

# Träningsvärk – muskelskada eller förberedelse för nästa pass?



*Lars-Eric Thornell*  
Professor i anatomi  
Institutionen för integrativ medicinsk biologi

Jag har egen erfarenhet av träningsvärk precis som jag kan tänka mig att alla ni andra har. Vi kan väl alla vara överens om att träningsvärk är något som vi får när vi har gjort något ovanligt, inte direkt utan 1-3 dagar efter de ovanliga rörelserna. Visst fick ni träningsvärk efter första skidrundan i höstas om ni diagonalåkade? Jag fick det i alla fall i lårmusklerna på insidan. Om ni föredrar att åka utför vet ni att träningsvärken infinner sig på lårens framsida efter att man har nigsuttit i slalomsvängarna. Allt det där bygger på att man gör en sammandragning av musklerna samtidigt som man sträcker ut dem. Det finns ett klart samband mellan hopdragning i utsträckt läge och träningsvärk. Det kallar vi excentrisk kontraktion, som Karin Henriksson-Larsén berättade för en stund sedan.

Man vet en hel del om träningsvärk. Mycket av kunskapen är baserad på djurstudier, och *Figur 1* är ett schema över orsak och verkan modifierat enligt boken *Exercise Physiology* från 2006 där man överfört kunskap från djurstudier till människa. Jag ska inte gå in på detaljerna, men ni ser att skada på muskelcellmembranet och skada på myofibriller och cellskelett anses vara grunden till att inflammation, ömhet och smärta uppstår. Viktigt i slutändan sker en läkning och muskeln blir starkare. Själv tror jag inte på detta schema. Om muskelskada verkligen inträffar hos människa på det här sättet anser jag vara i högsta grad osäkert.

På svenska Google ger ordet ”träningsvärk” 276 000 träffar – det är alltså något som berör och som väcker frågor, t.ex. Vilken kost ska man äta för

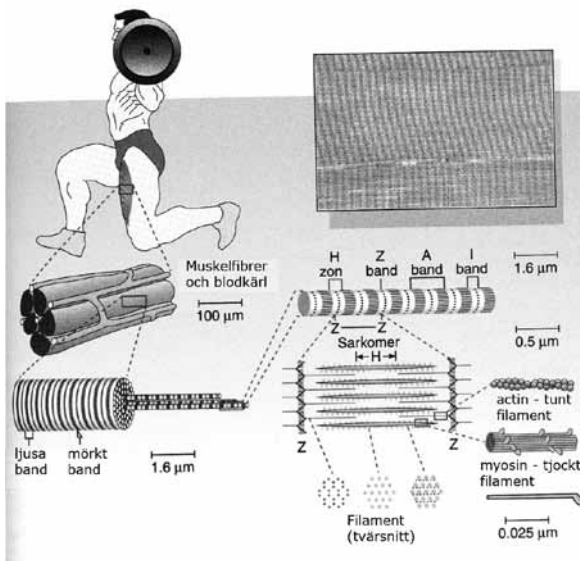


Figur 1. Schema över orsak och verkan vid träningsvärk enligt Exercise Physiology (2006).

att undvika träningsvärk? Auktoriteter inom näringsläran rekommenderar antioxidanter. Hur undviker man träningsvärk? Hur ska man lindra den? Är det bra med antiinflammatoriska piller, massage, stretching, bastubad? Vissa tycker att jag har ju inte gjort något – och ändå fick jag en massa träningsvärk. Andra säger att jag åkte Vasaloppet och fick ingen träningsvärk, varför inte? Jag borde väl ha känt av det?

Jan Fridén, numera professor i handkirurgi vid Sahlgrenska Akademien i Göteborg, skrev 1983 en epokgörande avhandling om "exercise-induced muscle soreness" (träningsorsakade muskelskador) vid Umeå universitets enhet för anatomi. Han använde elektronmikroskop för att granska muskelprover i hög förstoring. Man ser då i detalj vad som händer i muskelfibrerna och han visade att de blev "murriga", vilket han kallade "Z-disk streaming". Han tolkade det som att muskelfibrerna, fibrillerna, hade gått sönder genom små avslitningar som han kallade "mikrorupturer".

