

SVENSK

IDROTTS FORSKNING



Organ för Centrum för Idrottsforskning

Nummer 1 • 2008 • Årgång 17



Temanummer:
Återhämtning i träning och tävling



INNEHÅLL nr 1 2008

3 LEDARE Artur Forsberg

4 ÅTERHÄMTNING I TRÄNING OCH TÄVLING FÖR KONDITIONSIDROTTER

Bengt Saltin

10 ÅTERHÄMTNING AV STYRKA OCH UTHÅLLIGHET EFTER HÅRT ARBETE – relation till muskelns energiprocesser
Kent Sahlin

14 RECOVERY = VIKTIG LÄNK I ALL PRESTATIONSIDROTT
H-C Holmberg

18 "MULTISPORT – EN UTMANING I EXTREM UTHÅLLIGHET"
Björn Ekblom, C. Mikael Mattsson och Jonas Enqvist

22 AMINOSYRANIVÅER I LÅNGSAMMA OCH SNABBA MUSKELFIBRER
– förändringar under träning och återhämtning
Eva Blomstrand och Birgitta Essén-Gustavsson

27 JÄRNBRIST OCH IDROTT
Göran Landahl och Mats Börjesson

30 HORMONER – idrottarens vän eller fiende?
Torbjörn Åkerfeldt

36 MENTAL ÅTERHÄMTNING OCH REHABILITERING EFTER IDROTTSSKADA
Urban Johnson

40 EMOTIONER INOM IDROTT OCH DESS BETYDELSE FÖR ÅTERHÄMTNING
Carolina Lundqvist och Göran Kenttä

46 PSYKOLOGISKA MÄTNINGAR AV TRÄNING OCH ÅTERHÄMTNING
Peter Hassmén

49 ÅTERHÄMTNING ELLER SKADA – vad avgör?
Tönu Saartok

52 SENVÄVNAD – ÅTERHÄMTNING
Håkan Alfredson

54 ÅTERHÄMTNING OCH ÅTERGÅNG TILL IDROTT EFTER SENSKADA
Karin Gräware Silbernagel

58 REHABILITERING EFTER FRÄMRE KORSBANDSREKONSTRUKTION
Annette Heijne och Suzanne Werner



Ansvarig utgivare Ingemar Ericson

Chefredaktör Artur Forsberg
artur.forsberg@gih.se

Adress

Centrum för Idrottsforskning,
Box 5626, 114 86 Stockholm
tel 08-402 22 00, fax 08-21 44 94

Hemsida

www.gih.se/CIF

Prenumerationspris

Helår med fyra nummer kostar 100 kr.
Insätts på plusgiro 957849-3
Betalningsmottagare, CIF

Prenumerationsärenden

Marie Broholmer 08-402 22 91
marie.broholmer@gih.se

Grafisk form

Tomas Svensson
Grafiska Huset i Stockholm AB
Tel. 08-10 30 25
tomas@grafiskahuset.se

Tryckeri

Grafiska punkten i Växjö AB

Adresser till CIFs styrelse

- **Ordförande**
Per.Renstrom@telia.com
- **Umeå universitet**
Hakan.Alfredson@idrott.umu.se
- **Riksidrottsförbundet**
Ingemar.Ericson@adm.umu.se
- **Lunds universitet**
Eva_B.Holmstrom@med.lu.se
- **Karolinska institutet**
Eva.Jansson@ki.se
- **Göteborgs universitet**
Jon.Karlsson@vgregion.se
- **Lärarhögskolan Stockholm**
Hakan.Larsson@utep.su.se
- **Umeå universitet**
lars.nyberg@physiol.umu.se
- **Linköpings universitet**
Eva.Nylander@lio.se
- **Göteborgs universitet**
Goran.Patriksson@ped.gu.se
- **Malmö Högskola**
Tomas.Peterson@lut.mah.se
- **Örebro universitet**
Karin.Piehl-Aulin@oru.se
- **Riksidrottsförbundet**
Karin.Redelius@gih.se
- **GIH, Stockholm**
Alf.Thorstensson@gih.se
- **Sekreterare**
Artur.Forsberg@gih.se



Träningens brytpunkt.

BARA NÅGON VECKA innan denna tidning gick i tryck i februari 2008 deltog *Martin Lundström* i skid-SM för veteraner i Umeå. 90 år gammal åkte han 5 km på 21 minuter. Få unga motionärer gör om den tiden. Han blev Guld-Martin med hela svenska folket, då han vann OS guld 1948 i S:t Moritz. Sedan dess har han hållit igång, bl.a. 27 VM guld för veteraner på 28 starter samt ett skidbrott. Men OS-guldet höll på att gå upp i rök veckan före OS. Martin berättar "Inför OS hade jag fått vara frisk och tränat väldigt bra. Grunden la jag under myrslåttren på sommaren och huggningen på hösten". Uttagningstävlingarna vittnade om god gryende form.

"**SISTA VECKAN INFÖR OS** låg hela truppen i Vålådalen för hårdkörning. Helgen innan hade jag vunnit sista uttagningsloppet och kände mig i mitt livs form". Träningen under lägren skedde som regel i grupp. Den som var starkast för dagen tog täten och försökte dra sönder de andra. Man vek inte gärna ned sig utan hängde på så gott man orkade. Till råga på allt beslutade lagledningen att de skulle ha en träningstävling, vilket alltid blev tuffa prestigemöten, bl.a. Mora-Nisse. Martin berättar vidare "att skulle jag fortsätta träna på detta viset och dessutom pressa mig i en tävling (i onödan) var risken stor att jag skulle bränna mej. Min enda utväg var att simulera sjuk".

NÄSTA MORGON LÅG han kvar i sängen, kraxade och spelade febrig. "Man tyckte synd om mej. Flickorna i köket kom in med extra god mat och ledningen såg bekymrad ut. Under täcket spratt det i benen på mej - ville bara ut och åka. Men jag låg kvar några dagar. En natt var jag ut och körde ett lättare pass när de andra sov. På dagarna fortsatte de andra att pressa sig. Rädda att förlora träningsmil". När Martin "frisknat till" kände han sig starkare än någonsin. Några dagar senare var han OS mästare och av bara farten vann Sverige stafetten.

AV GULD-MARTIN lär vi oss hur viktigt det är att lyssna på den egna kroppen. Att våga vila för att ge kroppen chans till återhämtning och uppbyggnad. Inte gå över gränsen. Kombinationen träning - vila - kost är väsentlig. Detta nummer handlar just om detta. På ett flervetenskapligt sätt försöker vi här presentera temat - Återhämtning i träning och tävling - Innehållet bygger på en konferens som CIF genomförde under 2007, då ett 25-tal forskare från olika ämnesområden gav sin syn på dessa frågeställningar.

IDROTTSFORSKARNA INOM både natur- och samhällsvetenskap har under en följd av år försökt konstruera mätmetoder för att kunna följa träningsbelastning, kartlägga överträning och bedöma brytpunkten när träningen blir nedbrytande i stället för uppbyggande. *Gunnar Borg* var först bland idrottspsykologerna på 50-talet och blev berömd för sina Borgskalor. I detta nummer presenterar flera av hans efterföljare förfinade mätinstrument för detta ändamål. Andra som var tidigt igång men med fysiologiska mätningar på detta område var *Bengt Saltin* och *Björn Ekblom*. Våra två nestorer, som idag är bland de största inom sitt fält är fortfarande "still going strong" och delar här med sig av kunskaper och tankar om helheten (pusslet) i träningen.

VÅR FÖRHOPPNING är att hårdtsatsande idrottsmän och deras tränare skall få ytterligare kunskaper inom träningsplanering och hur man undviker att gå över gränsen. För att nå de stora framgångarna måste man inse att dagens elitidrott kräver en helhetssyn. Alla bitar måste finnas, men också passa in i varandra. Tung och omfattande träning måste matchas mot en helhet i tillvaron bl.a. harmoni, skaderisker, kost och vila.

Med önskan om mer kunskap till Sveriges elitidrott.

Hälsningar

ARTUR FORSBERG /chefredaktör



Återhämtning i träning och tävling för konditionsidrotter

Fokus i denna artikel är att presentera forskningsresultat som först berör optimal energitillgång vid flerdagstävlingar och därefter hur kolhydratdepåer i kroppen och vissa näringsämnen påverkar effekten av träning i konditionsgrenar. En del kunskande finns dock, där de nya forskningsresultaten ställer åtskilliga frågetecken för många av de ”sanningar” som ligger till grund för den praxis vi har idag.



BENGT SALTIN

COPENHAGEN MUSCLE
RESEARCH CENTRE (CMRC)
RIGSHOSPITALET OCH
KÖPENHAMNS UNIVERSITET

Inledning

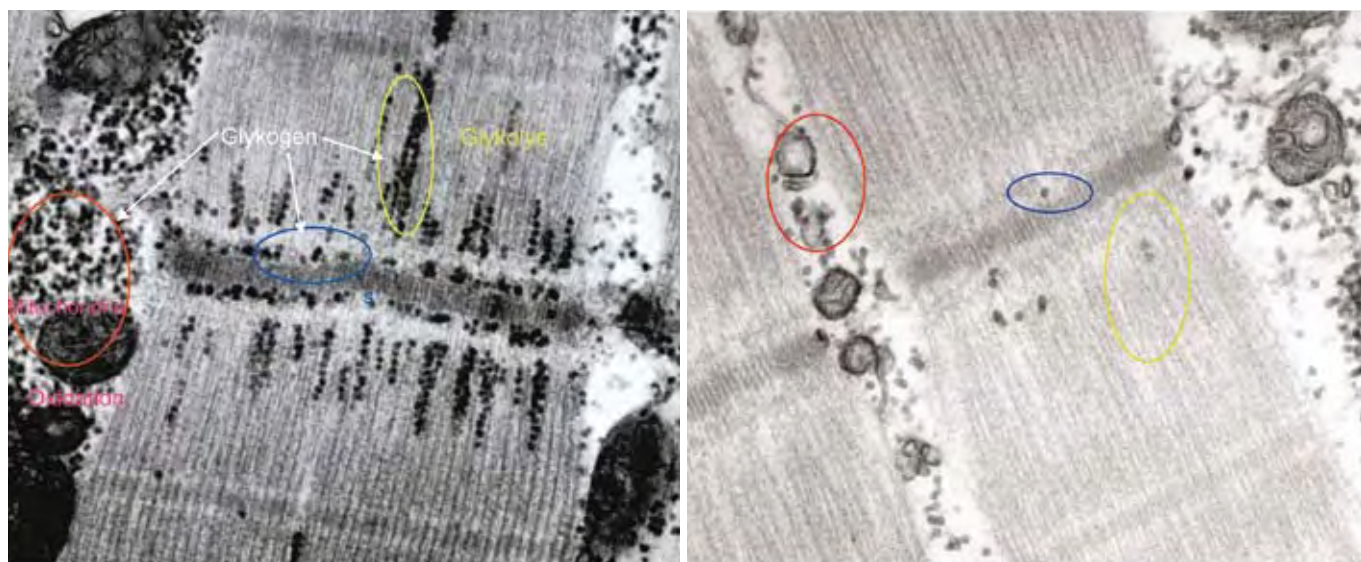
Kraven i olika idrottsgrenar har fått stor uppmärksamhet och är relativt väl studerat. Söker man välunderbyggd information om återhämtning, eller uttryckt på annat sätt; hur den aktive förbereder sig för nästa träningspass eller tävling, så finns råd och instruktioner, men de bygger mer på empiri än på systematiska studier. Ett av skälen till detta är att så många olika disciplinernas forskningsinsatser behövs för att uppnå insikt i återhämtningsfasen. Det gäller allt från psykosociala förhållanden och eventuella muskelledbesvär till att återställa vatten-, salt- och energibalans. För de senare variablerna är det inte bara ett problemområde för dietister och nutritionister, utan fysiologens insikt behövs också. Detta gäller såväl i tävlings- som i tränings-situationen. Ett samlat grepp med nära samarbete mellan nutritions-kunniga och fysiologiskt kunniga behövs för att utveckla fältet.

Tävling över flera dagar

Till denna kategori av tävlingar hör några av de verkliga klassikerna som de stora cykelloppen, tennistävlingar, men numera också inom t ex friidrotten och andra grenar som kampsporter med flera kvalificeringsomgångar fram till en final, men också World Cup tävlingar som skidskytte och skidåkning (utför och längd). En adekvat energidepå i kroppen varje tävlingsdag är avgörande för en god prestation. Fett finns lagrat. Det gäller att det också finns socker i form av glykogen i lever och de muskler som är mest belastade

i aktiviteten. Levern är inte det stora problemet. De kolhydrater vi äter passerar levern efter att de resorberats i magtarmkanalen. Det är så vist ordnat att levern upptar den mängd glukos den kan lagra innan den släpps vidare ut i kroppen (17). Upptäckten gjordes för många decennier sedan, men vi vet ej hur regleringen sker, d.v.s. hur levern signalerar att nu är den fylld med den mängd glykogen som skall lagras och nu är det muskulaturens roll att bli fylld.

Sedan länge kan en muskels glykogeninnehåll kvantifieras genom att mäta innehållet i en muskelbiopsi och med hjälp av en färgmetod för glykogen kan de olika fibertypernas och fibrernas glykogenlager värderas. I dag kan också den helt specifika lokaliseringen inne i muskelcellen visualiseras med elektronmikroskopisk teknik (fig. 1). I en glykogenfylld muskel kan tre distinkta lokaliseringer ses. Glykogengranula finns kring mitokondrierna, utmed aktin-myosinbanden och kring transversa tubuli (TT). Lokalisationen ger en bild av hur sockret används. Mitokondrieglykogenet förser Krebs cykel med pyruvat till förbränning medan det som finns inne i sarkomeren troligtvis används i glykolysen som ger energi men också mjölksyra. Elektrisk aktivering av muskelfibern slutar med att det sarkoplasmatiske retiklet (SR-systemet) aktiveras och Ca^{2+} frisätts till cytoplasman vilket möjliggör en aktin-myosininteraktion, dvs muskelkontraktion. Propageringen av aktionspotentialen liksom aktiveringen av SR-systemet är energiberoende och



Figur 1a och b. Elektroniska bilder av en liten del av en muskelfiber, där en sarkomer syns tydligt som små mörka glykogengranula. Till vänster är en glykogenfylld muskelfiber (a) och till höger en bit från samma muskel men efter en lång arbetsperiod (b) där nästan all glykogen är förbrukad. Glykogenet är lokaliserat primärt kring mitokondrierna, utmed aktin-myosin filamenten och kring trans-versa tubuli tätt på Z-bandet (bilderna kommer från Niels Örtenblad, Syddansk Universitet, Odense).

använder sina nära lager av socker för vad som kallas aktion-kontraktionskopplingen. En del bevis finns för den givna beskrivningen av hur de olika lokaliseringarna av glykogengranula styr åtgången. Bland annat har Fridén och medarbetare samt en grupp i Kanada arbetat med problematiken (8,16,23). Deras resultat stöds av ännu opublikerade data från en nu pågående studie på skidåkare (Örtenblad et al 2008; under publicering). Glykogen lagrat vid alla tre lokaliseringarna är avgörande för muskelns funktion men t.ex. för en slalomåkare är TT- och sarkomerlokaliseringarna viktigare än de granula som finns kring mitokondrierna. På motsvarande sätt är det för längdåkaren viktigt med TT-lokalisationen liksom glykogenet kring mitokondrierna, men i längdskidåkning med masstart kan det vara viktigt att det finns glykogengranula kvar inne i sarkomeren för en god spurt. Om lagring och användning är så selektivt som här beskrivs vet vi ännu ej säkert men möjligheten är fascinerande och värd att utforska.

Den klassiska modellen för god glykogenlagring är att efter tömning av lagren äta kolhydratrik mat. Det betonas ofta att minst 40-60 g kolhydrat per timme bör intas tätt efter aktiviteten varefter en kolhydratrik middag/kvällsmål ger ytterligare 200-300 g kolhydrater. Därmed finns nästa morgon minst 400 g kolhydrater lagrat tillsammans i lever och muskel. Det räcker för de flesta tävlingar då en genomsnittlig kolhydratförbrukning vid hård tävling kan vara 3-5 g/min. Behövs större lager

måste lagringen starta ett dygn tidigare. Viktigt är dock att notera att kroppsvikten kan öka rätt markant vid stor kolhydratinlagring (vatten binds till glykogen) och i många grenar är ökad kroppsvikt allt annat än prestationshöjande. Rådet är därför att vara uppmärksam på att lagra "lagom" mycket av kolhydrat så lagren räcker men att vikten ej blir för hög. En enkel metod är att följa sin vikt på morgonen efter olika stort kolhydratintag för att prova sig fram till rätt balans.

Betydelsen av glykogeninlagringen från en dag till nästa tävlingsdag framgår av att det blivit praxis i många idrotter att klara energitillskottet genom intravenös infusion av glukos med tillsats av insulin. På några timmar efter en tävling kan lever och muskel fyllas upp till dubbla eller tredubbla normalvärdet om det skulle behövas (10). Efter år av diskussion inom WADA är det ej längre tillåtet att intravenöst höja glykogennivåerna eller normalisera vatten- och saltbalans annat än om det är medicinskt motiverat, men då är ej heller tävling möjlig nästa dag.

En avslutande kommentar kring glykogeninlagring gäller rådet att påbörja sockertillförseln snarast efter aktiviteten då kroppen snabbare återlagrar glykogen timmarna just efter en aktivitet (14). Det är säkert fortsatt rätt men den praktiska frågan är om det är möjligt att nå normala glykogenlager i kroppen till nästa dag om kolhydratintaget påbörjas först några timmar efter avslutad träning eller tävling. I ett nyligen genomfört projekt

på skidåkare fick halva gruppen dricka enbart vatten i 4 timmar efter avslutad tävling medan de övriga åt eller drack kolhydrater omedelbart efter målgång (13). Efter 4 timmar hade ingen resyntes av glykogen skett i muskulaturen (varken armar eller ben) i vattengruppen medan kolhydratgruppen fått ett ansevärt glykogentillskott i sina muskler (fig.2). Nästa morgon var det dock ingen skillnad mellan grupperna och bägge hade normala muskelglykogennivåer. Detta fynd har ingen större betydelse vid tävling men som diskuteras nedan kan denna kunskap vara av intresse i en träningsituation.

Träning för uthållighet i konditionsgrenar

Med och utan kolhydrater

Det finns många faktorer som avgör den aktives prestationsförmåga i grenar där kondition (hög aerob kapacitet) är viktig och som varar 20 min eller längre (kontinuerligt eller med kortare avbrott). Förutom god teknik skall en hög andel av den aeroba kapaciteten kunna utnyttjas. Muskulaturens ämnesomsättning kommer att ha stor betydelse. Ett högt fettutnyttjande blir viktig med liten mjölksyrabildning och glykogenförbrukning anaerobt och aerobt.

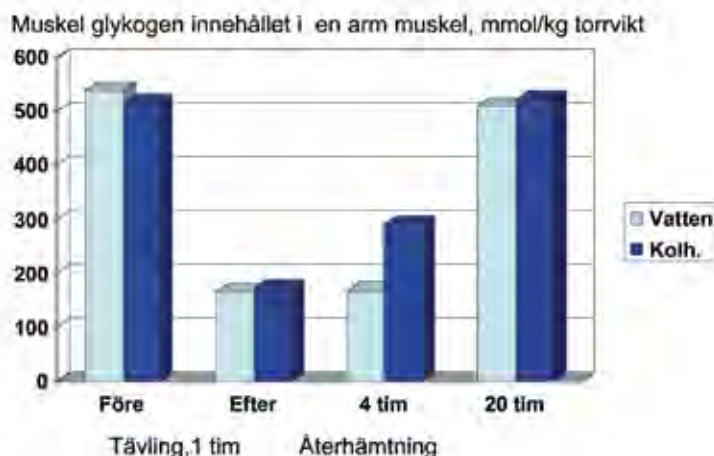
Vid träning av denna form av uthållighet har det antagits att de kostrekommendationer som gäller vid tävling i uthållighetsgrenar också är de riktiga vid träning. Några resultat från olika studier de senaste 10 åren har medfört att vi kanske skall tänka om. I en typ av studier där fettinnehållet i kosten varierades fann man att endast de som

med sin träning hade ett högt fettintag i kosten ($\geq 60\%$ energi från fett) fick ökad muskelenzymnivå för nyckelenzymer i mitokondriernas oxidering av fettsyror (11,12). Jämförelse gjordes med en grupp som tränade identiskt men som åt mycket kolhydrater ($\geq 60\%$ energi från kolhydrater).

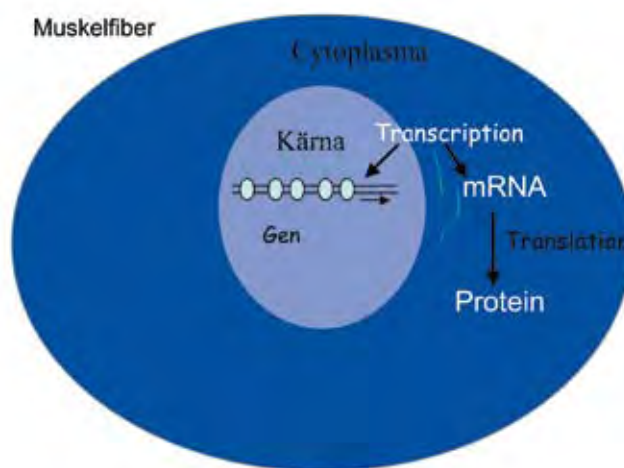
I en annan typ av studier undersöktes om kolhydratintaget efter ett träningspass påverkade aktiveringen av gener som kodar för protein (enzymer eller transport proteiner), som är involverade i muskelns ämnesomsättning (fig.3). Något överraskande visades att träningseffekten på muskelgen-nivå helt eller delvis kunde utsläckas om kolhydrater intogs i anslutning till träningen (fig.4, ref. 18,19). Samtidigt kunde visas att vissa gener vid träningen påverkades mer markant om muskelglykogennivån var låg vid start av träningen. Detta gäller bland annat cytokiner som produceras av muskeln vid arbete och som bidrar till en ökad lipolys i fettväven och därmed bidrar till att fettsyrenivån i blodet höjs (20).

Samlat inspirerade dessa resultat till kompletterande studier. I en av dessa tränade personerna sina knäextensorer på ena benet två gånger en timma med två timmars paus utan intag av kolhydrater under träningen eller pausen. Detta upprepades varannan dag. Det andra benet tränades enbart en gång om dagen och med fyllda glykogen-depåer. På detta sätt tränades därmed det ena benet alltid med glykogen medan det andra benet tränades vid hälften av tillfällena med lågt glykogen (10). Resultatet blev att den maximala arbetsförmågan förbättrades lika mycket för bägge benen men uthållighetsförmågan mätt som tid till utmattning blev dubbelt så lång vid en given hög relativ belastning för benet som tränade med lågt glykogen i muskulaturen (fig.5a och b). Denna differens kunde relateras till att nyckelenzymet (HAD) för fettomsättningen bara var förhöjd i benet med den förbättrade uthålligheten. En efterföljande studie med träning två gånger om dagen men med kolhydratintag ger en ökning av den maximala arbetskapaciteten men ej av uthållighet (Åkerström, under publicering).

Dessa resultat som bygger på träning i laboratoriemiljö och av ej speciellt tränade personer behöver kompletteras med praktiska försök på vältränade under vanliga träningsförhållanden. I mindre skala har det prövats vid Vintersportcentrum i Östersund med skidträning med och



Figur 2. Försök på skidåkare efter en skidtävling som varade i genomsnitt knappt 60 min följt av 20 timmars återhämtning. De första 4 timmarna fick halva gruppen enbart vatten medan de övriga fick dricka kolhydratlösning och äta kolhydrater. Därefter åt och drack bägge grupper kolhydrater.



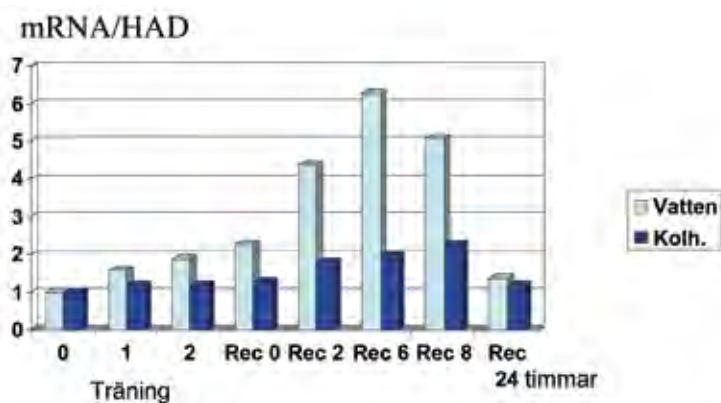
Figur 3. Ett träningspass resulterar i att vissa gener aktiveras, vilket betyder att de kopieras och koden för specifika proteiner dupliceras (transkription) i messenger RNA (mRNA). I de flesta fall betyder en ökning av ett specifikt mRNA att mer av det proteinet bildas (translation).

utan kolhydrattillförsel före, under och timmarna omedelbart efter 1½-2 timmars skidåkning. Förändringarna som erhöles i benens muskler (armarna undersöktes ej) följde mönstret från laborieförsöken. I en ännu opublicerad studie af Jeukendrup verksam vid Universitetet i Birmingham på vältränade finns ytterligare stöd för att ett lågt kolhydratintag i samband med uthållighetsträning förbättrar kapaciteten för fettförbränning.

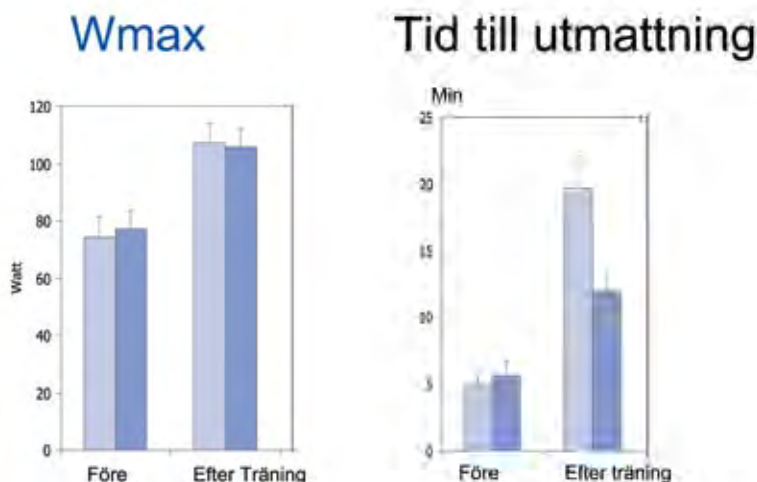
Även om vi väntar på de helt riktiga studierna som kan bekräfta den bild som tecknats ovan så blir konklusionen att tävling- och träningsituationen vad gäller kolhydratintag ej är densamma. Före och under tävling måste kolhydrater finnas i muskler, lever och blod. Vid träning kan en relativ brist på kolhydrater förstärka träningseffekten.

Med och utan antioxidanter

Betydelsen av antioxidanter för funktionen av kroppens celler har debatterats och är fortsatt i fokus. Från en allmän hållning att fria syreradikaler i princip var enbart skadliga hörs alltmer en nyanserad syn på att de kan ha betydelse för cellens normala funktion, under cellens regenerationsprocess. Skadeaspekterna av syreradikaler sträcker sig från en påverkan på generna som finns i mitokondrierna och därmed på åldringsprocessen till att många celltypers energiomsättning påverkas negativt. En hög aerob energiomsättning har av många ansetts speciellt skadligt, då bildandet av fria syreradikaler är en funktion av syreupptagningens storlek. Mot denna bakgrund är det lätt att förstå att preparat eller livsmedel som innehåller antioxi-



Figur 4. Vid uthållighetsträning ökas kapaciteten för fettomsättning bl.a. genom att generna för fettomsättningsrelaterade enzymer uppregleras. Ett av dessa är beta-hydroxyacylcoenzym A dehydrogenas (vanligen förkortat HAD). "HAD-genen" är känslig för kolhydrattillförsel. Det gäller i vila men också efter träning. Om kolhydrater intas omedelbart i anslutning till ett uthållighetspass finns risken för att en del eller hela effekten av träningen försvinner vad gäller höjningen av mRNA nivån för HAD och därmed för ökningen av mängden enzym.



Figur 5a och b. Resultat från försök där maximala arbetskapaciteten bestämts (a) och dessutom tiden till utmattning på en given relativ arbetsbelastning (b) för vardera benet (ref 9). Vardera ben utförde träningen antingen med högt glykogen i muskulaturen (svagt blå) eller hälften av träningen med lite muskelglykogen (blå).

idanter har fått en marknad. Naturliga antioxidanter är C- och E-vitaminer och de flesta preparat innehåller olika proportioner av C- och E-vitamin. För att värdera om syreradikaler eventuellt också var involverade i en muskels anpassning vid uthållighetsträning har en serie försök gjorts på unga friska personer liksom på äldre under kontrollerad träning. Resultaten visade att om vissa typer av antioxidanter intogs regelbundet så hämmades en viktig process i skelettmuskulaturen som bedömts viktig för den molekylära muskelanpassningen (6). Generna för vissa heat shock proteiner reagerade mindre vid denna antioxidantbehandling jämfört med kontrollgruppen. En effekt som sågs klart hos de unga

friska. Det är för tidigt att konkludera att antioxidanter av en viss sort kan blockera för ett gynnsamt tränings-svar men samtidigt är resultaten en påminnelse om hur viktigt det är att ha orsakssambanden klara innan konkreta kostråd ges. Vitamin E finns i två isoformer, α - och γ -tokoferol, och eventuellt har den ena isoformen (γ) den negativa effekten som beskrivits ovan.

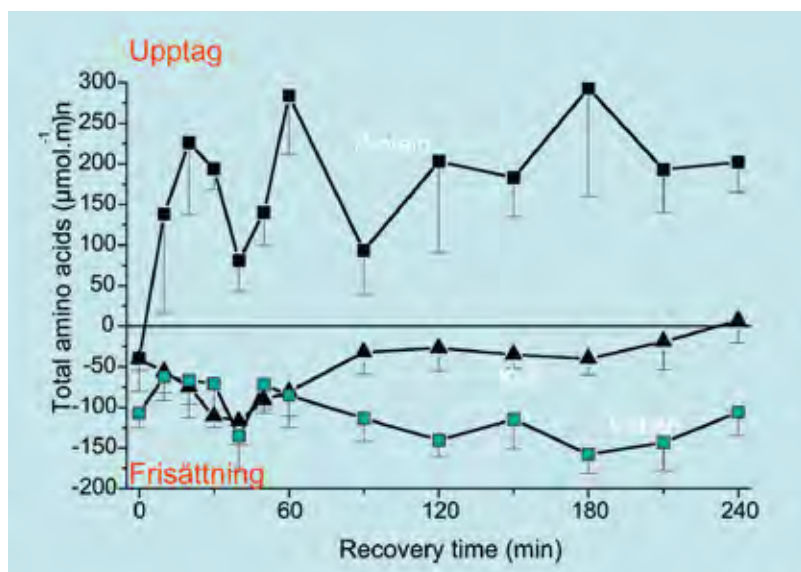
Med och utan proteiner

Detta fält är också fyllt med bestämda åsikter om vad som är bäst. Den vanligaste är att den som tränar och tävlar regelbundet och genomför hård styrketräning behöver ett ansevärt proteintillskott. Lika ofta hörs att vissa proteiner är väsentligt bättre –

har större effekt – än andra. Bägge påståenden är myter mer än sanningar. Vad gäller proteinbehovet vid träning så finns inga studier som visar att ett protein intag över 1.2-1.5 g/kg kroppsvikt och dag har betydelse för muskeltillväxt eller optimal cellfunktion (1, 7, 22). Det betyder att en väl sammansatt kost ger det proteinintag som även den hårt tränande behöver. De viktigaste proteinerna är de som innehåller essentiella aminosyror. Det är lättare att få dem i proteiner från djurriket än från olika vegetabilier (3). Till det kan tilläggas att animala proteiner, kanske speciellt från mjölkproteiner, ger ett stort hormonsvar vilket kan ha betydelse vid stimulering av proteinsyntes eller att bromsa en för stor proteindegradation (4,5). I kroppens celler är det en kontinuerlig proteinomsättning där degradering balanseras av en nysyntes. Vid träning ökar nedbrytningen av proteinerna i de aktiva musklerna (15). Detta verkar vara oundvikligt. Tillskott av proteiner eller aminosyror kan något begränsa den negativa proteinomsättningen, men långt i från helt. Försök med tillskott av grenade aminosyror har en liten effekt och spelar ur en praktisk synvinkel inte någon roll (15).

Så fort muskelarbetet/träningen upphört kan degraderingen skifta till att proteinsyntesen blir större än nedbrytningen. Här kommer ett proteinintag in i bilden som betydelsefullt. Tidigare var förklaringen att hormoner som aktiverar proteinsyntesen och hämmar nedbrytningen ökade i blodet efter proteinintaget (4,21). Det stämmer fortsatt och det är en viktig effekt av proteinintag. Detta har dock också en direkt effekt. Plasmakoncentrationen av enskilda aminosyror, eller riktigare den interstitiella aminosyrekoncentrationen påverkar direkt muskelns upptag av aminosyror och därmed proteinsyntesen (21). Det är proteintillskottet som är viktigt, ej ett energitillskott i form av kolhydrater. Ges personer efter träningen enbart vatten eller en kolhydratlösning under fyra timmar så är muskelns aminosyreupptag fortsatt på minus efter de fyra timmarna, men ett proteintillskott på några gram (6-10 g) vänder omedelbart bilden och musklerna tar upp aminosyror från blodet (fig.6).

Liksom för ett kolhydratintag verkar musklerna vara mest påverkbara direkt efter träningen. Det är visat i flertaliga studier på människa och hund i laboratorieförsök (22). Det finns en mer tillämpad studie på människa



Figur 6. Aminosyreupptag över ett ben efter uthållighetsträning som varat i 1½ timme. I försöket fick *fp* antingen vatten, sockerlösning eller proteiner under 4 timmar efter träningen. Endast när proteiner intogs skedde ett upptag av aminosyror i benets muskulatur. När vatten eller sockerlösning dracks fortsatte den negativa aminosyrebalansen (data från opublicerade studier av van Hall, 2008).

där styrketräning genomförts varefter proteintillskottet (10 g) getts omedelbart efter träningen eller två timmar senare. Muskelstyrkan förbättrades i bägge grupperna, men väsentligt mer i gruppen som fick sitt proteintillskott just som träningen slutade. De fick en ökning av muskeltvärsnittet i de tränade musklerna vilket var förklaringen till det bättre träningssvaret. Studien gjordes på äldre, varför vi väntar på liknande longitudinella studier på unga vuxna som är i en styrketräningsfas.

Proteinintagets storlek, d.v.s. totala mängd som skall ätas per dag, är ej den primära problematiken. Det antal gram (70-150 g) erhålles med en normal god svensk kost som också ger de andra näringsämnen som den aktive behöver. Att tänka på är ett proteintillskott kring 10 g (3 dl minimjölk) i samband med styrketräning eller en annan typ av träning (2) och att proteinerna gärna får komma från mjölkprodukter. Är man vegetarian och ej dricker mjölk eller äter mejeriprodukter blir det extra viktigt att värdera aminosyreinnehållet i de vegetabiliska proteinerna.

Sammanfattning

Min sammanfattning är att en bättre förståelse, baserat på relevant forskning, av de mekanismer som reglerar kroppens homeostas efter träning och tävling, är ett fält av stor vikt som måste satsas på för att kunna ge optimala råd till aktiva och motionärer. Beaktar man dessutom att kosten inte kan skiljas från träningen när det

gäller att uppnå bra effekter av olika träningsformer så blir rådet till svensk idrottsforskning att göra kost och träning till ett högprioriterat forskningsfält de kommande åren.

E-post: Bengt.saltin@rh.regionh.dk

Litteratur

1. Becker W, Hambraeus L, Samuelson G. High level of protein in Swedish food. A health risk? (in Swedish). *Läkartidningen* 1996; 93: 37-40.
2. Bolster DR, Picosky MA, Gaine PC, Martin W, Wolfe RR, Tipton KD, Maclean D, Maresh CM, Rodriguez NR. Dietary protein intake impacts human skeletal muscle protein fractional synthetic rates after endurance exercise. *Am J Physiol* 2005; 289: E678-83.
3. Calbet JA, Holst JJ. Gastric emptying, gastric secretion and enterogastric response after administration of milk proteins or their peptide hydrolysates in humans. *Eur J Nutr* 2004; 43: 127-39.
4. Calbet JA, MacLean DA. Plasma glucagon and insulin responses depend on the rate of appearance of amino acids after ingestion of different protein solutions in humans. *J Nutr* 2002; 132: 2174-82.
5. Elliott TA, Cree MG, Sanford AP, Wolfe RR, Tipton KD. Milk ingestion stimulates net muscle protein synthesis following resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 667-74.
6. Fischer CP, Hiscock NJ, Basu S, Vessby B, Kallner A, Sjöberg LB, Febbraio MA, Pedersen BK. Vitamin E isoform-specific inhibition of the exercise-induced heat shock protein 72 expression in humans. *J Appl Physiol* 2006; 100: 1679-87.
7. Forslund AH, El-Khoury AE, Olsson RM, Sjödin AM, Hambraeus L, Young VR. Effect of protein intake and physical activity on 24-h pattern and rate of macronutrient utilization.

Am J Physiol 1999; 276: E964-76.

8. Fridén J, Seger J, Ekblom B. Topographical localization of muscle glycogen: an ultrahistochemical study in the human vastus lateralis. *Acta Physiol Scand* 1989; 135: 381-91.
9. Hansen AK, Fischer CP, Plomgaard P, Andersen JL, Saltin B, Pedersen BK. Skeletal muscle adaptation: training twice every second day vs. training once daily. *J Appl Physiol* 2005; 98: 93-99.
10. Hansen BF, Asp S, Kiens B, Richter EA. Glycogen concentration in human skeletal muscle: effect of prolonged insulin and glucose infusion. *Scand J Med Sci Sports* 1999; 9: 209-13.
11. Helge JW, Kiens B. Muscle enzyme activity in humans: role of substrate availability and training. *Am J Physiol* 1997; 272: R1620-24.
12. Helge JW, Richter EA, Kiens B. Interaction of training and diet on metabolism and endurance during exercise in man. *J Physiol* 1996; 492: 293-306.
13. Holmberg HC, Bonne T, Ørtenblad N. Muscle glycogen utilization and resynthesis in cc skiing. Abstract, ECSS Congress, July 2008.
14. Kiens B, Richter EA. Types of carbohydrate in an ordinary diet affect insulin action and muscle substrates in humans. *Am J Clin Nutr* 1996; 63: 47-53.
15. MacLean DA, Graham TE, Saltin B. Branched-chain amino acids augment ammonia metabolism while attenuating protein breakdown during exercise. *Am J Physiol* 1994; 267: E1010-22.
16. Marchand I, Tarnopolsky M, Adamo KB, Bourgeois JM, Chorneyko K, Graham TE. Quantitative assessment of human muscle glycogen granules size and number in subcellular locations during recovery from prolonged exercise. *J Physiol* 2007; 580: 617-28.
17. Mæhlum S, Felig P, Wahren J. Splanchnic glucose and muscle glycogen metabolism after glucose feeding during postexercise recovery. *Am J Physiol* 1978; 235: E255-60.
18. Pilegaard H, Keller C, Steensberg A, Helge JW, Pedersen BK, Saltin B, Neufer PD. Influence of pre-exercise muscle glycogen content on exercise-induced transcriptional regulation of metabolic genes. *J Physiol* 2002; 541: 261-71.
19. Pilegaard H, Saltin B, Neufer PD. Effect of short-term fasting and refeeding on transcriptional regulation of metabolic genes in human skeletal muscle. *Diabetes* 2003; 52: 657-62.
20. Steensberg A, Febbraio MA, Osada T, Schjerling P, van Hall G, Saltin B, Pedersen BK. Interleukin-6 production in contracting human skeletal muscle is influenced by pre-exercise muscle glycogen content. *J Physiol* 2001; 537: 633-39.
21. Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Aarsland AA, Sanford AP, Wolfe RR. Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise. *Am J Physiol* 2007; 292: E71-76.
22. Tipton KD, Witard OC. Protein requirements and recommendations for athletes: relevance of ivory tower arguments for practical recommendations. *Clin Sport Med* 2007; 26: 17-36.
23. Wilson RJ, Gusba JE, Robinson DL, Graham TE. Glycogenin protein and mRNA expression in response to changing glycogen concentration in exercise and recovery. *Am J Physiol* 2007; 292: E1815-22.



