævet, hvor især hæmning af den tidlige inflammatoriske proces havde et negativt udfald [19]. En langvarig betændelsestilstand i vævet er ugunstig og kan bidrage til arvævsdannelse, så derfor kan timing af brugen af NSAID være vigtig. Der findes dog ingen kliniske studier, hvor man har undersøgt dette. Vi anbefaler at afstå fra al smertestillende medicin under genoptræning, da smerten skal være en guideline for genoptræning og er fundamental for rehabiliteringen.

GENOPTAGELSE AF IDRÆT EFTER SKADE OG RISIKO FOR SKADERECIDIV

Ved lettere kontusions-skader vil der ofte gå 1-3 uger, før man kan returnere til sport, mens fibersprængning kræver 1-3 måneder, før man er klar [6, 20]. Fibersprængninger i den proksimale del af hasemuskelkom-

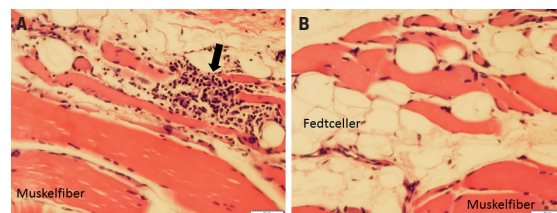
FIGUR 2

Muskel- og bindevævsændringer i forløbet efter en eksperimentelt induceret muskelskade i låret hos mennesker (elektrisk stimulation og meget hårdt excentrisk muskelarbejde). Ømhed varer godt en uge, mens genvinden af fuld muskelstyrke tager næsten en måned. Tidligt efter skaden ses en stigning af *heat shock proteins* (HSP) og makrofagaktivitet i muskelvæv samt muskelfiberskade med strukturelle ødelæggelser, celledød og efterfølgende aktivering af stamceller. Muskelcelleregeneration ses i mere end 30 dage efter skaden, ligesom bindevævskomponenter aktiveres og stiger støt den første måned efter den akutte muskelskade. A. Ømhed stiger i dage efter intervention, mens funktion (kraft) falder betydeligt. B. Stressproteiner akkumulerer hurtigt efter excentrisk muskelarbejde, de inflammatoriske celler viser en langtrukket aktivitet. C. Strukturelle ødelæggelser og celledød er efterfulgt af stamcelleaktivering. Det er uvist, hvor længe fuld regeneration af muskelfibre foregår. D. Bindevævskomponenter som Tenascin C, type I, IV, XII kollagen og laminin aktiveres og stiger støt den første måned efter den akutte muskelskade. Modificeret fra [22].



FIGUR 3

Kroniske vævsforandringer fra to patienter (A og B) efter en fibersprængning i lårets muskulatur. I begge tilfælde skete skaden mindst seks måneder før disse UL-vejledte vævsprøvetagninger, og der ses et stort antal fedtceller liggende omkring muskelfibre. Hos den ene patient (A) ses derudover en ansamling af celler (sort pil).



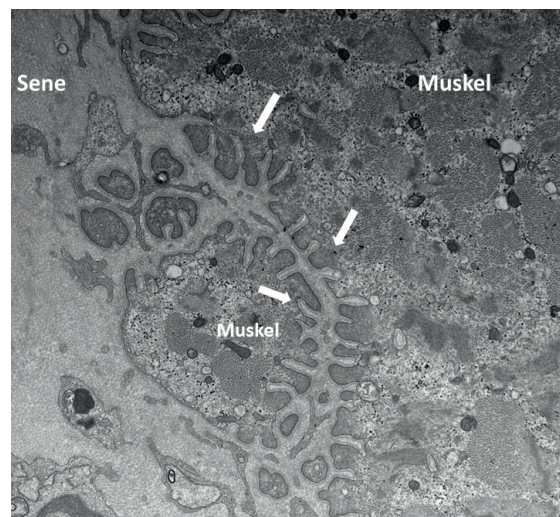
plekset ødelægger oftest den proksimale sene, hvilket medfører forlænget helingstid [2]. Det er ofte tilfældet ved den udstrækningsskade (ved spagat), der ses hos dansere. Det viser, at heling af muskel-bindevævs-komplekset er en kritisk faktor for helingstiden efter fibersprængninger [21]. Selv en mindre eksperimentelt induceret muskelskade hos mennesker viser, at regeneration i såvel muskel som bindevæv pågår i mindst 30 dage, efter at skaden er sket (Figur 2).