Jans arbete har haft ett enastående genomslag under många år och har det fortfarande. I Apotekets broschyr, som jag hämtade för bara ett par veckor sedan, står det att träningsvärk beror på små skador i muskelfibrillerna, som är de sammandragande elementen i våra muskelceller. Jan och jag har arbetat ihop även med vissa av de djurmodeller som Jan, tillsammans med Rick Lieber i San Diego, USA, har använt för att studera excentrisk träningsvärk. I boken, "Muskeln i fokus" från 2006 uttrycker Jan en del åsikter som jag inte delar. Han anser att Z-diskarna i muskeln går sönder på grund av en

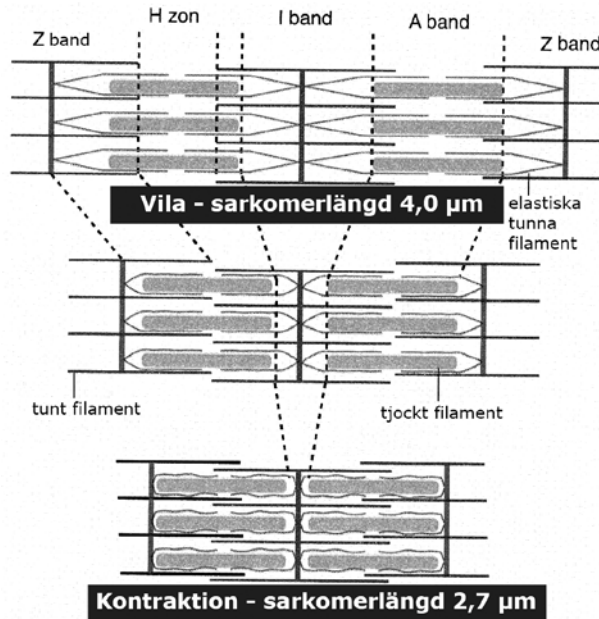


Figur 2. Tyngdlyftarens lårmuskler i närbild. Måtten anges i mikrometer (tusendels millimeter).

mekanisk skada, kort sagt att de utsätts för alltför hög belastning. Den kritiska komponenten i musklerna, cellskelettet och ett ämne som heter desmin, förändras då.

Figur 2 visar schematiskt ett prov, en biopsi, från lårmuskeln med fem muskelfibrer. Om vi tittar på dem i högre förstoring ser vi att det handlar om en tvärstrimmig muskel med ljusa och mörka fält. Förstorar vi lite till kan vi se mörka skivor som vi kallar Z-band eller Z-diskar. Mellan dem ligger tjocka och tunna filament omlott. Det är här i sarkomerern själva sammandragningen, kontraktionen, sker i muskeln – mellan de tjocka och tunna filamenten. Det är i Z-banden som de tunna filamenten sitter fast.

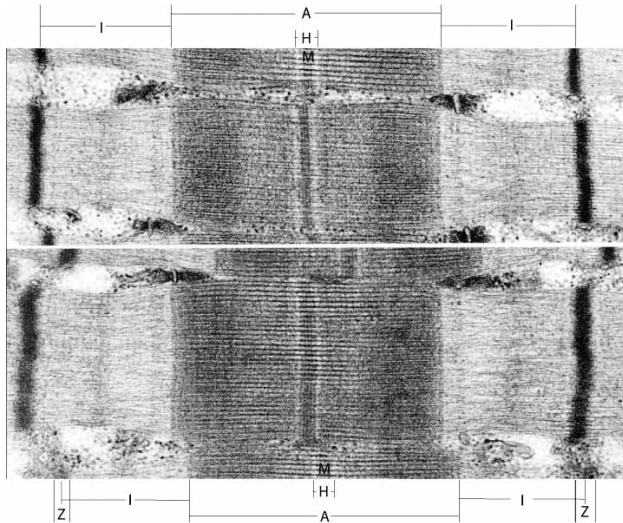
På Figur 3 ser ni två sarkomerer i olika kontraktionsgrad. Om jag drar ihop min biceps kommer Z-banden att närma sig varandra därför att de tjocka filamenten kan dra in de tunna. När jag sträcker ut biceps sker också en kontraktion, men med en vidgning och förlängning av sarkomerern. Några forskare tror att om man drar ut muskeln för mycket kan de tunna och tjocka filamenten åka isär, så att oreda uppstår i muskelfibern. Den sarkomerlängd som ni ser i figur 3 är fyra tusendels mm. Det är alltså små förändringar, men de har stor inverkan. En annan teori är att muskelfiberns cellskelett går sönder. Cellske-



