

24 *Träning och överträning*

LI TSAI-FELLÄNDER

Tävling på elitnivå i uthållighetsidrotter fordrar en stor träningsinsats. Till följd av detta sker såväl akuta som kroniska förändringar i metabolismen i flera olika organ. I de flesta fall anpassar sig idrottsmannen till den fysiska belastning som träningen innebär utan att några "biverkningar" av träningen observeras. Ibland sker dock en störning med ökad skadeincidens, formsvackor, ökad infektionsbenägenhet och ökad uttrötthet. Orsakerna kan vara många, men helt klart hänger förändringarna i kroppens olika organsystem ihop. Det är alltså nödvändigt att studera utmattnings- och återhämtningsprocesser ur dietära, metaboliska, muskulära, endokrina, reproduktiva och immunologiska perspektiv. Förhoppningen är att man genom ökad kunskap skall kunna karakterisera och på ett tidigt stadium diagnostisera och därmed förebygga de potentiellt allvarliga "biverkningarna".

Detta kapitel fokuserar på de dietära, muskulära och endokrina svaren till följd av fysisk aktivitet.

Överträning – bakgrund och symtom

Överträning är ett resultat av för mycket högintensiv träning och/eller för lite återhämtning, ofta i kombination med annan stress. Detta tillstånd är speciellt vanligt bland uthållighetsidrottare, t.ex. långdistanslöpare, längdskidåkare och orienterare. Kardinalsymtomet är sänkt prestationsförmåga trots ökad

eller oförändrad träningsnivå parallellt med ökad uttrötthet tillsammans med andra symtom på stress.

Fysisk träning kan orsaka störningar både på cellulär och organnivå. Under återhämtningsperioden är det viktigt att balansen återställs innan träningen återupptas, annars finns risk för överträning. En av idrottstränarens svåraste uppgifter är att balansera omfattningen och intensiteten av träningen så att den individuella idrottsmannens återhämtningskapacitet och förmåga att tolerera träning inte överskrids. Många gånger inträffar överträning just under förberedelserna inför viktiga tävlingar, vilket medför att idrottsmannen ofta upplever hela säsongen som förstörd. De mest framgångsrika tränarna och idrottsutövarna är därför ofta de som lyckas optimera träningen så att maximal träning genomförs utan att gränsen för individens återhämtningsförmåga passeras.

Överträningssyndromet kan kliniskt delas upp i två typer: det sympatiska och det parasympatiska. Det förra reflekterar en utdragen stressreaktion och det senare representerar avancerad överträning med utmattning av det neuroendokrina systemet. De sympatiska symtomen innefattar allt från ökad vilopuls, vikttnedgång, sömnstörningar, försämrad normalisering av pulsen efter arbete till emotionell instabilitet och förhöjd basalmetabolism (tabell 24.1). Till de parasympatiska symtomen hör anemi, lågt blodtryck, störda gastrointestinala funktioner, ökad uttrötthet, låg vilopuls samt snabb återgång av pulsen till normal frekvens efter ansträngning (tabell 24.1). De parasympatiska symtomen är kliniskt sett ofta mindre

Tabell 24.1. Överträningssymtom.

Endokrina/biokemiska

- Ökade kortisolnivåer
- Sänkta testosteronnivåer
- Sänkt LH-pulsatilitet
- Mer än 30% sänkning i kvoten fritt testosteron/kortisol
- Sänkt muskeltglykogenkoncentration
- Sänkt hemoglobin
- Negativ kvävebalans

Prestationsrelaterade

- Sänkt prestationsförmåga
- Förlängd återhämningsperiod
- Försämrad koordination
- Ökad vilopuls
- Sänkt vilopuls
- Långsam normalisering av pulsen efter aktivitet
- Snabb normalisering av pulsen efter aktivitet
- Ökad syrekonsumention vid submaximalt arbete
- Ökad andningsfrekvens vid submaximalt arbete
- Ökad hjärtfrekvens vid submaximalt arbete
- Sänkt maximal prestationsförmåga

Psykologiska

- Depression
- Apati
- Sömnstörningar
- Emotionell instabilitet
- Aptitlöshet

Immunologiska

- Ökad infektionsbenägenhet
- Endagsförkylningar
- Sänkta lymfocyttnivåer
- Reaktivering av herpesinfektioner

Övriga

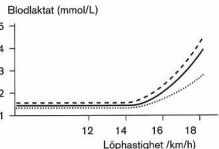
- Viktnedgång
- Lågt blodtryck
- Störda gastrointestinala funktioner

alarmerande än de sympatiska och kan i vissa fall, t.ex. vad gäller pulsen, tolkas som positiv tränings effekt snarare än överträning.