Da den akutte fibersprængning helt overvejende sker i den myotendinøse overgang (MTJ), vil regeneration af vævet i høj grad involvere dennes kobling til senen/aponeurosen. Et klinisk studie har vist, at helingen var meget langtrukket, og at metabolisme og blodgennemstrømning i skaden ikke var normaliseret selv seks måneder efter skaden [23]. Disse fund indikerer, at regeneration og remodellering af vævet pågår, selv efter genoptagelsen af idrætsaktivitet, hvilket tyder på, at det er derfor, at recidivskader opstår inden for det første år efter en skade. Vi anbefaler at fortsætte med specifikke øvelser for at forebygge en reskade. Effekten af dette blev tydeliggjort i en undersøgelse, hvor forebyggende styrketræning nedsatte risikoen for akut muskelskade trefold og bevirkede en 17-fold reduktion af reskader [24].

Af over 700 registrerede kontusionsskader i elitefodbold havde kun 15 en varighed på over 28 dage, og denne type skade må derfor klassificeres som mild til moderat. Det er bemærkelsesværdigt, at den ekstracellulære matrix spiller en vigtig rolle i regeneration af ødelagte muskelfibre, hvilket understøttes af studier, hvor nekrotiske myofibre er afhængige af en eksisterende basalmembran for regeneration [25]. Det skal forstås således, at matrix, som omgiver muskelcellen, agerer som en *scaffold* og orienteringsmærke for muskelstamcellen, der gendanner den ødelagte muskelfiber [25]. Ødelæggelsesgraden af matrixbindevævet ved skaden er dermed af betydning for fuld regeneration.


FIGUR 4

Elektronmikrografi af den myotendinøse overgang fra menneskevæv. Der ses udpræget foldning (hvide pile) af kontaktarealet mellem muskel og sene [30].



SENFØLGER EFTER MUSKELSKADE

Ud over den forøgede risiko for reskade efter akut muskelskade ses også varig muskelatrofi [23], udvikling af arvæv [26] og en ændring i de mekaniske vævsegenskaber i det myotendinøse kompleks [27]. Man har for nylig i forbindelse med fibersprængninger hos mennesker fundet, at arvæv ikke kun består af løst bindevæv, men også i stor grad af fedtceller, der ligger rundt om muskelfibrene (Figur 3). Derudover er der en ophobning af celler, som ikke er fuldt identificerede (Figur 3) og en markant indvækst af blodkar. Fra seneforskning ved man, at indvæksten af blodkar ofte er ledsaget af nerver, hvilket medfører smerte [28]. Derudover blev det påvist, at langsom, tung styrketræning havde en gavnlig effekt på både smerte og neovaskularisering i syge sener, og det kan derfor tænkes, at tung styrketræning også har en god effekt hos patienter, der lider af senskader som f.eks. smerter efter en fibersprængning.

Hvorledes MTJ reagerer på skade og genoptræning er ikke fuldt beskrevet, men man ved, at styrketræning ændrer antallet af inflammatoriske celler blandt muskelfibrene tæt på MTJ og øger ekspresionen af en type XIV-kollagen. Dermed styrkes formodningen om, at der sker betydelig omsætning af væv i MTJ [29]. Forskning om MTJ (Figur 4) har vist, at der ved tredimensionel rekonstruktion af elektronmikroskopibilleder findes en betydelig foldning af MTJ [30], ligesom type XXII-kollagen er obligat for MTJ og findes i muskelfibrene, som grænser op mod MTJ. En forståelse af, hvordan MTJ er opbygget og ændres ved skader og genoptræning, vil på længere sigt have betydning for den kliniske rådgivning.

KONKLUSION

Tidlig genoptræning efter en akut muskelskade er den afgørende faktor for tilbagevenden til normal aktivitet. Specielt efter fibersprængninger vil vævet behøve betydelig regenerationstid, idet en bestanddel af det skadede væv er bindevæv med langsom regenerationstid. Applicering af is, kompression og elevation ved akut skade tåles godt af patienterne, men der er meget begrænset dokumentation for, at disse tiltag har nogen central betydning for hurtigere heling af skaden. Derfor kan de kun anbefales til dæmpning af smerte. Komplikationer i form af reskade, muskelatrofi og fedtinfiltration er klart til stede efter akut muskelskade.

KORRESPONDANCE: Michael Kjær. E-mail: michaelkjaer@sund.ku.dk

ANTAGET: 15. januar 2019

PUBLICERET PÅ UGESKRIFTET.DK: 18. februar 2019

INTERESSEKONFLIKTER: ingen. Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på Ugeskriftet.dk