*Figur 3.* Närbild på muskel i vila och under sammandragning, som sker genom att de tjocka filamenten har förmågan att dra in de tunna.

lettet består av en mängd ämnen som bildar trådar, filament. Dessa filament är framförallt uppbyggda av ämnet desmin. Desmintrådarna sammanbinder och omsluter myofibrillerna och fäster dessa vid cellmembranet och cellkärnorna. Det här systemet kan vara med och skicka signaler till cellkärnan och påverka muskelns uppbyggnad. Det är desminfilamenten som man efter resultat från djurstudier har ansett kunna haverera i samband med att man drar ut muskelfibrerna för kraftigt.

Vad har vi då bidragit med i Umeå som motsäger den tidigare forskningen? Jo vi har infört ett nytt tänkande och en ny teknik, immunhistokemi i sammanhanget. De elektronmikroskopiska bilderna i *Figur 4* visar i detalj hur en sarkomerer ser ut i en myofibrill från en snabb och en långsam muskelfiber. De två tydligt mörka lodräta linjerna är Z-disker. Visst ser ni att myofibrillerna är lite annorlunda? Både Z-diskerna och M-bandet i mitten är lite bredare i sarkomeren från den långsamma fibern men någon informa-

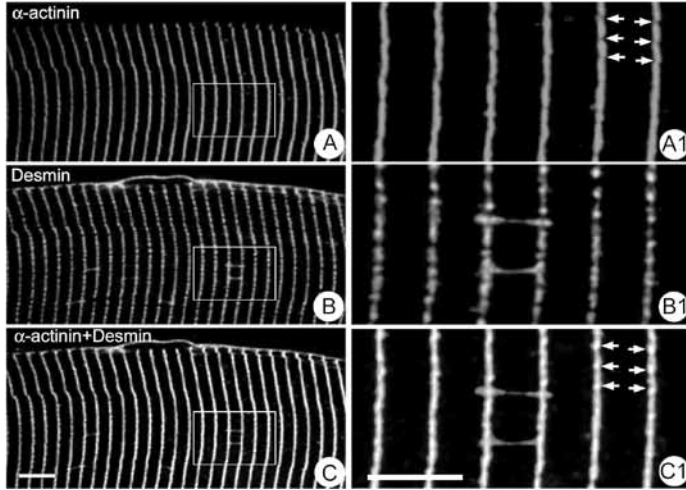


*Figur 4.* Övre bilden visar en sarkomer från en snabb och snabbt utmattad muskelfiber i elektronmikroskop, undre bilden motsvarande från en långsam och uthållig fiber.

tion om vad de olika banden innehåller för ämnen erhålles inte eftersom allt är bara i svart vitt!

För att veta vilka proteiner som bygger upp myofibrillerna, sarkomererna och cellskelettet måste man använda - immunhistokemi. I *Figur 5* har vi använt den. Jag har en markör som visar ämnet alfa-aktinin i rött och desmin, cellskelettproteinet, i grönt. Då kan ni se att alfa-aktinin ligger i regelbundna tvärstrimmor. Desmin gör likadant, men finns också uppe vid cellmembranet. Läger vi ihop de båda övre bilderna ser ni på den nedersta att det röda och gröna tillsammans blir gult. Vi ser också att det finns några enskilda längsgående stråk med desmin. Tittar vi efter riktigt ordentligt ser vi att desminet ser punktformat ut på vissa ställen, där vi har desmin har vi mindre av alfa-aktinin.