BÄTTRE SENT ÄN ALDRIG!

Möjligheter för fysisk aktivitet trots åldrande

En forskningskonferens arrangerad av Centrum för idrottsforskning (CIF)
11 juni 2008 kl 10-17 på Musikhögskolan, Örebro universitet

BAKGRUND

En stor del av vår befolkning över 40 år är fysiskt aktiva. Konferensen tar upp olika aspekter av åldrandet och fysisk aktivitet. Vilka fördelar finns det med träning? Finns det nackdelar? Hur fysiskt aktiva är den äldre befolkningen? Hur inverkar det naturliga åldrandet på fysiologin? Hur går det att träna när artros och andra åldersrelaterade besvär uppkommer? Konferensen vänder sig till aktiva motionärer, idrottsmedicinare, rehabpersonal, motionsledare, friskvårdare, sjukvårdspersonal och folkhälsovetare.

RAMPROGRAM (för ett mer utförligt program besök www.gih.se/cif)

10.00	Välkommen	Per Renström, Karin Piehl Aulin
10.10	Åren går – utveckling och tankar	Christina Hjort-Aronsson, Gunnar Akner
11.30	Det naturliga åldrandet	Lars Larsson, Stig Berg, Harri Suominen
13.30	Kan träning förebygga sjukdom?	Mats Börjesson, Agneta Ståhle, Magnus Lindwall
15.00	Förebygger eller leder träning till skador?	Mattias Lorentzon, Maria Klässbo, Jon Karlsson
16.00	Praktiska exempel från verkligheten	Korpen, Friskis & Svettis
16.45	Avslutning	

ANMÄLAN OCH BETALNING

Kostnad 900 kr. Beloppet sätts in på CIFs plusgirokonto 95 78 49-3 senast 13 maj. Ange namn och adress på inbetalningen. Önskas faktura vänligen ange detta i anmälan (se nedan). I avgiften ingår lunch och fika.

Anmälan Marie Broholmer, marie.broholmer@gih.se eller 08-402 22 91 senast 13 maj 2008. Ange namn, yrkeskategori, adress, telefon och mejl samt eventuell faktureringsadress.

Info Artur Forsberg 08-402 22 55, artur.forsberg@gih.se eller Karin Piehl Aulin, karin.piehl-aulin@oru.se



Återhämtning av styrka och uthållighet efter hårt arbete

– relation till muskelns energiprocesser

Arbete är en energikrävande process och är därför beroende av att muskelns energigivande processer fungerar optimalt. Efter hårt arbete sker återhämtningen av muskelfunktion (effekt och styrka) mycket snabbt medan återhämtning av uthållighet är betydligt långsammare. Vi vet att uttröttnings efter hårt arbete är starkt kopplat till metabola faktorer men vilken betydelse har då muskelns metabola status för återhämtningen?



KENT SAHLIN

GIH, GYMNASTIK- OCH
IDROTTHÖGSKOLAN I
STOCKHOLM

Sitter tröttheten i muskeln eller huvudet?

Tröttheten som sker vid arbete är ett komplext fenomen och innefattar en bristande funktion i en eller flera delar av den händelsekedja som startar med en elektrisk signal i hjärnans motoriska centrum och slutar med en förkortning av muskelns kontraktile proteiner. Man skiljer mellan central trötthet (minskad aktivering av muskeln) och muskulär trötthet (försämrade muskelfunktion).

Tröttheten vid arbete är vanligtvis en kombination av central och muskulär trötthet. Vid hårt arbete dominerar den muskulära tröttheten och om motivationsfaktorn är tillräckligt hög (tävling eller paniksituationer) är det muskulära faktorer som helt begränsar prestationen. Vid lägre arbetsintensiteter, som pågår under lång tid, är den anaeroba energiproduktionen av mindre betydelse och den centrala tröttheten kommer att få en allt större betydelse. Motivationen att fortsätta arbeta trots obehag, illamående och smärta kan bli avgörande för prestationen. Den här artikeln kommer att fokusera på återhämtningen efter kortvarigt högtintensivt arbete.

Muskelns metabola status vid trötthet

Muskelns energiförsörjning sker med hjälp av aeroba (syrekrävande) och anaeroba (ej syrekrävande) energiprocesser (Figur 1). De aeroba processerna

ger inga slaggprodukter som stannar kvar i kroppen och kan därför pågå under lång tid. De anaeroba processerna (mjölksyrabildning och nedbrytning av kreatin-fosfat) leder däremot till en ansamling av slaggprodukter som kan störa muskelfunktionen. Mjölksyrabildningen är en ofullständig nedbrytning av muskelns kolhydrater och en ansamling av mjölksyra leder till att muskelns surhetsgrad ökar (minskat pH värde). Nedbrytningen av kreatin-fosfat leder till frisättning av fosfat. I samband med att muskelns förråd av kreatin-fosfat minskar och mjölksyra ansamlas så försämrar möjligheten att tillföra energi via de anaeroba processerna och muskeln drabbas av energibrist. Muskulär trötthet är framförallt kopplat till ökad halt av mjölksyra och fosfat, samt till energibrist (8). Vid mer långvarigt arbete är muskulär trötthet kopplat till minskade glykogendepåer, som kan påverka muskelfunktionen på olika sätt.

Muskelfunktion och trötthet

Vid hårt arbete sker tre förändringar i muskelfunktionen: minskad kraft, långsammare förkortningshastighet och långsammare relaxation (avslappning efter kontraktion). Muskelns effektutveckling (power) är av avgörande betydelse i många idrotter och utgör produkten mellan kraft och förkortningshastighet. Om båda dessa faktorer försämrar med 50% blir utvecklad effekt endast 25% av den ursprungliga. En långsammare

Anaeroba energiprocesser:

Nedbrytning av ATP ger energi till arbete:



Anaerob återbildning av ATP:



Figur 1. Översikt av muskelns anaeroba energiprocesser.

relaxation (4) kan ge en kvarstående kraft i antagonisten som inte bara motverkar muskelns kraftutveckling utan också leder till att tekniken vid komplexa rörelser försämras. Den långsammare relaxationen har framförallt betydelse vid snabba repetitiva arbeten (sprint) och stumheten vid upploppet beror sannolikt till stor del på en långsammare muskelrelaxation.

Tidsförloppet för återhämtning av olika parametrar följer i de flesta fall ett exponentiellt förlopp. Den tid som det tar att återställa hälften av en förändring kallas halveringstid och förkortas $t_{1/2}$.

Snabb återhämtning av styrka

De flesta studier av muskeltrötthet har undersökt muskelns förmåga att producera kraft vid statiskt "arbete". Kraften återhämtar sig mycket snabbt efter hårt arbete. Efter 15 sek vila har hälften ($t_{1/2}$) av kraftnedgången återhämtats och efter 2 min har kraften restituerats helt (11), Figur 2. Om blodcirkulationen till muskeln blockeras så sker det ingen återhämtning av styrkan.

Av experimentella skäl finns det endast ett fåtal studier av hur muskelns förkortningshastighet och relaxationshastighet förändras vid arbete och det efterföljande återhämtningsförloppet. En del studier visar på en mycket snabb restitution av relaxationshastigheten efter statiskt "arbete" ($t_{1/2}$ ~ 30 sek(5)), medan andra studier visar på ett betydligt långsammare förlopp (1). Skillnaden mellan dessa studier kan bero på att man har använt sig av olika metoder att trötta ut muskeln och till att mäta relaxationshastighet. Ytterligare studier behövs för att klargöra återhämtningsförloppet för relaxationshastighet

Snabb återhämtning av effektutveckling

I en studie av återhämtning efter hårt cykelarbete (6 minuters arbete vid 87%

$\text{VO}_{2\text{max}}$) minskade den maximala effektutvecklingen (MEff) med 32 % (13). Efter arbetet så restituerades MEff snabbt ($t_{1/2}$ = 32 sek) och var tillbaka till utgångsvärdet efter 1 min (13). Efter 3 min vila var MEff tom högre än före arbetet vilket möjligen kan förklaras av en ökad muskeltemperatur. Tidsförloppet för restitution av maximal effekt är således mycket snabb och liknar den för återgången av styrka.

Snabb återbildningen av kreatin-fosfat

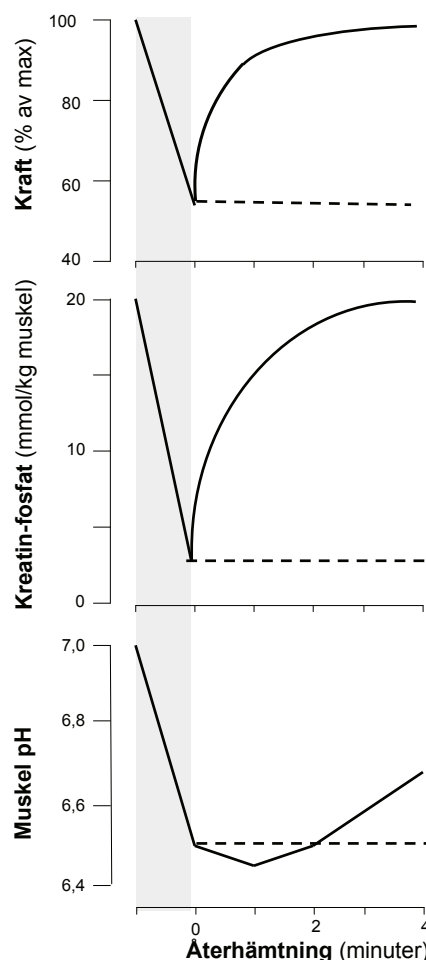
Kreatin-fosfat återbildas snabbt efter både statiskt och dynamiskt arbete. Efter ca 30 sek är hälften av nedgången återbildad och efter 2-4 min är kreatin-fosfat tillbaka till utgångsnivån (2). Restitutionen av kreatin-fosfat är beroende av muskelns aeroba potential och man har visat att den är betydligt snabbare hos uthållighetstränade individer ($t_{1/2}$ = 12,5 sek) jämfört med sprinttränade ($t_{1/2}$ = 22,5 s) och otränade ($t_{1/2}$ = 26,4 s) individer (6). Återbildning av kreatin-fosfat är liksom den för styrka beroende av att muskelblodflödet och syrsättningen av muskulaturen är intakt (Figur 2). Förklaringen till detta är att restitutionen av kreatin-fosfat är beroende av att ATP bildas från de aeroba processerna.

Tidsförloppet för återhämtningen av kreatin-fosfat liknar den för styrka och effekt. Det finns däremot ingen direkt koppling mellan minskade nivåer av kreatin-fosfat (eller ökade nivåer av kreatin) och muskelfunktion. En minskning av kreatin-fosfat motsvaras dock av ökade halter av fosfat och markörer för energibrist (ADP och AMP). Både fosfat och energibrist kan via flera mekanismer påverka muskelfunktionen negativt men det finns olika uppfattningar huruvida det är fosfat eller energibrist som är den primära faktorn.

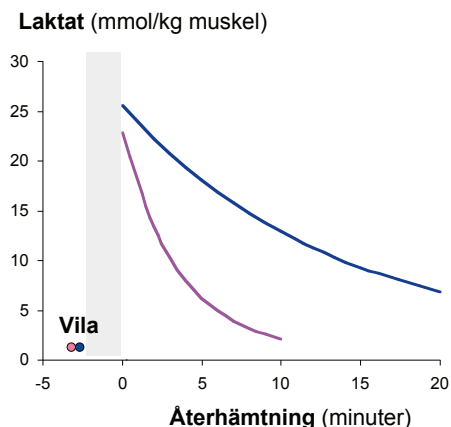
Mjölksyra och pH

Mjölksyra (laktat + H^+) är den faktor som kanske främst förknippas med trötthet vid arbete och analys av laktathalten i blodprov utgör en standardmetodik i arbetsfysiologiska laboratorier. Halten av mjölksyra i muskulaturen kan dock, speciellt efter arbete, vara helt annorlunda än den i blod. Eftersom det är de muskulära förändringarna som är intressanta vad gäller muskeltrötthet kan man inte använda blodlaktat som markör.

När halten av mjölksyra stiger så ökar även koncentrationen av vätejoner vilket medför att vävnaden blir sur (pH minskar). Muskelns pH värde kan efter hårt arbete minska från 7,0 till 6,5, vilket motsvarar en drygt 3-faldig ökning av muskelns halt av vätejoner (H^+). Minskningen av muskelns pH värde kan påverka ett flertal metabola



Figur 2. Återhämtningsförloppet för muskelkraft, kreatin-fosfat och muskelns pH värde efter ihållande statisk muskelkontraktion (knäextension) till uttröttningsnivå. Det skuggade området indikerar arbetsperioden (ca 52 sek). Det streckade förloppet visar att när muskelns blodflöde blockeras så förhindras återhämtningen av både styrka och av muskelns metabola status. Figuren har konstruerats utifrån publicerade experimentella data (2, 11).



Figur 3. Muskelns halt av laktat efter arbete. Det skuggade området indikerar arbetsperioden. Den övre kurvan visar muskelns (vastus lateralis) halt av laktat efter 6-11 minuters cykling till uttröttnings (10). Den undre kurvan visar muskelns halt av mjölksyra efter 40-55 sek statiskt "arbete" (knäextension) vid 66 % av maximal kraft till uttröttnings (3). Det tar 10 minuter innan laktat har minskat till hälften efter cykling och 2,5 minuter efter statiskt "arbete".

och fysiologiska processer och är sannolikt involverad i trötthetsprocessen. Under senare tid har dock sambandet mellan mjölksyra/acidosis och trötthet blivit ifrågasatt och det finns till och med en del forskare som menar att mjölksyra kan motverka trötthet (7).

Muskelns halt av mjölksyra försvinner långsamt

Under återhämtningsfasen minskar muskelns halt av mjölksyra framförallt beroende på transport till blodbanan och/eller förbränning i muskulaturen. Minskningen av muskelns mjölksyra sker snabbare efter statiskt arbete ($t_{1/2}=2,5$ min (3)) än efter cykling ($t_{1/2}=10$ min (10)), Figur 3. Den långsammare minskningen av muskelns laktathalt efter cykling beror på att halten av mjölksyra i blod är högre efter cykling än efter statiskt "arbete". Transporten av mjölksyra från muskeln till blodet är beroende av att det finns en koncentrationsgradient. En hög halt av mjölksyra i blod kommer därför att ge en långsammare transport av mjölksyra från muskulaturen.

Det är känt sedan lång tid tillbaka att försvinnandet av mjölksyra går fortare vid aktiv återhämtning dvs arbete vid en submaximal belastning (40-60% av VO_{2max}) än vid passiv återhämtning (vila). Förklaringen är att laktat används som bränsle i de aeroba energiprocesserna. Den optimala belastningen för att minska muskelns halt av mjölksyra är högre hos en uthållighetstränad individ än hos en otränad individ.

Trots att mjölksyra försvinner från muskeln så förvärras muskelns surhetsgrad under den initiala fasen av återhämtningen (Figur 2). Förklaringen till detta är att muskelns pH värde påverkas av andra processer än halten av mjölksyra. Återbildningen av kreatin-fosfat leder till en frisättning av vätejoner och därmed en ökad surhetsgrad. Eftersom muskelfunktionen (kraft och effekt) återhämtar sig samtidigt som muskelns pH sjunker finns det ingen direkt koppling mellan återgången av styrka/effekt och normalisering av muskelns pH.

Återhämtning av uthållighet efter statiskt arbete

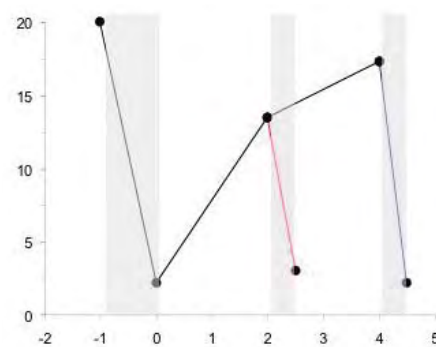
Uthållighet motsvaras av den tid en viss given kraft eller en given arbetsbelastning kan bibehållas. Även om maximal kraft och effekt är primära faktorer för prestation så är uthållighet, dvs tiden som en idrottare kan bibehålla en submaximal kraft eller effekt, avgörande för framgång i många idrotter. Återhämtningen av uthållighet är betydligt långsammare än den för muskelstyrka. Efter statiskt "arbete" tar det 1-2 minuter innan uthålligheten har återställts till hälften och mer än 6 min innan uthålligheten är helt återställd (11).

I en av våra studier (11) kunde vi visa att om en försöksperson gör upprepade statiska kontraktioner vid samma belastning till trötthet så är muskelns metabola status (muskelns halt av mjölksyra och kreatin-fosfat) efter varje arbetspass likartat (Figur 4). Resultaten visar att det finns ett tak för hur mycket mjölksyra som kan ansamlas i muskulaturen. Kopplingen mellan mjölksyra och trötthet är sannolikt indirekt och kopplat till ett samspel mellan mjölksyra, kreatin-fosfat och energistatus. Resultaten pekar på att anaerob energiproduktion begränsas av muskelns metabola status och att detta påverkar uthålligheten vid hårt arbete. Återhämtningen av uthållighet är därför beroende av både återbildningen av kreatin-fosfat (snabb process) och försvinnandet av mjölksyra (långsam process) från muskeln. Det är därför enligt min mening något förhastat att begrava mjölksyra som en trötthetsfaktor vid arbete.

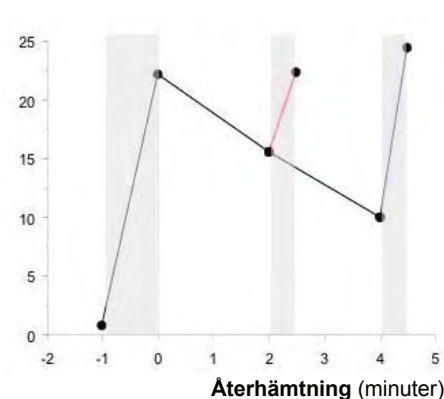
Återhämtning av uthållighet efter hårt dynamiskt arbete

Tidsförloppet för återhämtning av uthållighet efter löpning har undersökts vid en belastning motsvarande maximal syreupptagningsförmåga (14). Fem försökspersoner studerades vid upprepade

Kreatin-fosfat (mmol/kg muskel)



Laktat (mmol/kg muskel)



Figur 4. Muskelns halt av kreatin-fosfat och laktat efter upprepade statiska kontraktioner till uttröttnings. Det skuggade området indikerar arbetsperioden som i medeltal var 52 sek initialt och 31 och 37 sek efter 2 och 4 minuters återhämtning. Figuren visar att muskelns metabola status vad gäller kreatin-fosfat och laktat är densamma vid uttröttnings efter upprepade statiska kontraktioner. Figuren har konstruerats från tidigare publicerade data (11).

löpster med stegvis ökande belastning. Resultaten visade att återhämtningen av uthållighet efter dynamiskt arbete är en långsam process, som tar mer än 30 minuter och att den är relaterad till hur snabbt mjölksyra försvinner (14). Återhämtningen av uthållighet efter dynamiskt arbete är således långsammare än efter statiskt "arbete". Den långsammare återhämtningen av uthållighet kan sannolikt förklaras av att mjölksyra försvinner långsammare från muskulaturen efter dynamiskt arbete ($t_{1/2}=10$ min) än efter statiskt "arbete" ($t_{1/2}=2,5$ min), Figur 3. Eftersom mjölksyra försvinner snabbare vid aktiv återhämtning borde också uthålligheten återhämta sig snabbare.

Återhämtning är beroende av intakt blodflöde

Ett intressant fynd är att återhämtning av muskelfunktionen efter arbete är bero-



ende av att blodflödet är intakt. Detta gäller återgången av kraft, relaxationshastighet och sannolikt också förkortningshastighet och effekt. Eftersom även restitutionen av kreatin-fosfat och energistatus är beroende av intakt blodflöde (2, 9) så är det ett starkt stöd för hypotesen att muskelns metabola status är av primär betydelse för återhämtningsförloppet. Mycket tyder på att syretillförsel och därmed aerob energiproduktion är en central komponent i muskelns återhämtningsförlopp.

Utröttning och återhämtning efter långvarigt arbete

Muskelstyrkan minskar successivt vid cykling på en medeltung belastning (75 % av $\text{VO}_{2\text{max}}$) och är efter 90 minuters arbete 34 % lägre än den ursprungliga (12). Återhämtningen av muskelkraft sker i flera faser. Den första snabba fasen kan möjligen vara kopplad till en återställning av muskelns energistatus, medan den senare långsammare fasen orsakas av andra faktorer (12). Man vet sedan lång tid tillbaka att det finns ett starkt samband mellan uttröttning efter långvarigt arbete och uttömning av muskelns kolhydratförråd (glykogen). Låga halter av glykogen är kopplat till energistress, som kan leda till uttröttning. Glykogen kan, förutom att vara ett högoktanigt bränsle i förbränningsprocessen, ha en strukturell funktion i muskulaturen och påverka muskelcellens förändringar av Calcium-nivåer (Ca^{2+}). Ca^{2+} är den signal som triggar muskelkontraktionen och en minskad frisättning av Ca^{2+} kan därför försämra muskelstyrkan och därmed leda till uttröttning.

Som tidigare påtalats så blir också centrala faktorer mer betydelsefulla för uppkomsten av trötthet ju längre tid arbetet pågår. Central trötthet påverkas både av metabola faktorer (reducerat blodglukos, aminosyror, ammoniak) och av icke-metabola faktorer (ökad kroppstemperatur, smärta, obehag, vattenbrist, elektrolytrubbningar). Orsakerna till uttröttning är således betydligt mer komplex vid långvarigt än vid kortvarigt arbete.

Konklusion

Efter hårt arbete sker återhämtningen av muskelns styrka och effekt mycket snabbt och kan sannolikt förklaras av att återställningen av muskelns energistatus och fosfathalt sker med ett liknande tidsförlopp. Återhämtningen av uthållighet är betydligt långsammare och är beroende av att mjölksyra försvinner från kroppen. Återhämtningen

efter långvarigt arbete är mer långvarigt än efter kortvarigt arbete och orsaksambanden är mer komplexa.

Litteraturreferenser:

1. Cady EB, Elshove H, Jones DA, and Moll A. The metabolic causes of slow relaxation in fatigued human skeletal muscle. *J Physiol* 418: 327-337, 1989.
2. Harris RC, Edwards RH, Hultman E, Nordesjö LO, Nylinde B, and Sahlin K. The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *Pflügers Arch* 367: 137-142, 1976.
3. Harris RC, Hultman E, and Sahlin K. Glycolytic intermediates in human muscle after isometric contraction. *Pflügers Arch* 389: 277-282, 1981.
4. Hultman E and Sjöholm H. Electromyogram, force and relaxation time during and after continuous electrical stimulation of human skeletal muscle in situ. *J Physiol* 339: 33-40, 1983.
5. Hultman E, Sjöholm H, Sahlin K, and Edström L. Glycolytic and oxidative energy metabolism and contraction characteristics of intact human muscle. In: *Human muscle fatigue: physiological mechanisms*. London: Pitman Medical Ltd, 1981, p. 19-40.
6. Johansen L and Quistorff B. 31P-MRS Characterization of Sprint and Endurance Trained Athletes. *Int J Sports Med* 24: 183-189, 2003.
7. Nielsen OB, de Paoli F, and Overgaard K. Protective effects of lactic acid on force production in rat skeletal muscle. *J Physiol* 536: 161-166, 2001.
8. Sahlin K. Metabolic factors in fatigue. In: *Exercise metabolism* (2 ed.), edited by Hargreaves M and Spriet L. Champaign: Human kinetics, 2006, p. 163-186.
9. Sahlin K, Harris RC, and Hultman E. Creatine kinase equilibrium and lactate content compared with muscle pH in tissue samples obtained after isometric exercise. *Biochem J* 152: 173-180, 1975.
10. Sahlin K, Harris RC, Nylinde B, and Hultman E. Lactate content and pH in muscle obtained after dynamic exercise. *Pflügers Arch* 367: 143-149, 1976.
11. Sahlin K and Ren JM. Relationship of contraction capacity to metabolic changes during recovery from a fatiguing contraction. *J Appl Physiol* 67: 648-654, 1989.
12. Sahlin K and Seger JY. Effects of prolonged exercise on the contractile properties of human quadriceps muscle. *Eur J Appl Physiol* 71: 180-186, 1995.
13. Sargeant AJ and Dolan P. Effect of prior exercise on maximal short-term power output in humans. *J Appl Physiol* 63: 1475-1480, 1987.
14. Stamford BA, Rowland R, and Moffatt RJ. Effects of severe prior exercise on assessment of maximal oxygen uptake. *J Appl Physiol* 44: 559-563, 1978.

ÖPPET FÖR ALLA...

Vetenskapligt seminarium till ära för Björn Ekblom

Fredagen den 4 april 2008 på GIH, Gymnastik- och idrottshögskolan i Stockholm

PRELIMINÄRT VETENSKAPLIGT PROGRAM

- 13.00 Välkommen! Per Renström
- Vem är Björn Ekblom? En presentation av P-O Åstrand
- 13.30 Föredrag av Bengt Saltin, Pekka Oja m.fl.
- 15.00 Kaffepaus
- 15.30 Kortare föredrag av tidigare medarbetare
- 18.00 Avslutning

Ett mer detaljerat vetenskapligt program kommer att presenteras på GIHs hemsida www.gih.se

ANMÄLAN

Anmälan till seminarium görs senast 25 mars till GIHs kansli Maj-Gun Öman (maj-gun.oman@gih.se, tel 08-402 22 05)

MYCKET VÄLKOMMEN!

RECOVERY = viktig länk i all prestationsidrott

Vad har *Charlotte Kalla*, *Markus Oscarsson*, *Fredrik Kessiakoff* och *Tobias Linderoth* för något gemensamt? Jo, alla tävlar i idrotter som ställer stora fysiska krav där återhämtning mellan olika arbetsperioder är avgörande för deras prestation. I takt med att elitidrottare når allt högre träningsbelastning (volym, intensitet och antal pass) ökar kunskapsbehovet hur man med träningsplanering och olika strategier kan effektivisera återhämtningen under och efter arbete. I denna artikel kommer olika exempel från elitidrott att belysas utifrån tre olika scenarier; 1) återhämtning efter en träning eller tävling, 2) återhämtning under en längre tävlingsdag med flera moment och 3) återhämtning under pågående tävling.



H.-C. HOLMBERG

VERKSAMHETSLEDARE,
SWEDISH WINTER SPORTS
RESEARCH CENTRE VID MITT-
UNIVERSITETET I ÖSTERSUND
UTVECKLINGSCHEF, SVERIGES
OLYMPISKA KOMMITTÉ

Återhämtning efter träning eller tävling

Den vanligaste och mest beskrivna situationen för en idrottare. Efter fysiskt arbete sker ett antal processer för att återställa kroppen och dess energidepåer tillbaka till jämvikt. Resyntes av de energirika fosfatföreningarna, ATP och PCr, sker inom 2-5 minuter (4, 13). Borttransport av laktat och vätejoner från muskulaturen och blodbanan tar ½-2 timmar (9). Redan på 20-30 talet registrerades att laktatkoncentrationen i blod minskade fortare vid moderat till lågintensiv aktivitet jämfört med vid passiv vila (8, 11). Kroppens vätskebalans återställs inom 3-6 timmar efter hårt arbete, vid adekvat vätskeintag avseende volym och saltinnehåll (15), medan uppbyggnaden av glykogendepåerna däremot tar upp mot 1-2 dygn (14). Hur snabbt glykogenet lagras in beror bl.a. på hur mycket glykogen som finns i depåerna, typ av kolhydrater och intagsfrekvens samt idrottarens träningsgrad (7). Återuppbyggnad/nybildning av kontraktila och strukturella muskelproteiner kan pågå upp till 2-3 dygn (för referenser se 16). Idag vet vi relativt väl hur vi ska genomföra återhämtning för att återställa

beskrivna energilager, när det finns gott om tid. Senare tids forskning har bland annat tillfört idrottare kunskap om när olika näringsämnen ska tillföras, om det är bäst att tillföra dem i form av fast föda, flytande eller kombinerat och effekten av att tillföra energi fördelat på fler tillfällen.

Bra motorer behöver bra bränsle

Marcus Oscarsson; OS och VM-medaljör i kajakpaddling

Återhämtning under en tävlingsdag med flera moment

En annan situation, som är en del av vardagen för de flesta elitidrottare, är att träna flera pass eller genomföra flera tävlingsmoment under en och samma dag. Exempel på sådana idrotter är kanot, simning och sprintskidåkning. Under en världscuptävling i kanot kan en elitkanotist ha följande tävlingsschema:

För att hantera en sådan komplex tävlingssituation krävs väl beprövade och genomtänkta upp- och avvärmningsstrategier. En elitsimmare har en liknande tävlingssituation med upprepade lopp, olika tid mellan dem

Klockan	Aktivitet	Tid	Blodlaktat	Antal km
05:20	Väckning och frukost			
06:50	Uppvärmning K4 (LI+MI+2-3 ryck á 10-15 sek)	25 min	3.5 mmol L ⁻¹	4
07:15	Uppmjukning & jogg på land	15-20 min		
07:40	Uppvärmning nr 2 upp till start i K4 (LI+MI+ngt ryck)	10 min		3
08:00	K4 500 försök	1.35 min	13.1 mmol L ⁻¹	0.5
08:04	Snabbt byte till K1 & nedvärmning (LI)	25 min	5.3 mmol L ⁻¹	4
08:45	Uppvärmning upp till start i K1 (LI+ngt MI)			2.5
09:00	K1 500 försök	1.51 min	11.2 mmol L ⁻¹	0.5
09:10	Nedvärmning i K1:an (LI)	25 min	2.7 mmol L ⁻¹	4
09:40	Transport till hotellet; lunch och vila			
12:30	Uppvärmning på land inför K1 1000 Lätt jogg + uppmjukning	20-30 min		
13:10	Uppvärmning upp till start i K1 (LI+MI)	ca 10 min		3
13:30	K1 1000 försök	4 min	9.8 mmol L ⁻¹	1
13:35	Nedvärmning i K1 (LI)	20 min	2.4 mmol L ⁻¹	3
15:00	Uppvärmning på land inför K4-lopp (Skakning + veva)	20 min		
15:30	Uppvärmning upp till start för K4 (LI +ngn MI+ngt ryck)	ca 10 min		2.5
15:45	K4 500 semi	1.35 min	13.7 mmol L ⁻¹	0.5
15:50	Snabbt byte till K1 & nedvärmning (LI)	20 min	3.4 mmol L ⁻¹	3
16:10	Upp på land & kläbyte			
16:20	Uppvärmning upp till start för K1 (LI)	ca 10 min		2.5
16:30	K1 500 semifinal	1.51 min	12.2 mmol L ⁻¹	0.5
16:35	Nedvärmning i K1 (LI)	25 min	3.83 mmol L ⁻¹	4
17:00	Transport tillbaka till hotellet			
18:00	Middag			
21:00	Kvällsmål			
21:30	God natt			

LI = lågintensiv aktivitet ca 50% av HF max

MI = medelintensiv aktivitet 70-85% av max HF

Tabell 1

och med olika insats i relation till max beroende på loppets betydelse (från försök till final). Utmärkande är att volymen lågintensiv aktivitet före och efter loppet är omfattande. Elitkanotisten i exemplet ovan paddlade 35.5 km upp- och avvärmning för 3 km tävlingspaddling och exempel från simning visar att sprinters har totalt 20-25 km upp- och avsimning under en mästerskapsvecka för 850 m total tävlingssimning (10 lopp á 50-100 m). Det innebär 800-1000 m innan och 1200-1800 m simning efter varje lopp. Under en lång tävlingsdag som i exemplet ovan har en idrottare ca 10 stycken energiintag med olika storlek och form (fast/flytande).

En sprintåkare på längdskidor genomför som mest 4 lopp á 2-3.30 min under en och samma tävlingsdag över totalt 3-4 timmar med begränsad vila däremellan (se Fig. 1). Under loppet når de aktiva 5-10 slag från maximal hjärtfrekvens, 15-20 mmol L⁻¹ i blodlaktat och har en genomsnittlig hjärtfrekvens på ca 65 % av maximal hjärtfrekvens, räknat över hela tävlingsdagen. Uppvärmningen inför första heatet börjar 1-1.5 h innan och avslutas med 3-4 korta till medellånga intervaller 10-25 min före start.

Av- och uppvärmning mellan varje lopp beror på lopp, känsla och tävlingsplats och kan genomföras på skidor men även i form av löpning, stavgång och testcykel. Den korta tiden mellan olika moment innebär ofta att näringsintaget under en tävling i huvudsak sker via

vätska eventuellt adderat med någon energibar och/eller banan. Efter sista loppet prioriteras tidigt kolhydratsintag.

Vanliga frågeställningar inom idrotter som tävlar flera gånger per dag är, bland annat, hur man kan effektivisera upp- och avvärmningen? Under 15-20 min aktiv avvärmning, med en intensitet motsvarande ca 50 % av VO₂max, sänker kanotisten och simmaren sin blodlaktatkonzentration från ca 20 mmol L⁻¹ till under 3 mmol L⁻¹. Går det att förkorta den omfattande tiden för detta som används idag, baserat på en blandning av empirism och fysiologisk uppföljning, i de berörda grenarna? Finns det fördelar av att periodisera avvärmningen i olika block avseende intensitet och arbetsformer/muskelgrupper? Kan en 2-3 stegs näringsraket med energibars och dryck med olika sammansättning effektivisera återhämtningen ytterligare? Värmefaktorn i relation till vätskeintag är en annan kritisk faktor i alla utomhus-sporter sommartid, dvs. minimera exponeringen för direkt solljus och upprätthålla vätskebalansen under en tävlingsdag.

Om jag inte skulle ha en hög aerob kapacitet och bra strategier på vad och hur jag ska göra mellan de olika loppen skulle jag aldrig orka med en lång tävlingsdag.

Sofia Paldanius; VM-medaljör i kajakpaddling



Figur 1

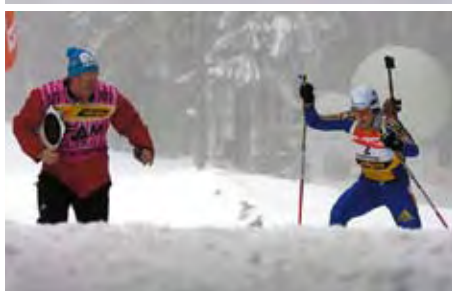
Återhämtning under pågående tävling

Något som är mindre undersökt är återhämtning under pågående aktivitet. Exempel på uthållighetsidrotter där detta är av betydelse för prestation är längdskidåkning, skidskytte och cykel. Längdskidåkning innefattar flera olika delmoment, branta uppförsbackar, flacka åkpartier och nedförsbackar som tillsammans bidrar till en varierad intensitetsprofil. Under ett 10 km lopp i klassisk stil växlar den aktive 100-150 ggr. mellan olika deltekniker, och varje moment varar från några sekunder till minuter. Innovativ forskning under OS i Calgary 1988 tydliggjorde att längdskidåkare, under stora delar av loppet, hade en arbetsintensitet som översteg 100 % av maximal syreupptagning (12). Detta är möjligt genom att de kan återhämta sig i andra partier av banan såsom nedförsbackar. Senare forskning av Mygind och medarbetare (10) visade laktatkoncentrationer i blod som översteg 10 mmol L^{-1} , redan från första kilometern till mål, under en 45 min lång 15 km. För några år sedan adderades ytterligare förståelse om hur fördelningen av syreupptagning och distributionen av blod sker samt laktatkinetiken mellan olika kroppsdelar under pågående skidåkning fungerar (6). Genom att alternera åktekniker och muskelgrupper kan den "smarte" skidåkaren variera aktivitetsnivå och därigenom potentierna den lokala återhämtningen i muskulaturen. Sammantaget ger detta en komplex bild av en längdskidåkares prestation ute i spåret med en kontinuerlig balansgång mellan olika arbetsintensiteter. Flera aktiva framför att återhämtningen mellan olika åkpartier är en kritisk variabel, eller som Per Elofsson uttryckt det:

Åka fort i en backe kan jag nästan alltid göra, att fortsätta åka fort i den andra, tredje och fjärde backen kan jag bara göra när jag är i form.

Per Elofsson; OS- och VM-medaljör i längdskidåkning

I skidskytte tillförs ytterligare ett moment. Förutom att en skidskytt likt en skidåkare genomför en mångfald växlingar mellan olika deltekniker längs banan behöver de ha en extrem god återhämtningsförmåga i omställningsmomentet från skidåkning till skjutning på vällen. Ute i spåret är de uppe i ca 90 % av max HF och har $>4\text{-}6 \text{ mmol L}^{-1}$ i blodlaktat. Under



skjutmomentet sjunker hjärtfrekvensen ca 10-15 % medan laktatkoncentrationen i blod är i princip densamma. Sista varvet efter sista skjutningen innebär fri fart och är mycket likt längdskidåkning.

Alla som följt landsvägcykel under sommarens Tour de France kan erinra sig frekventa växlingar mellan högre och lägre arbetsbelastningar under de avslutande kilometrarna mot mål där olika grupperingar av cyklister, tar respektive skyddar sig från vind, för

att spara sina krafter för nästa utbrytning. Mountainbike påminner mer om längdskidåkning med hög intensitet i uppförsbackarna och möjlighet till återhämtning i lättare utförsbackar. Ett kritiskt moment är den avgörande starten och de första kilometrarna för att positionera sig. Efter bredare väg/fält i starten går banan därefter in på smalare spår och stigar. Det gäller att ha förmåga att frigöra och transportera bort för cyklister efter de inledande högintensiva 5 minuterna. En annan

variabel i mountainbike är att vara tillräckligt tekniskt skicklig i svår terräng och utförskörningar så att dessa inte blir för belastande och möjliggör viss återhämtning innan efterföljande tyngre åkpartier. Spänd muskulatur minskar blodflödet och försvårar borttransport. Sista 20-30 min av loppet går återigen fort och i uppförbackarna krävs det att cyklisterna kan leverera 6 W kg⁻¹, dvs. liknande det som krävs för att gå med i första klungan uppför ett Hors catégorie-berg under landsvägs-cykling exempelvis Alpe d'Huez och Mont Ventoux.



Foto: Scanpix

Återhämtning är en helt avgörande egenskap för att lyckas som cyklist, oavsett disciplin.

Andreas Danielsson, coach
Fredrik Kessiakoff MTB

Senare forskning på cyklisterna (2) och längdskidåkare har påvisat att en kapacitet som är betydelsefull för elitaktiva är deras förmåga att, under ett kontinuerligt arbete, med varierad arbetsintensitet (repetitivt 3 min 90 respektive 6 min 70 % av VO₂max) till utmattning, reducera sin blodlaktatkonzentration under perioderna med en lättare arbetsbelastning jämfört med

de mindre bra tränade. Ett speciellt intressant fynd i dessa studier är att tiden till utmattning kunde prognosticeras utifrån responsen i blodlaktatkonzentration efter den första högintensiva arbetsbelastningen.

Hög höjd ställer speciella krav på återhämtning i uthållighetssporter och aktiva använder där en mer modifierad fartstrategi med jämnare farthållning. Utmed banan sker färre "stöt/attacker" jämfört med om loppet genomförs på normalhöjd.

Idrotter med större kontrast i intensitet mellan arbetsperioder är lagsporter som fotboll, basket och ishockey med en ratio mellan hög- och lågintensiv aktivitet på 1:6 till drygt 1:10. I dessa idrotter ger hjärtfrekvens per se en översiktlig information av arbetsintensiteten (3, 5). För en mer exakt registrering krävs additiv videoanalys och/eller avancerad GPS för att kunna kvantifiera förflyttningarna på plan, eventuellt kompletterat med mätning av blodlaktat. Studier i fotboll visar att toppspelare springer ~10-13 km och genomför ~1400 aktivitetsförändringar under en match (1). Under en basketmatch genomför spelarna drygt 100 st högintensiva löpningar med i genomsnitt en rörelseförändring varannan sekund. Andra idrotter med repetitivt högintensivt arbete är racketsporter som badminton, squash och tennis. Så oavsett om man är uthållighetsidrottare, lagboll- eller racketspelare så är växlingar mellan arbetsperioder med olika intensitet, aktivitetstyper och vilka muskler som aktiveras en kritisk prestationsvariabel under tävlingsmomentet.