Metabola tränings effekter – kolhydrat- och fettmetabolism

Muskeltglykogenet är avgörande för den muskulära prestationsförmågan under fysiskt arbete. Den övertränade idrottsmannen kan inte genomföra vare sig aerob eller anaerob träning

vid intensiteter nära den maximala syreupptagningsförmågan. Detta har satts i samband med att muskeltglykogenet sjunker vid överträning. Samtidigt sker också en högerförskjutning av laktatprofilen, dvs. mindre laktat produceras vid en given arbetsbelastning (figur 24.1). I analogi med detta har man visat att den övertränade idrottaren har låg submaximal och maximal laktatproduktion vid både träning och tävling. Många försök har gjorts att med hjälp av laktatkurvor skapa aeroba och anaeroba trösklar eller tröskelzoner som skulle kunna definiera olika träningsintensiteter och därmed göra denna optimal. Detta har dock kunnat leda till orealistiskt hård träning som snarare ökat risken för överträning, vilket belyses nedan. Ett objektivi mått på positiv tränings effekt är en högerförskjuten laktatkurva, dvs. laktatproduktionen minskar vid en given belastning. Detta sammanfaller dock med laktatsvaret vid minskade glykogennivåer och överträning, dvs. högerförskjuten laktatkurva (figur 24.1). Samtidigt minskar också den maximala arbetsintensiteten och de maximala laktatnivåerna. Det förefaller alltså som om det är en flytande övergång mellan optimal träning och överträning. En högerförskjuten laktatkurva kan således vara ett observandum på hotande överträning. Under återhämtningen efter en överträningsperiod har man observerat hur laktatkurvan åter vänsterförskjuts i takt med att den maximala prestationsförmågan förbättras.



Figur 24.1. Laktatutvecklingen i perifert blod under ökande arbetsbelastning. Laktatutvecklingen i normala fall (heldragen kurva), vid överträning och låga muskeltglykogennivåer (prickad kurva) och efter kolhydratladdning (streckad kurva).

Könsskillnader i fettmetabolism

Vad gäller fettmetabolismen efter träning är svaret av katekolaminstimulering på lipolysen könsspecifik. Till skillnad från kvinnor har män en större förmåga att anpassa lipolysen i glutealregionen till substratkraven vid fysisk aktivitet. Fysisk träning ger med andra ord hos män en ökad lipolys glutealt och därmed ökad substratfrisättning, medan detta inte ses hos kvinnor. Hårddraget kan detta tolkas så att träning av glutealregionen inte är lika effektiv hos kvinnor som hos män.

Endokrina träningseffekter

Uthållighetsträning kan resultera i störd reproduktionsfysiologi och endokrinologi. Detta är speciellt framträdande hos kvinnliga uthållighetsidrottare som har hög incidens av menstruationsrubbingar och förändrade hormonnivåer. Även män som utsatts för stora träningsvolymen under årtal drabbas dock av förändringar i androgenprofilen i samband med träning. Vad gäller den statiska hormonprofilen, dvs. basala nivåerna, har lägre nivåer av såväl totalt som fritt testosteron observerats hos den uthållighetstränade mannen. Man har funnit värden som endast motsvarat mellan 70% och 80% av icke tränade kontrollers nivåer, trots att sex hormone binding globuline (SHBG) inte skiljde sig signifikant.

Märkligt nog har även uthållighetsidrottare lägre testosteronnivåer än tyngdlyftande kontroller. Brottare däremot hamnar i mellanställning och har lägre testosteronnivåer än tyngdlyftare men högre än uthållighetsidrottare. Det förefaller alltså som om kraftidrottare har högre androgennivåer än uthållighetsidrottare. En berättigad fråga är naturligtvis om doping kan vara en orsak. De studier som ligger till grund för dessa fynd är dock på säkerställt dopingfria män. Även hos otränade män som utsatts för aerob uthållighetsträning parallellt med intervallträning sjunker serumtestosteron med mellan 20 och 40% efter 2–6 veckor. Efter 8 veckors träning börjar dock nivåerna återvända till ursprungsvärdena.

Även den dynamiska hormonprofilen påverkas av träning. Långdistanslöpare har lägre testosteronnivåer och även en lägre LH-pulsatilitet och -amplitud än kontroller. Likaså har den hypofysära känsligheten för exogen GnRH-stimulering visats vara lägre hos maratonlöpare.