Överför vi informationen till en schematisk bild ser cellskelettet och myofibrillerna ut som på *Figur 6*. I den övre delen finns två myofibriller med två sarkomerer med Z-disker som innehåller alfa-actinin, trådar bestående av desmin sammanfogar Z diskerna med cellmembranet. Vad kan immunhistokemi ge för information? Jo, om vi skulle få en skada eller nedbrytning av

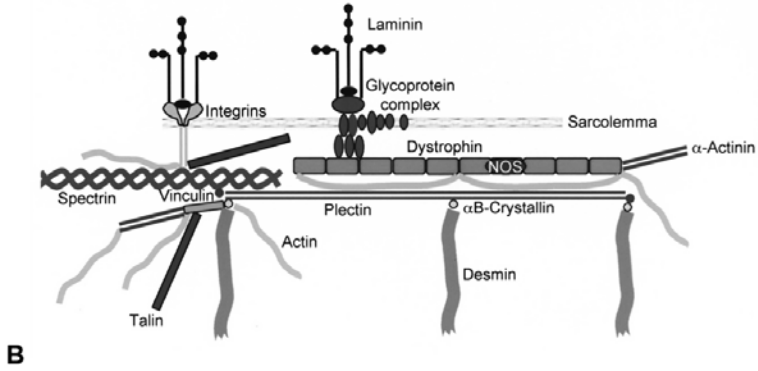
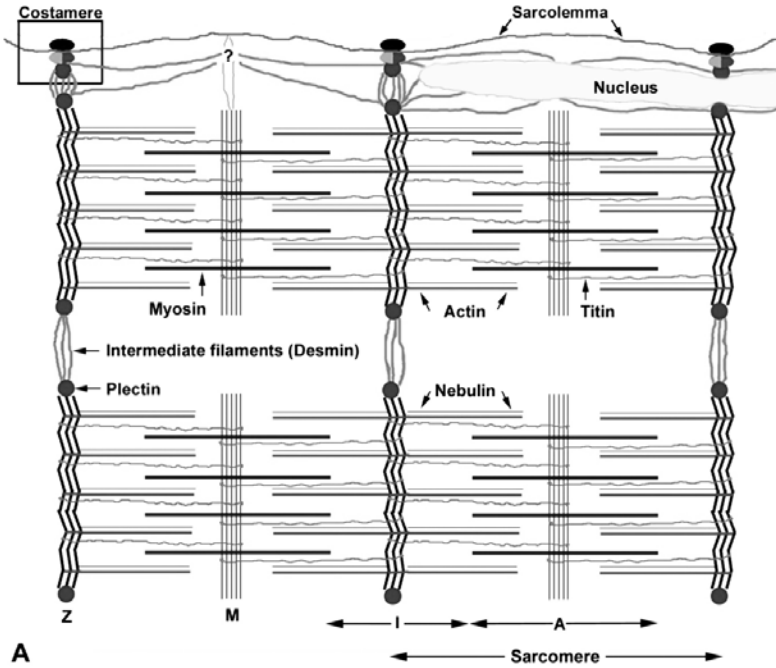


Figur 5. Immunohistokemi på muskelfibrer.

Z disken eller desminet så borde också proteinerna försvinna. Men om det som händer i myofibrillerna och cellskelettet innebär att en ny eller ombyggnad pågår, så måste mer protein synas.

På ett sätt kan man säga att träningsvärk har något med muskelskada att göra. Men det som är typiskt för en ”riktig” skada är ju t.ex. när en sprinter rusar 100 m och plötsligt – aj!!! – inte *kan* springa mera därför att någonting har hänt i musklerna. Då är det förstås fråga om en muskelbristning, som kan ske vid löpning, hopp eller styrkelyft. När pojkarna och vissa damer på gymmet tar 250 kg på skivstången vill de egentligen krossa musklerna – så att de får mer tillväxt och blir större och starkare. När hockeylag som Björklöven eller Färjestad bangar på varandra och någon får ett knä i låret är det klart att vi får se en krosskada ibland, samma kan hända vid rugby, ishockey och fotboll. En annan form av skada uppstår när folk använder musklerna väldigt länge som vid maratonlopp och liknande.