Denna exposé har haft till syfte att vidga perspektivet för att återhämtningsbegreppet i olika idrotter inbegriper mer än vad som ofta diskuteras. Trots att det vanliga är att tänka sig det som sker efter en enskild aktivitet så är det för flera idrotter även något av betydelse under själva aktiviteten. En frågeställning som är viktig är huruvida man kan träna upp sin återhämtningsförmåga och om aerob kapacitet har någon koppling till hur bra man kan prestera vid repetitivt högintensivt arbete. Under kort högintensivt arbete kommer nedbrytning av PCr och anaerob glykolys att bidra till huvuddelen av den totala ATP-produktionen. Vid repetitivt arbete, det vanliga i de ovan beskrivna idrotterna, kommer det relativa bidraget av anaerob glykolys att successivt minska och den aeroba ämnesomsättningen gradvis öka. Hur mycket olika energisystem bidrar med

under repetitiva efterföljande högintensiva arbetsperioder beror på faktorer som arbetsform, arbetets duration, antal repetitioner, vilotid, typ av återhämtning och träningsstatus.

Träna sin förmåga till återhämtning i syfte att prestera bättre.

Referenser

1. Andersson, H., et al. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery. *Med Sci Sports Exerc.* 40:372-80, 2008.
2. Bjorklund, G., S. Pettersson, and E. Schagatay. Performance predicting factors in prolonged exhausting exercise of varying intensity. *Eur J Appl Physiol.* 99:423-9, 2007.
3. Drust, B., G. Atkinson, and T. Reilly. Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports Med.* 37:783-805, 2007.
4. Harris, R.C., et al. The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *Pflugers Arch.* 367:137-42, 1976.
5. Holmberg, H.C. Technology and basketball training *FIBA Mag.* 57-58, 2004.
6. Holmberg, H.C. Physiology of Cross-Country Skiing - with special emphasis on the role of the upper body. Karolinska Institutet, Institutionen Fysiologi & Farmakologi, Stockholm, 2005-09-16 2005.
7. Jentjens, R., and A. Jeukendrup. Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. *Sports Med.* 33:117-44, 2003.
8. Jervell, O. Investigation of the concentration of lactic acid in blood and urine under physiologic and pathologic conditions. *Acta Med Scand.* 56:831-838, 1928.
9. Karlsson, J., and B. Saltin. Oxygen deficit and muscle metabolites in intermittent exercise. *Acta Physiol Scand.* 82:115-22, 1971.
10. Mygind, E., L.B. Andersen, and B. Rasmussen. Blood lactate and respiratory variables in elite cross-country skiing at racing speeds. *Scand J Med Sci Sports.* 4:243-251, 1994.
11. Newman, E.V., Dill, D.B., Edwards, H.T. & Webster, F.A. The rate of lactic acid removal in exercise. *Am J Physiol* 118:457-462, 1937.
12. Norman, R.W., et al. Mechanical power output and estimated rates of Nordic skiers during Olympic competition. *Int J Sports Biomech.* 5:169-184, 1989.
13. Sahlin, K., R.C. Harris, and E. Hultman. Resynthesis of creatine phosphate in human muscle after exercise in relation to intramuscular pH and availability of oxygen. *Scand J Clin Lab Invest.* 39:551-8, 1979.
14. Saltin, B., and L. Hermansen. Glycogen stores and prolonged severe exercise. . In *Proceedings of Symposium of Swedish Nutrition Foundation.* . Uppsala, pp. 32-46, 1967.
15. Shirreffs, S.M., et al. Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. *Med Sci Sports Exerc.* 28:1260-71, 1996.
16. Tipton, K.D., and R.R. Wolfe. Exercise, protein metabolism, and muscle growth. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 11:109-32, 2001.

"Multisport – en utmaning i extrem uthållighet"

Människan har alltid strävat efter att testa gränserna för fysisk prestationsförmåga. Ultrauthållighetsidrotter som "Ironman" triathlon, 100 km och 24-timmars löptävlingar attraherar därför allt fler deltagare. Multisport ("Adventure Racing") är en relativt ung uthållighetsidrott, där deltagarna växlar mellan olika grenar för att genomföra en fastlagd tävlingsbana.



BJÖRN EKBLOM^{1,2}



C. MIKAEL MATTSSON^{1,2}



JONAS ENQVIST¹

¹ ÅSTRANDLABORATORIET, GYMNASTIK- OCH IDROTTS-HÖGSKOLAN

² INSTITUTIONEN FÖR FYSIOLOGI OCH FARMAKOLOGI, KAROLINSKA INSTITUTET, STOCKHOLM.

VANLIGASTE ARBETSFORMERNA är cykling, löpning och paddling med inslag av olika repmoment, klättring, simning och inlinesåkning. Tävlingsbanan anpassas till natur och förutsättningar vilket medför att en mängd andra grenar, t.ex. kamelridning kan förekomma. Kort-, medel- och långdistanstävlingar omfattar tävlingstider på c:a 6-10 tim, 15-36 tim respektive 2-10 dygn. Oftast genomförs de längsta tävlingarna i lag om fyra deltagare med en person av motsatt kön. De tävlande får äta och vila när det passar laget, och hjälp utifrån är antingen inte tillåten alls eller endast vid speciella platser vid bytet mellan olika grenar.

De extrema påfrestningarna med långvarigt fysiskt arbete, sömnbrist och varierande klimatförhållanden utgör en intressant medicinsk-fysiologisk problematik, speciellt som dessa idrottare representerar bland de hårdaste utmaningar som människor frivilligt kan utsätta sig för. Frågor som; "Hur stor är energiomsättningen? Vad äter man? Hur klarar muskulatur, hjärta och hormonsystem dessa belastningar? Vilken fysiologisk-medicinsk kapacitetsprofil har multisportarna?" är inte bara intressanta i sig utan ger information om den anpassningsförmåga som människans kropp har. Det kan inte uteslutas att svaren på forskningsfrågor kring multisportare också kan användas i medicinska och andra sportsliga sammanhang.

Simulerad tävling, 24 timmar

Vår forskningsgrupp på Åstrandlaboratoriet har hittills genomfört två undersökningar om multisport. Den

ena var en 6-dygnstävling (se nedan) och den andra var en simulerad tävling med arbetstid på 24 timmar i laboratoriemiljö, där 9 manliga elitmultisportare paddlade, sprang och cyklade i totalt 12 block om vardera 110 minuters arbete och 10 minuters vila. Målsättningen var att arbetsintensiteten skulle vara 60 % av respektive arbetsmoments högsta syreupptagning (VO_{2peak}). Före, under och efter genomfördes en rad fysiologiska mätningar av cirkulation, muskelfunktion och energiomsättning. Den totala individuella energiomsättningen varierade mellan 14 500 och 20 700 (medel 17 600) kcal, vilket är 7-10 gånger en normal människas dagliga energiomsättning och 4-5 gånger mer än t.ex. vanliga fotbollsspelares och friidrottarens. Det är inte förvånande att energiunderskottet var drygt 50 %, vilket innebär totalt energiintag på i genomsnitt 8 600 kcal, vilket även det är mycket höga siffror.

Trötthetsutvecklingen var i stort sett som förväntat, förutom att det med tydlighet stod klart att de som var starkare och piggare än sina "medtävlande" skattade lägre och lägre i slutet av arbetet medan motsatsen gällde för dem som hade det jobbigare. Den upplevda trötthetsutvecklingen var alltså inte givet kontinuerligt progressiv utan snarare en positiv, eller negativ, spiral relaterad till omgivningen. Se Figur 1.

En spännande och tidigare icke beskriven förändring fann vi i cirkulationens anpassning till submaximalt arbete. Under de första timmarnas arbete så ökade, som förväntat, hjärtfrekvensen (HF) och syreupptagningen (VO_2) på en standardiserad



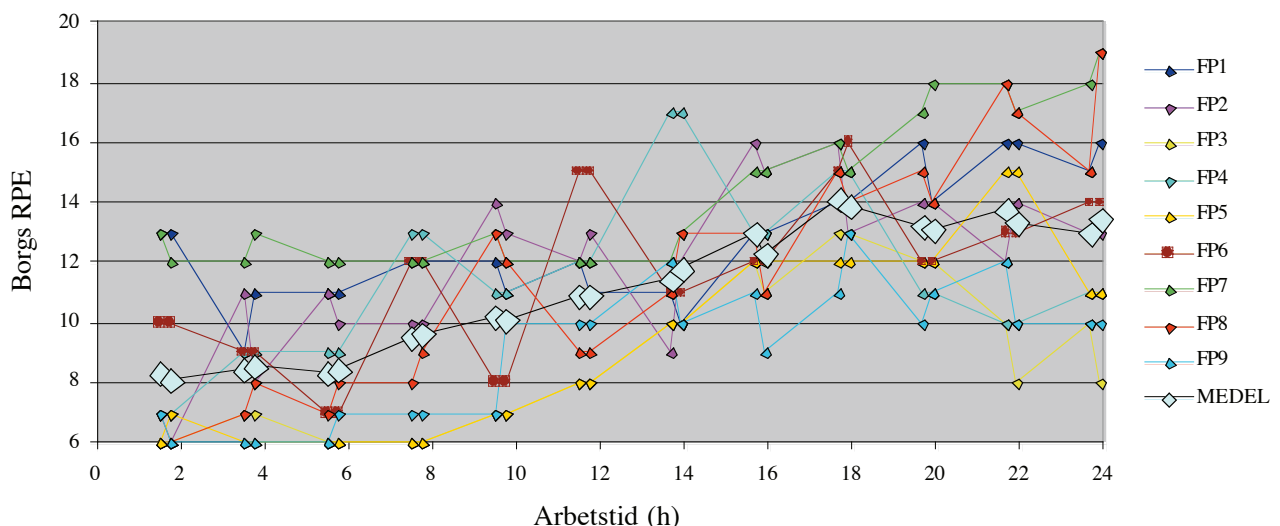
Exempel på grenar som kan ingå i multisport (Adventure Racing). Foto: Peder Sundström

cykelbelastning. När arbetet fortskred fortsatte VO_2 på den relativt lätta belastningen att stiga, totalt med uppåt 15 %, medan HF sjönk! (Mattsson och medarbetare, *submitted manuscript*) Således steg syrepulsen under hela loppet, och kroppen tog alltså upp mer syre per hjärtslag i slutet av arbetet,

vilket kan anses märkligt med tanke på teorier om att hjärtat blir uttrötat av långvarigt hårt arbete. Orsaken är okänd, men såväl förändringar i hjärtats receptorsystem och hjärtminutvolymen som muskulära faktorer kan vara förklaringen.

Att musklerna påverkats visades

i de mitokondriestudier som gjordes under professor Kent Sahllins ledning (Fernström och medarbetare, 2007). Efter 24-timmars multisportarbete sjönk benmuskulaturens mitokondriers effektivitet, vilket innebär att mer syre behövdes för att erhålla en viss mängd ATP. Emellertid, ökade mitokondrierna



Figur 1. Individuella (och medel) värden på upplevd trötthet på Borgs RPE-skala vid löpning, cykling och paddling under 24-timmarstestet. Punkterna illustrerar två skattningar med 5 min mellanrum på standardbelastning under sista 15 min av varje arbetsblock.



Foto: Peder Sundström

sin relativa fettomsättning, vilket är en fysiologisk fördel eftersom det sparar de begränsade kolhydratlagren. Detta kan delvis förklara ökningen i VO_2 på submaximal belastning efter loppet. Frågan är också om det finns andra förändringar i mitokondrierna, t.ex. beträffande koncentrationer av olika enzymer? Svaren får vi så småningom. Angående övriga förändringar i blodets innehåll av cytokiner (viktiga signalsubstanser) substrat, såsom olika blodfetter, och hur hjärtat påverkats under testet får vi återkomma till i annat sammanhang.

Fysiologiska egenskaper

Vilka är nu de som utsätter sig för dessa extrema belastningar? Någon psykologisk profil har vi inte genomfört men det är helt klart att detta är oerhört engagerade, målinriktade och noggranna idrottsskivinnor och -män. De fysiologiska egenskaperna däremot har vi undersökt mer ingående. Den genomsnittlige manlige elitmultisportaren är, till skillnad från andra framgångsrika uthållighetsidrottare såsom långdistanslöpare, orienterare och cyklist, relativt tung, 80-85 kg, och hans beräknade fettinnehåll ligger på 12-20 %. Kvinnorna i sporten är givetvis något mindre, men följer männens skillnader jämfört

med traditionella uthållighetsutövare. Det kan inte uteslutas att den höga fettprocenten kan vara en fördel, eller t.o.m. förutsättning för att klara av de enorma energiomsättningarna under långa tävlingar. Det ska också poängteras att detta gäller vid långdistanstävlingar (i.e. med arbetstider över två dygn) där glykogendepåer är långt ifrån tillräckliga, samt att deltagarna under den typen av tävlingar oftast bär ryggsäckar med 5-20 kg packning. Kan det vara så att erfarna och framgångsrika multisportare drar nytta av samma mekanism som är problemet vid "Jojo-bantning" (dvs. ha stora variationer i energiutgifter och energiunder- och överskott) som leder till ökad fettinlagring? Preliminära data på substratomsättningen under 24-timmarstestet talar också för en stor fettomsättning. Fortsatta studier får belysa dessa frågor.

Vid de fysiologiska undersökningarna av $\text{VO}_{2\text{peak}}$ och andra viktiga mått, visade det sig att de vältränade multisportarna hade alla extremt högerförskjutna blodlaktatkurvor, dvs. blodmjölksyrakoncentrationen under stegrat arbete vid löpning var i stort oförändrad ända upp mot 80 - 85 % av $\text{VO}_{2\text{max}}$. Den ofta använda registrering av 4 mmol gränsen låg hos mer än hälften av dessa idrottare över 90 % av $\text{VO}_{2\text{max}}$! I cykling och paddling

är dessa blodlaktatkurvor inte lika extrema beroende dels på ogynnsam arbetsställning (cykel) och dels på att de generellt är sämre tränade i den senare. En intressant observation var att många av dessa uthållighetsidrottare hade på de relativa belastningar som man tävlar på en låg och hos några en anings sänkning i blodmjölksyrahalten, som vi kallar "Comfort zone". Är detta en tillfällighet eller är idrottarens metabolism speciellt inställd på denna relativa belastning? Preliminära data visar att fibersammansättningen är i stort densamma som hos de flesta vanliga idrottare, dvs. dessa multisportare har inte någon extrem övervikt av typ 1 fibrer i lår-muskulerna.

VM i Adventure Racing

För att studera en idrott är givetvis det optimala att studera sporten under en riktig tävling. Vi fick den chansen i multisport när VM i "Adventure Racing" genomfördes i norra Sverige och Norge i augusti 2006 med Hema-van som centralort. Vi studerade tre lag om vardera tre män och en kvinna. Dessutom testades på olika sätt samtliga deltagare ($n = 128$) i tävlingen. Liksom vid 24-timmarstestet genomfördes en rad undersökningar före, under och efter tävlingen (se Bild 2).

Den genomsnittliga tävlingstiden för två av våra lag var 6,3 dygn. Det tredje laget fick tyvärr lov att bryta efter drygt ett dygn pga. skada.

Den genomsnittliga arbetsintensiteten, som vid 24-timmarstestet låg på c:a 56% av VO_{2peak} , var ungefär lika hög under första dygnet vid VM, men sjönk därefter successivt och var över hela tävlingen, inklusive c:a 2 timmars sömn per dygn, i genomsnitt c:a 40% av VO_{2peak} löpning. Den totala energiomsättningen varierade mellan 80 000 och 110 000 Kcal. Det var inte förvånande att fettomsättningen var mycket hög, vilket också återspeglades i att totalkolesterolhalten i blodet sjönk markant från en redan låg nivå i starten. Hur muskelbilden gällande substrat ser ut får vi så småningom redan på i samarbetet med docent Fawzi Kadi vid universitetet i Örebro.

Den stora energiomsättningen och energiunderskottet påverkar givetvis både den manliga och kvinnliga hormonbilden ordentligt. Bland annat sjönk testosteronhalten med två tredjedelar och halten av östrogen hos kvinnorna var "inte detekterbar" efter loppet. Det viktiga IGF-1 hormonet med dess bindarproteiner sjönk också kraftigt, men orsaken till detta är inte klarlagd. Vad detta betyder för andra förändringar i samband med loppet och framför allt för framtiden vet vi inte. Dessbättre tycks dessa förändringar återgå mot det normala relativt snabbt. Genom samarbete med Ulrika Berg på Karolinska Sjukhuset har vi fått expertbedömningar av dessa och andra hormonförändringar (Berg och



Foto: Peder Sundström

medarbetare, 2008). Vi har emellertid för avsikt att genomföra ytterligare en omgång uthållighetstester med förhoppningen att få ytterligare möjligheter att få räta ut några frågetecken.

Pulsklockorna registrerade att hjärtfrekvensen på alla deltagarna vi testade låg på 100 slag per min eller mer under mer än 150 timmar, med endast relativt korta perioder med frekvenser ner mot vilonivåer. Många frågar hur hjärtat klarar detta? Vi studerade denna fråga genom flera metoder. Dels genomförde vi regelbundna testningar på bestämd belastning på ergometercykel, som vid 24-timmarstestet (resultatet i stort detsamma), dels togs blodprover för bestämningar av vissa specifika hjärtmarkörer (Troponin I, NT-proBNP) och dels studerades hjärtats funktion och rörelsemönster med en relativt ny metodik där ekokardiografi och vävnadsdoppler (VIVID I) kombineras. Analyserna av de senare är inte klara men hjärtmarkörerna visade hos några av deltagarna på värden som på en medicinsk klinik skulle betraktas som synnerligen allvarliga och patologiska. Hjärtat är alltså utan tvekan stressat av den stora belastningen, men också här tycks nivåerna sjunka tillbaka mot vilovärden på ett eller ett par dygn. Vad detta betyder långsiktigt är en annan forskningsfråga som vi naturligtvis inte skall släppa.

Sammanfattning

Våra studier av multisport ger nya aspekter på vad människan klarar av och anpassningsmönster som inte är kända sedan tidigare. Givetvis kommer vi att följa upp några av de fysiologiska och medicinska frågorna som dessa studier genererat. De inledande studierna har ju nästan uteslutande varit av beskrivande karaktär. Därför kommer vi fortsättningen även att göra interventionsstudier, dvs. se hur vi kan påverka multisportaren med t.ex. olika dieter för att minska de negativa effekterna av extrem uthållighet.

Internetadress för mer information om projektet: www.gih.se/multisport. Projektet har stötts ekonomiskt av CIF och GIH:s FU-nämnd.

Referenser

- Berg U, Enqvist JK, Mattsson CM, Carlsson-Skwirut A, Sundberg CJ, Ekblom B, Bang P. "Lack of sex differences in the IGF-IGFBP response to ultra endurance exercise." *Scand J Med Sci Sports*, Epub 1 feb 2008
- Fernström M, Bakkman L, Tonkonogi M, Shabalina IG, Rozhdestvetskaya Z, Mattsson CM, Enqvist JK, Ekblom B, Sahlin K. "Reduced efficiency, but increased fat oxidation in mitochondria from human skeletal muscle after 24 hours ultra-endurance exercise." *J Appl Physiol* 102:1844-9, 2007
- Mattsson CM, Enqvist JK, Brink-Elfegoun T, Johansson P, Bakkman L, Ekblom B. "Unexpected cardiovascular response during ultra-endurance exercise" Submitted manuscript, jan 2008.



Bild 2. Testning av försökspersonen Daniel Hansson, Fallskämsjägarskolan (FJS) under VM i multisport. Foto: Björn Ekblom

Aminosyranivåer i långsamma och snabba muskelfibrer

– förändringar under träning och återhämtning

Uthållighetsträning och styrketräning påverkar nivån av aminosyror i snabba och långsamma muskelfibrer, men storleken på förändringarna skiljer sig åt i olika fibertyper. Den specifika träningsformen kommer därför att ha betydelse för den anpassning som sker i samband med träning och återhämtning. I återhämtningsperioden efter styrketräning stimuleras nybildningen av protein framför allt i de snabba fibrerna.



EVA BLOMSTRAND

ÅSTRANDLABORATORIET,
GYMNASTIK- OCH IDROTTS-
HÖGSKOLAN, STOCKHOLM



**BIRGITTA ESSÉN-
GUSTAVSSON**

INSTITUTIONEN FÖR
KLINISKA VETENSKAPER,
SVERIGES LANTBRUKS-
UNIVERSITET, UPPSALA

Introduktion

Under fysiskt arbete sker den huvudsakliga energileveransen från nedbrytning av glukos, glykogen och fett. Beroende på vilken typ av arbete som utförs, kostintag, träningstillstånd, arbetets intensitet och längd reglerar kroppen i vilka proportioner dessa substrat utnyttjas (15). Man beräknar att högst 5-10%, i de flesta fall betydligt mindre av energin härrör från nedbrytning och oxidation av protein och aminosyror under ett fysiskt arbete. Omsättningen av protein och aminosyror anses emellertid ha andra viktiga funktioner, t.ex. att producera alanin som substrat för glukosproduktion i levern eller att producera glutamin som substrat för immunförsvarets celler.

De flesta resultat som beskriver förändringar i den humana muskulaturen i samband med fysisk aktivitet baseras på analyser från muskelbiopsier som består av en blandning av olika fibertyper. Därför är kunskaperna om de förändringar som sker i muskulaturens olika fibrer i samband med fysiskt arbete mycket begränsade.

Med hjälp av histokemiska färgningar av tvärsnitt av muskelprov har man sett att den humana skelettmuskeln är uppbyggd av fibrer med olika kontraktila och metabola egenskaper.

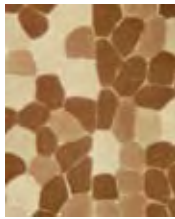
Indelningen av fibrer i olika grupper brukar vanligtvis baseras på att enzymet myosin ATPas har olika pH känslighet i olika fibertyper. De snabba, typ II fibrernas ATPas inaktiveras vid surt pH medan de långsamma, typ I fibrernas ATPas inaktiveras vid basiskt pH. Denna olikhet utnyttjas för att skilja de olika fibertyperna åt när frysta muskelbiopsier tvärsnittas och färgas för myosin ATPas efter preinkubering vid olika pH (Tabell 1). Typ II fibrerna som ofta delas in i undergrupper identifieras med denna metodik som IIA och IIB (4). En fibers oxidativa kapacitet kan analyseras med färgning för NADH och en fibers glykolytiska kapacitet med färgning för α -glycerofosfatdehydrogenas (9). Baserat på dessa färgningar har man sett att typ I fibrerna har en hög oxidativ kapacitet och därmed en stor förmåga att oxidera kolhydrater och fett, men däremot en relativt låg glykolytisk förmåga, dvs. förmåga till snabb energileverans. Typ II fibrerna däremot har en hög glykolytisk förmåga men en sämre förmåga att oxidera kolhydrater och fett. Typ II A fibrerna har oftast en högre oxidativ kapacitet och sägs vara mer uthålliga än IIB fibrerna som är mer explosiva. På samma sätt kan man bestämma substratinnehåll i olika

fibrer, färgning för glykogen (PAS) visar att alla fibrer innehåller glykogen i vila och färgning för lipider (OIL Red O) visar att det framförallt är typ I fibrer som innehåller fett (9). Med histokemiska färgningar får man emellertid endast en semi-kvantitativ uppfattning om en fibers oxidativa och glykolytiska kapacitet samt innehåll av glykogen och fett.

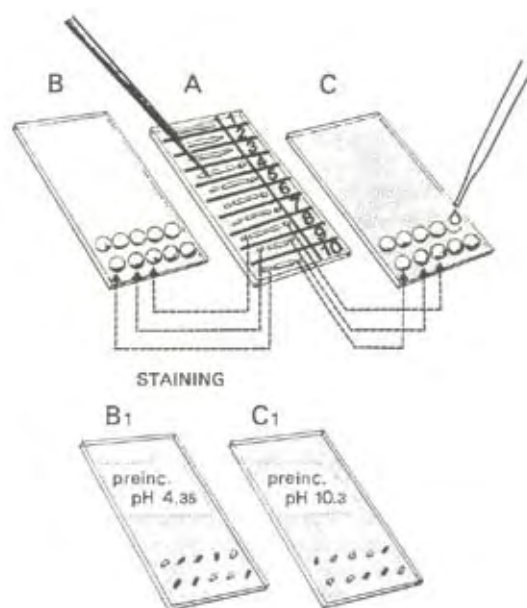
Substrathalt och enzymaktivitet i olika fibertyper

För att man kvantitativt skall kunna mäta t.ex. substratinnehåll, enzymaktiviteter eller aminosyranivåer i olika fibertyper så frystorkas först muskelbiten. Därefter separeras fibrerna från varandra under ett vanligt ljusmikroskop och en del av varje fiber skärs av och identifieras som typ I eller typ II (IIA och IIB) efter färgning för myosin ATPas. När varje enskild fiber är identifierad görs analyser på den resterande delen av fibern (Fig. 1). Om halten av det ämne man vill mäta är låg görs analyserna på pooler, dvs. en grupp (ca 50-500 fibrer) fibrer av samma typ. Med användning av denna metodik har man visat tydliga skillnader mellan olika fibertyper. Aktiviteten av oxidativa enzymer, citratsyntas och succinatdehydrogenas i citronsyracykeln och 3-hydroxyacyl-CoA-dehydrogenas i fettoxidationen, är 1.5 - 2 gånger högre i typ I än i typ II fibrer. Aktiviteten av de glykolytiska enzymerna fosfofruktokinas och laktatdehydrogenas är däremot 1.5 -2 gånger så höga i typ II som i typ I fibrer. Även undergrupper av typ II fibrer skiljer sig åt på så sätt att typ IIA har en högre oxidativ kapacitet än typ IIB fibrer (7, 9). Mellan individer kan stora variationer i enzyminnehåll i typ I och typ II fibrer förekomma framför allt i oxidativ kapacitet beroende på individens träningsgrad och deras typ av idrott. En uthållighetsstränad person kan ha dubbelt så hög oxidativ kapacitet inte bara i typ I fibrer utan också i typ II fibrer jämfört med en sprinters typ I fibrer (7).

Även ATP och substrathalt har analyserats i pooler av typ I och typ II fibrer. Resultaten visar att koncentrationen av ATP i vila är ungefär lika i båda fibertyperna, medan kreatinfosfat är 10-30 % högre i typ II än i typ I fibrer (1, 11). Mängden glykogen är relativt lika i båda fibertyperna eller något högre i typ II fibrerna, medan mängden fett i form av triglycerider är 2-3 gånger högre i typ I jämfört med typ II fibrer (6, 9). Studierna visar också att det är en stor variation i inne-

pH	Fibertyp				
	I	IIA	IIB		
4.3	brun	vit	vit		
4.6	brun	vit	ljusbrun		
10.3	vit	brun	brun		

Tabell 1. Identifiering av olika fibertyper med hjälp av myosin ATPas efter preinkubering vid olika pH. Bilden visar tvärsnitt efter inkubering vid pH 4.3 och 4.6.



Figur 1. Beskrivning av metodik för att bestämma fibertyp (I eller II) på enskilda muskelfibrer som separats från varandra i en frystorkad muskelbiopsi (9).

håll mellan olika fibrer av samma typ.

Efter 60 min cykelarbete är glykogennivån reducerad i båda fibertyperna, framför allt i typ I fibrerna, medan däremot efter 5 min maximalt cykelarbete är glykogensänkningen större i typ II än i typ I fibrerna (6). Sprintträning påverkar också båda fibertyperna, men i det här fallet har man gjort bedömningen utifrån förändringar i kreatinfosfat och finner att sänkningen är betydligt större i typ II än i typ I fibrer (5).

Koncentration av fria aminosyror i olika fibertyper

Koncentrationen av fria (inte proteobundna) aminosyror skiljer mellan olika fibertyper (8, 12). Störst skillnad ser man för taurin som också förekommer i högst koncentration i muskeln; nivån av taurin hos relativt otränade

personer är ungefär dubbelt så hög i typ I som i typ II fibrer (Tabell 2). Även halten av tyrosin och fenylalanin skiljer mellan fibertyperna, men för dessa aminosyror är skillnaden betydligt mindre och dessutom är nivån högre i typ II fibrerna (2).

Träningsformen tycks påverka taurinnivåerna då vältränade cyklistar har samma koncentration av taurin i typ I och typ II fibrer (Tabell 2). Noteras bör att nivån i typ I fibrerna är densamma hos de vältränade cyklisterna som hos de relativt otränade försökspersonerna, men nivån i typ II fibrerna är markant förhöjd hos cyklisterna. Nivån av taurin tycks således öka som en effekt av regelbunden träning, vilket kan tänkas påverka den fysiska uthålligheten och återhämtningen efter träning. Även nivån av glutaminsyra verkar påverkas av träningsgraden eftersom



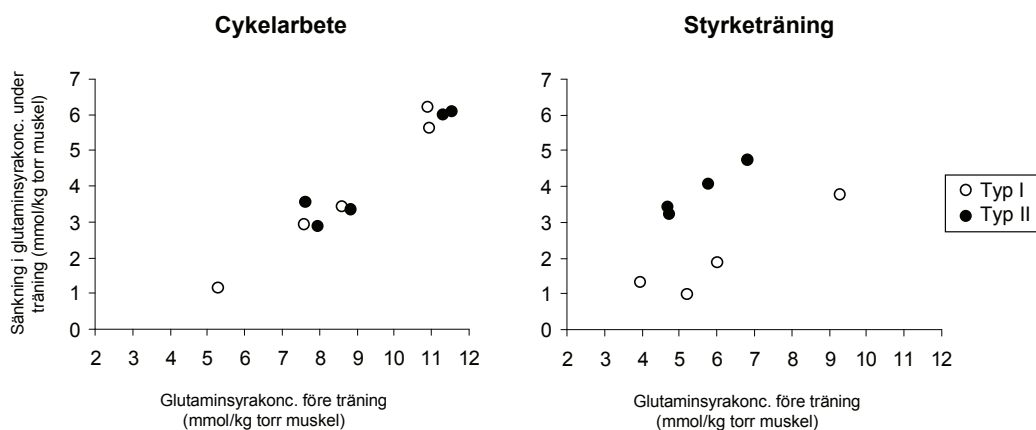
nivån är högre hos tränade jämfört med relativt otränade individer, men i detta fall är nivån högre i båda fibertyperna (Tabell 2).

Förändring i nivå av fria aminosyror under träning och återhämtning

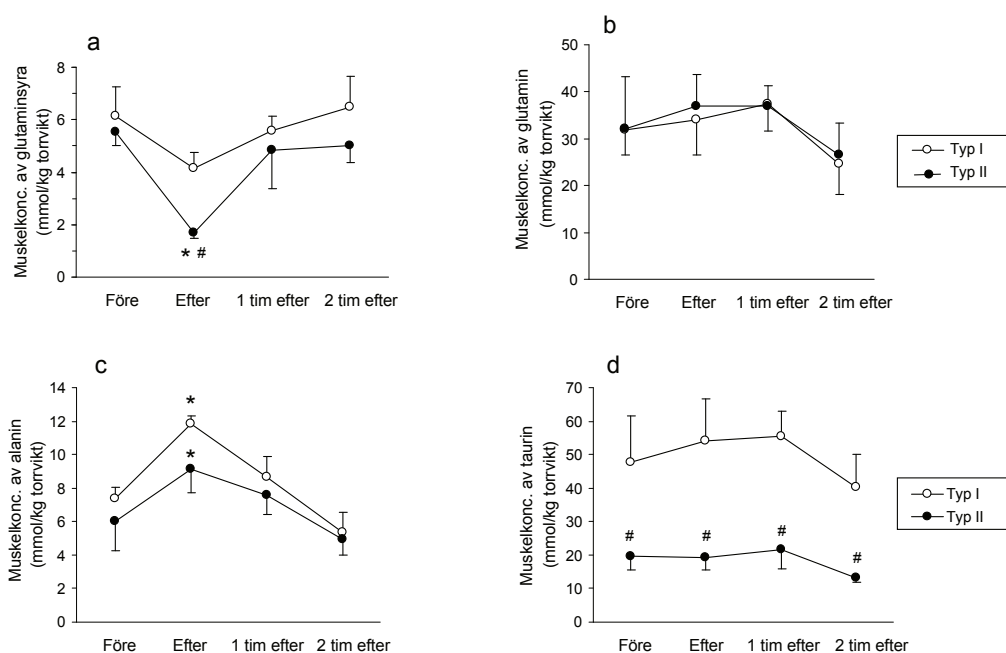
Cykelarbete i 80 min påverkar halten av fria aminosyror relativt lika i typ I och typ II fibrer; koncentrationen av glutaminsyra sjunker med 45 % och alanin ökar med 20 % i båda fibertyperna. Även halten av de aromatiska aminosyrorna tyrosin och fenylalanin ökar i både typ I och typ II fibrer. Efter som ingen av dessa aminosyror omsätts i muskeln tyder det på att muskelpro-

Aminosyra	Otränade		Tränade	
	Typ I	Typ II	Typ I	Typ II
Glutaminsyra	6,1	5,5	8,7	9,5
Glutamin	34	34	38	41
Taurin	46	18	53	55
Grenade aminosyror	1,9	2,1	1,8	2,0

Tabell 2. Koncentration av aminosyror i typ I och typ II fibrer hos relativt otränade unga män och hos uthållighetstränade unga män. Värden anges i mmol/kg torr muskel.



Figur 2. Korrelation mellan initiala nivån av glutaminsyra och nedgången i glutaminsyra i typ I och typ II fibrer under olika typer av arbete. Vänstra bilden visar resultat från fem vältränade cyklister som cyklade på en belastning motsvarande 70 % av maximal syreupptagning i 80 min och högra bilden visar resultat från fyra relativt otränade unga män som utförde ett styrketräningspass i form av benpress (4 x 10 repetitioner på 80 % av 1RM).



Figur 3. Förändringen i koncentration av a) glutaminsyra, b) glutamin, c) alanin och d) taurin i typ I och typ II fibrer under och efter ett styrketräningspass (benpress 4 x 10 repetitioner på 80 % av 1 RM). Värdena anger medelvärde $\pm$ SE för fyra försökspersoner. * $p < 0.05$ vs. före träning, # $p < 0.05$ för typ I vs. typ II.

tein bryts ned under träningen. Dessa data visar också att båda fibertyperna har varit aktiva under cykelarbetet (8).

Effekten av styrketräning i form av benpress (4 x 10 repetitioner på 80 % av 1 RM) är till viss del lik den som sker i samband med cykelarbete, glutaminsyra sjunker kraftigt och alanin och de aromatiska aminosyrorerna ökar. Skillnaden mot cykelarbete är att sänkningen av glutaminsyra är betydligt större i typ II än i typ I fibrerna, 70 % jämfört med 30 %, vilket tyder på att typ II fibrerna bidragit i högre grad till kraftutvecklingen. I båda studierna erhålls en korrelation mellan den initiala koncentrationen av glutaminsyra och nedgången i glutaminsyra (Fig. 2). Den initiala nivån av glutaminsyra liksom nedgången under träning varierar mellan olika individer. Intressant är att studera om den initiala nivån kan påverka prestationsförmågan på liknande sätt som glykogen, dvs. om en hög initial koncentration av glutaminsyra är gynnsam för prestationen. Nivån av taurin och glutamin, de två aminosyror som finns i störst mängd i muskeln, påverkas inte av vare sig cykelarbete (8) eller styrketräning, men efter 2 tim återhämtning tenderar båda aminosyrorerna att vara reducerade (Fig. 3).

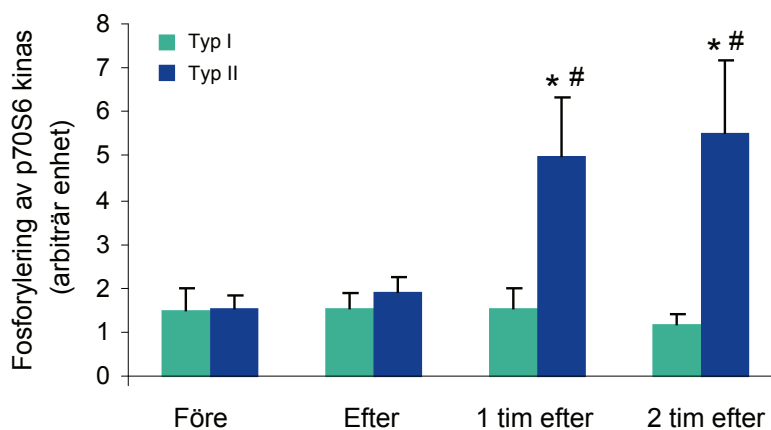
Trots att man ser så markanta förändringar i glutaminsyra och alanin i båda fibertyperna efter styrketräning så sker det en snabb återgång till vilonivå. Figur 3 visar att redan 1 tim efter styrketräning är nivån av dessa aminosyror tillbaka på samma nivå som innan träning.

Aktivering av signalvägar i proteinsyntesen efter träning

Förändringarna i aminosyrakoncentration efter cykelarbete och styrketräning visar att proteinetsättning påverkas, men det går emellertid inte att avgöra om det är syntesen eller nedbrytningen av protein som påverkas eller både och. Nedbrytningen av protein är betydligt mer komplex än syntesen och det finns ingen relativt enkel metod för att mäta nedbrytningen av muskelprotein. Syntesen däremot kan studeras genom att mäta aktiveringen av vissa nyckelenzym i det nätverk av reaktioner som stimulerar nybildningen av protein. Det sista steget i detta nätverk av reaktioner är det ribosomala enzymet S6 som aktiveras av proteinet p70S6 kinas (se Fig. 4). Aktiveringen av p70S6 kinas har i en tidigare undersökning visat sig korrelera till muskeltillväxt (13). Olika typer av maximala kontrak-



Figur 4. Tänkbar signalväg som aktiveras i proteinsyntesen i samband med träning.



Figur 5. Fosforylering av enzymet p70S6 kinas i typ I och typ II fibrer direkt efter och i återhämtningsfasen efter ett maximalt excentriskt arbete (4 x 6 maximala isokinetiska kontraktioner). Värdena anger medelvärde ± SE för sex försökspersoner. *p<0.05 vs. före träning, #p<0.05 för typ I vs. typ II.

tioner, isometriska, excentriska och koncentrisk, aktiverar både typ I och typ II fibrer (3), men förmågan att hypertrofiera tycks emellertid variera mellan olika fibertyper. De snabba typ II fibrerna ökar mer i tvärsnittsarea än de långsamma typ I fibrerna vid styrketräning (14). Intressant är därför att fosforylering och aktivering av p70S6 kinas endast ökar i typ II fibrerna efter maximala excentriska kontraktioner. Ingen signifikant förändring noterades

i typ I fibrerna (Fig. 5). Aktiveringen av p70S6 kinas i de snabba typ II fibrerna kan vara en möjlig förklaring till att dessa fibrer hypertrofierar i större utsträckning vid styrketräning. En förhöjd aktivitet av p70S6 i typ II fibrerna kvarstår 2 tim efter träning dvs. betydligt längre än förändringen i fria aminosyror. En aktivering av p70S6 kinas i återhämtningsperioden efter träning är i linje med den långvariga ökning i proteinsyntes som noterats på

hel muskel efter styrketräning. Ända upp till 48 tim efter styrketräning är syntesen av muskelprotein förhöjd (10).

Sammanfattning

Våra resultat tyder på att såväl uthållighets- som styrketräning påverkar koncentrationen av fria aminosyror i typ I och typ II fibrer. Uthållighetsträning verkar ha relativt lika påverkan på båda fibertyperna, medan styrketräning har en betydligt större effekt på de snabba typ II fibrerna. Mest markant är den kraftiga sänkningen av halten glutaminsyra i typ II fibrerna efter styrketräning. Nivån av taurin, som inte förändras under och efter träning, tycks däremot öka i samband med regelbunden uthållighetsträning. Nivån är fördubblad i typ II fibrerna hos tränade jämfört med relativt otränade individer och nivån i typ II fibrerna är lika hög som i typ I fibrerna. Efter styrketräning ses en aktivering av enzym som stimulerar proteinsyntes endast i typ II fibrerna. Till skillnad mot den snabba återgången av aminosyrakoncentration till vilonivå kvarstår effekten på enzymaktivering betydligt längre efter träningspasset, vilket med stor sannolikhet har betydelse för muskelns återhämtning efter träning.