Det akuta endokrina svaret till följd av fysisk aktivitet är mycket väl kartlagt. Generellt kan sägas att träning av kort duration nära den maximala syreupptagningsförmågan leder till akut ökning av testosteron och kortisol i serum. Flera mekanismer kan här vara involverade. Förutom hemokoncentration eller en minskad utsöndring på grund av redistribuktion av blodflödet kan även en ökad produktion till följd av katekolaminpåslag vara orsakande faktorer. Efter submaximalt arbete har såväl höjda, sänkta som oförändrade testosteronnivåer rapporterats. De skilda resultaten kan vara en följd av olika testprocedurer, t.ex. olika arbetsintensitet och duration. Mekaniserna bakom dessa förändringar kan också vara hemokoncentration, förändrad testikulär produktion och sekretion samt även förändrat leverblodflöde med ändrad metabolism.

Kunskapen om den biologiska effekten av dessa testosteronförändringar är begränsad och tillgängliga data är tvetydiga. Vissa studier, om än begränsade, har rapporterat oligozoospermi hos 10% av uthållighetstränande män parallellt med låga testosteronnivåer. Å andra sidan finns studier som inte kunnat visa någon reduktion i spermieantal och viabilitet efter intensiv träning.

Kvoten mellan fritt testosteron och kortisol har föreslagits som en indikator på anabol och katabol hormonbalans. Bakgrunden är att man funnit att låga androgennivåer ökar bindningen av kortisol till muskelvävnad, sannolikt på grund av en ökad mängd kortisolreceptorer. Detta i kombination med den akuta ökningen av kortisol efter uthållighetsträning skulle kunna leda till en situation där katabolismen dominerar över anabolismen i muskelcellerna. Uthållighetsidrottande män som uppvisade kliniska tecken på överträning hade en sänkning av kvoten med minst 30%. Man har

försökt utvärdera denna kvot rent praktiskt idrottsmedicinskt för att klargöra om den skulle kunna reflektera träningsgraden och på ett tidigt stadium kunna diagnostisera överträning hos uthållighetsidrottare som inte visar klara tecken på överträning. Inga signifikanta fluktuationer i denna kvot uppträdde under ett normalt träningsår hos orienterare och längdskidåkare. Det är möjligt att mer extrema förhållanden skulle ge utslag. Om man i stället betraktar kortisol under ett träningsår finner man att de manliga uthållighetsidrottarna ligger ganska konstant i sina nivåer, medan kvinnorna dels hade högre basalnivåer under hela året, dels ökade kortisolvåer under tävlingssäsongen, dvs. under den mest fysiskt krävande tiden. Detta visar alltså att männen och kvinnorna svarade olika på sin träning trots relativt sett jämförbara träningsmängder.

För att undersöka hur olika mått på anabolism och katabolism varierar har man gjort försök att utvärdera kvoten i relation till muskelglykogennivåer. Kvoten fritt testosteron/kortisol och muskelglykogennivåer mättes under en 14 km orienteringstävling. Båge nivåerna sjönk naturligtvis under loppet, men kvoten fritt testosteron/kortisol var återställd redan efter 4 timmar, medan det tog 24 timmar för muskelglykogenet att återgå till normala nivåer. Hormonsvaret var här inte beroende av dygnsvariationen. Det är alltså helt klart att olika återhämtningsprocesser måste beaktas separat eftersom de inte förlöper parallellt. Komplexiteten vad gäller eventuella biologiska markörer för att diagnostisera överträning framkommer också helt klart.

Förberedelse för uthållighetsprestation

Effekter av kolhydratuppladdning

Huruvida kolhydrat- eller fettmetabolism dominerar vid arbete är avhängigt av flera fak-

torer. Förutom arbetsintensiteten i relation till den individuella maximala aeroba prestationsförmågan har även kostsammansättningen stor betydelse. Under de första minuterna av fysiskt arbete vid en normal kost dominerar kolhydrater som substrat i metabolismen. Dietära kolhydrater spelar en central roll för prestationsförmågan hos människa, eftersom lever- och muskelglykogennivåerna enbart beror på tillförsel via kosten till skillnad från vissa djurarter, t.ex. råttan, som kan resyntetisera glykogen från prekursorer såsom glycerol och laktat.