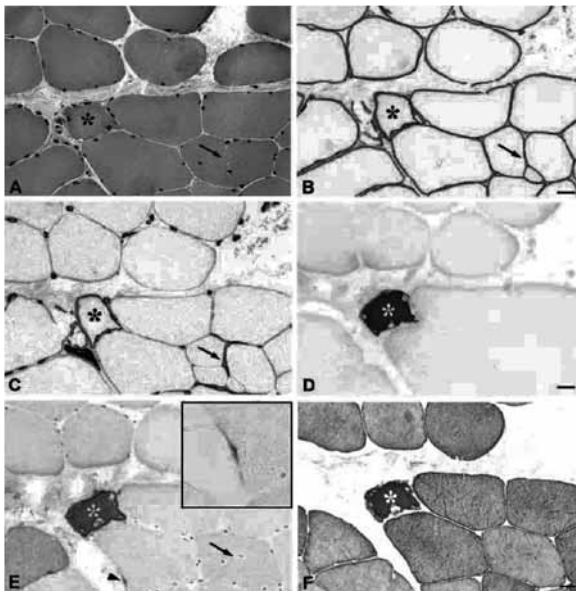
Även om Magnus Samuelsson (Figur 7) även vann ”Let’s dance”, känner jag mer igen honom som styrkelyftare och världens starkaste man. Det är klart att de här pojkarna, när de drar ett flygplan eller lyfter en kula som på bilden, utsätter musklerna för ofantliga påfrestningar. Då kan de också gå sönder. Figur 8 visar tvärsnitt snitt av muskelfibrer från en av de styrkelyftare



Figur 6. Schematisk bild av en sarkomer.



*Figur 7.* Magnus Samuelsson under kraftprov.

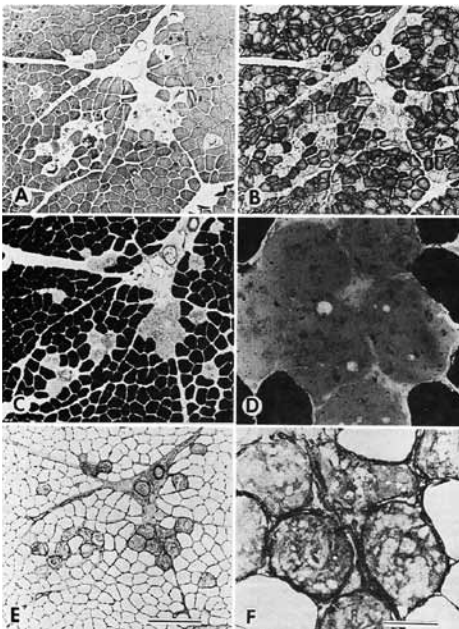


*Figur 8.* Histologiska muskelsnitt från några olika styrkelyftare.



vi studerat. Bild A visar en muskelfiber som uppvisar en annan färg. Då vet vi genom de markörer vi har använt att det är en fiber som har gått sönder och håller på att nybildas. Vi ser att vissa fibrer förefaller dela sig så att vi får fler, s.k. "fiber splitting", vilket är en effekt av överbelastning och skada.

*Figur 9* visar muskeltvärsnitt från en ultramaraton-löpare efter att han sprungit 16 mil. Vi ser döda muskelceller, nekrotiska celler (som är på väg att dö), skador på muskelcellernas membran och även tecken på inflammation. Killen vars muskelfibrer vi kan se i bild sprang nerför Klippiga bergen på en sträcka som motsvarar fyra maratonlopp i följd, dvs. över 16 mil. Dagen efter togs biopsi på det ställe där han hade mest ont. Till min egen och Jan Fridéns förvåning fanns det inte så mycket muskelskador som vi kunde tro, inte fler än ungefär 3 fibrer av 100 var skadade. Det kan vi se med den här tekniken. I bilden syns ljusa fibrer och några mörka. Förstorar vi upp dem kan vi se att de mörka innehåller ämnet fibronectin, som normalt bara finns i blodet eller mellan muskelfibrerna. Här har det åkt in i fibrerna och startat en inflammatorisk reaktion, som innebär att de här fibrerna kommer att repareras så småningom.



*Figur 9.* Histologiska snitt från en ultramaratonlöpare sedan han sprungit 16 mil.