Finansiellt stöd har erhållits från Centrum för idrottsforskning och Gymnastik- och idrottshögskolan i Stockholm.

Kontakt:

eva.blomstrand@gih.se
birgitta.essen-gustavsson@kv.slu.se

Referenser

1. Blomstrand E & Essén-Gustavsson B (1987). Influence of reduced muscle temperature on metabolism in type I and type II human muscle fibres during intensive exercise. *Acta Physiol Scand* 131: 569-574.
2. Blomstrand E & Essén-Gustavsson B. Effect of resistance exercise on concentrations of free amino acids in plasma and in pools of type I and type II fibres in human muscle. Manus-kript.
3. Beltman JGM, Sargeant AJ, van Mechelen W & de Haan A (2004). Voluntary activation level and muscle fiber recruitment of human quadriceps during lengthening contractions. *J Appl Physiol* 97: 619-626.
4. Brooke MH & Kaiser KK (1970). Three "myosin adenosin-triphosphatase" systems: the nature of their pH lability and sulfhydryl dependence. *J Histochem Cytochem* 18: 670-672.
5. Esbjörnsson-Liljedahl M, Sundberg CJ, Norman B & Jansson E (1999). Metabolic response in type I and type II muscle fibers during a 30-s cycle sprint in men and women. *J Appl Physiol* 87: 1326-1332.



6. Essén B (1978). Glycogen depletion of different fibre types in human skeletal muscle during intermittent and continuous exercise. *Acta Physiol Scand* 103: 446-455.
7. Essén-Gustavsson B & Henriksson J (1984). Enzyme levels in pools of microdissected human muscle fibres of identified type. Adaptive response to exercise. *Acta Physiol Scand* 120: 505-515.
8. Essén-Gustavsson, B. & Blomstrand, E (2002). Effect of exercise on concentrations of free amino acids in pools of type I and type II fibres in human muscle with reduced glycogen stores. *Acta Physiol Scand* 174: 275-281.
9. Essén B, Jansson E, Henriksson J, Taylor AW & Saltin B (1975). Metabolic characteristics of fibre types in human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 95: 153-165.
10. Phillips SM, Tipton KD, Aarsland A, Wolf SE & Wolfe RR (1997). Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 273: E99-E107.
11. Sahlin K, Söderlund K, Tonkonogi M & Hirakoba K (1997). Phosphocreatine content in single fibers of human muscle after sustained submaximal exercise. *Am J Physiol* 273: C172-C178.
12. Tallon MJ, Harris RC, Maffulli N & Tarnopolsky MA (2007). Carnosine, taurine and enzyme activities of human skeletal muscle fibres from elderly subjects with osteoarthritis and young moderately active subjects. *Biogerontology* 8: 129-137.
13. Terzis G, Georgiadis G, Stratakis G, Vogiatzis I, Kavouras S, Manta P, Mascher H & Blomstrand E (2008). Resistance exercise-induced increase in muscle mass correlates with p70S6 kinase phosphorylation in human subjects. *Eur J Appl Physiol* 102:145-52.
14. Tesch PA (1988). Skeletal muscle adaptations consequent to long-term heavy resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 20: S132-S134.
15. Åstrand P-O & Rodahl K (1986). *Textbook of Work Physiology*, 3rd ed. McGraw Hill, New York.

Ord och begreppslista

Adenosintrifosfat (ATP)	energirik förening
Alanin	aminosyra
ATPas	enzym som spjälkar ATP
Fenylalanin	aminosyra
Glutamin	aminosyra
Glutaminsyra	aminosyra
Grenade aminosyror	leucin, isoleucin och valin
Kreatinfosfat	substrat vid högintensiv träning
Myosin	kontraktilt protein
mTOR	centralt protein vid stimulering av proteinsyntes
NADH	reducerad nicotinamid adenin dinukleotid (coenzym)
P70S6 kinas	enzym som stimulerar proteinsyntes
1 RM	maximal kraft vid en kontraktion (repetition)
Taurin	aminosyra
Tyrosin	aminosyra

Järnbrist och idrott

Järnbrist och blodbrist sekundärt till järnbrist är mycket vanliga tillstånd i befolkningen (1). Järnbrist är faktiskt den vanligaste förekommande bristsjukdomen globalt sett, särskilt drabbade är kvinnor, barn och gamla. Man har också länge trott att järnbrist och järnbristanemi skulle vara mer vanligt bland idrottare och då särskilt elitidrottare (2,3). Men är detta sant? Det har också diskuterats om isolerad järnbrist utan samtidig anemi kan påverka prestationsförmågan negativt. Vi skall i denna översiktsartikel belysa järns betydelse för kroppen, förekomst och diagnostik av järnbrist och den praktiska betydelsen för idrottaren.



GÖRAN LANDAHL
FÖRSVARSMEDICIN INOM
MARINEN



MATS BÖRJESSON
SAHLGRENSKA
UNIVERSITETSSJUKHUSET
GÖTEBORG

Bakgrund

Tillståndet järnbrist finns omnämnt i litteraturen sedan flera hundra år tillbaks. Wistrand beskrev 1889 tillståndet blekros som "en slags allmän blodbrist". Man visste då genom att ha studerat blodet i mikroskop att de röda blodkropparna blev bleka. Man visste också att kvinnor var mer drabbade än män. Dock hade man inte någon ordentlig kunskap om tillståndets orsak utan tillskrev det t ex: "dålig, otillräcklig föda, stillasittande, otjenliga kläder ffa snörlif, dålig luft, sorger, nattvak, baler och onani...". Järn har också historiskt använts vid behandling av många olika tillstånd som håravfall, acne, rosfeber, hemorrojder, gikt, diarré, kräkning, ödem och allmän svaghet.

Järnets uppgift i kroppen

Människokroppens totala innehåll av järn är inte mer än 3,5 g hos män och 2,5 g hos kvinnor. Hos mannen fördelar järnet sig enligt följande: hemoglobin (i röda blodkroppar) 2,1g, myoglobin (i muskelvävnad) 200mg, enzymer 150 mg, transportjärn (transferrin) 3mg, depåjärn i form av ferritin 700mg och hemosiderin 300 mg (4).

Järnet fyller viktiga uppgifter i kroppen och den mest kända är som syrebindande atom i hemoglobinet i de röda blodkropparna. Järn utgör också en viktig del av cellernas ener-

giproducerande system, bland annat i mitokondrierna. Vidare är järn en del i många enzymsystem och har viktiga funktioner i synapser och hjärna.

Järnbrist utvecklas då järnbehovet överstiger tillgången på järn, t ex via otillräckligt intag via kosten som för övrigt är det enda sättet att få i sig järn. Det dagliga behovet är 1-2 mg och för att säkerställa det krävs ett intag via kosten på cirka 15-25mg. Andra och vanligare orsaker till järnbrist är ökade järnförluster p g a blödning från magtarmkanalen och allra vanligast menstruationer hos kvinnan. Vid vissa tillfällen är järnbehovet ökat och då tänker man närmast på graviditet och tillväxt i puberteten. Ibland föreligger ett minskat järnupptag och de vanligaste orsakerna till detta är glutenintolerans (celiaki) men även veganer/vegetarianer kan drabbas(5).

Definition

Järnbristen kan om ingenting görs för att förändra balansen mellan intag och förluster av järn, utvecklas till blodbrist (anemi). Då depåjärnet är slut påverkas bildningen av hemoglobin, som ingår i de röda blodkropparna. Detta kan leda till ett lägre blodvärde (Hb), vilket definitionsmässigt kallas anemi..

Symtom

Det är egentligen först då järnbristen (eventuellt) utvecklats till järnbris-



Vid en samling av fotbollslandslaget gjordes en pilotstudie av blodvärden. 55% av de analyserade uppvisade definitionsmässig järnbrist och 33% hade blodbrist. Bild och studie har inget samband. Foto Scanpix.

tanemi med ett lägre blodvärde som symtom uppkommer. Symtomen på järnbristanemi är till en början diffusa och ospecifika och kan därmed vara svåra att härleda till just detta tillstånd. Vanliga symtom är trötthet, yrsel, hjärtklappning, huvudvärk, svimning, andfåddhet och angina pectoris (kärlekkramp). Bland de kliniska fynden är de viktigaste blekhet, takykardi (hjärtklappning), blåsljud, hjärtsvikt och lågt blodtryck.

Diagnostik

Diagnostik är väl känd och tämligen enkel och utgörs förutom av sjukhistorien (anamnesen), klinisk undersökning samt av blodprov. Det som först analyseras är blodvärdet, som alltså är sänkt vid blodbrist. Gränsen för blodbrist varierar med olika laboratorier (och individer). WHO har angett en allmän gräns för blodbrist hos kvinnor, till Hb <120 g/l, medan gränsen för män är 130 g/l.

Då järnbrist oftast förekommer utan samtidig blodbrist utförs, förutom Hb-värdet, flera andra analyser för att avgöra om endast järnbrist föreligger och i så fall i vilken grad. Som rutin mäts *serumjärn* och *serumbindande protein*. Kvoten av dessa

kallas för *järnmättnad*. Man mäter även *ferritin* som är ett mått på kroppens järndepåer och detta prov anses vara en bra metod. Dock kan värdet påverkas av flera andra tillstånd i kroppen. Om man har en inflammation i kroppen, t ex om man har en infektion, höjs ferritin eftersom det är en så kallad akutfas-reaktant och då kan detta maskera en järnbrist. Det prov som anses vara "golden standard" är ett *benmärgsutstryk* som järnfärgas. Detta prov är inte användbart som en rutinanalys utan används endast i de fall då man har svårt att avgöra om järnbrist föreligger eller ej. Ett nyare prov som vunnit inträde i analysarsenalen är *löslig transferrinreceptor*. Det är en receptor som uttrycks av så kallade erytropoetiska celler, dvs. blodbildande celler. Dessa receptorer på cellens yta står i jämvikt med en pool lösta i blodet. På så sätt avspeglar den lösliga poolen den mängd som finns på de erytropoetiska cellerna. Denna mängd ökar vid järnbrist.

Klinisk betydelse

Blodvärdet spelar en viktig roll hos idrottare då det avspeglar mängden syretransportörer. Studier har visat att blodvärdet (Hb) är direkt och linjärt

relaterat till syreupptagningsförmågan (6,7). Ett sänkt blodvärde medför därför en sämre prestationsförmåga. Detta är också den fysiologiska förklaringen bakom så kallad blodddoping där blodvärdet höjs antingen genom blodtransfusion eller med hjälp av läkemedel som höjer blodvärdet (erytropoetin, "epo").

Vid järnbehandling av personer med järnbristanemi fås en stegring av blodvärdet vilket i sin tur ger en förbättrad prestationsförmåga (egentligen återställd, eftersom den var sänkt pga. blodbrist). Vid järnbehandling av järnbristiga personer utan blodbrist fås däremot ingen påvisad objektiv effekt på prestationsförmågan (8). Härav följer att man ej kan förhöja sin prestationsförmåga genom att intaga extra järn om man har ett normalt blodvärde (och t.o.m. ett normalt järnstatus)! För hög omotiverad tillförsel av järn kan istället ha allvarliga biverkningar som leverskada (hemokromatos) och t.o.m. ökad cancerrisk samt dölja annan samtidig sjukdom i t ex magtarmkanalen.

Förekomst av järn- och blodbrist bland idrottare

Eftersom järn- och blodbrist är vanliga tillstånd i den allmänna befolkningen



undrar ju vän av ordning hur det står till i en elitidrottande population.

Man finner i litteraturen studier som pekar på att järn- och blodbrist förekommer och att dessa tillstånd dessutom skulle vara vanligare än i normalpopulationen. I artiklar talas om "sports anaemia", "runners anaemia" och "foot-strike hemolysis", dvs idrottsanemi, löparanemi och ett tillstånd hos långdistanslöpare där röda blodkroppar slås sönder i små blodkärl i fötterna under löpning (9).

Förklaringen till idrottsanemin är dock i första hand att träning ger en ökad plasmavolym (upp till ca 20 %) vilket ger en spädningsseffekt vid analys av blodprover. Blodvärdet blir då relativt sett lägre men det absoluta antalet röda blodkroppar och mängden hemoglobin är oförändrade, dvs det föreligger ingen "sann" blodbrist.

Hur vanligt är järn- och blodbrist bland våra svenska elitidrottare? Det finns relativt få studier gjorda i Sverige, och för den delen i utlandet. De flesta studier som är gjorda har gjorts på individuella idrottare och då särskilt i uthållighetsidrotter.

Vi har studerat förekomsten i Sverige och startade med en pilotstudie på svenska damlandslaget i fotboll i samband med en landslagssamling. 55 % av analyserade spelare hade definitionsmässig järnbrist och 33 % hade blodbrist (10). Det var överraskande höga siffror som ej visats tidigare varför vi gick vidare för att i en större grupp undersöka förekomsten av järn- och blodbrist. För att hitta en större mängd elitidrottare och även kontrollgrupp togs kontakt med ett idrottsgymnasium i Göteborg. Skolan tar in elever dels lokalt men även från hela riket. Man kan vara aktiv i såväl individuella sporter som lagsporter. Samtliga kvinnliga idrotts elever erbjöds att delta. Av dessa deltog 83 %. Kontrollgruppen utgjordes av kvinnliga elever i icke idrottsklass på samma gymnasieskola. Slumpvis utvalda elever erbjöds att delta. 71 % tackade ja till deltagande. Prover togs fastande på morgonen enligt gängse rutiner. Analys av blod och järnstatus genomfördes. I samband med provtagningen fick eleverna fylla i en enkät omfattande frågor om tidigare sjukdomar, rökning, alkohol, andra droger, läkemedel, p-piller, kosttillskott, kosthåll, matvanor och menstruation. De som uppvisade järn- eller blodbrist erbjöds läkarkontakt och behandling.

Undersökningen visade att järnbrist och järnbristanemi är lika vanligt

hos elitidrottande som icke elitidrottande kvinnor där 52 respektive 47 % uppvisade järnbrist (icke signifikant skillnad). Detta är högre siffror än vad tidigare undersökningar visat. Andelen med järnbrist är nästan identisk med siffrorna i vår pilotstudie. Dock hade endast 8,6 respektive 3,6 % av gymnasterna blodbrist.

Sammanfattning och praktisk betydelse

- Järnbrist är inte *mer förekommande* bland elitidrottare, men är mycket vanligt hos såväl idrottande kvinnor som unga kvinnor i allmänhet. Detta trots att tillståndet är väl definierat, väl känt, lätt att dignosticera och lätt att behandla.
- När bör man kontrollera järnstatus hos elitidrottare? Idag rekommenderas att kvinnliga idrottare bör kontrolleras inför första säsongen med intensiv träning. Sedan sker kontroll vid klinisk misstanke. Idag finns inga rekommendationer om allmän kontroll av järnstatus av manliga idrottare (endast på klinisk misstanke).
Män behöver endast kontrolleras vid klinisk misstanke, dvs. vid förekomst av symptom på blodbrist. Eftersom män inte menstruerar har de mycket små järnförluster varför en järnbristanemi ofta är ett uttryck för en annan sjukdom, t ex glutenintolerans eller magsår.
- De som sedan uppvisar manifest järnbristanemi skall behandlas. Vi rekommenderar 3 månaders behandling med järnpreparat per recept, med uppföljande kontroll av järn- och blodstatus. Värt att notera är att följsamheten till ordination (s.k. compliance) vid behandling med järnpreparat är ganska dålig beroende på järnmedicinernas mag-tarm biverkningar. Notera också att s.k. järnrika naturmedel oftast innehåller bråkdelen av järnbehovet som behövs för att rätta till en obalans. Dessa preparat kan således ej rekommenderas och det finns ju även andra välkända risker med dylika okontrollerade preparat.

En grupp där man diskuterar huruvida det föreligger indikation för behandling eller ej är de personer som har en järnbrist men ett normalt hemoglobinvärde. Rekommendationen är att behandla dessa individer med järn på prov, då de mycket väl förutom sin järnbrist kan ha en blodbrist. Deras blodvärde kan ha rört sig

nedåt inom referensområdet varför en relativ anemi kan föreligga. I vår studie förekom flera fall med stegring från låga, men normala blodvärden med upp till 25g/l. Detta kan man svårigen uppnå med erytropoetin. Det är viktigt att utvärdera effekten av järnbehandlingen och sätta ut järntabletterna om blodvärdet inte går upp.

- Allmän behandling med järnpreparat av idrottare med normalt järnstatus skall alltså ej förekomma. Sådan behandling är inte bara meningslös för individens prestationsförmåga, utan kan istället ha potentiellt allvarliga biverkningar och dessutom eventuellt dölja andra sjukdomar.

Referenser

1. DeMaeyer, E. and M. Adiels-Tegman, *The prevalence of anaemia in the world*. World Health Stat Q, 1985. 38(3): p. 302-16.
2. Dubnov, G. and N.W. Constantini, *Prevalence of iron depletion and anemia in top-level basketball players*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2004. 14(1): p. 30-7.
3. Diehl, D.M., et al., *Effects of physical training and competition on the iron status of female field hockey players*. Int J Sports Med, 1986. 7(5): p. 264-70.
4. Hallberg, L., L. Hulthen, and L. Garby, *Iron stores in man in relation to diet and iron requirements*. Eur J Clin Nutr, 1998. 52(9): p. 623-31.
5. Marx, J.J., *Iron deficiency in developed countries: prevalence, influence of lifestyle factors and hazards of prevention*. Eur J Clin Nutr, 1997. 51(8): p. 491-4.
6. Gledhill, N., D. Warburton, and V. Jamnik, *Haemoglobin, blood volume, cardiac function, and aerobic power*. Can J Appl Physiol, 1999. 24(1): p. 54-65.
7. Celsing, F., et al., *Effects of iron deficiency on endurance and muscle enzyme activity in man*. Med Sci Sports Exerc, 1986. 18(2): p. 156-61.
8. Zoller H, Nutrition 2004; 20:615-9
9. Robinson Y et al. *Intravascular hemolysis and mean red blood cell age in athletes*. Med Sci Sports Exerc. 2006. Mar;38(3):480-3.
10. Landahl G et al. *Iron deficiency and anemia: a common problem in female elite soccer players*. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2005. Dec;15(6):689-94



HORMONER

– idrottarens vän eller fiende?

När orden hormoner och idrott nämns i samma mening går tankarna ofta till dopning. Att som idrottare optimera sin egna kropps hormonella förutsättningar kräver dock inte dopningsmetoder, utan istället kunskaper kring träning och idrottsnutrition. Kan kroppens egna hormonsystem i slutändan avgöra återhämtningsförmåga och därmed prestationsutveckling? Och kan biokemiska analyser fungera som tidiga markörer för överträning?



TORBJÖRN ÅKERFELDT

KLINISK KEMI OCH
FARMAKOLOGI,
AKADEMISKA SJUKHUSET,
UPPSALA

PONERA ATT LÄNKEN mellan träning och träningsresultat går via endogena (kroppsegna) hormoner. Detta skulle innebära att vi kan monitorera träningen genom blodprover, och därmed styra intensitet och träningsvolym på träningspassen i syfte att maximera prestationsförmågan och undvika överansträngning och skador.

Definitioner

För att kunna diskutera kring dessa intressanta frågeställningar bör vi först reda ut en del begrepp. Definitionen på ett hormon är en substans som tillverkas av en *specialiserad celltyp* (körtel) och som påverkar *andra* cellers funktion via *receptorer*. Med upptäckten att många substanser fungerar lite annorlunda lokalt och ute i kroppen har definitionen blivit mer diffus. Exempelvis kan IGF-1 och EPO räknas både som hormoner och lokala tillväxtfaktorer. Adrenalin räknas både som hormon och signalsubstans osv. Dessutom har de flesta organ i kroppen, inte bara klassiska körtlar, en hormonell funktion. Exempel på dessa organ, och vad de frisätter, är:

- fettväven (leptin, adiponektin)
- muskelväven (IGF-1/MGF-1, myostatin)
- magtarmkanalen (ghrelin, GLP-1)
- njurar (EPO)
- hjärta (BNP, myotrofin)
- endotelceller i blodkärlen (endotelin, kväveoxid)

Till detta ska adderas vita blodkroppar och blodplättar som frisätter cytokiner (proteiner; t ex interleukiner, stressproteiner, tillväxtfaktorer) och eikosanoider (fettsyror; t ex prostaglandiner) som påverkar kroppens funktion och hormonstatus.

Många hormoner är anabola eller katabola. Definitionen på anabolism är cellulärt skapande av större molekyler som lagras in som energikälla. Exempel är fettsyror och glycerol som bildar triglycerider, glukos som bildar glykogen och aminosyror som bildar proteiner. Katabolism beskriver den motsatta kemiska reaktionen. Under katabolism frisätts energi, och den effektivaste frisättningen sker förstås om syre deltar i reaktionen (aerob metabolism). Vissa hormoner har övervägande anabola egenskaper (t ex testosteron) och andra har övervägande katabola egenskaper (t ex kortisol). Verkligheten är något mer komplex. Kortisol är på kort sikt katabolt på protein-, kolhydrat- och fettomsättningen, medan vid en kronisk höjning syns fettanabolism (delvis medierat via ökad aptit). En stor utmaningen inom idrottsmedicinen är att man ofta eftersträvar samtidigt muskelanabolism och fettkatabolism.

Biokemiska faktorer

Eftersom gränsdragningen mellan hormoner, tillväxtfaktorer, signalsubstanter och cytokiner ofta är oklar väljer jag att i denna artikel vidga begreppet och tala om biokemiska faktorer.

Att forska på biokemiska faktorer

har sina svårigheter, speciellt när det gäller människor som utsätts för metabolt stress, t ex hård träning.

1. Under ansträngning förflyttas stora mängder vätska mellan blodbanan och övriga kroppen. Detta fenomen brukar benämnas plasmashift. En del ämnen följer med i transporten, medan andra blir kvar. Plasmashiftet kommer således påverka blodkoncentrationen av vissa substanser men inte av andra.
2. Man mäter oftast koncentrationen, inte funktionen, hos substanser. Antalet receptorer och hur bra de fungerar framgår ej av analysen. Hur ska man exempelvis tolka att serumtestosteronnivån går ner efter hård träning – är det minskad nysyntes, eller har testosteronet transporterat in i muskelcellen för att aktivera den intracellulära receptorn? På samma sätt kan en förhöjd nivå av ett hormon tyda på ökad aktivitet, men orsaken kan även vara en kompensation för nedsatt hormonkänslighet. Vilken tolkning man väljer kommer att leda till motsatta slutsatser.
3. Stora dynamiska förändringar sker under fysisk ansträngning och återhämtning, vilket gör att den exakta tidpunkten för provtagning kommer att spela en avgörande roll.
4. Nutritionsstatus, t ex mängden inlagrat glykogen, kommer att påverka det biokemiska svaret.
5. Olika idrottare har utvecklat olika delar av sin metabolism, och kommer därför att svara olika på samma belastningstest. Tyngdlyftare och maratonlöpare utgör klassiska extremer, med exempelvis fotbollsspelare som "mellanform".
6. Står förändringarna av hormonstatus vid ansträngning för en primärt "drivande" långvarig process, eller "hänger de bara med" mekaniska och metabola förändringar?

Det finns en stor mängd studier där man mäter koncentrationen av olika ämnen i samband med träning och återhämtning, men slutsatser från de olika studierna divergerar ofta, och kunskapsluckorna är fortfarande uppenbara.

Vi kan dock lätt göra en lista på vad vi vill att de biokemiska faktorerna ska hjälpa idrottaren med. Se figur 1.

Utifrån denna listan kan vi anpassa vårt näringsintag, där näringsämnen kan fungera som "byggstenar", men även som reglerare av metabola processer.

<u>Tillfälle</u>	<u>Huvudsyfte/mål</u>
? Före ansträngning	<i>Anabolism</i> : fylla det sista glykogenet (utan hämma energifrisättning)
? Under ansträngning	Stimulera katabolism (ge muskelenergi och bibehålla blodglukoset). Bibehålla vätske- och elektrolytbalans.
? Akut återhämtning	<i>Snabb anabolism</i> : Glykogeninlagring. Protein för vävnadsreparation
? Återhämtning / positiv adaptation	<i>Långsam anabolism</i> : Proteininlagring. <i>Optimerad katabolism</i> : Förbättrad aerob och/eller anaerob metabolism.

Figur 1. Hormoners roll vid fysisk aktivitet

"Tajningen" samt fördelningen och mängderna av makronutrientier (kolhydrater, fett och protein), kommer att avgöra återhämtning och prestationsförmåga. Genom optimal nutrition kan vi således hjälpa kroppen

- genom att ge rätt byggstenar vid rätt tillfälle
- påverka de naturliga biokemiska processerna. Exempel på detta är "the anabolic drive hypothesis" som postulerar att "överskottet" av essentiella aminosyror skapar muskelanabolism¹.

Träning och prestationsförmåga

Tillbaka till frågan huruvida förändringar i kroppens naturliga hormoner (endogena hormoner) är länken mellan nutrition/träning och resultat (prestationsförmåga/kroppssammansättning). Låt oss först konstatera att hormoner som tillförs utifrån (exogena hormoner) i flera studier visat sig förbättra t ex muskelmassa och styrka (anabola androgena steroider) och uthållighet (EPO, kortison), medan tillförsel av IL-6 försämrar prestationsförmågan. Vi kan dock inte utifrån dessa fakta utgå från att endogena förändringar kan förklara resultatet från tränings- och kostinterventioner. För att besvara den frågan behöver man genomföra interventionsstudier där man ger specifika hormonhämmare. Endast ett fåtal sådana studier finns, men de stödjer de endokrina hormonernas viktiga funktion². Dessutom kan man vara överens om att träningsresultatet beror på många olika organsystem, inklusive hjärt- och skelettmuskulatur, andningsorgan och centrala nervsystemet (CNS), och den huvudsakliga kom-

munikationen sker genom biokemiska processer. Det finns även mekaniska mekanismer, där exempelvis stretching av en cell påverkar cellskelettet som i sin tur påverkar genuttryck. Men genprodukterna kommer i sin tur utöva sin funktion genom biokemiska faktorer.

Det tycks alltså som att vi har en teoretisk möjlighet att genom analys av de rätta substanserna vid rätt tillfälle monitorera träning och nutrition och koppla detta till återhämtning och prestationsförmåga. Den ständiga frågan hos idrottare huruvida de tränar för mycket, vilar för lite, eller äter fel, kan kanske få svar genom biokemiska analyser.

Kort bakgrund till överträning

När en obalans mellan träning och återhämtning föreligger uppstår överträning. Processen är dock ett kontinuum utan specifika gränser och exakta definitioner. På kort sikt sker en "overreaching" (lämpligt svenskt uttryck saknas). Vid en "funktionell overreaching" kommer kroppen, efter att träningen nedtrappats, superkompensera och idrottaren presterar bättre än tidigare. Ges ej kroppen möjlighet till vila kommer tillståndet istället progrediera till överträning. Vid överträning försämrar prestationsförmågan, och ifall den fortsätter att försämrats trots två veckor med adekvat vila är det viktigaste diagnostiska kriteriet för överträningssyndromet uppfyllt. Drygt 200 olika symptom på överträning finns beskrivna³. Två typer av överträning finns, sympatisk respektive parasympatisk. De kallas ibland för basedowian respektive addisonoid överträning. Dessa tillstånd är viktiga att särskilja ur en forskningsmässig



synvinkel, men även ur en praktisk synvinkel för idrottaren/tränaren.

Man har sagt att det är främst explosiva/anaeroba idrottare som drabbas av sympatisk överträning. Orsaken är oftast för hög intensitet, men även för stor träningsvolym i förhållande till vila kan vara utlösande faktor. På senare tid har även psykoemotionella stressorer (t ex för intensivt tävlings-schema, eller problem i privatlivet) diskuterats som bidragande faktorer. Symptomen beror mestadels på en överaktivitet i det autonoma nervsystemet, vilket visar sig med rastlöshet, sömnstörningar, viktnedgång och förhöjd vilopuls med stor variabilitet. Ökad mängd adrenalin och noradrenalin vid överträning beskrevs för första gången i mitten på 80-talet.

Parasympatisk överträning drabbar framför allt uthållighetsidrottare (främst på grund av överdriven träningsvolym) och symptomen beror på minskad aktivitet i det autonoma nervsystemet och i det neuroendokrina systemet. Typiska symptom inkluderar låg puls, sänkt sexualdrift, viktökning och nedstämdhet. Vår forskargrupp har visat att dessa individer till och med kan drabbas av ett tillstånd som mycket liknar det metabola syndromet (förändrade blodfetter, insulinresistens, abdominell fetma)⁴.

Parasympatisk överträning kan övergå i "burn-out" eller "utbrändhet". Skillnaden mellan parasympatisk överträning och "burn-out" anses vara att vid det förstnämnda tillståndet är idrottaren fortfarande motiverad att försöka återvända till idrotten, medan vid "burn-out" saknas denna vilja. Om sympatisk överträning föreligger under en längre tid progredierar tillståndet ofta till parasympatisk överträning.

Den praktiska användningen av att ställa en exakt diagnos är att den påverkar hur man lägger upp den framtida träningen. Erfarenhetsmässigt vet man att individer som varit parasympatiskt övertränade mycket väl kan återvända till elitidrotten, men kommer då främst att lyckas på kortare distanser än tidigare. Bland annat anses muskelfibersammansättningen ändras under den övertränade perioden.

En del forskare/tränare vill införa begreppet "underpresterande" istället för "övertränad". Detta skulle flytta fokus från enbart träningen till andra faktorer såsom adekvat vila, men även till psykologiska och nutritionella faktorer.

Krav på biokemiska markörer

För att biokemiska markörer, t ex i form av blodprover, ska vara praktiskt användbara måste vi ställa en del krav. Se figur 1. Ingen perfekt biokemisk markör existerar i dagsläget. Sannolikt kommer inte heller något enskilt prov i framtiden kunna uppfylla kriterierna. Istället behövs en panel med olika prover, tillsammans med fysiologiska tester och psykologiska skattningsskott (t ex POMS) för en fullständig kartläggning av tillståndet. Min uppfattning är dock att biokemiska markörer i framtiden kan ha en betydligt viktigare roll inom elitidrotten jämfört med i dag, och delvis ersätta andra tester och undersökningar. I några italienska elitfotbollslag tas redan idag mycket stora mängder blodprover för att monitorera spelarna.

Förändringar vid fysisk ansträngning

För att identifiera intressanta markörer bör man ha en grundläggande förståelse av normala neurologiska, endokrina och neuroendokrina mekanismer vid hård träning. Hypotalamus har därvidlag en mycket central uppgift. Denna del av mellanhjärnan tar emot signaler från kroppen, bearbetar dessa signaler, delvis under inflytande av högre hjärncentra, och skickar sedan vidare utgående signaler via autonoma nervsystemet, motorneuron och till hypofysen, som i sin tur har en viktig neuroendokrin funktion. Genom dessa mekanismer upprätthålls kroppens homeostas. Under den akuta träningsfasen har förändringarna en övergripande viktig funktion - att förse muskulaturen med energi (först i form av kolhydrater, senare i form av fettsyror), utan att plasmaglukoset sjunker till kritiska nivåer. Under normala förhållanden ligger plasmaglukoset kring 5 mmol/L. Man kan grovt räkna att koncentrationen i mmol/L motsvarar hur många gram glukos som finns i blodbanan, dvs normalt c:a 5 g. Med tanke på att mängden glukos endast får sjunka med något gram för att undvika energibrist hos hjärnan under ansträngning, förstår man hur "tight" kontrollen måste vara även vid otroligt höga energiflöden genom kroppen.

När skelettmuskulaturen ansträngs kommer reaktiva syreföreningar ("fria radikaler"; ROS) frisätts, varvid leukocyter (vita blodkroppar), huvudsakligen neutrofiler och monocyter, vandrar till muskeln. Även "heat chock proteiner", t ex HSP70, som frisätts vid ansträngning kan attrahera leukocyter. Dessa blodkroppar kommer i sin tur

frisätta ROS efter träningen för att "rensa upp" skadad vävnad. Muskelcellen, tillsammans med leukocyter, frisätter ämnen som påverkar bland annat hypotalamus. Under senare år har det varit ett starkt forskningsintresse kring cytokiner, och då speciellt interleukin-6 (IL-6). Cytokiner är små proteiner som fungerar som signalsubstanter mellan olika immunceller. Det finns interleukiner som är inflammatoriska eller antiinflammatoriska, och så finns IL-6 som anses vara inflammatorisk i sig själv, men som samtidigt drar igång ett antiinflammatoriskt svar. IL-6 påverkar inte bara hypotalamus, utan även adipocyter (fettceller) till att frisätta fettsyror. Intressant är att frisättningar av IL-6 från muskulaturen inte i första hand korrelerar med påfrestningen/skada på muskeln, utan istället med mängden kvarvarande glykogen. Ges kolhydrater kommer muskeln svara med mindre frisättning av IL-6 och ROS. Låga glykogenlager kommer även öka kortisolen och minska insulinet trots uppkommen insulinresistens. Man får lätt intrycket att det vore negativt att träna med låga glykogennivåer, men samtidigt är säkerligen ROS, IL-6, HSP70-72, IGF-1 med flera ämnen nödvändiga för att adaptation ska ske (t ex aktivering av satellitceller), dvs en tränings effekt ska uppstå på muskelnivå. Hård träning aktiverar även sympatikus till att frisätta katekolaminer (adrenalin och noradrenalin). Detta leder till minskad frisättningen av hormonet leptin från fettvävnaden. Senare års forskning har visat att leptin påverkar hypotalamus på en mängd olika sätt. Samtliga ovan nämnda förändringar leder till katabolism, dvs utnyttjande av energilagren. När glykogenlagren sinar kommer makronutrientutnyttjandet skifta från kolhydrater till fett, allt detta under upprätthållande av en rimlig blodglukosnivå.

Eftersom en övervägande del av hormoner och cytokiner har receptorer i hypotalamus kommer den akuta ansträngningen påverka den neuroendokrina regleringen via centrala mekanismer. Denna reglering blir kanske extra viktig efter ansträngningen då återhämtningen ska ske, dels på kort sikt, men även en adaptation på lite längre sikt är beroende av hypotalamus. En del av hypotalamus endokrina effekter medieras via hypofysen och binjurarna via den så kallade HPA-axeln (hypothalamic-pituitary-adrenal). Andra effekter medieras via hypofysen och sköldkörteln (tyroxin), levern



Explosiva/anaeroba idrotter drabbas främst av sympatisk överträning som ofta orsakas av för hög intensitet och för stor träningsvolym. Ytrar sig som rastlöshet, sömnstörningar, viktminskning och förhöjd vilopuls. Foto Scanpix



Uthållighetsidrottare drabbas av främst av parasympatisk överträning på grund av för stor träningsvolym. Typiska symptom kan vara låg puls, sänkt sexualdrift, viktökning (?) och nedstämdhet. Idrottarna på bilderna har inget med texten att göra. Foto Scanpix

(IGF-1 systemet) och könskörtlarna (testosteron och östrogen). När det gäller HPA-axeln påverkar den en rad viktiga neuroendokrina faktorer såsom adrenalin, noradrenalin, DHEA, aldosteron och kortisol (som i sin tur har en hämmande effekt på hela HPA-axeln).

Vid högt "in-put" till hypotalamus kommer utgående signaler (efferenta signaler) likaledes vara höga. Pågår den ökade aktiviteten en lägre tid kommer dock resistens att uppstå i HPA-axeln. Detta fenomen noterades första gången 1985 på fyra maratonlöpare⁵. Resistensen (dvs utebliven respons

vid stimulering) kan drabba hypotalamus, hypofysen eller binjurarna. Vid resistens kommer den cirkulerande mängden av neuroendokrina hormoner generellt att minska. En del tyder på att resistensen i normalfallet av överträning först drabba binjurarna, och sedan hypofysen/hypotalamus^{5,6}.

Biokemiska faktorer av intresse

Sökandet efter biokemiska markörer för återhämtning och överträning har pågått åtminstone de senaste 25 åren. Utgångspunkten för dem har varit exempelvis "metabola slutproduk-

ter" (ammonium, urea, urat, laktat, 3-metylhistidin), markörer för cellskada (kreatinkinase [CK], myoglobin), markörer för antioxidativ kapacitet och lipidperoxidation (glutation, isoprostaner), aminosyror (glutamin, taurin) markörer för immunförsvaret (neutrofil/lymfocyt-kvot, IgA i saliv), cytokiner (IL-6) och hormoner. Hormonerna kan delas in i vilken "nivå" de frisätts från. Från hypofysen kan nämnas ACTH, tillväxthormon (GH), LH och prolaktin. Från binjurenivå har man studerat DHEA, kortisol och katekolaminer (adrenalin och norad-



renalin), där man ibland anger att adrenalin i urin är en markör för mental stress, och att urin-noradrenalin är en markör för fysisk stress. Från levernivå noteras IGF-1 samt dess bindarprotein IGFBP-3⁷. Från könskörtlarna är testosteron (inklusive fritt testosteron) relativt väl undersökt.

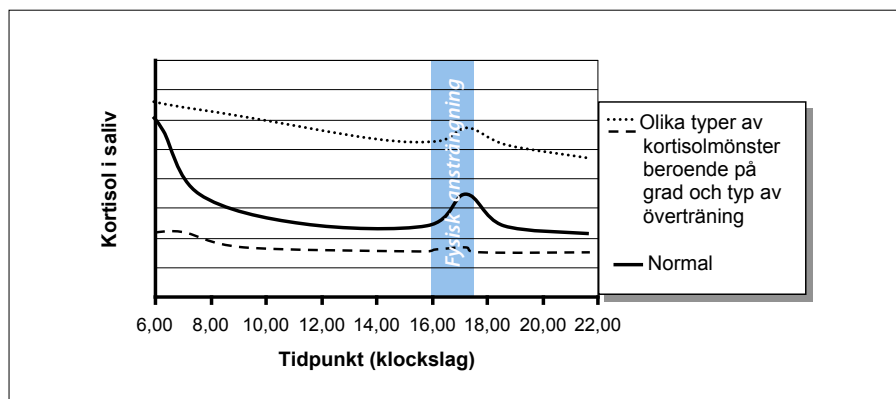
Förbättrad diagnostik

För att skärpa diagnostiken har man ibland satt upp kvoter. Exempel på detta är testosteron/kortisol-kvoten, som bygger på att testosteron är muskelanabolt och cortisol muskelkatabolt. Kvoten cortisol/kortison bygger på upptäckten att det aktiva kortisolet (även känt under namnet hydrokortison) omvandlas till inaktivt kortison i cellen, och att träningsvolym och kanske överträning skulle påverka denna omvandling.

Ofta har man tagit proverna vid vila, men för att ytterligare skärpa diagnostiken kan man mäta hormonsvaret vid antingen ett standardiserat hårt träningspass, eller efter injektion av hormonfrisättande faktorer, t ex en ACTH-belastning. Man har även provat två maximala ansträngningar, med 4 timmars mellanrum, och studerat skillnader i hormonsvaret mellan de två testomgångarna⁸. Med hjälp av dessa lite mer omfattande utredningar kan man ofta bestämma var i HPA-axeln dysfunktionen uppstått. Eftersom katekolaminfrisättningen regleras lite annorlunda vid vila respektive stressbelastning, erhåller man extra information genom att mäta både vid vila och vid ansträngning.

Sammantaget måste man nog medge att studierna varit en besvikelse. Ibland har en forskargrupp kunnat visa användbarheten hos någon markör, men när markören sedan appliceras av andra forskare, på andra typer av idrottare är reproducerbarheten dålig. Jag anser att en stor del av diskrepansen orsakas av:

1. Man har inte ställt en definitiv diagnos eller kunnat definiera hur pass övertränad individerna i studierna varit ("overreached", sympatiskt övertränad pga av för hög intensitet, sympatiskt övertränad pga av för stor volym, parasympatiskt övertränad). Det sker nämligen stora dynamiska förändringar under utveckling av överträningssyndromet. En del forskare har t o m ifrågasatt om man överhuvudtaget lyckats inkludera några övertränade personer i studierna⁹.