LITTERATUR

- Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med* 2011;39:1226-32.
- Askling CM, Tengvar M, Saartok T et al. Acute first-time hamstring strains during high-speed running. *Am J Sports Med* 2007;35:1716-24.
- Askling CM, Tengvar M, Saartok T et al. Acute first-time hamstring strains during high-speed running: a longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. *Am J Sport Med* 2007;35:197-206.
- Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB et al. The diagnostic and prognostic value of ultrasonography in soccer players with acute hamstring injuries. *Am J Sport Med* 2014;42:399-404.
- Patel A, Chakraverty J, Pollock N et al. British athletics muscle injury classification: a reliability study for a new grading system. *Clin Radiol* 2015;70:1414-20.
- Bayer ML, Magnusson SP, Kjær M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. *N Engl J Med* 2017;377:1300-1.
- Järvinen M. Healing of a crush injury in rat striated muscle: a microangiographical study of the effect of early mobilization and immobilization on capillary ingrowth. *Acta Pathol Microbiol Scand Sect A Pathol* 1976;84A:85-94.
- Kääriäinen M, Järvinen T, Järvinen M et al. Relation between myofibers and connective tissue during muscle injury repair. *Scand J Med Sci Sport* 2000;10:332-7.
- Algafly AA, George KP. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. *Br J Sports Med* 2007;41:365-9.
- Thorsson O, Lilja B, Ahlgren L et al. The effect of local cold application on intramuscular blood flow at rest and after running. *Med Sci Sports Exerc* 1985;17:710-3.
- Airaksinen OV, Kyrklund N, Latvala K et al. Efficacy of cold gel for soft tissue injuries: a prospective randomized double-blinded trial. *Am J Sports Med* 2003;31:680-4.
- Prins JCM, Stubbe JH, van Meeteren NLU et al. Feasibility and preliminary effectiveness of ice therapy in patients with an acute tear in the gastrocnemius muscle: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2011;25:433-41.
- Thorsson O, Lilja B, Nilsson P et al. Immediate external compression in the management of an acute muscle injury. *Scand J Med Sci Sport* 1997;7:182-90.
- Thorsson O, Hemdal B, Lilja B et al. The effect of external pressure on intramuscular blood flow at rest and after running. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19:469-73.
- Mackey AL, Rasmussen LK, Kadi F et al. Activation of satellite cells and the regeneration of human skeletal muscle are expedited by ingestion of nonsteroidal anti-inflammatory medication. *FASEB J* 2016;30:2266-81.
- Mikkelsen U, Langberg H, Helmark I et al. Local NSAID infusion inhibits satellite cell proliferation in human skeletal muscle after eccentric exercise. *J Appl Physiol* 2009;107:1600-11.
- Dideriksen K. Muscle and tendon connective tissue adaptation to unloading, exercise and NSAID. *Connect Tissue Res* 2014;55:61-70.
- Saclier M, Yacoub-Youssef H, Mackey AL et al. Differentially activated macrophages orchestrate myogenic precursor cell fate during human skeletal muscle regeneration. *Stem Cells* 2013;31:384-96.
- Virchenko O, Skoglund B, Aspenberg P. Parecoxib impairs early tendon

- repair but improves later remodeling. *Am J Sports Med* 2004;32:1743-7.
20. Reurink G, Goudswaard GJ, Tol JL et al. MRI observations at return to play of clinically recovered hamstring injuries. *Br J Sports Med* 2014;48:1370-6.
 21. Brukner P, Connell D. "Serious thigh muscle strains": beware the intramuscular tendon which plays an important role in difficult hamstring and quadriceps muscle strains. *Br J Sports Med* 2016;50:205-8.
 22. Mackey AL, Kjaer M. Connective tissue regeneration in skeletal muscle after eccentric contraction-induced injury. *J Appl Physiol* (1985) 2017;122:533-40.
 23. Bayer ML, Hoegberget-Kalisz M, Jensen MH et al. Role of tissue perfusion, muscle strength recovery and pain in rehabilitation after acute muscle strain injury: a randomized controlled trial comparing early and delayed rehabilitation. *Scand J Med Sci Sports* 2018;28:2579-91.
 24. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB et al. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2011;39:2296-303.
 25. Mackey AL, Kjaer M. The breaking and making of healthy adult human skeletal muscle in vivo. *Skelet Muscle* 2017;7:1-18.
 26. Sanfilippo J, Silder A, Sharry MA et al. Hamstring strength and morphology pregression after return to sport from injury. *Natl Inst Heal* 2013;C:448-54.
 27. Silder A, Reeder SB, Thelen DG. The influence of prior hamstring injury on lengthening muscle tissue mechanics. *J Biomech* 2010;43:2254-60.
 28. Alfredson H, Öhberg L, Forsgren S. Is vasculo-neural ingrowth the cause of pain in chronic Achilles tendinosis? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003;11:334-8.
 29. Jakobsen JR, Jakobsen NR, Mackey AL et al. Remodeling of muscle fibers approaching the human myotendinous junction. *Scand J Med Sci Sport* 2018;28:1859-65.
 30. Knudsen AB, Larsen M, Mackey AL et al. The human myotendinous junction: an ultrastructural and 3D analysis study. *Scand J Med Sci Sport* 2015;25:e1116-e123.