I slutet av 1990-talet fick jag för mig att vi skulle undersöka bakgrunden till träningsvärk närmare med immunhistokemi. Jiguo Yu som då var doktorand hos mig, numera är han lektor på enheten för idrottsmedicin, fick i uppgift att studera det. Vi använde precis samma protokoll som Jan Fridén hade på 1980-talet. Vissa försökspersoner fick cykla baklänges, dvs. bromsa rörelsen istället för att trampa framåt så att musklerna sträcks under kontraktion. Andra fick springa utför. Ett av testerna innebar att ta hissen upp till tionde våningen på Norrlands universitets sjukhus, för att sedan springa ner igen och köra detta i tio varv. Det kan ni själva prova om ni har lust. Efter de tio varven tog vi muskelprover med olika tidsintervall. Mest förvånande var då att vi – i motsats till djurstudierna – *inte* fick någon fyllnad av fibrerna med fibronektin. Det blev alltså ingen membranskada av den typ som utlöser inflammation. Vi såg inga inflammatoriska celler och inga fibrer som var tomma på desmin. Slutsats muskelfibrerna skadas inte på samma sätt vid belastning hos människa.

Däremot såg vi fortfarande förändringar i myofibrillerna. *Figur 10* visar hur mina muskler såg ut sedan jag hade sprungit så där. Här finns massvis av Z-disk streaming. Är det myofibrillskador? Genom att använda den immunhistokemiska tekniken kan vi få svar! När vi färgar för desmin och förstorar

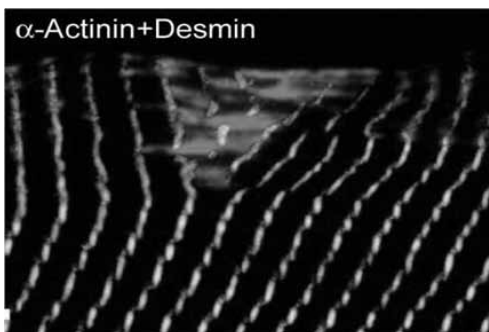


*Figur 10.* Lars-Erik Thornells muskelfibrer i närbild efter tio varv nedför trapporna i Norrlands universitetssjukhus. "Ganska bedrövligt", enligt honom själv.

kan vi se att där finns mera desmin. Hade det varit fråga om en skada skulle ju desminet ha försvunnit, men här finns en kil, en triangelformad ansamling av desmin längs med muskelfibern (*Figur 11*). Det intressanta är att om vi färgar för alfa-aktinin, markören för Z bandet, ser vi att det tvärstrimmiga mönstret finns kvar i den här kilformen. Vi konstaterar att det händer något i det här området. Sammantaget tolkar vi det hela som en nytillväxt av sarkomerer pågår, vilket vi också kan säkerställa med elektronmikroskopi. Således vår tolkning är att det sker en tillväxt av sarkomerer som ger längre muskelfibriller, och med detta får vi bättre förutsättningar för muskelarbete.

Varför får man då värk? Ja, den sitter inte i muskelfibrerna, för där finns ingenting som kan känna den, utan nerverna finns utanför, i bindväven runt fibrerna. De är dessa nerver som registrerar att någonting har hänt, att vi har ont och känner ömhet när vi drar samman våra muskelfibrer. Ligger jag i sängen gör det inte så mycket att jag har åkt mycket skidor, men om jag gör skidrörelser känner jag av den belastning och den svullnad som förmodligen finns i musklerna. Vi har sannolikt också en viss påverkan på bindväven i området.

Man måste alltså skilja mellan värken och förändringarna i myofibrillerna, men det positiva är att den mekaniska stimulans som vi får när vi åker skidor första gången medför en förlängning av myofibrillerna. Det ger ett bättre fysiologiskt utnyttjande av musklerna i framtiden. Ni vet ju att redan andra helgen man åker känns det betydligt bättre och tredje helgen har man inga problem alls med musklerna. Samma gäller när man åker utför – första gången kommer ett elände efteråt, andra är sådär men redan tredje är bara



*Figur 11.* Ökad mängd desmin binder samman nubilade sarkomerer.

bra. Det måste ju innebära att något har hänt i musklerna som gör att de är redo att göra jobbet.