Figur 2. Schematisk dygnskurva av cortisol

2. Man har inte tagit tillräcklig hänsyn till biologiska variationer, såsom typ av idrottare, kön, ålder, tid på dygnet för provtagning etc. Dessutom har studierna undantagslöst endast haft få studieobjekt.

Det kan tyckas rimligt att effektorer som frisätts i samband med hård träning, t ex IL-6 eller HSP70 är de tidigaste och bästa markörerna. Förvisso kan de i viss mån avspegla intensiteten i träningen, men de tycks framför allt visa på glykogentömning och inte risken för overreaching/överträning. Det som avgör huruvida hård träning leder till överträning är istället konditionen på autonoma nervsystemet och HPA-axeln⁶. Alla idrottare som tränar stenhårt, och därmed utsätter hypotalamus för hög inkommande aktivitet (afferenta signaler) blir ju inte övertränade. Det kan bero på genetiska faktorer, men även återhämtning mellan träningspassen, sömn och andra signaler från högre hjärncentra spelar en roll.

Vilka markörer kan användas?

Vi använder bl a magnetisk resonansspektroskopi (MRS) i våra studier för att mäta kost- och träningseffekter i skelettmuskulatur. Man kan exempelvis mäta/beräkna mängden ATP, ADP, inorganiskt fosfat, kreatinfosfat, pH och intramuskulärt fett i enskilda muskelgrupper, under och efter träning. Detta kan vara en framtida referensmetod för att definiera overreaching och överträning, men det kan aldrig bli en lättillgänglig metod för att hjälpa idrottare. Låt oss istället diskutera kring intressanta biokemiska analyser som kan användas under fältförhållanden, t ex ett träningsläger.

Venös blodprovtagning kan givetvis genomföras inom ramen för forskningsprojekt, men jag anser att sådan

provtagning även kan, och bör genomföras, om frågeställningen rör idrottarens hälsa. När det primära syftet är att förbättra prestationsförmågan hamnar vi lätt i samma etiska gråzon som intravenöst dropp – metoder som förvisso inte är farliga i praktiken men kan likaväl strida mot "the Spirit of Sports". Stress- och överträningssmarkörer kan emellertid även ses som riskmarkörer för ohälsa, varför venös provtagning inte ska uteslutas hos friska elitidrottare.

Icke-invasiva tester

Låt oss fokusera på mindre invasiva mätmetoder, nämligen kapillära prover och salivprover. Den senare typen av provtagning kan lätt genomföras under träningsläger och skickas till ackrediterat laboratorium för analys. Kapillära prover kan tas under fältförhållanden, och analyseras med sk patientnära analysinstrument. Framför allt rör det sig om analys av B-Laktat och B-Glukos. Blodglukos är ju ett utfallsmått på många biokemiska faktorer varför det kan vara av visst intresse. Vid parasympatisk överträning (men inte vid sympatisk) sjunker B-Glukos ofta snabbare under ansträngning än normalt. Man kan även göra en kvot, med antingen B-Glukos eller B-Laktat i täljaren och upplevd trötthet (t ex enligt Borgskalan) i nämnaren. Vid parasympatisk överträning brukar kvoten sjunka med 20-30% jämfört med test när idrottaren är i god form. Vid sympatisk överträning p g a hög intensitet sjunker kvoten betydligt mindre, eller inte alls.

En van provtagare, med ett bra mätinstrument, kan få en standardavvikelse (SD) på 0,3 mmol/L vid upprepade kapillära mätningar av B-Glukos. Detta innebär att förändringen måste vara nästan 1 mmol/L (SD x 2,8) innan man kan säga att förändringen är mättekniskt signifikant. Samma problema-



tik föreligger förstås vid laktatmätning. Metoderna har sannolikt tillräcklig känslighet för att detektera överträning, men de mer subtila förändringarna under overreaching kan knappast mätas tillförlitligt. Vi behöver bättre tester för att identifiera idrottare som befinner sig i gränslandet mellan overreached och övertränad. Vi kan på vårt laboratorium analysera 22 olika cytokiner samtidigt på en droppe blod, dvs kapillär provtagning är möjlig. Jag tror dock inte att cytokinanalyser tillför någon ytterligare praktisk användbar information i detta sammanhang.

Vi har på Akademiska sjukhuset nyligen infört kortisolanalys i saliv som en rutinanalys. Vi håller på att utvärdera andra salivprover. Ett enskilt kortisolvärde kan aldrig användas för att utvärdera overreaching/överträning. Inte heller vid upprepade provtagningar över träningsäsongen är det någon riktigt användbar analys. Det intressanta är förändringar av dygnsvariationen. Se figur 2 för en schematisk bild (många anger att kortisol når en topp 30-90 min efter uppvaknandet, något som vi sällan ser i verkligheten). Observera att man inte kan jämföra utseendet på dygnskurvan mellan individer, endast inom samma individ. Skillnader i kurvans dynamik mellan olika individer beror på idrottsgrän (exempelvis har medeldistanslöpare större respons än maratonlöpare), polymorfier (genetiska varianter) i HPA-axeln och mental status/tidigare psykiska traumata, medan förändringar hos samma individ vid upprepade mätningar kan tillskrivas fysisk och psykiskt belastning.

Testosteron hos män går med fördel att analysera i saliv istället för i serum. När det gäller kortisol och testosteron är salivanalyser sannolikt mer relevanta än serumprover. Orsaken är att endast den fria, aktiva, fraktionen av steroidhormoner passerar över till saliven. När det gäller kvinnor är koncentrationen av saliv-testosteron 3-5 gånger lägre än för män och för låg att detekteras med våra nuvarande mätmetoder. Ett alternativ är att analysera DHEA hos kvinnor, vars nivåer är nästan lika höga som hos män. Detta hormon cirkulerar i sulfaterad form, där endast icke-sulfaterat DHEA passerar till saliven. De flesta analysmetoder är dock gjorda för DHEA-sulfat. Det är fortfarande en fråga vid parasympatisk overreaching/överträning som man noterar en förändrad testosteron/kortisol-kvot.

Att mäta katekolaminer innebär mättekniska problem. Serumprover

störs av den korta halveringstiden, och salivanalyser störs dessutom av interaktioner med bomullen i provröret som ska absorbera saliven. Urinanalys är ett alternativ, men då försvinner möjligheten till att studera variationer vid t ex stressbelastningar. En intressant möjlighet är att analysera chromogranin A. Denna polypeptid brukar användas som markör för aktivitet i det sympatiska nervsystemet. Chromogranin A går att analysera i saliv, men vi har inte utvärderat värdet av analysen i tränings-sammanhang. Även dygnsrytmhormonet melatonin kan analyseras i saliv. Eftersom detta hormon påverkar hypotalamus, torde det vara intressant att studera det vid olika överträningssformer. Till min kännedom är detta ännu inte gjort.

KRAV PÅ BIOKEMISKA MARKÖRER

1. Högt diagnostisk sensitivitet och (relativt) hög specificitet. Med sensitivitet menas provets förmåga att hitta exempelvis den övertränade individen och med specificitet menas att den som testas negativt verkligen inte är övertränad. Om provet/testet exempelvis har 90% sensitivitet och 75% specificitet, får 90% av de övertränade diagnosen övertränad, och 25% (100 minus 75) får diagnosen övertränad trots att de inte är det (falskt positiva).
2. Reagera tidigt vid överträningssprocessen. Genom detta kan träning och kostintag modifieras och den negativa trenden brytas i tid.
3. Kunna identifiera orsaken till överträningen (för mycket träning, för lite vila, kostrelaterade faktorer)
4. Kunna identifiera grad och typ av överträning. Speciellt övergången mellan sympatisk och parasympatisk överträning är svår-diagnostiserad eftersom biokemiska markörer ofta kan vara inom "normalområdet".
5. Förändras när tillståndet förbättras, dvs kunna användas för att monitorera olika behandlingar och träningsupplägg.

SAMMANFATTNING

- Utan adekvat återhämtning mellan träningspassen riskerar idrottaren bli övertränad – ett fruktat tillstånd som i vissa fall kan innebära slutet på en idrottskarriär.
- Det finns olika grader och typer av överträning, med olika biokemisk och hormonell bakgrund.
- Exakt diagnos ger underlag för adekvata råd kring behandling.

- Tidig diagnos förbättrar prognosen.
- Diagnosen ställs oftast med mentala skattningsskalor och fysiologiska tester.
- Biokemiska analyser, ofta i form av hormonanalyser, kan ge ytterligare information, men användningen i Sverige är begränsad jämfört med en del andra länder.
- Ingen enskild biokemisk test är tillräckligt bra, men genom att mäta flera olika variabler, studera förändringar i dygnsvariationer och genomföra standardiserade belastningstester kan tillståndet kartläggas.
- Saliv- och urinprover kan användas under fältförhållande, och är ofta ett viktigt alternativ till venösa blodprover.
- Mer forskning behövs innan den fulla potentialen hos biokemiska analyser kan utnyttjas.

Kontakt:

torbjorn.akerfeldt@akademiska.se

Referenser

1. Millward DJ, Rivers JP. The need for indispensable amino acids: the concept of the anabolic drive. *Diabetes Metab Rev.* 1989 Mar;5(2):191-211. Review.
2. Kvorning T, Andersen M, Brixen K, Madsen K. Suppression of endogenous testosterone production attenuates the response to strength training: a randomized, placebo-controlled, and blinded intervention study. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006 Dec;291(6):E1325-32.
3. Fry RW, Morton AR, Keast D. Overtraining in athletes. An update. *Sports Med.* 1991 Jul;12(1):32-65. Review.
4. Branth S, Ronquist G, Stridsberg M, Hambræus L, Kindgren E, Olsson R, Carlander D, Arnetz B. Development of abdominal fat and incipient metabolic syndrome in young healthy men exposed to long-term stress. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2007 Jul;17(6):427-35.
5. Barron JL, Noakes TD, Levy W, Smith C, Millar RP. Hypothalamic dysfunction in overtrained athletes. *J Clin Endocrinol Metab.* 1985 Apr;60(4):803-6.
6. Steinacker JM, Brkic M, Simsch C, Nethling K, Kresz A, Prokopchuk O, Liu Y. Thyroid hormones, cytokines, physical training and metabolic control. *Horm Metab Res.* 2005 Sep;37(9):538-44. Review.
7. Elloumi M, El Elj N, Zaouali M, Maso F, Filaire E, Tabka Z, Lac G. IGFBP-3, a sensitive marker of physical training and overtraining. *Br J Sports Med.* 2005 Sep;39(9):604-10.
8. Meeusen R, Piacentini MF, Busschaert B, Buyse L, De Schutter G, Stray-Gundersen J. Hormonal responses in athletes: the use of a two bout exercise protocol to detect subtle differences in (over)training status. *Eur J Appl Physiol.* 2004 Mar;91(2-3):140-6.
9. Halson SL, Jeukendrup AE. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. *Sports Med.* 2004;34(14):967-81. Review.



Mental återhämtning och rehabilitering efter idrottsskada

För att etablera sig på hög idrottslig nivå krävs, förutom: talang, hård fysisk träning, positiv social miljö, god återhämtningsförmåga även att du är mer eller mindre skadefri. Tyvärr drabbas många lovande idrottsungdomar och senioridrottare av skadeproblem som såväl fördröjer som även i vissa fall omöjliggör återgång till tävlingsidrotten igen. Denna artikel diskuterar området kring mental återhämtning och rehabilitering efter idrottsskada.



URBAN JOHNSON
CENTRUM FÖR IDROTT OCH
HÄLSOFORSKNING
HALMSTAD HÖGSKOLA

FYSISK AKTIVITET, t ex fotbollsspel eller aerobic träning medför risk att råka ut för fysisk skada. Skadestatistik från Amerikanska gymnasium (high schools) för elever i åldrarna 15-19 år pekar bl a på en skaderisk mellan 12-30% varje år för idrottande ungdomar (Nideffer, 1989). Studier i Australien indikerar att drygt 20 % av alla rapporterade skador är idrottsrelaterade (Finch, Valuri, & Ozanne-Smith, 1998). Uppskattningar visar att drygt hälften (50 %) av alla regelbundet aktiva tävlingsidrottare råkar ut för åtminstone en skada varje år som innebär ett tillfälligt avbrott från idrottsutövningen. I en demografisk studie på fysiskt aktiva personer (idrottare) utförd i Tyskland rapporterades att de vanligaste idrottsskadorna var framförallt olika former av sträckningar/vrickningar och ligamentskador (60 % av alla idrottsskador enligt Schneider, Seither, Toenges, & Schmitt, 2006). Studier utförda i Storbritannien visar att skador relaterade till fysisk aktivitet är den enskilt största skadegruppen där idrottsskadorna svarade för omkring 33 % av alla inrapporterade skador (Uitenbroek, 1996). I elitidrott är risken för skador ännu högre. Till exempel rapporterar Cupista et al (2007) att drygt 70 % av tävlingsaktiva kvinnor inom rytmiskt gymnastiken varje år skadar sig. Motsvarande siffror kan även ses inom elitfotbollen i

Sverige (män och kvinnor) där drygt 75 % rapporterades skada sig åtminstone en gång under en säsong (Hägglund, Waldén, & Ekstrand, 2007). Liknande resultat rapportas från studier i Finland 65 % och Storbritannien 91 %. En given slutsats är därför att oddsen att råka ut för skada i samband med fysisk aktivitet är statistiskt hög. Dessutom är de ekonomiska kostnaderna för staten betydande. I t ex USA uppskattades kostnaden för skador inom idrotten till mer än 24 miljarder dollar år 1994. En siffra som stigit med mer än 42 % sedan 1980-talet. Folksam rapporterar i sin senaste idrottsskadesammanställning från 1994 att antalet anmälda idrottsskador ökar år från år i Sverige. Mellan 1986 och 1990 ökade antalet anmälningar med 20 %. Den ekonomiska kostnaden för samhället avseende dessa skador är emellertid svår att uppskatta.

Riskfaktorer

Idrottsforskare har under lång tid varit intresserade av att studera mekanismerna bakom idrottsskadans uppkomst. Traditionellt har fokus i de flesta studierna varit inriktade på fysiologiska faktorer (t ex muskelmassa och fysisk status) som tänkbar förklaring till skadans patogenes d v s att en del idrottare tenderar råka ut för fler skador än andra (se t ex Beynnon, Murphy, & Alosa, 2002).

Emellertid har få tillfredställande bevis lagts fram att uppkomsten av akuta idrottsskador direkt är relaterade till idrottarens fysiologiska status. Fler och fler forskare har istället uppmärksammat idrottsskadans multifaktoriella patogenes (Williams, 2001). Denna forskningslinje har lett till en allmän konsensus att två interrelaterade faktorer primärt är involverade skadeuppkomsten: (a) yttre faktorer, t ex typ av idrott, hur träning genomförs, faktorer i idrottarens miljö, utrustning, samt, (b) inre faktorer, d v s primärt faktorer som innefattar idrottarens fysiska och psykologiska status. Det är emellertid inte klart hur specifika fysiologiska och psykologiska faktorer eller kombinationer av faktorer predisponerar vissa idrottare för större skaderisk än andra. (Se figur 1)

Psykologiska modeller i relation till idrottsskada och rehabilitering

För de flesta idrottare innebär skadeperioden en stor fysiologisk och psykologisk utmaning. Speciellt om idrottaren är tävlingsaktiv och skadan är omfattande, t ex främre korsbands-skador eller total ruptur på hälsenan. Rehabiliteringstiden blir därmed lång, kanske 6-12 månader innan återgång till full träning och tävling igen. Att då drabbas av en allvarlig skada skapar för många ångest och olust. Således krävs fysiska och psykologiska resurser för att hantera skadeperioden på så bra sätt som möjligt. Det finns flera olika psykologiska modeller som beskriver hur patienter mentalt hanterar utsatta situationer i relationer till sjukdom och skada. Inom den psykologiska idrottsskadeforskningen brukar man normalt diskutera utifrån två perspektiv. Dels sorgmodeller (ibland även kallade hälsomodeller) som formulerats för att fånga adaptationsmekanismerna från skadetillfället till eventuell återgång till idrotten igen. Dels kognitivt orienterade modeller som i större utsträckning fokuserar på patientens psykologiska värdering (kognition) av det utsatta läget. Bland sorgmodellerna återfinns bland annat Kübler-Ross modell från 1969. Denna modell, framtagen genom observationer av patienters beteendemönster i samband med allvarliga sjukdomsperioder, fokuserar på 5 distinkta och av varandra oberoende steg: Förnekande och misstro, isolering, irritation och ilska, depression, och acceptans/resignation. Likaledes finns olika kognitivt formulerade modeller eller teorier. Bland de mer framträdande hör Wiese-Bjornstals modell från

Externa faktorer, t ex:

Utrustning
Väderförhållande
Typ av idrott



Interna faktorer, t ex:

Fysiologiska
Psykologiska

Figur 1. Påverkansfaktorer för skador inom idrotten

1998. Till skillnad från den sekventiella bild som sorgmodellerna beskriver fokuserar kognitiva modeller i större utsträckning på patientens kognitiva värdering av det hot som skadan utgör. Denna värdering får näring av vem personen är (personliga faktorer) men också i vilken miljö personen befinner sig i (situationsfaktorer). Beroende på den psykologiska värdering av skadesituationen upplever patienten antingen positiva eller negativa känslor som bidrar till en specifik beteenderespons. Detta kan endera vara att patienten bedömer skadesituationen som kontrollerbar och därmed möjlig att hantera. I andra fall upplever patienten att skadesituationen äventyrar välbefinnande och kanske också upplever att denna inte är i kontroll av situationen. Då blir oftast beteenderesponsen defensiv och tillfrisknandet utdraget.

Adaptiva och maladaptiva reaktioner till idrottsskada

Majoriteten av skadade patienterna reagerar adaptivt och ändamålsenligt till följd av idrottsskada. Forskning visar att drygt 60-70% av långtids-skadade tävlingsidrottare inte upplever några väsentliga fysiska eller psykologiska problem under rehabilitering och kan relativt smärtfritt återgå till tävlingsidrotten med full aktivitetsnivå igen efter rehabiliteringsträningen (Johnson, 1997; 2007). Sannolikt har även dessa patienter fått goda möjligheter att mentalt återhämta sig efter skadan på ett tillfredställande sätt och är därför också laddade för come-back igen (Heredia, 2004).

Psykologiska kännetecken för dessa patienter är t ex:

- Motivation för kommande rehabiliteringsträning
- Söker socialt stöd och hjälp under skadeperioden från signifikanta personer
- Har stor nyfikenhet kring skadan och vill lära sig mer om denna
- Har hög följsamhet i samband rehabiliteringsarbetet

För en del skadade idrottare innebär skadesituationen en stor psykologisk belastning som kan vara mycket svår att hantera utan professionell hjälp. Egna uppskattningar pekar på att ca 10-15% av hjälpsökande patienter på diverse idrottsskademottagningar har så pass stora psykologiska problem att skadeperioden endera fördröjs eller i värsta fall aldrig avslutas (Johnson, 1997). Utifrån den kognitiva modellen kan detta alltså handla om att patienten har bristfälliga personliga och situationsorienterade resurser att hantera skadeperioden på ett adaptivt sätt och kanske därför sätter upp orimliga krav på sig själv eller andra under rehabiliteringsperioden. Situationen blir då okontrollerbar och beteendet därmed defensivt. Några psykologiska kännetecken för denna patientgrupp är:

- Snabba humörsvägningar som oftast har ett kroniskt och utdraget förlopp
- Förnekande av skadan (tex "Det gör inget att jag är skadad ...") Jämf. Kübler-Ross modell
- Socialt tillbakadragande och i det närmaste isolering från de personer som tidigare omgav personen (ledare, kompisar, föräldrar etc)
- Upplevelser av skuld-känslor p g a att personen inte längre känner att denna är till nytta eller producerar något viktigt för andra i laget.

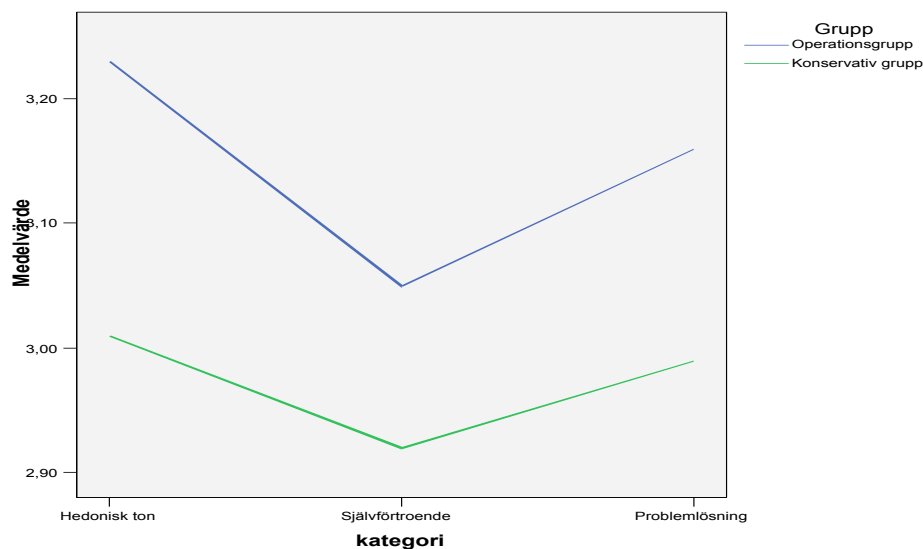
Empiriska resultat relaterat till mental återhämtning efter idrottsskada

PRIS studien

I en pågående CIF-studie samarbetar Claeson & Johnson (2007) med ett antal idrottsskademottagningar i Sverige där data kontinuerligt samlas in från nyligen skadade tävlingsidrottare och motionärer. De som har en förväntad skadeperiod med efterföljande rehabilitering på åtminstone 4 veckor är inkluderade. Skadeområdet varierar men flertalet har framförallt knä- och fotleds relaterade skador. Majoriteten av idrottarna kommer från olika lagidrotter och genomsnittsåldern för de skadade idrottarna är drygt 27,5

år och fördelningen män och kvinnor är ca 65/35 %. Genom ett egenkonstruerat frågeformulär PRIS (Psykosociala Riskfaktorer och Idrottsskada) har författarna bland annat studerat stämningsläget samt stresshanteringsstrategier i ett tidigt skede av rehabiliteringen. Bland de preliminära resultat som analyserat framgår att de patienter som nyligen opererats för sin idrottsskada ($n=70$) visar signifikant högre tilltro till sin förmåga att mentalt hantera den stress som skadeperioden medför (självförtroende och problemfokus, $p<0,05$) jämfört med patienter som genomgår konservativ rehabilitering. Dessutom påvisar operationsgruppen signifikant högre stämningsmått (hedonisk ton) än den konservativa gruppen. Det är sedan tidigare känt att korsbandsskadade idrottare (ACL) som väntar på operation generellt sett har lägre värde på knärelaterad livskvalitet, mått genom KOOS^{*1}, än opererade patienter (se t ex Von Porat, 2007). Tidigare studier har också visat att tävlingsaktiva patienter som nyligen korsbandsopererats (ACL) snabbare ökar sitt situationsspecifika självförtroende efter operation jämfört med patienter på lägre aktivitetsnivåer (Thoméé et al, 2007). En möjlig psykologisk förklaring till dessa preliminära resultat är att operationsgruppen tidigt fått en klar diagnos över sin skadesituation och därmed en tydligare bild över vad som förväntas hända under de påföljande rehabiliteringsmånaderna. Denna bild är kanske inte lika klar för den konservativa gruppen vilket kan leda till en oklarare bild över framtidsutsikterna. Dessa kognitioner kan därför återspeglas i de signifikant lägre resultat som den konservativa gruppen uppvisar tidigt i rehabiliteringsarbetet. Huruvida dessa resultat är konsekventa längre fram i rehabiliteringsarbetet kan emellertid inte denna studie påvisa. Utifrån sorgemodellerna är det också tänkbart att operationsgruppens patienter har kommit längre i sin sorgprocess då det i allmänhet har förlupit längre tid mellan skadetillfället och teststillfället för denna grupp (Se figur 2).

Ett annat intressant resultat är att gruppen "fast healers" dvs de som enligt behandlande sjukgymnast rehabiliterat snabbare än förväntat under skadeperioden ($n=40$) jämfört med "slow healers" ($n=10$) även har ett signifikant högre självförtroende och förmåga att se möjligheter (problemfokus) under rehabiliteringsperiodens början. Liknande resultat har även Ievleva och Orlick funnit i en studie från (1991)



Figur 2. Operationsgrupp vs konservativ rehabilitering i samband med allvarlig skada för tävlingsledare. Operationsgrupp ($n=70$), konservativ grupp ($n=62$), signifikansnivå $p\leq 0,05$.

där gruppen "fast healers" framförallt utmärktes av att de konsekvent under rehabiliteringen förde en inre positiv dialog, t ex "jag klarar av att besegra denna skada" och "jag känner mig bättre för varje dag". En positiv inre dialog påverkar rehabiliteringsperioden gynnsamt då den skadades uppfattning om den egna kapaciteten stärks då den inre självbilden hela tiden matas med framåtriktade och positivt färgade bilder. I en kommande studie ska författarna närmare studera dessa dimensionellt skilda rehabiliteringsförlopp.

Fallstudie av Kajsa Bergqvist

I en annan studie utförd på Högskolan i Halmstad (Folkesson & Franzen, 2005) intervjuades Kajsa Bergqvist med fokus på den allvarliga skada (total hälseneruptur) hon ådrog sig vid höjdhoppsgalan den 14 juli 2004 i Båstad och det faktum att Kajsa, 13 månader senare blev första svenska kvinnliga världsmästare i höjdhopp vid VM i friidrott i Helsingfors 8 augusti 2005. Förutom intervjun med Kajsa intervjuades också hennes föräldrar och dåvarande tränare. I analysen av svaren framkom en hel rad intressanta psykologiska resultat som kan tänkas förklara den unika och snabba rehabilitering som Kajsa genomgick. Dels tycks Kajsa haft en mycket tydlig vision och klar målsättningsplan för framtiden redan i ett mycket tidigt skede av rehabiliteringsarbetet. En tidig målsättningsplan är oftast väl sammanknippat med en hög ambition och energi för att bli bra. Resultat visar också att patienter som saknar denna målsättningsplan

tidigt i rehabiliteringen i högre utsträckning tenderar att få problem och därmed fördröjd rehabiliteringstid. Vidare visade Kajsa upp ett initialt högt självförtroende och kanske framförallt hög självkänedom kring de förväntningar som låg framför henne i det kommande rehabiliteringsarbetet. Kajsa har vi några tidigare tillfällen varit skadad och kanske har hon härifrån hämtat värdefulla erfarenheter för att just våga tro på att det var möjligt att komma tillbaka och vinna ett stort mästerskap mindre än 13 månader efter olyckan. Sannolikt har Kajsas positiva attityd starkt bidragit till att en redan stark självbild ytterligare förstärktes genom att hon kontinuerligt fört en inre dialog typ "jag ska fixa detta, jag har kapacitet att komma tillbaka till världstoppens igen" (jämför med diskussionen kring "fast healers"). Slutligen beskrev Kajsa att hon hade ett väl etablerat socialt nätverk och god kontakt med såväl tränare, föräldrar och andra nära vänner. Få faktorer är så viktiga som att ha ett rikt socialt nätverk runt omkring sig när olyckan slår till.

Slutsatser – mental återhämtning efter idrottsskada

Denna artikel har försökt belysa viktiga psykologiska faktorer som har betydelse för mental återhämtning efter idrottsskada. Ett antal slutsatser kan dras.

1. Fysisk aktivitet medför också ökad risk för att råka ut för idrottsrelaterad skada.
2. Sorg/hälsomodeller samt kogni-



Bilder på Kajsa Bergqvist direkt efter skada samt guldhopp i Helsingfors.
Foto övre bilden: Pressens bild (Båstad, 14/7-04). Nedre: Från SVT, Helsingfors, 8/8-05.

tiva modeller används idag för att förklara återhämtning efter idrottsskada. Speciellt de kognitiva modellerna används flitigt idag av idrottsskadeforskare.

3. Riskfaktorer under rehabiliteringen efter (allvarlig) idrottsskada är framförallt:

- Snabba humörförändringar över tid
- Förnekande och misstro till den uppkomna skadediagnosen
- Socialt tillbakadragande och isolering
- Upplevda skuld känslor p.g.a att personen inte längre kan hjälpa laget/gruppen med idrottsliga resultat

4. Friskfaktorer under rehabiliteringen efter (allvarlig) idrottsskada är framförallt:

- Klar och tydlig mental bild och plan

över hur rehabiliteringstiden ska förflöta (jmf. operationsgruppen)

- Snabb kvalitativt väl genomförd rehabilitering utmärks bl.a. utnyttjandet av goda stresshanteringsstrategier samt av en inre positiv dialog (jmf. fast healers)
- Hög tilltro till den egna kompetensen samt högt självförtroende
- Nära och kvalitativt god kontakt med vänner, familj och andra viktiga personer

Referenslista

- Beynon, B.D., Murphy, D.F., & Alosa, D.M. (2002). Predictive factors for lateral ankle sprains: a literature review. *Journal of Athletic Training*, Vol. 37, 4, 376-380.
- Claeson, A., & Johnson, U. (2007). *Psychological perspectives on post-surgery and conservative rehabilitation following a long-term sport injury*. Svensk Idrottspsykologisk Förenings Årsbok 2007, s. 31-47.
- Cupisti, A., Alessandro, C., Evangelisti, I., Umbri, C., Rossi, M., Galetta, F., Panicucci, E., Lopes Pegna, S., & Piazza, M. (2007).

Injury survey in competitive sub-elite rhythmic gymnasts: results from a prospective controlled study. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 47, 203-207.

Finch, C., Valuri, G., & Ozanne-Smith, J. (1998). Sport and active recreation injuries in Australia: Evidence from emergency department presentations. *British Journal of Sports Medicine*, 32, 220-225.

Folkesson, S., & Franzen, S. (2005). *Från hälseskada till VM-guld, socialt stöd och målsättningsarbete i rehabiliteringsprocessen: En fallstudie med Kajsa Bergqvist*. (C-uppsats i psykologi inriktning idrott, 41-60p). Sektionen för Hälsa och Samhälle: Högskolan i Halmstad.

Heredia, R.A.S. (2004). The Effect of Psychological Response on Recovery of Sport Injury. *Sports Medicine*, 12, 15-17.

Hägglund, M. (2007). *Epidemiology and prevention of football injuries*. Linköping: Linköping University Medical Dissertation No. 989.

Ievleva, L., & Orlick, T. (1991). Mental links to enhanced healing: An exploratory study. *The Sport Psychologist*, 5, 25-40.

Johnson, U. (2007). Psychosocial antecedents to sport injury, prevention and intervention: An overview on theoretical approaches and empirical findings. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 5, 352-369.

Johnson, U. (1997). A three-year follow up of long-term injured competitive athletes: Influence of psychological risk factors on rehabilitation. *Journal of Sport Rehabilitation*, 6(3), 256-271.

Nideffer, R. M. (1989). Psychological aspects of sports injuries. Issues in prevention and treatment. *International Journal of Sport Psychology*, 20, 241-255.

Schneider, S., Seither, B., Toenges, S., & Schmitt, H. (2006). Sport injuries: population based representative data on incidence, diagnosis, sequelae, and high risk groups. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 334-339.

Thomé, P., Währborg, P., Börjesson, R., Thomé, R., Eriksson, B.I., & Karlsson, J. (2007). Self-efficacy, symptoms and physical activity in patients with an anterior cruciate ligament injury: a prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, (submitted for publication).

Uitenbroek, D.G. (1996). Sport, exercise, and other causes of injuries: results of a population survey. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 67/4, 380-385.

Von Porat, A. (2007). *Knee function, movement pattern and knee osteoarthritis in males 14-16 years after an anterior cruciate ligament injury*. Lund University, Faculty of Medicine Doctoral Dissertation Series 1007:164.

Williams, J. M. (2001). Psychology of injury risk and prevention. I: Singer R. N., Hausenblas H. A., Janelle C.M. (red) *Handbook of Sport Psychology* (s. 766-786). John Wiley & Sons.

Fotnot

1. KOOS - Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score.

Emotioner inom idrott och dess betydelse för återhämtning

Idrott väcker ofta starka känslomässiga upplevelser hos idrottare, tränare, supportrar och andra involverade personer. Detta är särskilt tydligt då vi tänker på tävlingsidrotten med alla de speciella krav som ställs i olika tränings- och tävlingssituationer, vilket framkallar en mängd olika känslomässiga reaktioner i samspelet mellan olika deltagare. Idrottsforskare har föreslagit att den specifika relationen mellan coach och idrottare är den mest intensiva och krävande relationen inom idrottsvärlden. Denna relation karaktäriseras av att coachens och idrottarens känslor, tankar och beteenden är ömsesidigt beroende av varandras (Jowett & Crockerill, 2003).



CAROLINA LUNDQVIST



GÖRAN KENTTÄ

GIH, GYMNASTIK- OCH
IDROTTHÖGSKOLAN I
STOCKHOLM

Det är väl dokumenterat att en idrottarens emotionella tillstånd kan påverka tränings- och tävlingsresultat på kort och lång sikt genom olika tankemässiga och kroppsliga funktioner (Jones & Uphill, 2004). Emotioner fyller även en viktig funktion då syftet är skapa ett inre lugn med behagliga och avkopplande känslor som främjar återhämtningen. Mental och emotionell utmattning har blivit ett allt större problem inom idrotten vilket har skapat ett växande intresse för betydelsen av att hantera den emotionella återhämtningen (Kenttä & Svensson, 2008).

Forskning har bland annat studerat sambandet mellan nivån av utmattning hos idrottscoachen, coachens beteende och idrottsutövarnas psykologiska gensvar. Två studier har med liknande undersökningsmetodik visat att idrottsutövarna påverkades negativt av den stress och utbrändhet som upplevdes av idrottscoachen (Price & Weiss, 2000; Vealey, Armstrong, Comar, & Greenleaf, 1998). Med hänsyn tagen till det ömsesidiga beroendet i relationen mellan coach och idrottsutövare så kan dynamiken i samband med en viktig och krävande tävlingssituation beskrivas som "ett emotionellt flipperspel" med potential att leda till utmattning respektive återhämtning och fortsatt engagemang. Sammantaget finns det

för dig som idrottar och är idrottsledare mycket att vinna på att lära dig förstå vad emotioner är och vilken inverkan de kan ha på idrottsutövandet. Du kan lära dig att dra nytta av dina emotioner i tränings-, tävlings- och återhämtningsprocessen!

Trots att olika emotioner hela tiden finns inom oss och ständigt skiftar i karaktär och intensitet så är det inte alltid vi uppmärksammar att de finns där. Vi lägger inte heller alltid märke till hur de faktiskt påverkar vårt sätt att tänka, känna eller bete oss i olika situationer i och utanför idrotten. Hur många känslouttryck finns det egentligen i idrottarens värld? Den rysk/finske forskaren Yuri Hanin har försökt att besvara den frågan genom att be ett stort antal idrottare i Finland att skriva ned hur de känner sig inför olika idrottssituationer. Resultatet blev att idrottarna tillsammans beskrev över 600 olika känslouttryck i form av ord och olika metaforer som de ansåg som relevanta "idrottskänslor" (Hanin, 2000). Att så många ord tillägnats känslor tyder på att det för en enskild person är lätt att uppleva sitt känsloliv som något väldigt komplext och mångfacetterat.

Hur kan vi förstå våra emotioner?

Med utgångspunkt i alla de ord och uttryck som vi använder för att beskriva



olika typer av känsloupplevelser kan det vara lockande att tro att våra emotioner är oändligt många. Tvärtom! De flesta forskarna inom området anser att det endast finns ett fåtal faktiska emotioner som alla människor har gemensamt oavsett exempelvis kön, ålder eller kultur. Den här typen av grundläggande emotioner brukar benämnas "basemotioner" och uppfattningen är att det finns mellan fem till femton olika emotioner. Vilka emotioner som faktiskt ska räknas som basemotioner skiljer sig därmed något mellan olika forskare. Inte heller finns det någon helt enhetlig syn på hur begreppet "emotion" på bästa sätt ska definieras eller vilket teoretiskt perspektiv som bäst förklarar emotionernas roll för oss människor (Power & Dalgleish, 1997).

Inom idrottspsykologin dominerar det teoretiska perspektivet som främst valt att studera samspelet mellan personen och situationen med särskild hänsyn till hur personen upplever eller tolkar situationen. Eftersom idrottare kan tolka situationer olika eller kan anse att de har olika förutsättningar att klara av dem så kan samma situation väcka helt olika emotionella reaktioner hos olika idrottare. Det betyder att upplevda emotioner ger värdefull information som gör det möjligt att förstå hur en idrottare har tolkat den specifika situationen. Genom att förändra idrottarens tolkning eller bedömning av situationen så förändras även själva emotionen. Så som Richard Lazarus (2000), grundaren av det teoretiska perspektivet uttryckte det: "*change the meaning and the emotion changes*" (s. 34-35).

Emotioner och sinnesstämningar

När en idrottare beskriver att han eller hon känner sig "glad i allmänhet", "har en dålig dag" eller känner sig "allmänt irriterad" och "har vaknat på fel sida av sängen" så brukar detta klassificeras som *sinnesstämningar*. Det är en typ av känslomässiga tillstånd som vi har svårt att förklara utifrån perspektivet "varför" hamnade jag i den här sinnesstämningen, vad är egentligen orsaken till att jag känner som jag gör? Vanligtvis håller sinnesstämningar också i sig under en längre tid, allt från några timmar till dagar eller i vissa fall under ännu längre tid. Kännetecknande för våra sinnesstämningar är att de framför allt påverkar hur vi tänker och uppfattar olika situationer. Är vi exempelvis nedstämda upplevs tillvaron som tung och dyster och vi ser ofta problemen istället för

möjligheter i olika situationer medan en positivare sinnesstämning vanligtvis leder till en betydligt mer optimistisk syn på tillvaron. Med andra ord påverkar sinnesstämningar framför allt våra tankar och hur vi väljer att förhålla oss till olika händelser på kort och lång sikt (Vallerand & Blanchard, 2000).

Det som istället brukar klassificeras som *emotioner* får oss å andra sidan inte bara att tänka annorlunda utan de får oss ofta att vilja agera eller ändra vårt beteende på något sätt. Men vi följer inte alltid våra impulser utan ofta försöker vi medvetet kontrollera våra handlingar. Emotioner uppkommer dessutom ofta plötsligt, är ganska kortvariga. Vanligtvis är starka känslomässiga reaktioner ett svar på verkliga eller upplevda händelser eller situationer som uppfattas som viktiga. En plötslig känsla av intensiv ilska väcker exempelvis ofta en vilja att gå till attack, antingen fysiskt eller verbalt, medan en känsla av rädsla får oss att vilja undvika situationen eller helt enkelt fly från det som vi upplever som hotande. En glad och lycklig idrottare känns igen på det stora leendet, kanske i kombination med en spontan eller inövad glädjegest. Till skillnad från sinnesstämningar brukar det alltid finnas någon konkret källa och förklaring till det som utlöst emotionen. *Emotionen är med andra ord en reaktion på någonting*, exempelvis glädje för en seger, ledsamhet efter en akut skada eller ilska efter ett felaktigt domslut. Ofta har idrottaren själv en bra uppfattning om vad som hänt och kan berätta vad som utlöst olika emotioner. Det kan vara en enda emotion som triggats igång och som är dominerande vid ett visst tillfälle, men det är också vanligt att idrottare upplever flera emotioner samtidigt. Ibland kan emotionerna på en och samma gång till och med vara av motstridig natur, vilket skapar en inre emotionell kamp (Vallerand & Blanchard, 2000).

Till vardags gör vi sällan någon medveten åtskillnad mellan emotioner, sinnesstämningar eller andra känslomässiga upplevelser. Men ur ett praktiskt perspektiv är det värdefullt att hålla isär emotioner och sinnesstämningar. Det är nämligen olika strategier som fungerar bäst för att ändra en emotion respektive en sinnesstämning. Vill vi reglera emotioner kan vi försöka att ändra något i den specifika situationen (källan till emotionen) alternativt använda någon specifik tankestrategi som förändrar idrottarens upplevelse av situationen. Vill vi istället ändra en

sinnesstämning så fungerar det bättre med mer generella tankestrategier eftersom det vanligtvis inte finns en konkret källa till tillståndet.