Min uppfattning är med andra ord att när vi har träningsvärk har vi kanske tagit i lite för mycket, men musklerna tror att vi kommer kanske att göra det igen så det är bäst att vi förbereda för det; nu kommer ju skidsäsongen. Därför anser jag att träningsvärk egentligen innebär att musklerna gör sig redo för ett nytt motionspass.

De medarbetare jag haft i muskelgruppen i Umeå är Jiguo Yu, Lena Karlsson, Mona Lindström och Christer Malm. Vi har också haft en hel del utländska partners som har bidragit med antikroppar och material.

SVERKER OLOFSSON: Du lyfter ju fram lite småfjaskiga idrotter som skidåkning och ishockey. Jag vill bara säga att om man vill känna på vad *riktig* lemmenhet är, då ska man rida! Därför undrar jag: Om man rider en dag och får fruktansvärt ont i hela kroppen – spelar det ingen roll mer än att det är ont? Det finns ingenting i kroppen som far illa utan allt är i sin ordning?

LARS-ERIC THORNELL: Nja, pressar man sig tillräckligt mycket får man muskelskador. Om jag skulle börja lyfta hundratals kilo skrot, släppa ner och göra det igen och igen... Efter många sådana pass kan vissa inte återhämta sin kraft ens efter två månader. Då menar jag att man har slitit sönder musklerna. I en nyligen publicerad studie från Köpenhamn där man hade frivilliga personer som fick hålla emot med ena benet med viljan medan det andra benet samtidigt stimulerades till kontraktion med en elektrisk ström. Försökspersonerna fick samma typ av träningsvärk i båda benen, men i det ben som blev elektriskt stimulerat kan man se massor av trasiga fibrer, precis som i djurstudierna. Om man behandlar människan som ett djur, dvs. när inte viljan får vara med, kan man utan vidare förstöra musklerna. Används däremot huvudet innebär det en förmåga att välja vilka muskler som ska jobba. Om du rider använder du vissa muskler ett tag och när de börjar bli trötta tar du till några andra.

SVERKER OLOFSSON: Men om vi tänker oss att jag rider och du åker skidor. Vi anstränger oss inte så att vi skadar oss men får en vansinnig träningsvärk. Är det bara att köra hårt nästa dag igen? Man behöver inte vila bort värken, utan kan bara bita ihop och att köra vidare?

LARS-ERIC THORNELL: Jag skulle då vila en dag.

SVERKER OLOFSSON: Är det på grund av att du tycker att det är lite besvärligt?

LARS-ERIC THORNELL: Precis.

SVERKER OLOFSSON: Men *måste* du vila?

LARS-ERIC THORNELL: Nej, det behöver jag i och för sig inte. Ingenting säger att muskelfibrerna går sönder, men eftersom man har en ömhet finns det en svullnad och en kraftnedsättning. Därför är det smartare att då vänta med ridturen tills det har lagt sig. Vi kan ju också säga att det inte finns någon anledning att åka tre mil första gången man blir utsläppt på grönbete, eller rättare sagt "vitbete" när snön har kommit. Man kan ju ta en halvmil till att börja med, sju km nästa gång och sedan en mil så att man bygger upp musklerna.

SVERKER OLOFSSON: En annan fråga. Jag har ställt den till honom tidigare – ska bli roligt att se om jag får samma svar: Tycker du att det är nödvändigt att stretcha efter ditt skidpass?

LARS-ERIC THORNELL: Egentligen inte.

SVERKER OLOFSSON: Ja, han gav samma svar nu...

LARS-ERIC THORNELL: Det finns inga vetenskapliga bevis för att stretching minskar träningsvärk. Det finns däremot bevis på att om en elithoppare stretchar innan han försöker på sitt personrekord, säg 2,42, kommer han inte över. Man får sämre effekt genom att stretcha muskeln inför en kraftansträngning. Däremot är jag alldeles övertygad om att stretching är mycket viktigt för att få balans i musklerna. Många i datoråldern får väldigt svårt att ta ut rörelser. Man måste liksom återvinna musklerna – de blir lätt för korta, och då måste man träna upp och sträcka dem så att man får flygförmågan åter.