Positiva emotioner – har de någon betydelse för återhämtningen?

När det gäller forskning på emotioner inom idrott så finns det en relativt stor kunskap kring hur negativa emotioner påverkar en idrottare i olika sammanhang. Exempelvis har många studier undersökt hur ilska förhåller sig till aggressivt beteende inom idrott samt hur oro påverkar idrottsprestationen både i positiv och negativ riktning. Flera negativa känslotillstånd som anspänning, depression, ilska, trötthet och förvirring har studerats i samband med bristande återhämtning och överträningsyndrom. Betydligt färre forskare har undersökt hur positiva emotioner påverkar idrottaren i tränings- och tävlingsprocessen och hur positiva emotioner faktiskt kan hjälpa idrottaren till återhämtning. Mycket talar för att de positiva emotionerna spelar en minst lika viktig roll för oss som de negativa, men att de fyller helt andra grundläggande funktioner.

Negativa emotionerna är tydligare och har ett mer omedelbart samband med beteendet i jämförelse med positiva emotioner, vilket sannolikt är en bidragande orsak till att de "negativa" forskningsperspektivet dominerat. Det är förhållandevis enkelt att uppmärksamma rädsla, oro och ilska samt hur dessa emotioner påverkar själva idrottsutövandet. Kraftiga negativa emotionerna behöver dessutom oftast hanteras på något sätt relativt omgående. Däremot finns det inget akut behov av att hantera känslorna hos en idrottare som är lugn, harmonisk och glad och det väcker mindre uppmärksamhet. Det har även funnits en föreställning om att positiva känslotillstånd skulle öka som en omedelbar konsekvens av att negativa känslotillstånd minskar. Med andra ord, då du minskar upplevelsen av negativa emotioner så skulle per automatik positiva emotioner öka i upplevelseintensitet. Forskning har däremot visat att det inte alls behöver vara så utan att positiva och negativa känslotillstånd även bör studeras var för sig. Att du blir mindre ledsen betyder exempelvis inte per automatik att du blir mera glad i motsvarande omfattning. Märkligt nog finns det en risk för att negativa emotioner bibehålls eller ökar i intensitet då vi försöker att undvika dem, sannolikt för att vår uppmärksamhet medvetet eller omedvetet riktas mot just det som ska undvikas (Orsillo, Roemer, Block Lerner,



En glad och lycklig idrottare känns igen på det stora leendet, kanske i kombination med en spontan eller inövad glädjegest. Emotion är en reaktion på någonting, exempelvis glädje för en seger, nedstämdhet efter en akut skada eller ilska efter ett "felaktigt" domslut. Negativa emotioner har fått en mycket större uppmärksamhet än dom positiva emotionerna inom forskningen. Foto Scanpix.

& Tull, 2004).

En ytterligare förklaring till att negativa emotioner fått mer uppmärksamhet än de positiva är att det har varit lättare att förklara deras funktion ur ett evolutionärt perspektiv. För urtidsmänniskan var de negativa emotionerna nämligen livsviktiga eftersom de instinktivt och direkt väckte reaktioner som kunde rädda livet på personen, till exempel att fly från ett attackerande rovdjur eller undvika livsfarliga situationer.

Positiva emotioner å andra sidan, till exempel glädje, harmoni, stolthet och intresse, förknippar vi istället med situationer som vi gärna vill befinna oss i, som vi attraheras av. Ofta ger den här typen av situationer också en härlig känsla av inre lugn och avkoppling. Istället för att få idrottaren att snabbt reagera på en upplevd fara eller obehag, så som de negativa emotionerna ofta fungerar, så lockar de positiva emotionerna fram delar som till exempel kreativitet, lekfullhet, vilja och nyfikenhet att lära sig mer

och ta till sig ny kunskap. De hjälper oss också att se saker ur ett större perspektiv så att vi på ett flexibelt sätt kan hantera olika situationer som vi ställs inför. Positiva emotioner får oss dessutom ofta att vilja knyta och behålla kontakter med andra människor och känna oss accepterade, något som är viktigt för att vi ska må bra och känna att vi är omtyckta och trygga (Fredrickson, 2005). Även om effekten inte alltid märks "här och nu" så tycks de positiva emotionerna fylla en mycket viktig funktion i och med att de bygger upp mer bestående personliga resurser som idrottaren kan ha nytta av på längre sikt. Något som därmed kan leda till en positiv spiral där positiva emotioner hjälper idrottaren att lära sig hantera olika situationer och stress genom att både personliga och sociala resurser ökar. Sannolikt ökar det även idrottarens generella välbefinnande, vilket i sin tur ytterligare ökar chansen till att han eller hon oftare upplever fler positiva emotioner. Summerat så tycks alltså positiva emotioner ha den viktiga

funktionen att bredda antalet handlingsalternativ som idrottaren har att ta till i olika situationer, detta till skillnad från negativa emotioner som minskar alternativen, och bygga bestående personliga resurser i form av allt från fysiska och intellektuella till sociala och psykologiska resurser. På så sätt blir positiva emotioner inte bara en kortvarig positiv upplevelse. De är även viktiga för att hjälpa idrottaren till framtida utveckling, balans i tillvaron och trygghet i sin vila och återhämtning.

Mätning av känslotillstånd inom idrotten

För att mäta emotioner används ofta olika typer av standardiserade självskattningsskalor inom idrottspsykologin. Självskattningsskalorna är oftast uppbyggda av ett antal standardiserade påståenden, frågor eller adjektiv som är lika för alla som fyller i skalan. Idrottaren tar ställning till dessa påståenden på en svarsskala som vanligtvis sträcker sig från exempelvis "instämmer inte alls" till instämmer helt". Vid en översikt av



den litteratur som finns kring emotioner inom idrott så visar det sig att det framför allt är några få standardiserade självskattningsskalor som varit speciellt populära att använda.

- Positive and Negative Affect Scale (PANAS; Watson, Clark, & Tellegen, 1988) mäter positiv och negativ affekt, det vill säga ur ett brett perspektiv mäter skalan om personen upplever ett generellt positivt eller negativt emotionellt tillstånd.
- Profile of Mood States (POMS; McNair, Lorr, & Droppleman, 1992) mäter sinnesstämningarna anspänning, depression, ilska, vigör, trötthet och förvirring.
- Competitive State Anxiety Inventory-2 (CSAI-2; Martens, Burton, Vealey, Bump, & Smith, 1990) mäter situationsspecifik tävlingsoro, det vill säga den tävlingsoro som idrottaren upplever "just nu".
- Sport Anxiety Scale (SAS; Smith, Smoll, & Schultz, 1990) mäter benägenheten hos en idrottare, i form av ett relativt stabilt personlighetsdrag, att ofta uppleva tävlingsoro i olika situationer.
- The Sport Emotion Questionnaire; SEQ; Jones, Lane, Bray, Uphill, & Catlin, 2005) mäter tre negativa emotioner (ilska, oro och nedstämdhet) samt två positiva (glädje och laddning/tändning).

Gemensamt för ovanstående instrument är att de framför allt mäter negativa känslotillstånd. Fem av sex dimensioner i POMS mäter exempelvis negativa sinnesstämningar medan både CSAI-2 och SAS fokuserar på en enda negativ emotion. SEQ utvecklades nyligen med det uttalade syftet att inte bara fånga negativa emotioner utan även lyfta fram de positiva emotionerna. Trots detta så mäter det fortfarande endast två sådana emotioner.

Det finns visserligen en annan inriktning, kallad Individual Zones of Optimal Functioning (IZOF; Hanin, 2000), som också försöker fånga idrottarens emotionella tillstånd men med ett litet annat angreppssätt. Istället för att använda standardiserade självskattningsformulär så skapas individuella profiler över positiva och negativa känslotillstånd i samband med bland annat träning och tävling. Detta görs genom att idrottaren utifrån listor med en mängd olika känslouttryck väljer ut de uttryck som bäst stämmer in med det han eller hon upplever. Idrottaren har även möjlighet att lägga till egna känslouttryck eller metaforer. Fördelen

med detta angreppssätt är att känsloprofilerna blir unika för varje idrottare och därmed ofta mer personligt relevanta. Nackdelen är att jämförelser över tid eller jämförelser mellan olika grupper av idrottare blir problematiska att göra. IZOF har även kritiserats för att i egentlig mening inte fokusera på emotioner utan genom de listor som används när idrottare identifierar sina optimala zoner istället fånga ett svärdefinierat affektivt tillstånd där sinnesstämningar, emotioner, motivation, fysiologisk aktivering, attityder, målinriktning med mera blandas (Lazarus, 2000).

Emotion Recovery Questionnaire? (Emotionell återhämtningsskala)

Den föregående litteraturgenomgången av publicerade mätinstrument för emotioner avslöjar en brist på instrument som mäter positiva emotioner, och en total frånvaro av instrument som syftar till att mäta positiva emotioner som främjar återhämtning.

Proceduren med att skapa ett svenskt återhämtningsinstrument påbörjades under år 2006. Sedan dess har drygt 300 idrottare, ledare eller andra idrottsinvolverade personer, som varit åhörare vid olika idrottsvetenskapliga sammanhang, fått skriva ned vilka tre känslor som de framför allt förknippar med återhämtning. Specifikt har de instruerats att:

"fundera över vilka känslor som är av betydelse för din återhämtning, det vill säga känslor som piggar upp/ger dig energi samtidigt som mental och emotionell trötthet försvinner så att du till slut känner dig helt utvilad och fräsch".
För att därefter:

"Skriv ned max tre känslor som har en positiv betydelse för din återhämtning. Det finns inga rätta eller felaktiga svar – utgå helt och hållet från vad du anser".

Angreppssättet har resulterat i att en mängd olika känslouttryck samlats in som på olika sätt speglar begreppet återhämtning utifrån personernas egna upplevelser. Begreppen har därefter bearbetats och kategoriserats i tre steg:

1. En frekvensanalys genomfördes för att utröna vilka känslouttryck som var mest vanligt förekommande.
2. Uttryck som antingen endast en eller ett fåtal personer angett uteslöts. Likaså uteslöts alla uttryck som inte

kunde definieras som en emotion.

3. Återstående uttryck kategoriserades kvalitativt med utgångspunkt i dels teoretiska referensramar kring positiva emotioner samt teoretiska referensramar kring återhämtning. Detta genererade fem övergripande positiva återhämtningsemotioner.

Styrkan med angreppssättet är att idrottarnas/ledarnas egna upplevelser kring återhämtningsemotioner tillvaratagits samtidigt som de övergripande emotionerna som föreslås i instrumentet även har en teoretisk förankring. Det ska däremot tilläggas att konstruerandet av mätinstrument och utprovandet av dess tillförlitlighet är en omfattande process, och instrumentet som här kommer att presenteras ska därför ses som ett av de första stegen i denna process. Intresserade kollegor uppmanas att samla in data i olika sammanhang för att i samarbete med skrivande författare fortsätta valideringen av instrumentet.

Återhämtningsemotioner Glädje

Glädje är en av de basemotioner som de flesta forskare är överens om är nära förknippad med välbefinnande och återhämtning över tid. Utmärkande för glädje är att det förknippas med att en person upplever att han eller hon har gjort framsteg mot något värdefullt mål i livet. Inom idrotten är kanske några av de tydligaste exemplen glädje i samband med triumfen efter en vinst i en viktig tävling, vid ärofulla utmärkelser eller kanske i samband med den härliga känslan av "när allt plötsligt bara stämmer" och de fysiska och psykiska resurserna fungerar perfekt. Sådana situationer väcker visserligen intensiv glädje men tyvärr tenderar den ofta att vara ganska kortvarig. Istället är det framför allt situationer med små men återkommande framsteg mot mål som ses som speciellt viktiga för välbefinnande och återhämtning, eftersom det regelbundet väcker glädje i en lite mindre intensiv form som tenderar att vara mer långvarig och stabil än en plötslig framgång. Glädjens betydelse för återhämtning har därför mindre att göra med de snabba svängningarna vid vinst vid tävling och mer att göra med en helhetssyn på idrottaren och dennes välbefinnande över tid under idrottskarriären (Jones mfl, 2005; Lazarus, 1999, 2000).

Trygghet

Känslan av trygghet är en viktig emotion för att förebygga och hantera upplevelser av stress. Att känna sig trygg, säker,



stabil och att ha kontroll minskar sannolikt antalet situationer som en person upplever som negativt stressande. Men kanske ännu viktigare är att trygghet kan fungera som en buffrande resurs mot att påverkas negativt när stressen redan är ett faktum. Trygghet ökar nämligen chansen att personen vågar gå in i nya situationer, vågar testa och iakttä situationer på nya sätt ur olika synvinklar eller kanske ta ett steg tillbaka och försöka se på situationen ur ett mer objektiskt perspektiv. Allt detta är viktigt för att kunna dra lärdom av olika situationer för att få en positiv utveckling på sikt (Fredrickson, 2005).

Harmoni

Att känslan av harmoni är nära förknippat med en lyckad återhämtning har troligen många erfarenhet av. Upplevelsen av harmoni, det vill säga att känna sig i balans, uppleva ett inre lugn och vara behagligt nöjd och tillfreds, indikerar en frånvaro av fysisk och psykisk utmattning och stress. Även om harmoni kanske vid en första anblick kan tyckas vara en emotion som förknippas med inaktivitet och framför allt "skön avkoppling för stunden", så tyder mycket på att emotionen fyller en betydligt större roll än så. Framför allt verkar emotionen ha en tankemässig betydelse som öppnar sinnet hos en person, ökar medvetenheten och insikten om sig själv och andra genom en ökad förmåga att ta in upplevelser och integrera dem i en helhet. Emotionen kan på så sätt ses som ganska sinnlig och förknippas bland annat med ökad mottaglighet, insikt, reflektion och eftertanke (Fredrickson, 2000, 2005).

Kärlek/uppskattning från andra

En grundläggande emotion hos människan är känslan av kärlek och tillhörighet med andra. Vi behöver helt enkelt få uppleva kärlek och uppskattning från andra för att må bra! Även om begreppet kärlek ofta förknippas med "romantisk kärlek" mellan två individer så har ett flertal olika varianter av kärlek kunnat särskiljas. Inom den psykologiska forskningslitteraturen används ibland begreppen "*companionate love*" och "*unconditional love*" där det förstnämnda begreppet på svenska speglar den känslomässiga värme som exempelvis finns vänner emellan. Innebörd av det andra begreppet handlar mer om att känna sig omtyckt och uppskattad på ett kravlöst sätt (Lazarus, 1999). Framför allt är

	Instämmer inte alls			Instämmer helt	
1. På gott humör	1	2	3	4	5
2. Trygg	1	2	3	4	5
3. I balans	1	2	3	4	5
4. Uppskattad	1	2	3	4	5
5. Energisk	1	2	3	4	5
6. Lycklig	1	2	3	4	5
7. Har kontroll	1	2	3	4	5
8. Inre lugn	1	2	3	4	5
9. Omtyckt	1	2	3	4	5
10. Pigg	1	2	3	4	5
11. Glad	1	2	3	4	5
12. Stabil	1	2	3	4	5
13. Harmonisk	1	2	3	4	5
14. Tillhörighet	1	2	3	4	5
15. Utvilad	1	2	3	4	5
16. Munter	1	2	3	4	5
17. Säker	1	2	3	4	5
18. Tillfreds	1	2	3	4	5
19. Närhet med andra	1	2	3	4	5
20. Uppladdad	1	2	3	4	5
21. Behagligt nöjd	1	2	3	4	5
22. Stark	1	2	3	4	5

Tabell 1.

det de två sistnämnda begreppen som är av störst betydelse för återhämtningen inom idrotten, eftersom denna form av kärlek ger personen regelbundna positiva upplevelser av att vara omtyckt och att någon bryr sig oavsett prestationerna. Att känna sig accepterad och att vara en del i ett socialt sammanhang är därmed en grundstomme för välbefinnandet.

Emotionell uppladdning

I strikt bemärkelse så utgör dimensionen emotionell uppladdning inte en renodlad emotion. Den kan kanske bättre beskrivas som ett psykofysiologiskt tillstånd, det vill säga en blandning av psykologiska och fysiologiska reaktioner på återhämtning. När idrottare tillfrågas om vilka känsloupplevelser de förknippar med återhämtning så är vanliga beskrivningar att de känner sig "energiska", "utvilade", "pigga", "uppladdade" och "starka". Trots att dimensionen i dagsläget är något svagt teoretiskt förankrad i emotionslitteraturen så motiverar den vanliga förekomsten av dessa känslouttryck bland idrottare att den ändå kan vara relevant att mäta i en idrottskontext.

Instruktion till skalan: Nedan finner du en lista med ord som beskriver olika känslor som är av betydelse för din återhämtning som idrottare. Läs varje känslouttryck noggrant och ringa in

det alternativ på svarsskalan som bäst överensstämmer med hur du känner dig *just nu i förhållande till din återhämtningsstatus*. Det finns inga rätta eller felaktiga svar. Försök att inte fundera allt för länge på varje enskilt påstående, utan svara spontant det som du tycker stämmer bäst in på dig själv. (Tabell 1)

Här följer "beräkningsnyckeln" (av engelskans scoring key):

Glädje:

På gott humör (1) + Lycklig (6) + Glad (11) + Munter (16) = summa mellan 4 och 20

Trygghet:

Trygg (2) + Har kontroll (7) + Stabil (12) + Säker (17) = summa mellan 4 och 20

Harmoni:

I balans (3) + Inre lugn (8) + Harmonisk (13) + Tillfreds (18) + Behagligt nöjd (21) = summa mellan 5-25

Kärlek/uppskattning från andra:

Uppskattad (4) + Omtyckt (9) + Tillhörighet (14) + Närhet med andra (19) = summa mellan 4-20

Emotionell uppladdning:

Energisk (5) + Pigg (10) + Utvilad (15) + Uppladdad (20) + Stark (22) = summa mellan 5-25



De siffror som ringats in mellan 1 (instämmer inte alls) – 5 (instämmer helt) på de adjektiv som hör till de olika dimensionerna summeras och på så sätt uppnås en totalsumma.

Att tänka på vid mätningar med självskattningsformulär

Sammanfattningsvis kan det sägas att självskattningsskalor är ett värdefullt hjälpmedel som kan bidra till en bättre förståelse för idrottaren och dennes behov. Många idrottare vittnar dessutom om att när de har fått fylla i självskattningsskalor, och därmed fått fundera över olika idrottspsykologiska faktorer och t ex dess koppling till idrottsprestationen, så har det gett en värdefull självinsikt kring aspekter som de kanske inte tidigare tänkt på. Självskattningsskalor ska dock användas med ett sunt etiskt förhållningssätt samt med en medvetenhet om fördelar, begränsningar och faktorer som kan påverka resultaten.

Referenser

Fredrickson, B.L. (2000). Cultivating positive emotions to optimize health and well-being. *Prevention & Treatment*, 3. <http://journals.apa.org/prevention/volume3/toc-mar07-00.html>.

Fredrickson, B.L. (2005). Positive emotions. In C.R. Snyder & S.J. Lopez (Eds.), *Handbook of*

positive psychology (pp. 120-147). New York: Oxford University Press, Inc.

Hanin, Y.L. (2000). Successful and poor performance and emotions. In Y.L. Hanin (Ed.), *Emotions in sport* (pp. 93-111). Champaign IL: Human Kinetics.

Jones, M.V., Lane, A.M., Bray, S.R., Uphill, M., & Catlin, J. (2005). Development and validation of the Sport Emotion Questionnaire. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 27, 407-431.

Jones, M.V., & Uphill, M.A. (2004). Emotion in sport: Antecedents and performance consequences. In D. Lavallee, J. Thatcher, & M.V. Jones (Eds.), *Coping and emotion in sport* (pp. 9-28.). New York: Nova Science Publishers, Inc.

Jowett, S., & Cockerill, I.M. (2003). Olympic medallists' perspective of the athlete-coach Relationship. *Psychology of Sport and Exercise* 4, 313-331.

Kenttä, G., & Svensson, M. (Under bearbetning). *Återhämningsboken*. SISU idrottsböcker.

Lazarus, R.S. (1999). *Stress and emotion*. A new synthesis. London: Free Association Books.

Lazarus, R.S. (2000). How emotions influence performance in competitive sport. *The Sport Psychologist*, 14, 229-252.

Martens, R., Burton, D., Vealey, R.S., Bump, L., & Smith, D.E. (1990). Development and validation of the Competitive State Anxiety Inventory-2 (CSAI-2). In R. Martens, R.S. Vealey, & D. Burton (Eds.), *Competitive anxiety in sport* (pp. 117-232). Champaign, IL: Human Kinetics.

McNair, D.M., Lorr, M., & Droppleman, L.F.

(1992). *Manual for the Profile of Mood States*. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Service.

Orsillo, S.M., Roemer, L., Block Lerner, J., & Tull, M.T. (2004). Acceptance, mindfulness, and cognitive-behavioral therapy. Comparisons, contrasts, and application to anxiety. In S.C. Hayes, V.M. Follette, & M.M. Linehan (Eds.), *Mindfulness and acceptance. Expanding the cognitive-behavioral tradition* (pp. 66-95). New York: Guilford Press.

Power, M., & Dalgleish, T. (1997). *Cognition and emotion*. East Sussex, UK: Psychology Press Ltd.

Price, M. S., & Weiss, M. R. (2000). Relationships among coach burnout, coach behaviours, and athletes' psychological responses. *The Sport Psychologist*, 14, 391-409.

Smith, R.E., Smoll, F.L., & Schultz, R.W., (1990). Measurement and correlates of sport-specific cognitive and somatic trait anxiety: The Sport Anxiety Scale. *Anxiety Research*, 2, 263-280.

Vallerand R.J., & Blanchard, C.M. (2000). The study of emotion in sport and exercise. Historical, definitional, and conceptual perspectives. In Y. Hanin (Ed.), *Emotions in sport* (pp. 3-37). New York: Human Kinetics.

Vealey, R.S., Armstrong, L., Comar, W., & Greenleaf, C.A. (1998). Influence of perceived coaching behaviors on burnout and competitive anxiety in female college athletes. *Journal of Applied Sport Psychology*, 10, 297-318.

Watson, D., Clark, L.A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 1063-1070.



Blir man smart av att jogga?

BETYDELSEN AV FYSISK AKTIVITET FÖR HJÄRNANS FUNKTIONER

En forskningskonferens arrangerad av Centrum för idrottsforskning 2 april 2008 kl 13-17 GIH, Stockholm

Ny forskning visar att fysisk aktivitet kan gynna hjärnfunktioner, som minne och uppmärksamhet, stimulera nybildning av nervceller samt ha en skyddande effekt mot minnessvikt och demens. Syftet med detta symposium är att presentera det aktuella kunskapsläget inom området. Målsättningen är att vidga perspektivet på betydelsen av fysisk aktivitet.

Program

13.00	Välkommen	Per Renström, ordförande CIF
13.15	Motionera hjärnan – fact or fiction	Lars Nyberg, Umeå
13.30	Kan tankefunktioner kopplas till fysisk form?	Michael Nilsson, Göteborg
14.15	Hjälper aktivitet minnet?	Martin Lövdén, Berlin/Lund
15.30	Träna kroppen – hjälper det knoppen? (eng)	Kirk Ericsson, USA
16.15	Kan fysisk aktivitet skydda mot demens (eng)	Laura Fratigioni, Stockholm
17.00	Avslutning. "Blev man smart av att jogga?"	Lars Nyberg

Psykologiska mätningar av träning och återhämtning

Kan subjektiva upplevelseskattningar bidra till att bättre balansera träning och återhämtning? I så fall, på vilket sätt kan detta ske i den praktiska idrottsverkligheten?



PETER HASSMÉN
PSYKOLOGISKA
INSTITUTIONEN,
STOCKHOLMS UNIVERSITET

EN TRÄNINGSPROCESS innehåller både en nedbrytande och en uppbyggande del. Balanseras träning och återhämtning kommer kapaciteten att öka; men är träningens nedbrytande effekter större än de som är ämnade att balansera dessa så sker det omvända. Såväl överträningssyndrom (Kenttä, 2001) som utmattningssyndrom (Gustafsson, 2007) hos elitidrottare har kopplats till en obalans mellan träning och återhämtning. Det råder dock inte något enkelt samband utan bilden kompliceras av att även andra faktorer påverkar risken för utvecklandet av negativa syndrom, som exempelvis relationsstress, bristande socialt stöd, krav från arbete/skola/förbund/sponsorer/föräldrar. Det går dock inte att komma ifrån att själva träningen i dagens elitidrott utgör en betydande riskfaktor; samtidigt som den förstås är absolut nödvändighet för prestationsutveckling. Gamla sanningar som ”ju mer träning desto bättre”, respektive ”no pain, no gain” stämmer förstås. Fast när sanningen ligger närmare ”too much pain and no gain”, då inser nog även den mest övertygade träningsförespråkare att gränsen mellan hälsa och ohälsa passerats. Konsten blir därmed att finna vägar att upptäcka när mycket träning övergår i för mycket träning, respektive när tillräcklig återhämtning blir otillräcklig.

Mätningar

Många elitidrottare för någon form av träningsdagbok. Uppgifternas kvalitet uppvisar dock stora skillnader. Medan

vissa enbart antecknar hur långt eller länge träningen pågått är andra mer utförliga och noterar även med vilken intensitet träningen genomförts, kanske även max-, min- och medelpuls samt vilopuls (morgonpuls). Kompletteras detta med morgon- och kvällsvikt utökas möjligheterna att upptäcka avvikelser från det normala. Det säger sig självt att ju mer detaljerade uppgifter som finns, desto större möjligheter ges att följa upp träningsprestationer och tävlingsresultat, och relatera dessa till den genomförda träningen. Ett sätt att komplettera befintliga noteringar i träningsdagboken är att även inkludera subjektiva upplevelseskattningar.

Upplevd ansträngning

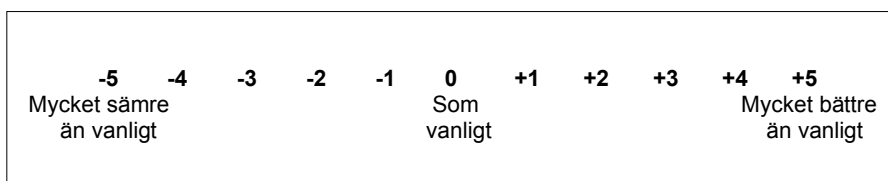
Skattning av upplevd ansträngning är vid det här laget en välkänd och etablerad metod; en metod skapad och utvecklad av den svenske psykologen Gunnar Borg (1998). Vetenskapliga studier och beprövad erfarenhet visar samstämmigt att Borgs RPE-skala®, som går från 6 (Ingen ansträngning alls) till 20 (Maximal ansträngning) erbjuder användaren värdefull information. Trots detta är det långt ifrån alla elitidrottare som rutinemässigt inkluderar ansträngningsskattningar i sina träningsdagböcker. En gissning är att många ser pulsregistreringar som ett fullgott alternativ till upplevelseskattningar, om nu ens skattning av upplevd ansträngning som metod är känd förstås. Det handlar dock inte om antingen eller, utan snarare om både och. Detta eftersom upplevelseskatt-

ningar i större utsträckning är känsliga för dagsformen än många fysiologiska/medicinska parametrar. Därmed kan subjektiva skattningar användas såväl för att uppmärksamma en plötslig förändring i ansträngningsupplevelsen som för att styra träningsintensiteten. Om de erhållna skattningsvärdena sätts in i ett XY-diagram tillsammans med pulsen är det lätt att se när relationen mellan puls och skattning förändras. Något som både kan indikera en begynnande infektion och ett begynnande överträningsyndrom – förändringen kan därmed användas som en tidig varningssignal när något kan vara på väg att gå fel i träningsprocessen. När en avvikelse från det normala observeras bör därmed en närmare analys ske för att klarlägga orsaken/orsakerna till detta.

Upplevd återhämtning

Den av Borg utvecklade 6-20-skalan har kommit att bli standarden när subjektiva skattningar av upplevd ansträngning är av intresse. Visserligen har det under åren utvecklats alternativ, men inga som på allvar kan hota Borgskalans dominerande ställning. Skattningsskalor för upplevd återhämtning är betydligt ovanligare, för att inte säga så gott som obefintliga. Precis som inom övriga idrottsvetenskapliga områden har det främst varit träningen som tilldragit sig intresset, inte återhämtningen.

För 10 år sedan skapades dock en återhämtningsskala, som precis som Borgskalan går från 6-20 (Kenttä & Hassmén, 1999). De verbala uttrycken handlar dock om återhämtning istället för ansträngning. Så uttrycket vid siffran 6 ("Ingen ansträngning alls" på Borgskalan) motsvaras av "Ingen återhämtning alls", medan 20 på skalan utgörs av "Maximal återhämtning" (istället för "Maximal ansträngning"). Grundidén är helt enkelt att matcha graden av ansträngning vid träningen med graden av återhämtning efter träningen, något som är logiskt och därmed enkelt att förstå och som därmed ökar chanserna att återhämtningen också sker genomtänkt och välplanerat. Denna globala återhämtningsskattning kan kompletteras med mer strukturerade återhämtningsåtgärder, vilka genom poängsättning och viktning kan ge ytterligare värdefull information. Dessa återhämtningsåtgärder kan handla om sömn, näring, aktiv vila, muskulär och mental avslappning samt rörlighets-träning för att motverka stela muskler



Figur 1. En möjlig skattningsskala för upprepade subjektiva skattningar av tränings- och återhämtningsrelaterade åtgärder och symtom.

och ligament (för detaljer, se Kenttä & Hassmén, 1999).

Ett något senare förslag, som visserligen inte är en skattningsskala, presenterades av Kellmann och Kallus (2001) i form av *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes* (RESTQ). Instrumentet finns i två grundversioner, den ena med 72 frågor och den andra med 56. Tanken är här att besvara en rad frågor, för att därigenom upptäcka när (tränings)stressen är för hög i jämförelse med återhämtningsåtgärderna. För regelbundna men inte alltför frekventa mätningar kan detta instrument rekommenderas.

Före träningen

Det finns dock andra möjliga alternativ när det gäller att avgöra om balansen mellan träning och återhämtning är bibehållen. Ett sådant utgörs av det klassiska POMS-testet (Profile of Mood States) som ursprungligen utvecklades inom psykiatri men som visat sig användbart även inom det idrottspsykologiska området (LeUnes & Burger, 2000). Inte minst som en tidig indikator på ett begynnande överträningsyndrom har POMS-testet, som består av 65 adjektiv, visat sig värdefullt (Kenttä & Hassmén, 2002).

Nackdelen med såväl RESTQ och POMS är att de tar tid att besvara, genom att de består av mellan 56 och 72 frågor (alt. adjektiv). Även om det är möjligt att besvara dessa frågeformulär flera gånger om dagen är det antagligen få elitidrottare som fortsätter med detta under någon längre tid. Det finns därmed ett behov av en subjektiv skala som på ett enkelt sätt erbjuder en möjlighet att skatta tillståndet inför och efter dagens träningspass. För att bli praktiskt användbar bör en sådan skala både ge möjlighet att skatta när något känns sämre än vanligt och när det känns bättre än vanligt. Träningen kan därmed anpassas till det dagsaktuella tillståndet; visar skattningen att tillståndet är sämre än vanligt kan träningsmängden/intensiteten reduceras, känns det bättre än normalt finns möjligheten att öka något utöver

det som planerats. Syftet blir därmed att anpassa varje enskilt träningspass till det som kropp och psyke klarar av för tillfället istället för att slaviskt följa ett uppgjort träningschema. Med planering och lyhördhet för såväl positiva som negativa signaler bör risken för utvecklandet av övertränings- respektive utmattningssyndrom minska. Ett förslag till en sådan skala återfinns i Figur 1.

Den återstående frågan blir därmed: vad är värdefullt att skatta före träningen? Några faktorer är generella för alla idrottare, som sömn (kvantitet och kvalitet), näringsintag (mat och dryck) och vätskebalans. Till detta kan läggas aptit och upplevd hälsa (förkylningssymtom, stelhet i muskler/leder) samt morgonhumör (t.ex. i form av skattad irritation, nedstämdhet). För vissa idrottare kan det vara relevant att skatta sådant som muskelstyrka, rörlighet och koordination. En helhetsuppfattning kan erhållas genom frågor där idrottaren får bedöma hur han/hon upplever sin hälsa, dagsform och återhämtning (såväl fysiskt som psykiskt). Det finns förstås en stor mängd symtom och variabler som kan skattas, men utgångspunkten bör vara den enskilde individen. Därmed bör endast det som kan anses extra viktigt väljas, för att därigenom både fånga upp tidiga signaler på att något börjar gå fel i träningsprocessen och samtidigt undvika minskad motivation att fortsätta med dessa skattningar före varje träningspass.

Efter träningen

Förutom en sammanfattande Borgskattning kan skalan i Figur 1 även användas för att skatta hur träningen kändes (genomförande och utfall kontra planering), om koordinationen fungerade (om detta anses relevant för den enskilde idrottaren) samt om dagsformen upplevs som bättre eller sämre än normalt. På samma sätt som före träningen är det viktigt att endast välja de variabler som i det enskilda fallet kan anses mest relevanta.

Bieffekt

Förutom de uppenbara fördelar som finns med att anpassa träningen utifrån den aktuella dagsformen kan rutinmässiga upplevelseskattningar bidra till en ökad självkänedom. Även om de flesta idrottare har en hyggligt god kännedom om sin egen kropp och dess reaktion på träning är det ändå alarmerande att vissa studier rapporterar att över 50% av alla elitidrottare har upplevt längre prestationssvackor som inte beror på annat än för mycket träning i kombination med undermålig återhämtning (Kenttä, 2001). Även det faktum att 2-10% av alla idrottare riskerar ett utmattningssyndrom (Gustafsson, 2007) manar till eftertanke. Med ökad självkänedom och självförtroende att själv kunna reglera träningsmängden, samt möjlighet att även inkludera övriga stressande faktorer i ekvationen, är det sannolikt att dagens och morgondagens elitidrottare kan minska risken att drabbas av övertränings- och utmattningssyndrom. Sannolikt är detta en bieffekt som de flesta ser som önskvärd.

Slutsats

Det finns många bra metoder som kan användas för att mäta fysiologiska och psykologiska parametrar. Konsten är dock att endast mäta det som är mest relevant, inte att mäta "allt" så att själva mätningarna i sig själv blir en stressande faktor. Det som mäts bör självfallet anpassas till både individen och situationen. Med kännedom om idrottarens svar på träningsrelaterad och annan stress (vad/hur visar individen när mycket börjar bli för mycket?) utformas ett lagom stort testbatteri. I samband med mer intensiva tränings- och tävlingsperioder intensifieras mätningarna (oftare, fler), för att under lugnare perioder ske mer sällan. Vad som i det enskilda fallet är lagom kan endast visa sig genom erfarenhetsbaserad praktik; men genom att mer strukturerat "lyssna" på kroppens signaler ökar chanserna att skapa en positiv balans mellan träning och återhämtning.

Referenser

- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gustafsson, H. (2007). *Burnout in competitive and elite athletes*. Akademisk avhandling, Hälsoakademin, Örebro universitet.
- Kellmann, M., & Kallus, K. W. (2001). *Recovery-stress questionnaire for athletes – User manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kenttä, G. (2001). *Overtraining, staleness,*

and burnout in sports. Akademisk avhandling, Psykologiska institutionen, Stockholms universitet.

Kenttä, G., & Hassmén, P. (1999). *Träna smart – undvik överträningsyndrom*. Stockholm: SISU Idrottsböcker.

Kenttä, G., & Hassmén, P. (2002). Underrecovery and overtraining: A conceptual model.

I: M. Kellmann (red), *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes* (sid. 57-79). Champaign, IL: Human Kinetics.

LeUnes, A., & Burger, J. (2000). Profile of Mood States research in sport and exercise psychology: Past, present, and future. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12, 5-15.

Ny unik bok!

Idrottsvetenskapliga forskningsmetoder

av Nathalie och Peter Hassmén



Tanken med denna bok är att på ett så enkelt sätt som möjligt beskriva forskningsmetoder som används inom dagens idrottsforskning. Bakom de kunskaper som möjliggör att idrottare utvecklas i en riktning som leder fram till nya rekord ligger ofta avancerad forskning. Idrott och forskning är två intimt förknippade verksamheter som närmar sig varandra från båda hållen.

Boken på 416 sidor beskriver utförligt stegen i forskningsprocessen, från idé till slutprodukt. Den tar bl.a. upp forskningsprocessen, vetenskapsteori, metodlärna, intervjuer, mätningar inom idrottsforskningen, datainsamling, vetenskapligt skrivande, forskareetik, muntlig presentation m.m.

Även om den primära målgruppen är studenter på högskolor och universitet som läser en utbildning med idrottsinriktning, kan boken med behållning även läsas av andra som i sin verksamhet kommer i kontakt med forskning och forskningsresultat.

Boken kan beställas på nätet
www.idrottsbokhandeln.se
 Pris 379 kr inkl. moms

SISU Idrottsböcker – Idrottens förlag

Återhämtning eller skada – vad avgör?

I strävan att med träning bli bättre och bättre i sin idrott, så pressar idrottaren kroppen vid varje träningspass. Träningen måste balanseras mot bl.a. näringstillförsel, vila och sömn, alla grundstenar för en återhämtning kan ske. En bra balans leder i sin tur till uppbyggnad, förbättring och en förstärkning av idrottarens fysiska förmågor för att klara av den prestation man siktar på. En rubbad balans mellan träning/tävling och återhämtning leder ett överträningsstillstånd, där det om det drabbar en vävnad kallas en skada, en slags materialutmattning.



TÖNU SAARTOK
LEG.LÄK., MED.DR.

CENTRUM FÖR IDROTTS-
SKADEFORSKNING OCH
UTBILDNING, KAROLINSKA
INSTITUTET, STOCKHOLM,
OCH ORTOPEDKLINIKEN,
VISBY LASARETT, VISBY

Relationen skada och återhämtning

Överbelastningsskador kan alltså betraktas som en obalans mellan träningsstressen resp. återhämtningen i vävnaden. Förutom rena olycksfall kan även många akuta skador kan ha sin grund i otillräcklig återhämtning. T.ex. kan kvarvarande muskulär trötthet i lår- och vadmusklerna leda till sämre "justeringskapacitet" i benet, t.ex. för att väja för ett hinder eller motståndare, eller att landa mjukt. Detta kan i sin tur t.ex. resultera i en akut knäskada. En akut skada är ofta alltså inte en "blix från en klar himmel", utan det kan ha funnits tecken innan skadan, t.ex. ett förändrat motoriskt mönster, eller "tekniska fel", som resultat av en icke optimal muskelfunktion. En "tränares vana öga" har som ingen annan möjlighet att se om/att idrottaren börjar förändra sin teknik som ett tecken på muskulär trötthet eller smärta (Talesätt i det gamla DDR, enl. personligt meddelande, Lennart Gullstrand, Bosön). I dag kan videoanalyser i slow-motion i efterhand avslöja samma sak. Några exempel på detta kan vara att bollspelaren kommer "tvåa på bollen", att löparen förändrar löpsteget och att simmararen ändrar sina armtag. Som tur är så leder inte detta alltid till skador, utan oftast en sämre prestation. Det viktigaste i detta läge är att inte pressa den aktive in absurdum, utan veta att de uppkomna teknik-

förändringarna kan innebära en större skaderisk. Man måste våga bryta det planerade träningspasset, i tempo eller omfattning. Men för tränare och ledare så bör detta vara en varningsklocka för ökad skaderisk. Det är sannolikt också så att den som tränar individuellt inte har samma möjligheter att "se" eller märka dessa varningssignaler, och därför har högre skaderisk, i alla fall för överbelastningstypen.

Definition av en idrottsskada

I dag finns fortfarande inte en enhetlig definition av vad en idrottsskada är. Ibland är det uppenbart, som t.ex. att få leden mellan nyckelben och skulderblad (AC-leden) ur led vid en hockeystickling, eller en plötslig svullnad i en fotled eller knä vid ledbands- eller broskskada. Men det kan också vara mer diffust, som ett plötsligt smärthugg i baklåret hos en sprinter, eller en plötslig eller successivt insättande kraftlöshet vid en s.k. kastaraxel. I epidemiologisk forskning baseras allvarlighetsgraden ofta på en kombination av symptom och förlorad tid från träning eller tävling.

Skador kan också indelas enl. tabell 1. Skador ger oftast smärta som första symptom, men ibland kan den nedsatta funktionen och prestationen föregå.

Då en av skadors kardinalsymptom är smärta, är det naturligt att idrottaren tar läkemedel, både vid träning/tävling och efter en skada. Det är ytterst tve-



En tyvärr alltför vanlig syn inom många idrotter. Magnus Norman har jsut skadat låret i slutskedet av match i Stockholm Open. Trötthet - okoncentration - näringsbrist?
Foto. Scanpix

samt om några läkemedel (eller kosttillskott) över huvud taget kan påskynda eller förbättra läkning, utom kanske i den mest akuta fasen när sömn eller rehabiliteringsträning hindras av för svår smärta. Mycket tyder på att de vanligt förekommande och i dag receptfria, antiinflammatoriska läkemedlen om inte annat förlångsamar läkning (Mishra et al). En okontrollerad användning av smärtlindrande

läkemedel kan också lura idrottaren att tro att skadan läkt, d.v.s. ingen smärta, och normaliserad funktion. Ändå kan mognaden av läkningen och hållfastheten i vävnaden kanske vara otillräcklig, vilket kan leda till exempelvis återfallsskador.

Muskulaturens centrala roll

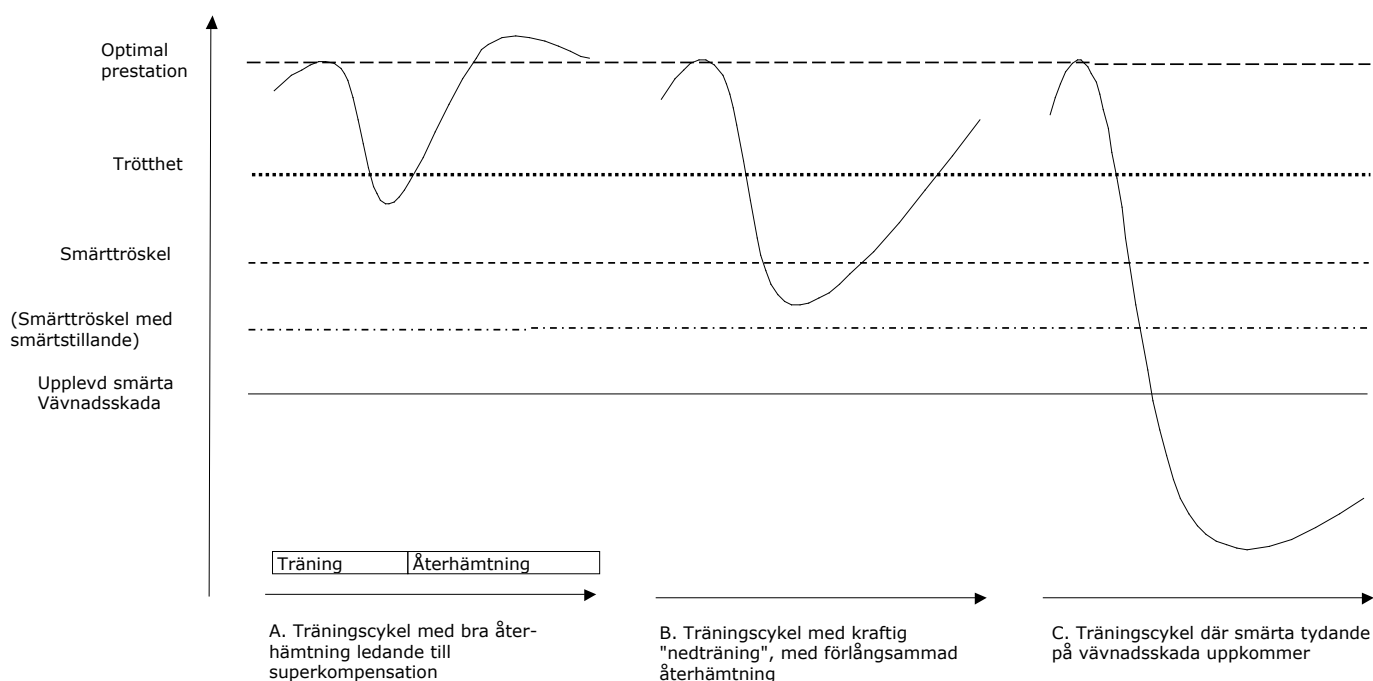
Muskulaturen, med sin funktion som "stötdämpare" runt våra leder, har en

central förebyggande roll, både vid akuta och överbelastningsskador (Kirkendall et al). Vid en plötslig "felaktivering" av muskulaturen runt en led kan "muskelskyddet" försvinna, med akuta ledbands-, brosk- eller skelettskador som följd. Också överbelastningsskador kan uppkomma, då de stötdämpande musklerna tröttats ut så att belastningen och energiupptaget förskjuts till senor, senfästen eller skelettet, med t.ex. senskador och uttmattningsbrott (insufficiensfrakturer) som följd (Tuomi et al).

Vid utförandet av olika rörelser i idrottssammanhang, t.ex. en serve i tennis, ett skott i fotbollen eller en sving i golf, talar man om att kroppen utgör en kinetisk kedja, där musklerna styr de seriekopplade segmenten (Kibler). En svaghet eller trötthet eller skada i ett mellansegment kan försvaga prestationen i det yttersta segmentet, eller så försöker man kompensera detta svaga segment med att ta i extra i de kroppssegment som fungerar, vilket i sig kan leda till skador. Ett exempel på detta är att en svag bål- och ryggmuskulatur ("dålig bålstabilitet") anses direkt kunna leda till överbelastningsskador i axel och arm hos tennis- och volleybollspelare.

- (a) **"Förstagångsskada"** – en ny skada i en tidigare icke skadad lokalisation eller vävnad (engelska: first-time injury)
- (b) **"Övergående skada"** – kräver medicinsk behandling, men behöver inte innebära någon bortavaro, t.ex. en liten sårskada (eng: transient injury)
- (c) **"Förvärrad skada"** – en symptomfri skada kan bli symptomatisk igen, t.ex. när kraven ökar, man går från sjukgymnastik till idrottsträning, etc. (eng: exacerbation of injury)
- (d) **"Återfallsskada"** – en ny skada, i ett läkt eller symptomfritt skadeområde. Kanske oftast en variant av (c). (eng: reinjury)
- (e) **"Kronisk skada"** – en skada som ger symptom på mer än (oftast) 6 månader, där undersökningar ger stöd för en ineffektiv läkning, t.ex. tendinosis i sena eller uppkomst av en "falsk led" (pseudartros) i en fraktur

Tabell 1. Olika skadetyper, på basen av inträffande och varaktighet



Figur 1. Ideskiss på tre olika typer av träningscykler, som kan vara ett träningspass eller en serie sådana. (A) reflekterar en stärkande och uppbyggande (anabol) träning, medan (B) är en nedbrytande (katabol) träning, som kräver längre tid och/eller högre kvalitet i återhämtningen. I (C) överskrider vävnadshållfastheten och en skada uppkommer, kanske orsakat av att man negligerat varningssignalerna (plötslig förändrad teknik p g a bl.a. muskulär trötthet och nedsatt funktion).

Det är därför viktigt att man som tränare och medicinsk kompetens tidigt identifierar ogynnsam teknik eller andra biomekaniska avvikelser (både t.ex. dålig rörlighet och "överörlighet") i eller runt en led. Ofta kompenseras detta av idrottaren, omedvetet, med att man tar i extra i andra segment, vilket alltså ger ökad risk för överbelastningsskador i dessa kroppsdelar. Måste då alla ha samma teknik? Nej, så länge man uppnår en "vävnadsekonomi" (jfr löpekonomi) och en för idrotten effektiv kroppsrörelse, så är skaderisken inte förhöjd.

Under en träning eller en träningsperiod, kan en plötslig och oftast omedveten teknikförändring vara ett tecken på trötthet eller nedsatt funktion i muskulaturen, vilket i sin tur kan leda till en skada. Den nedsatta funktionen eller teknikförändringen föregår oftast det vanligaste tecknet på en vävnadsskada, smärtan. (fig. 1)

Sammanfattning och råd inför framtiden

En idrottsskada innebär alltid ett avbräck, kortare eller längre, för den

aktive idrottaren. Man kanske halkar efter i prestationsutveckling jämfört med sina kamrater i träningsgruppen, vilket i sin tur kan leda till ambitionen att "träna ikapp". Denna strävan kan då verkligen ge en obalans mellan träningsstressen och återhämtningen, vilket i sin tur kan leda till nya skador, och man är då inne i en ond cirkel med nya eller återkommande skador, eller "skador som inte läker". Skador leder också ofta till misströstan och nedstämdhet hos idrottaren, som i sin tur, även biologiskt (se annat kapitel i denna tidning) kan förlängsamma läkningsmekanismerna. Idrottaren och andra runt idrottaren kan också i detta läge frestas att chansa med osäkra metoder som t.ex. kosttillskott och t.o.m. doping, för att komma ifatt. I stället är det därför viktigt att både tränare och aktiv då har ett långsiktigt tänkande, som tillåter både läkning och förstärkning av kroppens vävnader.

En skada är aldrig välkommen och därför bör vi i Sverige, dels med vårt begränsade tillgång på talanger och dels av rena humanitära skäl, alltid sikta på en "noll-vision" för skador hos idrottare. Detta kan bara åstadkommas med bättre utbildning

och erfarenhet om skador och deras uppkomst, men fr.a. om bättre och fördjupad kunskap om återhämtningens fysiologi och psykologi. För både tränare och aktiva, och inte minst föräldrar, så bör mottot vara "bättre en säker idrottsutveckling som kanske är långsam, än en snabb, riskfylld och kortvarig". Med en stadig och skadefri utveckling hos idrottaren så är det lättare att behåll glädjen för träning och tävling.

E-post: tonu.saartok@ki.se

Referenser

- Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med.* 2006;36(3):189-98
- Kirkendall DT, Garrett WE Jr. Clinical perspectives regarding eccentric muscle injury. *Clin Orthop Relat Res.* 2002 Oct;(403 Suppl):S81-9
- Mishra DK, Fridén J, Schmitz MC, Lieber RL. Anti-inflammatory medication after muscle injury. A treatment resulting in short-term improvement but subsequent loss of muscle function. *J Bone Joint Surg Am.* 1995 Oct;77(10):1510-9
- Toumi H, Poumarat G, Best TM, Martin A, Fairclough J, Benjamin M. Fatigue and muscle-tendon stiffness after stretch-shortening cycle and isometric exercise. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2006 Oct;31(5):565-72.

Senvävnad – återhämtning

En senas tjocklek och struktur verkar kunna återhämta sig-normaliseras efter lyckad behandling utförd utan ingrepp inuti själva senan. Efter kirurgiskt ingrepp inuti senan ses ingen normalisering av senans tjocklek och struktur trots lyckat behandlingsresultat med smärtfrihet vid belastning.



HÅKAN ALFREDSON
IDROTTSMEDICINSKA
ENHETEN, UMEÅ
UNIVERSITET

Introduktion

Senvävnad är i högsta grad "levande". Belastning medför en klar ökning av blodflöde, syrgasupptag och glukosupptag, men jämfört med muskulatur är ökningen betydligt mindre. Senor anpassar sig långsamt till belastning. Intressanta studier där man använt sig av mikrodialysteknik har visat att i anslutning till belastning av en sena får man under första dygnet en successiv ökning av vissa tillväxtfaktorer (IL-6, IGF-BP1, IGF-BP4, TGF-beta), men det tar upp till 72 timmar innan produktionen av typ-1 kollagen (dominerande kollagenet i senor) nått sin topp (1,2). Detta kan sannolikt vara av värde att beakta då man planerar träningsupplägg inom idrott/motion, och vid rehabilitering efter skador. Den muskulotendinösa enheten (muskel+senor) består således av två vävnadstyper som har olika uppbyggnad, och som anpassar sig olika till belastning.

Det finns väldigt få studier där man specifikt utvärderat en senas förmåga till återhämtning. Under senare år har den kroniskt smärtande senan (tendinopati/tendinos) varit föremål för stort intresse både ur behandlingssynpunkt, samt för studier kring de morfologiska vävnadsförändringarna. Uppföljningsstudier av behandlade senor har gett en del information kring senans möjlighet till återhämtning efter skada.

Kroniskt smärtande senor-Tendinopati/Tendinos

Definitioner: För en kroniskt (> 3 månaders smärtduration) smärtande svullen sena med nedsatt funktion

brukar man använda benämningen **tendinopati**. Om man dessutom tillfogar en objektiv bedömning av senan med ultraljud, MRI, eller biopsi, och denna undersökning visar strukturella förändringar i smärtområdet, brukar man använda benämningen **tendinos**.

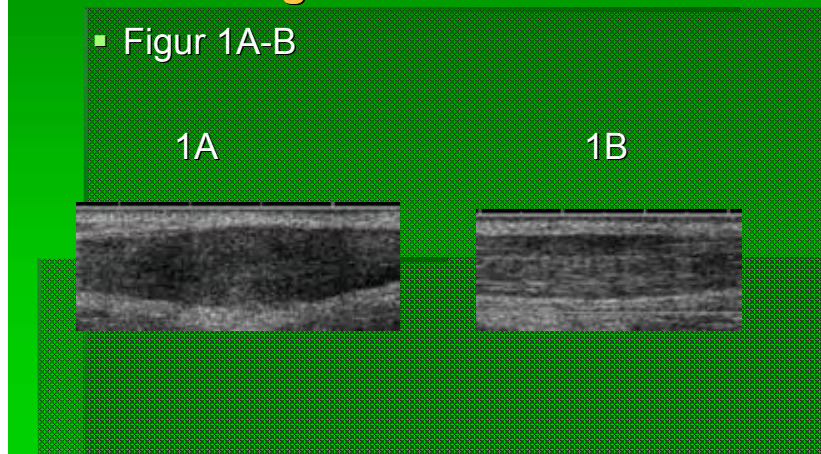
Under senare år har det utförts åtskilliga studier där nya behandlingsmetoder av den kroniskt smärtande Akillesen har utvärderats. Vid Idrottsmedicinska Enheten i Umeå har vi framförallt utvärderat metoderna **excentrisk träning**, **skleroserande polidokanolinjektioner**, och **öppen kirurgisk behandling**. Vid excentrisk träning och skleroserande polidokanolinjektioner utförs inget ingrepp inuti själva senan, medan man vid kirurgisk behandling traditionellt exciderar förändrad senvävnad via en långsgående incision i senan.

Excentrisk vadmuskelt träning

Flertalet studier har visat mycket goda kliniska resultat efter behandling med excentrisk träning på patienter med Akillestendinos lokaliserat i senans mellanportion (3,4). Uppföljning med hjälp av ultraljud, utförd 3-5 år efter behandling, har visat signifikant minskad sentjocklek, och förbättrad i det närmaste normaliserad struktur i senor med gott behandlingsresultat (5). I senor med dåligt behandlingsresultat-kvarstående smärta, såg man fortfarande en ökad sentjocklek, strukturella förändringar, samt lokalt ökat blodflöde. Smärtfrihet efter behandling verkar således vara associerat med tecken på normalisering av senans tjocklek och struktur.

Achilles mellanportion. Före (1A) och efter (1B) lyckad behandling.

Figur 1A-B



Figur 1A-B

1A. Ultraljudsbild av Achillesena på patient med kroniskt smärtande tendinos i senans mellanportion. Uppdrivning av senan och oregelbunden senstruktur.

1B. Samma sena 2 år efter lyckad behandling med excentrisk träning. Ingen uppdrivning, och bättre (mera organiserad) senstruktur.

Skleroserande polidokanolinjektioner

Detta är en relativt ny behandlingsmetod för bl.a. patienter med Akillettendinos lokaliserat i senans mellanportion (6,7). Kliniska resultaten är goda. Uppföljning med hjälp av ultraljud och färgdopplerundersökning, utförd 2 år efter behandling, har visat signifikant minskad sentjocklek, förbättrad i det närmaste normaliserad struktur, samt ej längre ökat blodflöde, i senor med gott behandlingsresultat (8). I senor med dåligt behandlingsresultat kvarstående smärta, såg man fortfarande en ökad sentjocklek, strukturella förändringar, samt lokalt ökat blodflöde. Smärtfrihet efter behandling verkar således vara associerat med tecken på normalisering av senans tjocklek och struktur.

Öppen kirurgisk behandling

Excision av strukturellt förändrad senvävnad via långsgående incision i Akillessenan åtföljes oftast av immobilisering åtföljt av minskad belastning under viss tidsperiod. Hos oss vid Idrottsmedicinska Enheten i Umeå använde vi 2-6 veckor i gips åtföljt av successivt ökande belastning. Sammanlagda rehabiliteringstiden ofta 4-6 månader innan full senbelastning var tillåten. I en nylig uppföljning av patienter opererade och rehabiliterade med denna metodik för mer än 10 år sedan, där ultraljud och färgdopplerundersökning användes, noterades att

patienterna var smärtfria, men senorna var fortfarande kraftigt förtjockade och med en oregelbunden icke normal struktur (icke publicerad data). Färgdopplerundersökning visade att det inte förelåg ett ökat blodflöde. Smärtfrihet efter behandling verkar i dessa fall således inte vara associerat med tecken på normalisering av senans tjocklek och struktur. Sammanfattningsvis kan sägas att då det gäller senans tjocklek och struktur verkar behandlingsmetoder där man ej gör ett ingrepp i själva senan vara förenade med möjlighet till normalisering av senans tjocklek och struktur. Efter kirurgisk behandling inuti senan sker ingen normalisering av senans tjocklek och struktur inom de första 10 åren efter ingreppet.

Smärtfrihet kan åstadkommas med samtliga dessa 3 behandlingsmetoder.

Funktionella aspekter vid tendinopati/tendinos

I en studie av Grävare Silbernagel och medarbetare har man sett funktionell nedsättning på skadade sidan hos patienter med Akilles tendinopati, och föreslår att denna patientgrupp skall genomgå en specifik uppträning innan återgång till sport/motion för att undvika recidiv eller nya skador i nedre extremiteten (9). Vid Idrottsmedicinska Enheten i Umeå har vi inte sett några tecken på ökad risk för återfallsskada eller andra skador i nedre extremi-

teten trots att vi tillåter återgång till tidigare sport/motionsaktivitet redan 2-4 veckor efter lyckad behandling med skleroserande polidokanolinjektioner. I en nyligen utförd studie på patienter med kroniskt smärtande Akillettendinos i senans mellanportion, där vi använde samma funktionella test som i studien av Grävare Silbernagel et al., men med tillägget att vi utförde testerna först med sensmärta och sedan i smärtfrihet efter lokalbedövning, fann vi att efter lokalbedövning hade de funktionella sidoskillnaderna helt normaliserats (ej publicerad data). Dessa fynd indikerar att smärtan i senan sannolikt har stor betydelse för resultaten av de funktionella testerna. Ytterligare utvärdering behöver göras innan man kan avgöra huruvida funktionen i vadmuskel och Akillessena är nedsatt i samband med tendinopati/tendinos.

Referenser

1. Langberg H, Olesen JL, Gemmer C, Kjaer M. Substantial elevation of interleukin-6 concentration in peritendinous tissue, in contrast to muscle, following prolonged exercise in humans. *J. Physiol.* 542: 985-990, 2002.
2. Heinemeier K, Langberg H, Olesen J, Kjaer M. Role of TGF-beta1 in relation to exercise induced type-1 collagen synthesis in human tendinous tissue. *J. Appl. Physiol.* 95: 2390-2397, 2003.
3. Alfredson H, Pietilä T, Jonsson P, Lorentzon R. Heavy-loaded eccentric calf-muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *Am J Sports Med.* 26(3):360-366; 1998.
4. Mafi N, Lorentzon R, Alfredson H. Superior results with eccentric calf-muscle training compared to concentric training in a randomized prospective multi-center study on patients with chronic Achilles tendinosis. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* 9: 42-47, 2001.
5. Öhberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Eccentric training in patients with chronic Achilles tendinosis- normalized tendon structure and decreased thickness at follow-up. *Br J Sports Med* 2004, 38: 8-11
6. Öhberg L, Alfredson H. Ultrasound guided sclerosis of neovessels in painful chronic Achilles tendinosis: pilot study of a new treatment. *Br J Sports Med* 2002; 36: 173-177
7. Alfredson H, Öhberg L. Sclerosing injections to areas of neovascularisation reduce pain in chronic Achilles tendinopathy: A double-blind randomized controlled trial. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* 2005; 13: 338-344.
8. Lind B, Öhberg L, Alfredson H. Sclerosing polidocanol injections in mid-portion Achilles tendinosis: remaining good clinical results and decreased tendon thickness at 2-year follow-up. *Knee Surg, Sport Traumatol, Arthrosc* 14: 1327-1332, 2006.
9. Grävare Silbernagel K, Gustavsson A, Thomeé R, Karlsson J. Evaluation of lower leg function in patients with Achilles tendinopathy. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* 2006;14 1207-1217.



Återhämtning och återgång till idrott efter senskada

Idrottare förlitar sig på sina senor för att kunna prestera på hög nivå. En skadad sena som inte kan fungera till full kapacitet orsakar därmed försämrad idrottsprestation. Försök att vila sig frisk från senskador kan initialt minska symptomen men vid återgång till idrottsaktivitet visar det sig snabbt att symptomen återkommer och skadan finns kvar. Vad är då så specifikt vid återhämtning efter senskada och hur hanteras återgång till idrott och fysisk aktivitet?



**KARIN GRÅVARE
SILBERNAGEL**

INSTITUTIONEN FÖR KLINISKA VETENSKAPER,
AVDELNING FÖR ORTOPEDI,
SAHLGRENSKA AKADEMIN
GÖTEBORGS UNIVERSITET

Senor

Historiskt så har senan ansetts vara en odynamisk vävnad med dålig tränings- och läkningskapacitet. Djurstudier visar däremot att en sena får ökad töjstyrka, styvhet, vikt och tvärsnittsytta vid träning medan det motsatta händer vid immobilisering¹. Senan är alltså en dynamisk vävnad som reagerar vid belastning och träning. Förutom att binda ihop muskler och ben ser senan till att kroppen spar energi och förbättrar den explosiva kraften vid t.ex. löpning och hopp. Detta görs genom att kroppen utnyttjar senor vid den så kallade stretch-shortening-cyclen (SSC). SSC inleds med att sena och muskel sträcks ut under den excentriska fasen av en rörelse, t.ex. hopp. Det lagras därmed energi i muskel och sena som ger extra kraft vid återfjädringen under den koncentrisk fasen (bild 1). Vid idrottsaktivitet som använder SSC för att höja prestationen ligger belastningen nära senans maximala kapacitet.

Överbelastningsskada i senan

Överbelastningsskador i senan orsakar smärta, stelhet och besvär med fysisk aktivitet. Denna typ av skada kommer ofta smygande och besvären tilltar successivt med ökande smärta och stelhet. Akuta skador uppkommer plötsligt, som när t.ex. hälsenan går av. Vissa akuta skador där senan inte går av kan över tid bli smärtsamma och behandlas då som överbelastningsskador. Ofta börjar besvären med stelhet och besvär efter tyngre fysisk aktivitet, men över tid så kan besvär uppstå under fysisk aktivitet och till slut kan

det vara omöjligt att vara fysisk aktiv på grund av besvären. Denna typ av skada uppstår när repetitiv belastning bryter ner senan och det inte finns adekvat tid för återhämtning och återuppbyggnad av senvävnaden²⁻⁴.

Senor är mycket starka och klarar tunga belastningar, 1cm² kan t.ex. motstå en dragbelastning på 500-1000 kg². Men även starka material kan tröttnas ut vid repetitiv submaximal belastning. Löpning är en aktivitet som utnyttjar SSC i vadmuskel och hälsena och här belastas senan med upp till 12 gånger kroppsvikten⁵. Det är också vanligt att när en person skall komma igång med sin löpning att man stegrar belastningen och intensiteten för snabbt och senan ges då inte adekvat tid för återhämtning och en överbelastningsskada uppstår. Träning är förstås viktigt för att öka kroppens kapacitet och så också för senan men utan återhämtning blir det ingen förbättring.

Läkningsprocessen

Vid rehabilitering av en senskada är det viktigt att ha en kunskap om hur en sena läker. Detta möjliggör en mer effektiv rehabilitering och mer realistisk målsättning. Läkningsprocessen av en sena beskrivs genomgå tre olika faser² (bild 2).

Akut inflammatorisk fas – börjar när skadan uppstår och pågår upp till cirka 7 dagar. Det är bl.a. under denna fas som kroppen tar bort skadad vävnad.

Reparationsfasen – påbörjas cirka två dagar efter skadan och fortsätter i 6 veckor (eller längre). Under denna fas

Stretch-Shortening Cycle -SSC

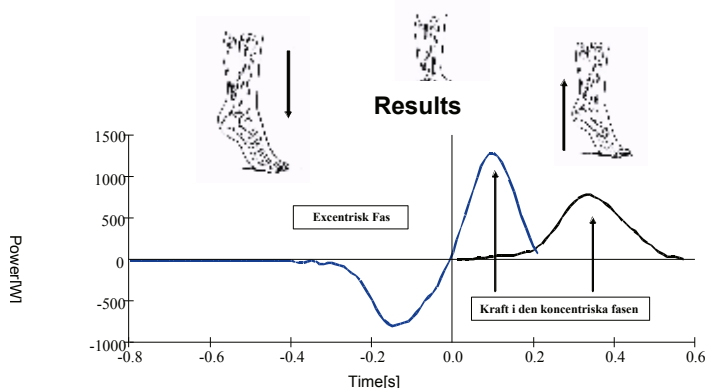


Bild 1. Bilden illustrerar hur kraftutvecklingen vid tåhävning blir större i den koncentrisk fasen när man har utfört en excentrisk belastning innan jämfört med att enbart utföra rörelsen koncentriskt.

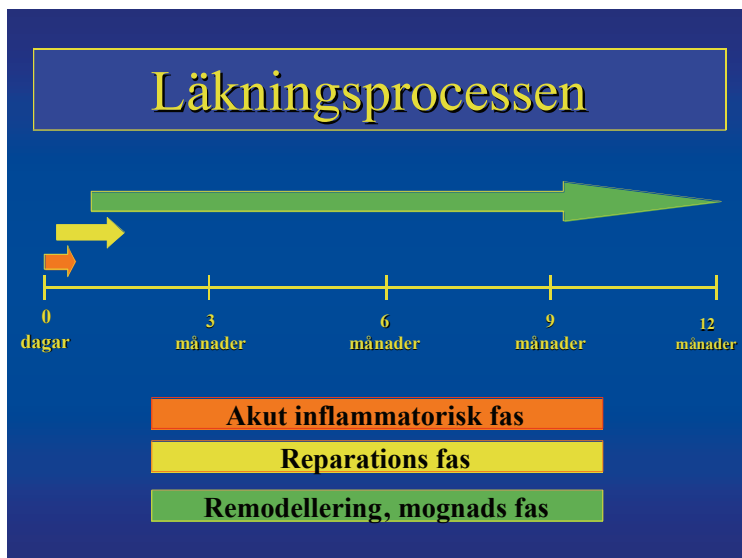
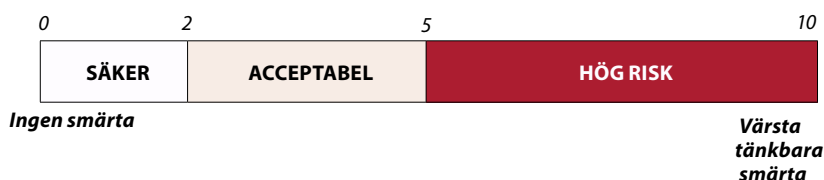


Bild 2. Läkningsprocessen i sena.

Smärthanteringsmodell



Smärthanteringsmodellen bygger på att smärta i samband med eller efter träning är tillåten (men inte nödvändig). Smärta i samband med en träningsövning är tillåten om smärtan ej går över 5. Smärta efter ett träningspass är också tillåten om smärtan har gått över eller återgått till normalnivå nästa morgon. Smärta upp till 2 på smärtskalan betraktas som "säker", smärta upp till 5 som "acceptabel" och smärta över 5 som "hög risk". Fysisk aktivitet, motion och idrott kan utövas under pågående behandling om smärthanteringsmodellen används på samma sätt

Bild 3. Smärthanteringsmodell

gör kroppen en provisorisk lagning med mindre stark vävnad.

Remodellerings-Mognadsfasen – påbörjas cirka tre veckor efter skadan och fortsätter upp till 12 månader eller längre. Det är under denna fas som det sker en förbättring av reparationen med mer optimal senvävnad och styrkan och spänsten i senan kan successivt förbättras.

Sammanfattningsvis kan sägas att det tar lång tid för en sena att läka och därför kan rehabiliteringstiden bli lång från 3 månader till 12 månader beroende på skadans art.

Rehabilitering av senskador

Forskning har visat att all vävnad måste belastas för att bli starkare¹. Senan blir starkare av träning samt svagare av immobilisering och inaktivitet precis som muskler, men förändringarna tar längre tid. Det har också visats att den mekaniska belastningen är viktig för senläkningen⁶. Detta ger oss förståelse om varför rehabiliterings-träning ger positiva effekter. I en nyligen publicerad studie jämförde man strategin att bara avvakta och se om besvären förbättrade sig av sig själv jämfört med två andra behandlingsmetoder (träning och stötvågsbehandling) hos patienter med överbelastningsskada i hälsenan (så kallad Akilles tendinopati)⁷. Den gruppen som inte fick någon direkt behandling blev inte bättre vilket däremot de andra grupperna blev. Detta innebär att bara försöka vila från fysisk aktivitet hjälper inte läkningen och återhämtningen efter senskada. I litteraturen idag råder det för Akilles tendinopati en konsensus om att alla patienter initialt skall behandlas med träning i 3-6 månader^{8,9}. Detta förhållningssätt gäller även överbelastningsskador i andra senor.

Smärthanteringsmodell

Det som tidigare har varit ett problem under rehabiliteringen vid överbelastningsskador i senor är att träningen ibland är smärtsam. För att uppnå positiva fysiologiska effekter av träningen så tycks det ibland krävas att patienten tränar trots smärta. Vår forskargrupp har i flera studier använt en så kallad smärthanteringsmodell (bild 3) under rehabiliteringen för att på så sätt kunna gradera belastningen av träningen och ge patienten information om hur smärta skall hanteras^{10,11}.

När blir patienten bättre/bra?

Det beskrivs alltså att senläkningen tar

lång tid och återhämtningen och återgång efter senskada måste få ta tid. Vad är då lång tid och när kan man förvänta sig att man blir "bra"?

Om man tittar på flera olika behandlingsstudier gjorda på patienter med överbelastningsskador i senan så ser man att det sker en successiv förbättring av symptom/besvärnivå under upp till 12 månaders tid^{12, 13}. Vi har i våra studier på Akilles tendinopati sett att patienterna har minskade symptom redan efter 6 veckors behandling med fortsatta förbättringar upp till 12 månader och då är övervägande delen av patienterna besvärsfria^{10, 11}. Det varierar naturligtvis från patient till patient beroende hur stor skadan är och vilka krav man har på sin sena. Generellt har man sett att skador i senvävnad kräver längre återhämtningstid än skador i muskelvävnad¹. Rehabiliteringsfaserna (bild 4) följer också mönstret för läkningsfaserna i senan och här kan man se att just återgångsfasen är lång och det är här man anser att man inte får slarva för att undvika återfall.

Är det farligt att fortsätta med träning som belastar senan under rehabiliteringen?

Eftersom återhämtning efter senskada tar lång tid är det för många patienter/idrottare viktigt att veta hur mycket man kan vara aktiv under rehabiliteringen. En vanlig fråga hos patienter med Akilles tendinopati är om det är farligt att fortsätta springa eller inte. Vid en undersökning av litteraturen så fann vi inga studier som hade tittat på denna aspekt. Vi gjorde därför en behandlingsstudie på patienter med Akilles tendinopati där vi tittade på om det var någon skillnad i förbättringen vid rehabilitering om man fortsatte hälsenebelastande aktivitet under rehabiliteringen jämfört med en grupp som bara rehabiliterings-tränade¹¹. Eftersom vi tidigare hade arbetat med smärthanteringsmodellen (bild 3) vad gäller rehabilitering använde vi även denna modell för att gradera hur mycket hälsenebelastande aktivitet patienterna fick utföra.

Patienterna som inkluderades i studien randomiserades till två grupper. En grupp fick fortsätta springa och hoppa med hjälp av smärthanteringsmodellen samtidigt som de rehabiliterings-tränade. Den andra gruppen fick vila från löpning och hopp under de första sex veckorna av rehabiliteringen. Det visade sig att båda grupperna blev signifikant bättre och det var ingen skillnad mellan hur grupperna förbättrades (bild 5). Det kunde inte visas att det fanns någon

negativ effekt av att fortsätta med hälsenebelastande fysisk aktivitet under rehabiliteringen.

Däremot så har en annan studie på patienter med patellatendinopati (också kallat hopparknä) visat att man inte fick några förbättringar av rehabiliteringsträningen hos en grupp volleybollspelare som fortsatte träna/tävla på elit nivå¹⁴. Det verkar därför som en viss nivå av aktivitet är möjlig men för hög nivå verkar störa återhämtningen av senan och det blir ingen positiv effekt av rehabiliteringsträningen. I kliniken är vi också noga med att se till att det finns tre återhämtningsdagar mellan de olika löp- och hopppassen för att senan skall få en adekvat tid till återhämtning och därmed en positiv utveckling i både symptom och funktion.

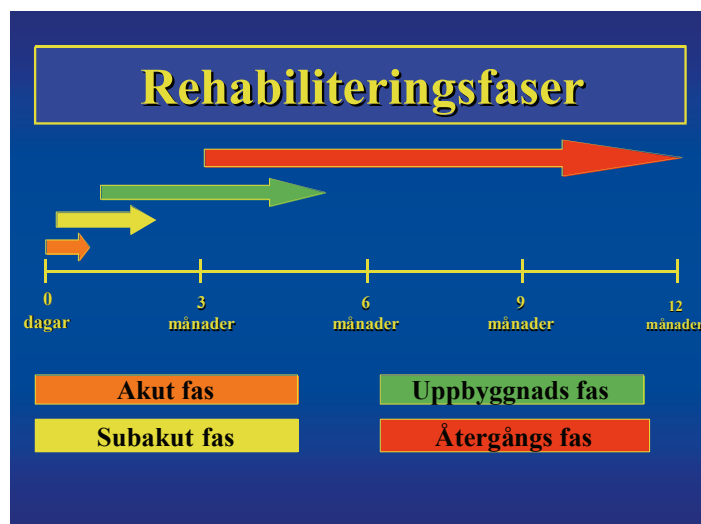


Bild 4. Rehabiliteringsfaser

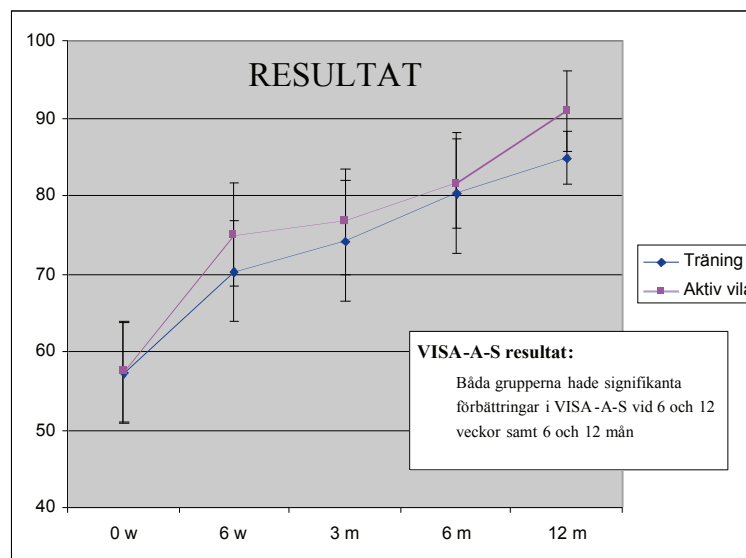


Bild 5. Resultat från den randomiserade behandlingsstudien där fortsatt senbelastande aktivitet under rehabiliteringen jämfördes med enbart rehabiliteringsträning. Resultaten är från VISA-A-S frågeformuläret som utvärderar symptom och besvärnivå vid fysisk aktivitet. 100 poäng är inga symptom.

Återhämtning efter senskada

Det har i litteraturen beskrivits att återfall efter senskada inte är ovanligt. Många patienter har också haft besvär/symptom från överbelastningsskador i en sena från och till under flera år. Elitidrottare med senbesvär beskriver också ofta att så fort de börjar träna fullt så får de ont igen. Frågan är då, när är senan helt återhämtad och när är det säkert att återgå till idrott. Leadbetter beskrev redan 1992 att om återhämtningen mellan tung senbelastande aktivitet är för kort så blir senskadan successivt värre och till slut märks detta genom smärta, stelhet och nedsatt förmåga att belasta senan (bild 6)⁴. Leadbetter föreslog också att senskadan uppstår innan symptomen märks och att symptomen också kan försvinna

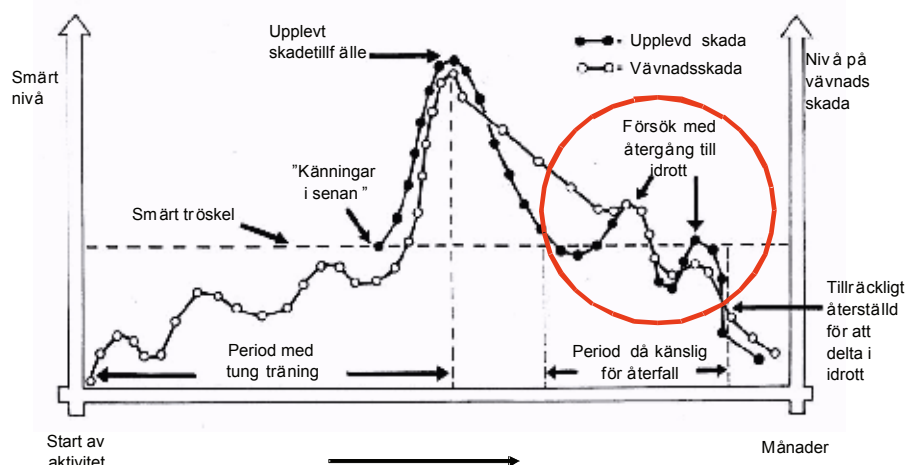


Bild 6. Illustration av smärta och vävnadsskada vid överbelastningsskada av sena (Leadbetter 1992)

innan senan blir fullt återhämtad. Hos kliniker har det också länge funnits en känsla av att bara för att man inte känner symptom så skall man ändå vara försiktig vid återgången till idrott för att undvika återfallsskador.

När är patienten redo för återgång till idrott?

Utgångspunkten i vår forskargrupp har varit att dels utvärdera patienters symptom men också funktion och då speciellt hos patienter med överbelastningsskada i hälsenan. Vi har då funnit att patienter med Akilles tendinopati inte bara har smärta/symptom men även nedsatt funktion, såsom nedsatt styrka och hoppförmåga¹⁵. Vi beslutade oss därför för att göra en studie för att se om funktionen var helt återhämtad när patienter med Akilles tendinopati var besvärsfria.

I en studie utvärderade vi då patienter med Akilles tendinopati innan påbörjad rehabilitering samt ett år efter påbörjad rehabilitering¹⁶. Utvärderingen bestod av ett tidigare utvärderat frågeformulär för att utvärdera symptom och besvär med fysisk aktivitet (VISA-A-S), samt ett testbatteri för underbensfunktion hos patienter med Akilles tendinopati som vi tidigare utvärderat för reliabilitet och validitet^{15, 17}. Testbatteriet bestod av två hopptester (Drop CMJ och Hop-ping) två styrketester (koncentrisk och excentrisk-koncentrisk tåhäv) samt ett uthållighetstest (antal tåhävningar). När vi tittade på funktionen hos de patienter som hade unilaterala besvär initialt och som var fullt återhämtade avseende symptom efter 1 år så fann vi att bara 25% (4/16) av dessa hade godkänd funktion (inom 90% av friska

sidan på alla tester). Ytterligare 19% (3/16) patienter hade godkänt på 4 av 5 tester.

Vår slutsats blev då att smärtfrihet/symptomfrihet efter överbelastningsskada i hälsenan inte nödvändigtvis betyder att patienten har återställt muskel/sen funktion. Det är därför viktigt att vid återgång till idrott dels fortsätta med rehabiliteringsträningen och dels stegra belastningen successivt även när symptomen har försvunnit. Detta är en mycket viktig aspekt för speciellt elitidrottare som utnyttjar senan maximalt för att kunna prestera på hög nivå.

Sammanfattning

- Träning (inte total vila) är viktigt för återhämtning efter senskada.
- Återhämtning tar "lång" tid (ibland upp till 12 månader eller mer).
- Anpassad fysisk aktivitet med hjälp av smärthanteringsmodellen kan vara ett bra alternativ under rehabiliteringen.
- Smärt- och symptomfrihet betyder inte alltid att funktionen är återhämtad.
- Vid uppbyggnads- och återhämtningsfasen planera in återhämtningsdagar mellan tyngre senbelastande aktiviteter.
- Fortsätt rehabiliteringsträningen vid återgång till idrott.

För kontakt:

Karin Grävere Silbernagel email: karin.gravare-silbernagel@orthop.gu.se

Referenser

1. Kannus P, Józsa L, Natri A, Järvinen M. Effects of training, immobilization and remobilization on tendons. *Scand J Med Sci Sports*.

Apr 1997;7(2):67-71.

2. Józsa L, Kannus P. *Human tendons. Anatomy, physiology and pathology*. Champaign: Human Kinetics; 1997.

3. Kannus P. Etiology and pathophysiology of chronic tendon disorders in sports. *Scand J Med Sci Sports*. Apr 1997;7(2):78-85.

4. Leadbetter WB. Cell-matrix response in tendon injury. *Clin Sports Med*. Jul 1992;11(3):533-578.

5. Komi PV, Fukashiro S, Järvinen M. Bio-mechanical loading of Achilles tendon during normal locomotion. *Clin Sports Med*. Jul 1992;11(3):521-531.

6. Kjaer M, Langberg H, Miller BF, et al. Metabolic activity and collagen turnover in human tendon in response to physical activity. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. Mar 2005;5(1):41-52.

7. Rompe JD, Nafe B, Furia JP, Maffulli N. Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. Mar 2007;35(3):374-383.

8. Alfredson H. Chronic midportion Achilles tendinopathy: an update on research and treatment. *Clin Sports Med*. Oct 2003;22(4):727-741.

9. Kader D, Saxena A, Movin T, Maffulli N. Achilles tendinopathy: some aspects of basic science and clinical management. *Br J Sports Med*. Aug 2002;36(4):239-249.

10. Silbernagel KG, Thomeé R, Thomeé P, Karlsson J. Eccentric overload training for patients with chronic Achilles tendon pain--a randomised controlled study with reliability testing of the evaluation methods. *Scand J Med Sci Sports*. Aug 2001;11(4):197-206.

11. Silbernagel KG, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. Continued Sports Activity, Using a Pain-Monitoring Model, During Rehabilitation in Patients With Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Study. *Am J Sports Med*. Feb 16 2007.

12. Bahr R, Fossan B, Loken S, Engebretsen L. Surgical treatment compared with eccentric training for patellar tendinopathy (Jumper's Knee). A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. Aug 2006;88(8):1689-1698.

13. Brown R, Orchard J, Kinchington M, Hooper A, Nalder G. Aprotinin in the management of Achilles tendinopathy: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*. Mar 2006;40(3):275-279.

14. Visnes H, Hoksrud A, Cook J, Bahr R. No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season: a randomized clinical trial. *Clin J Sport Med*. Jul 2005;15(4):227-234.

15. Silbernagel KG, Gustavsson A, Thomeé R, Karlsson J. Evaluation of lower leg function in patients with Achilles tendinopathy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. Nov 2006;14(11):1207-1217.

16. Silbernagel KG, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. Full symptomatic recovery does not ensure full recovery of muscle-tendon function in patients with Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med*. Jan 29 2007.

17. Silbernagel KG, Thomeé R, Karlsson J. Cross-cultural adaptation of the VISA-A questionnaire, an index of clinical severity for patients with Achilles tendinopathy, with reliability, validity and structure evaluations. *BMC Musculoskelet Disord*. Mar 6 2005;6(1):12.

Rehabilitering efter främre korsbandsrekonstruktion

Långtidsuppföljningar efter skada, operation och rehabilitering är mycket viktiga ur ett vetenskapligt medicinskt perspektiv. Vid operation efter främre korsbandsskada används vanligen två olika typer av kroppsegna senor som ersättning för det skadade korsbandet. På lång sikt tycks det som om resultatet efter dessa två olika metoder är likvärdigt, men då olika idrotter ställer olika krav på den idrottande individen t.ex. gällande muskelstyrka är det dessutom oerhört betydelsefullt att få information om återhämtningen vad gäller smärta, muskelstyrka och funktion ur ett kortare perspektiv. Finns det någon skillnad i återhämtning gällande styrka, stabilitet och funktion i den tidiga återhämtningsfasen efter operation med dessa två olika val av ersättningsmaterial?



ANNETTE HEIJNE^{1,2}



SUZANNE WERNER¹

¹ CENTRUM FÖR IDROTTS-
SKADEFORSKNING OCH
UTBILDNING, INSTITUTIONEN
FÖR MOLEKYLÄR MEDICIN
OCH KIRURGI, KAROLINSKA
INSTITUTET, STOCKHOLM

² SEKTIONEN FÖR SJKGYM-
NASTIK, INSTITUTIONEN FÖR
NEUROBIOLOGI, VÄRDVE-
TENSAP OCH SAMHÄLLE,
KAROLINSKA INSTITUTET,
STOCKHOLM

BAKGRUND

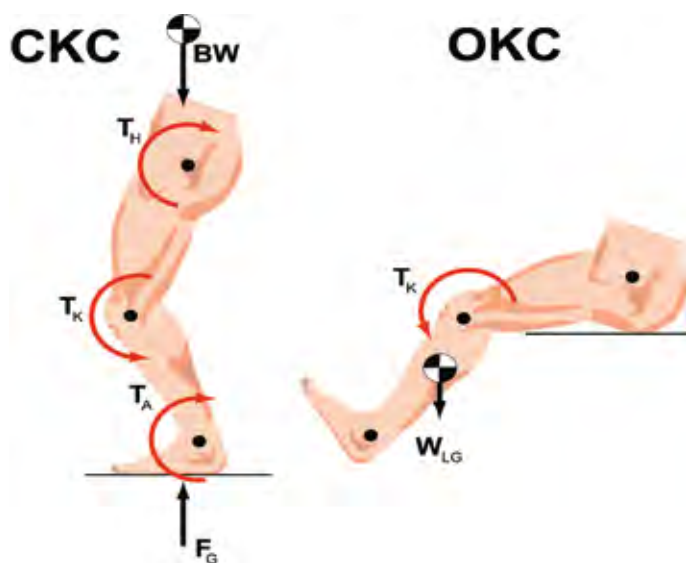
Under de senaste 30 åren har det skett en snabb utveckling av den kirurgiska tekniken i samband med främre korsbandsrekonstruktion. Om man studerar antalet publikationer relaterade till främre korsbandsrekonstruktion så verkar det som om valet av graft (ersättningsmaterial) är det som den mesta forskningen fokuserat på (1,4,8,10,12,13,16,38). Kroppseget graft från den mellersta delen av patellarsenan eller hamstringssenan är de graft som de flesta ortopedier föredrar (22).

Patellarsenan var länge den mest använda som graft, men de senaste 10 åren har dock hamstringssenan kraftigt ökat i popularitet vid främre korsbandsrekonstruktion. Några i litteraturen debatterade anledningar till detta skifte av graftval har varit en minskad frekvens av främre knäledsmärta samt en minskad förekomst av sträckdefekter i knäleden (4,8,12,16) men också en minskad förekomst av knäledsartros (32) jämfört med de patienter som rekonstruerats med patellarsenan. Vilket som är det mest optimala graftet för rekonstruktion av ett skadat främre korsband är dock fortfarande inte säkerställt (38).

Hur patienter som genomgått främre korsbandsrekonstruktion återhämtar sig rent fysiskt efter operation med patellarsena är relativt väl studerat (5,7,19,28) även om rehabiliteringsprotokollen sällan är särskilt väl beskrivna vad gäller intensitet och övningsval.

Ett syfte med den postoperativa rehabiliteringen är att återfå normal styrka i lårmusklerna (2,3,30). Quadricepsmuskeln anses vara en mycket viktig muskel vad gäller den dynamiska knäledsstabiliteten under closed kinetic chain (CKC) övningar (7) (Figur 1). Eftersom många av aktiviteterna i det dagliga livet och under idrott består av CKC övningar så kan quadricepsmuskeln således anses som en viktig muskel för att skydda det främre korsbandet (6,20,34). Vidare så har det föreslagits att såväl smärta som svaghet i denna muskel är den vanligaste orsaken till dålig funktion efter operation (31). Å andra sidan anses hamstringsmuskulaturen vara en mycket viktig stabiliserande muskel i och med att den aktivt förhindrar underbenet att "glida" framåt och på så sätt minskar belastningen på det främre korsbandet.

Det har visat sig att en ökad yttre belastning under träning av quadriceps genom s.k. open kinetic chain träning



Figur 1. En Closed Kinetic Chain (CKC) och en Open Kinetic Chain (OKC)-övning för främre lårmuskeln

	P4 (n=19)	P12 (n=15)	H4 (n=17)	H12 (n=17)
Män/Kvinnor	11/8	11/4	7/10	7/10
Ålder, år (M, SD)	31 (8)	27 (5)	30 (8)	31 (9)
Längd, meter (M, SD)	1.73 (0.07)	1.78 (0.07)	1.73 (0.08)	1.72 (0.1)
Vikt, kg (M, SD)	74.2 (10.7)	76.2 (9.4)	73.7 (11.5)	71.1 (12.5)
BMI, kg/m ² (M, SD)	24.6 (2.7)	24.0 (2.1)	24.7 (3.33)	23.7 (2.4)
Skadat knä Vänster/Höger	7/12	8/7	5/12	8/9
Tid mellan skada och operation, mån (median, nedre och överkvartil)	8.5 (6-19)	5.5 (3-9.5)	9.0 (6-17)	7.5 (4.5-30)
Hamstringssgraft enbart (n)			11	12
Hamstringssgraft + gracilis graft (n)			6	5
Medial menisk skada	8	3	5	2
Lateral menisk skada	2	4	4	4
Skada på knäskålens brosk	3	0	2	2
Skada på underbenets brosk	2	1	3	0
Skada på lårbenets brosk	4	3	4	5
Medial kollateral ligament skada	1	1	1	0

Tabell 1. Bakgrundsdata för patienter med graft taget från knäskålssenan, med tidig start av OKC träning för quadriceps (P4), patienter med graft taget från knäskålssenan, med sen start av OKC träning för quadriceps (P12), patienter med graft taget från hamstringssena, med tidig start av OKC träning för quadriceps (H4) och patienter med graft taget från hamstringssena, med sen start av OKC träning för quadriceps (H12).

(OKC) ökar uttöjningen av det främre korsbandet, medan en ökad belastning under en CKC övning inte generar samma uttöjning (15) (Figur 1). Denna ökade uttöjning har dock inte visat sig ha några negativa effekter på knäledsstabiliteten efter rekonstruktion med patellarsena (28). Huruvida de olika träningsformerna i sedvanliga träningsmaskiner påverkar styrkeutvecklingen under den tidiga fasen av rehabilite-

ringen är inte känt.

Rehabiliteringen efter främre korsbandsrekonstruktion är ungefär densamma oavsett graft (1,8,12,13,27,29). Om de patienter som rekonstruerats med hamstringssena bör rehabiliteras på annat sätt än de som har rekonstruerats med patellarsena är dock fortfarande oklart. Syftet med denna studie var att utvärdera olika fysiska parametrar hos patienter som genomgått

främre korsbandsrekonstruktion med graft från patellarsenan respektive från hamstringssenan efter rehabilitering med tidig eller sen start av OKC-träning av quadriceps.

MATERIAL OCH METOD

Patienter

68 patienter med främre korsbandskada inkluderades, 36 män och 32 kvinnor (Tabell 1). Inklusionskriterierna var ålder mellan 16-50 år samt att patienternas andra knä var symptomfritt. Patienter som hade en skada på mediala kollateralligamentet motsvarande grad I, medial eller lateral meniskskada, som inte ansågs reparerbar med operation, tilläts också delta i studien. Exklusionskriterierna var andra skador än de som tidigare nämnts samt om graftet hade tagits från det friska knäet.

Randomisering

Vid första besöket hos sjukgymnasten lottades patienten till antingen tidig (4:e postoperativa veckan) eller sen start (12:e postoperativa veckan) av OKC-träning för quadriceps. Detta resulterade i fyra undergrupper; patienter med graft från patellarsenan och tidig start (P4), sen start (P12), patienter med graft från hamstringssenan och tidig start (H4) eller sen start (H12) av OKC-träning för quadriceps.

Rehabilitering

Alla patienter påbörjade rehabiliteringen efter ett standardiserat rehabiliteringsprogram inom den första veckan efter operation på en och samma rehabiliteringsklinik. Antalet rehabiliteringstillfällen under uppföljningstiden (sju månader) var (median) 41 (23-61) i P4-gruppen, 45 (24-55) i P12-gruppen, 40 (9-53) i H4-gruppen och 37 (14-48) i H12-gruppen. Rehabiliteringsprogrammet redovisas i Tabell 2. Patienterna i H4- och P4-gruppen påbörjade sittande styrketräning av quadriceps inom rörelseomfånget 90° och 40° utan yttre motstånd den 4:e postoperativa veckan, 90° och 20° den 5:e samt 90° och 0° den 6:e postoperativa veckan. Ingen ortos användes under rehabiliteringstiden och fri belastning på det opererade benet var tillåtet direkt efter operation.

Träningsvolym

Patienternas träning registrerades vid varje träningstillfälle av behandlande sjukgymnast under den 4:e till och med den 12:e postoperativa rehabiliteringsveckan avseende typ av övning,



Tidpunkt	Övningar
Operationsdagen:	smärtlindring
Dag 1:	instruktioner från sjukgymnasten på avdelningen: fottramp passiv slutsträckning i knäleden, OBS! Ingen översträckning aktiva assisterade knäflexions övningar instruktioner för hemträning
Dag 2-2 veckor:	mobilisering av knäskålen Passiv slutsträckning i knäleden Gångträning i ett normalt rörelsemönster Aktiva knäflexionsövningar/hamstringscurl 3x10 reps Balans och proprioceptions träning mini-squats, 3x10 reps tåhävningar bäckenlyft på Bobath ball
2-5 veckor, tillägg:	träning på ergometercykel när 110° knäflexion är uppnådd tåhävningar på trappsteg, 3x10-15 reps benpress i maskin, 3x10 reps bencurl i maskin, 3x10 reps
för P4 och H4 gruppen, tillägg 3x15 reps:	- vecka 4 aktiva knästräckningar (OKC) 90°-40° - vecka 5 aktiva knästräckningar (OKC) 90°-20° - vecka 6 aktiva knästräckningar (OKC) 90°-0° - vecka 7 aktiva knästräckningar med gradvis utökad yttre belastning
6-8 veckor, tillägg:	aktiva slutsträckningar (30-0°) utan yttre belastning trappstegsträning upp och ner, 3x10 reps enbens tåhävningar, 3x10 reps utfallssteg med vikt, 3x10 reps enbens uppresning från stol, 3x10 reps knäböj/squats i maskin, 3x10 reps tvåbens träning på studsatta slide board stair master gångträning under olika stegkombinationer stretching
9-11 veckor, tillägg:	olika hoppövningar på studsatta funktionell träning; olika hoppsteg och kombinationer på golv jogging på jämt underlag, rakt fram enbens hoppträning på studsatta
3-4 mån, tillägg:	OKC träning för quadriceps, fullt rörelseomfång (P12 och H12), 3x10-15 reps fortsatta och utökade balansträningsövningar påbörja plyometrisk träning idrottsspecifika övningar, individuellt anpassade till varje patients idrott och kapacitet
4-6 mån, tillägg:	utökad löpträning med sidoförflyttningar

Tabell 2. Rehabiliteringsprogram efter främre korsbandsrekonstruktion

antal set, repetitioner och yttre belastning (kg). För vissa övningar såsom cykling och trappmaskin registrerades endast duration (min). Av de totalt 68 patienter som ursprungligen ingick i studien insamlades data för 58 patienter. Den totala träningsvolymen beräknades genom att multiplicera set*repetitioner*motstånd. Ett Index

beräknades därefter genom att dividera träningsvolymen med patientens vikt för att på så sätt göra träningsvolymen mer jämförbar mellan män och kvinnor (Tabell 3).

Utvärdering pre- och postoperativt

Alla patienterna utvärderades inom fyra veckor innan operation samt 3, 5

och 7 månader efter operation. Följande fysiska parametrar utvärderades i samma ordning vid varje mättillfälle:

Rörelseomfång

En goniometer användes för att mäta knäledens rörelseomfång i ryggliggande (11). Knäledsextension och flexion och registrerades i enlighet med International Knee Documentation Committee (IKDC), där inskränkningar i extension registrerades enligt följande: 1 = < 3°, 2 = 3-5°, 3 = 6-10°, 4 = > 10° och inskränkningar i flexion: 1 = 0-5°, 2 = 6-15°, 3 = 16-25°, 4 = >25° (18).

Främre knäledslaxitet

Främre knäledslaxitet mättes i ca 20° knäflexion med KT-1000 arthrometer (MEDmetric, Corp., San Diego, CA, USA) vid s.k. max manual. Skillnaden i mm mellan det friska och det opererade knäet registrerades (9,37).

Pivot Shift (manuell undersökning under rotation av knäleden)

Pivot shift registrerades och grupperades enligt International Knee Documentation Committee (IKDC) där 1 = lika, 2 = antydd, 3 = ++ (positiv) och 4 = +++ (kraftig) (18).

Postural svaj (Balans)

Kinesthetic Ability Trainer 2000 (KAT 2000™) (BREG Inc., CA, USA) användes för att mäta balans stående på ett ben (17). Mätningen genomfördes under standardiserade förhållande där patienten stod barfota på ett ben, med knäleden på både ståbenet och det "fria" benet böjda till ca 30° samt armarna i kors framför bröstet. Tre test, vart och ett under 20 sek, genomfördes på både det friska och det opererade benet. Det bästa försöket på varje ben registrerades.

Lårmuskelstyrka

Kin-Com® dynamometer (Chattex Corp., Chattanooga, TN, USA) användes för att mäta koncentrisk och excentrisk (bromsande) muskelkraft för både quadriceps- och hamstringsmuskulaturen på vinkelhastigheten 90°/s och mellan 10° och 90° knäflexion (24, 36). Ration mellan det opererade benet och det friska benet beräknades i procent.

Funktionellt knäscore för bedömning av främre knäsmärta

Ett formulär där patienterna själva fyllde i eventuell förekomst av främre knäsmärta vid olika aktiviteter användes.



Typ av övning	P4		P12		H4		H12	
	median	Nedre och övre kvartil	median	Nedre och övre kvartil	median	Nedre och övre kvartil	median	Nedre och övre kvartil
Bencurl, två ben	68.2	39.5 – 97.5	77.3	49.5 – 116.4	64.3	54.4 – 102.1	36.7	20.3 – 83.9
Ben curl, op-ben	13.6	0 – 38.5	11.15	0 – 31.6	1.6	0 – 10.9	0	0.0 – 22.4
Knäextension 90-40°	0	0 – 0.0	x	0 – 0	0	0 – 0.7	x	0 – 0
Knäextension 90-20°	0.5	0 – 1.3	x	0 – 0	1.3	0.7 – 1.5	x	0 – 0
Knäextension 90-0°	0.9	0 – 1.3	x	0 – 0	1.2	0.6 – 2.1	x	0 – 1.1
Knäextension med yttre motstånd	10.3	6.5 – 17.5	0.7	0 – 9.5	7.9	2.7 – 19	1.45	0 – 12.2
Tåhävningar, två ben	4,7	4.1 – 7.6	4.1	3.3 – 6.1	3.9	2.5 – 5.5	3.7	2.5 – 4.7
Tåhävningar, op-ben	0	0 – 2.3	1.1	0 – 3.9	0.6	0.0 – 2.8	0.6	0 – 2.6
Trappsteg upp, ner och enbens uppresning	3.1	0.0 – 4.9	2.6	0.9 – 5.7	2.1	0.6 – 3.5	1.9	0 – 3.9
Knäböj	16.8	7.9 – 36.6	20.9	12.8 – 58.2	17.6	5.6 – 23.3	13.2	4.6 – 21
Utfallssteg	0.9	0 – 2.8	0.4	0.0 – 2.8	0.3	0 – 1	2.4	1.3 – 4.6
Sittande benpress, 2 ben	124.1	83.5 – 185.3	117.2	36.3 – 208.2	57.9	0 – 120.4	33.8	0 – 176.6
Sittande benpress, op-ben	0	0 – 32.5	0	0.0 – 51	0	0 – 13.8	0	0 – 4.5
Balansträning på rörligt underlag (min)	59	33.5 – 77	59.5	29 – 108	45	25 – 64	36.5	23.5 – 78
Jogging och olika hopp (min)	0	0 – 10	0	0 – 0	0	0 – 9	0	0 – 0.4
Trappmaskin	6	0 – 30	15	3 – 40	2	0 – 20	12.5	0 – 43
Aktiv slutsträckning 30°-0° (min)	150	0 – 330	224,5	110 – 435	180	120 – 390	180	120 – 240
Antal rehabiliteringstillfällen 0-3 månader postop	19	16.5-23,5	22	19-23	18.5	15-24	17	16-21

Tabell 3. Träningsvolym (set*repetitioner*belastning) dividerat med individens kroppsvikt för respektive undergrupp av patienter (P4, P12, H4 och H12) under den 4:e till den 12:e postoperativa rehabiliteringsveckan.

des (35). Detta formulär har tidigare specificerats för att registrera möjlig främre knäsmärta i denna patient-grupp.

RESULTAT

Inga signifikanta skillnader påvisades vad gäller främre knäledslaxitet, lårmuskelstyrka och posturalt svaj beroende på om patienten var opererad i sitt vänstra eller högra knä.

Rörelseomfång, posturalt svaj/balans och främre knäsmärta

Inga signifikanta skillnader påvisades vad gäller knäledsextension eller knäledsflexion förelåg mellan de fyra grupperna vid 3, 5 eller 7-månadersuppföljningen. Inga signifikanta skillnader mellan grupperna påvisades vid något av mät-tillfällena vad gäller balans ($P=0.23$) och främre knäsmärta.

	P4 Medel (CI)	P12 Medel (CI)	H4 ^{a)} Medel (CI)	H12 Medel (CI)
3 mån postop	1.1 (0.46-1.83)	1.2 (0.4-1.87)	2.3 (1.67-3.01)	0.9 (0.08-1.73)
5 mån postop	1.6 (0.85-2.39)	1.3 (0.5-2.12)	2.5 (1.78-3.2)	1.3 (0.5-2.17)
7 mån postop	1.3 (0.49-2.03)	1.3 (0.6-2.06)	2.3 (1.53-3.0)	1.2 (0.3-2.1)

Tabell 4. KT-1000 mätning av främre knäledslaxitet vid sk max manual test (mm). Skillnaden i medeltal för gruppen mellan friskt och opererat knä och konfidensintervall (CI) vid varje uppföljning är presenterat.

^{a)} Skillnaden i medeltal över tid jämfört med P4 gruppen = 1.0 mm ($P=0.04$), H12 gruppen = 1,2 mm ($P=0.02$) och P12 gruppen = 1.0 mm ($P=0.06$)

Främre knäledslaxitet

Ingen signifikant sidoskillnad vad gäller främre knäledslaxitet mellan grupperna sågs före operation ($P=0.87$). Vid jämförelse av P4-gruppen och H4-gruppen (tidig start av OKC-träning för quadriceps) uppvisade H4-gruppen 1,0 mm större sidoskillnad ($P=0.04$). Vid jämförelse av H4-gruppen och H12-gruppen

var knäledslaxiteten i H4-gruppen 1,2 mm större än i H12-gruppen ($P=0.02$) (Tabell 4 och Figur 4).

Pivot shift

Före operation förelåg ingen signifikant gruppskillnad vad gäller Pivot Shift ($P=0.27$). Vid 3-månaders och 7-månaders uppföljning påvisades en signifi-

kant högre grad av laxitet i H4-gruppen jämfört med P4-gruppen ($P=0.04$), men inte vid 5-månaders uppföljning ($P=0.07$). Ingen statistisk säkerställd skillnad kunde påvisas vid några andra jämförelser. (Tabell 5).

Lårmuskelstyrka

Signifikanta skillnader mellan grupperna över tid förelåg för muskelstyrka i både quadriceps ($P<0.001$) och i hamstrings ($P<0.001$) (Figur 2 och 3).

DISKUSSION

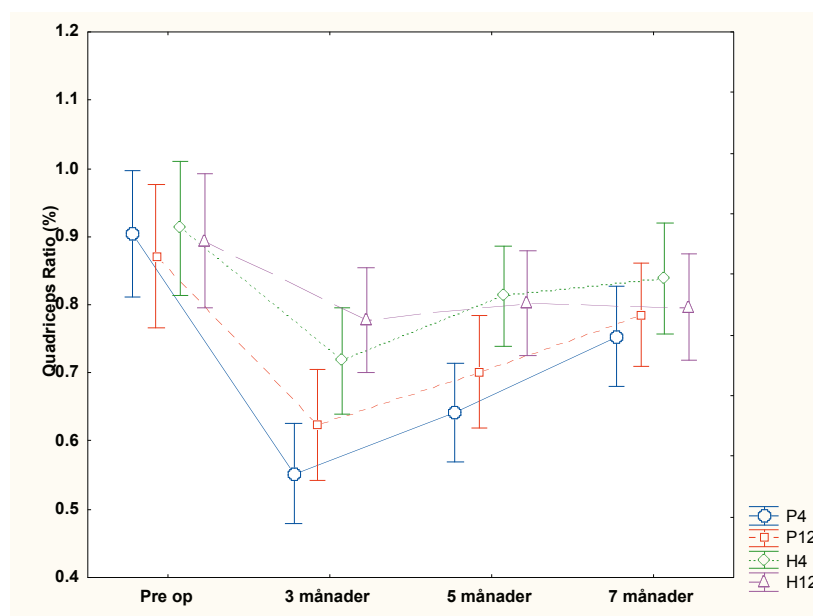
Syftet med denna studie var att utvärdera om tidig start jämfört med sen start av OKC-träning för quadriceps skulle resultera i skillnader gällande olika mätvariabler. Ytterligare ett syfte var att i den tidiga fasen efter främre korsbandsrekonstruktion studera om det fanns några skillnader i dessa mätvariabler hos patienter opererade antingen med graft från patellarsenan eller från hamstrings. Därför valdes dessa relativt täta tillfällen under de första sju månaderna. Med hjälp av denna studiedesign kan man sannolikt få information om eventuella skillnader och/eller likheter som finns under en "normal" rehabiliteringsperiod efter främre korsbandsrekonstruktion.

Det huvudsakliga fyndet i denna studie vara att tidig start av OKC-träning för quadriceps hos patienter opererade med graft från patellarsenan inte skiljde sig åt vad gäller knäledslaxitet från de som startade sent. Detta är i överensstämmelse med andra författare (5,21). I kontrast till detta resultat uppvisade de patienter som hade rekonstruerats med graft från hamstringssenan att tidig start av quadricepträning med OKC resulterade i signifikant högre grad av knäledslaxitet jämfört med sen start samt jämfört med de patienter som var opererade med patellarsengraft och påbörjade tidig OKC-träning. Den uppmätta skillnaden på 1,0-1,2 mm kan anses som relativt liten och kan därför sannolikt ifrågasättas ur klinisk synpunkt. Det är emellertid inte klarlagt hur mycket och om en sådan ökad knäledslaxitet kan spela roll vid utövandet av sporter med höga krav på precision.

Återhämtningen av kraften i quadricepsmuskeln påverkades inte av tidig start av OKC-träning för quadriceps, vare sig för de patienter som rekonstruerats med graft från patellarsenan eller från hamstrings. Däremot när data analyserades utifrån vilket graft som patienterna hade rekonstruerats med sågs tydliga skillnader i kraftutveckling. De patienter som hade rekonstruerats

	P4 n (%)	P12 n (%)	H4 n (%)	H12 n (%)
Utvärderade patienter (n)	15	15	16	16
Preop 1	2 (13)	-	-	-
2	3 (20)	9 (60)	7 (44)	5 (31)
3	8 (53)	6 (40)	8 (50)	10 (62,5)
4	2 (13)	-	1 (6)	1 (6)
Utvärderade patienter (n)	18	14	16	14
3 mån 1	12 (67)	8 (57)	2 (12,5)	8 (57)
2	5 (28)	6 (43)	12 (75)	6 (43)
3	1 (5)	-	2 (12,5)	-
4	-	-	-	-
Utvärderade patienter (n)	14	12	15	14
5 mån 1	7 (50)	9 (75)	5 (33)	3 (21)
2	7 (50)	2 (17)	10 (67)	10 (71)
3	-	1 (8)	-	1 (7)
4	-	-	-	-
Utvärderade patienter (n)	13	14	14	13
7 mån 1	11 (85)	10 (71)	4 (29)	7 (54)
2	2 (15)	4 (29)	8 (57)	6 (46)
3	-	-	2 (14)	-
4	-	-	-	-

Tabell 5. Antal och procent (%) patienter med Pivot Shift, vid 3 månader, 5 månader och 7 månader postoperativt enligt IKDCs klassifikation.



Figur 2. Quadriceps styrka ratio (opererat/frisk knä) (medelvärde och CI) preoperativt, vid 3, 5 och 7 månader postoperativt för P4, P12, H4 och H12 gruppen.

P-värden vid uppföljning:

Pre op) alla jämförelser = n.s

3 mån) P4 vs H4 = 0.012

P12 vs H12 = 0.04;

5 mån) P4 vs H4 = 0.005

alla andra jämförelser = n.s

7 mån) alla andra jämförelser = n.s

P4 vs H12 = 0.0006

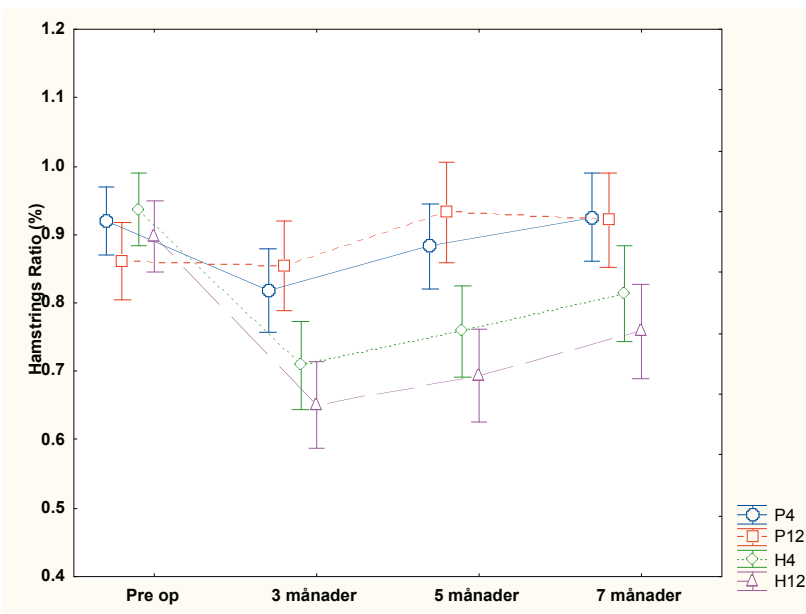
alla andra jämförelser = n.s

P4 vs H12 = 0.012,

med graft från hamstringssenan var signifikant starkare under hela uppföljningstiden i quadricepsmuskeln och de patienter som hade rekonstruerats med graft från patellarsenan var signifikant starkare i hamstringsmuskulaturen. Detta verkar naturligtvis logiskt då

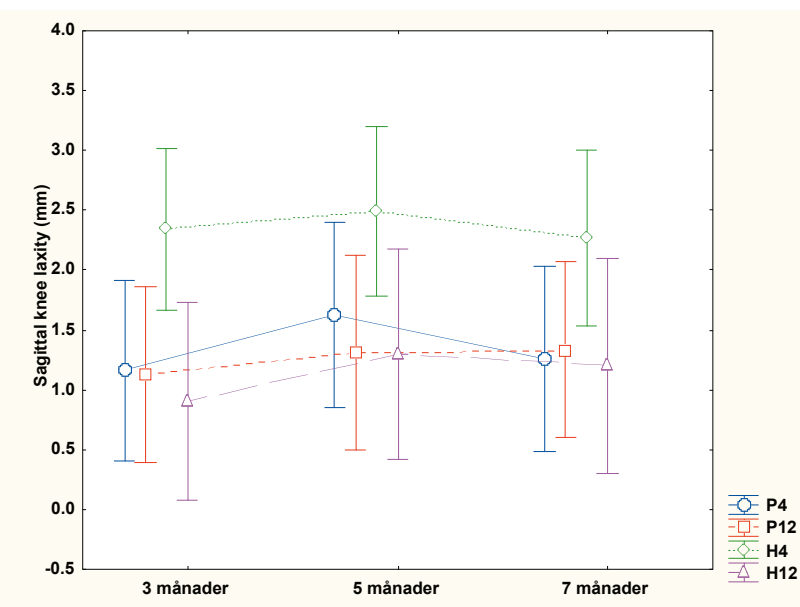
patellarsenan är quadricepsmuskeln sena.

Att inte styrkan i quadricepsmuskeln påverkades positivt av tidig start av OKC-träning för quadriceps står i motsatsförhållande till Mikkelsen och medarbetares studie (28). En anledning



Figur 3. Hamstrings styrka ratio (opererat/friskt knä) (medelvärde och CI) preoperativt, vid 3, 5 och 7 månader postoperativt för P4, P12, H4 och H12 gruppen.

<i>P-värden vid uppföljning:</i>		Pre op)	alla jämförelser = n.s	
	3 mån)	P4 vs H12 = 0.01		P12 vs H12 = 0.0006
		P12 vs H4 = 0.01		
		alla andra jämförelser = n.s		
	5 mån)	P4 vs H4 = 0.04		P4 vs H12 = 0.0006
		P12 vs H4 = 0.003		P12 vs H12 = 0.0006
		alla andra jämförelser = n.s		
	7 mån)	P4 vs H12 = 0.003		P12 vs H12 = 0.006
		alla andra jämförelser = n.s		



Figur 4. Skillnaden i främre knäledslaxitet (mm) (medelvärde och CI) mellan den opererade och den friska knäleden vid 3, 5, och 7 månader postoperativt för P4, P12, H4 och H12 gruppen.

tion med patellarsenegrift oftare anger främre knäsmärta än patienter med hamstringsgrift (12,23). Detta anses bero på s.k. smärtinhibition (4,9). Flertalet av dessa studier är emellertid retrospektiva. Det s.k. 'knee-walking testet' har på senare år föreslagits som ett kriterium på knäsmärta (10,25). Eftersom den funktionella knäscore som användes i föreliggande undersökning inte inkluderar gång på knäna, så kan detta till viss del förklara att vi inte fann några skillnader i främre knäsmärta.

S.k. compliance under rehabiliteringen, d.v.s. i hur hög grad patienten verkligen genomför sin rehabilitering, är sällan redovisad i litteraturen. Generellt brukar man beskriva graden av yttre belastning/motstånd i samband med träning som "one repetition maximum" (1 RM) eller som träningsvolym (set*repetitioner*kg) (14). Efter rekonstruktion av det främre korsbandet bör man dock ej testa ut lämplig belastning utifrån 1 RM, eftersom detta torde kunna äventyra rekonstruktionen. Av den anledningen kan träningsvolym vara ett lämpligare sätt att registrera vad en patient verkligen har presterat under en specifik träningsperiod.

Konklusion

Sammanfattningsvis, har denna undersökning introducerat viss ny kunskap vad gäller rehabilitering efter främre korsbandsrekonstruktion genom att visa att tidig start av OKC-träning för quadriceps kan resultera i ökad knäledslaxitet hos patienter opererade med graft från hamstringssenan. Vi fann vidare att tidig start av OKC-träning för quadriceps ej påverkade quadricepsstyrkan jämfört med sen start. Ej heller påvisades någon skillnad i rörelseinskränkning, posturalt svaj och främre knäsmärta. Baserat på dessa resultat föreslår vi att rehabilitering efter främre korsbandsrekonstruktion med hamstringsgrift ej bör inkludera tidig start av OKC-träning för quadriceps. Utifrån denna studie kan vi emellertid ej besvara frågan om när quadricepträning enligt OKC kan påbörjas för att inte äventyra knäledens stabilitet.

Fullständig referenslista finns att rekvirera från författaren eller CIF.

För kontakt:

Annette Heijne

Telefon: 08-524 888 37

Telefax: 08-748 92 64

E-Mail: annette.heijne@ki.se

till detta kan vara att patienterna i föreliggande studie tränade i vanliga träningsmaskiner till skillnad från patienterna i studien av Mikkelsen och medarbetare som tränade isokinetiskt. Vid träning med fria vikter eller i vissa vanliga träningsmaskiner blir ibland

motståndet på quadricepsmuskeln förhållandevis lågt, där muskeln är som starkast, vilket sannolikt resulterar i en något mindre effektiv träning jämfört med vid isokinetisk träningsmodul.

Det har tidigare rapporterats att patienter som genomgått rekonstruk-

POSTTIDNING B-POST

BEGRÄNSAD EFTERSÄNDNING

Vid definitiv eftersändning återsändes försändelsen med nya adressen på adressidan

AVSÄNDARE: CIF, Box 5626, 114 86 Stockholm

Vårmöte Stockholm 24-26 april 2008

TEMA:

Service till idrotten!

Välkommen till
ett möte med ett
högintressant,
aktuellt program



- **Idrottsmedicin på fältet**
Hur bör vi förebygga skador och hur bör vi ta hand om idrottsutövarna då skadan är ett faktum?
- **Hälsa och idrott**
Vilken preventiv roll har fysisk aktivitet på sikt vad gäller t ex hjärt-kärlsjukdomar, osteoporos och diabetes?
- **Broskskador och artros**
Vilken roll spelar idrotten eller idrottsskadan?
- **Traumatiska axelskador**
Vilken är "up-to-date" behandlingen vid microtraumatiska skador i axelleden?
- **Kvinnor och idrott**
Vilken inverkan har hormonmönstret på prestation å ena sidan och skador å den andra?

Föreläsningar inklusive symposier, paneldebatter, forskningsrapporter och "Key Note"-föredrag kommer att förläggas till två parallella salar och i en tredje sal ges möjlighet att "live" följa en rad olika operationer!

- **Idrott och hälsa hos skolungdom**
Hur fysiskt aktiva är dagens skolungdomar? Hur mår de? Hur bör fysisk träning bedrivas med betoning på muskelstyrka – finns evidens?
- **Live-operationer**
Den senaste kirurgin inom idrotts-traumatologi!
- **Stretching – positivt eller negativt?**
- **Patellofemoralt smärtsyndrom**
Vilken patient har Du framför Dig? Dags att individualisera behandlingen! Var står vi idag?
- **Återgång till idrott**
När? Vilka kriterier bör vara uppfyllda? Hur kan vi bedöma/mäta om den skadade är redo för idrottsåtergång?

Lokal: Capiro Artro Clinic, Sophiahemmet

Du som är morgonpigg – varför inte delta i någon av våra instruktionskurser mellan kl 7.30-8.15 på fredagsmorgonen!
Här kan Du välja mellan

Idrottsmedicin – specialitet för läkare – Vilka är kraven? Hur går jag tillväga?

Klinisk leddiagnostik – Vilka undersökningsmetoder/tester bör vi använda för diagnostisering av skada/besvär från knä respektive skuldra?

Evidensbaserad idrottsmedicin – Vad menas med det?

Patellartendinopati – Vad är senaste nytt om behandlingen?

Core stability – För vem, varför och hur?

Välkommen att bevista ett fullspäckat vetenskapligt program på Vårmötet i Stockholm den 24-26 april!

www.svenskidrottsmedicin.se