Enzymet glykogensyntetas reglerar glykogensyntesen i muskler, och dess aktivitet beror på såväl hormonella som icke hormonella faktorer. Muskelglykogennivåerna är negativt korrelerade till glykogensyntetasaktiviteten. Detta innebär att enzymet aktiveras vid låga glykogennivåer. Såväl insulin som glukostillförsel kan också aktivera glykogensyntetas. Högst glykogensyntes föreligger alltså vid glykogenfattiga förhållanden under samtidig glukostillförsel. Detta faktum har medfört att man tidigare försökte "supermaximera" muskelglykogennivåerna i samband med t.ex. maratonlopp. Det innebär rent praktiskt att man tränar maximalt under samtidig kolhydratkärens i kosten med enbart protein- och fettstillförsel. Visserligen ökar glykogennivåerna över det normala, men den katabola effekten på muskelproteinerna som blir effekten av glykogenrönnigen leder ändå till att en nettoeffekt uteblir. En annan önskad effekt kan också vara att det ökade glykogenet binder vatten och att kroppsvikten ökar, vilket ju inte är önskvärt. Man rekommenderar nu i stället att träningen minskas under de sista tre dagarna före ett långdistanslopp och att energi- och kolhydratmängden i födan samtidigt ökas. Detta skulle i och för sig kunna leda till en ökad lipogenes och därmed ökad mängd kroppsfett, men man har ändå antagit att denna potentiellt negativa effekt kompenseras av det positiva i att starta ett långlopp med helt fyllda lever- och muskelglykogendepåer.

Vid långvarigt fysiskt arbete med relativt sett låg intensitet dominerar oxideringen av fria fettsyror som bränsle till arbetande muskel.

Om arbetsintensiteten däremot ligger över 95% av den maximala syreupptagningsförmågan dominerar kolhydrater, och vid arbete över 70% av den maximala syreupptagningsförmågan är de initiala glykogennivåerna avhängiga av förmågan att genomföra arbete i mer än en timme. Andelen kolhydrater och fett i födan är också avgörande för huruvida kolhydrat- eller fettmetabolism dominerar vid arbete. Vid ett normalt kostintag svarar fettmetabolismen för 50–60% av energiförsörjningen under aerobt arbete. Efter maximalt aerobt arbete, dvs. efter ungefär tre timmar, ökar andelen fett ytterligare till ca 66%. Vid tyngre arbete, där en större del av arbetet sker anaerobt, ökar däremot andelen energi från kolhydrater. Efter intag av en diet med högt fettinnehåll och lågt kolhydratinnehåll (< 5%) minskar prestationsförmågan avsevärt parallellt med den respiratoriska kvoten. Mellan 70 och 99% av energin härrör då från fettförbränning och den maximala aeroba arbetstiden sjunker till ungefär 1,5 timmar. Om däremot en kolhydratrik kost, med 90 % energi från kolhydrater, intas ökar den maximala aeroba arbetstiden till ca fyra timmar, dvs. nästan tre gånger så länge som efter en fettdominerad kost. Initialt svarar fett för ca 25–30 % av bränslet, men under slutfasen av arbetet ökar andelen till ca 60%.

Vad gäller arbetsintensiteten ökar energiandelen från kolhydrater ju närmare individens maximala kapacitet man närmar sig. I slutet av arbetet består den enbart av kolhydrater. Detta sammanhänger helt med syretillgången; ju mer anaerobt arbetet blir, dvs. ju mer man närmar sig maxkapaciteten, desto viktigare blir kolhydraterna på grund av att fettmetabolismen fordrar syre till skillnad från kolhydratmetabolismen, där ju laktat kan bildas under anaeroba förhållanden.

Det är således självklart att en kolhydratrik kost under tiden före tävling rustar bättre för uthållighetsprestationen än en protein- och fettrik kost. Däremot kan intag av kolhydrater

timmarna före prestationen avsevärt försämra denna på grund av det resulterande insulinpåslaget med reaktiv hypoglykemi.

En minskning av fettintaget från 40 till 30 energiprocent och en samtidig ökning av kolhydratintaget från 45 till 55 energiprocent hos ishockeyspelare under en säsong ledde till ökade värden av totalt och icke SHBG-bundet serumtestosteron, SHBG och kortisol. Detta skulle kunna bero på en relativt sett negativ energibalans tillsammans med utbytet av fett mot kolhydrater. Effekten av dessa hormonella förändringar på prestationsförmågan är naturligtvis inte helt säker, men en positiv effekt kunde inte uteslutas om man rent objektivt studerade dessa ishockeyspelares tävlingsresultat.

Litteratur

- ADLERCREUTZ, H., HÄRKÖNEN, M., KUOPPA-SALMI, K., NÄVERI, H., HUHTANIEMI, I., TIKKANEN, H., REMES, K., DESSYPRIS, A. & KARVONEN, J.: Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *Int. J. Sports Med.* 7: 27–28, 1986.
- CHRISTENSEN, E.H. & HANSEN, O.: Arbeitsfähigkeit und Ernährung. *Scand. Arch. Physiol.* 81: 160–171, 1939.
- COSTILL, D.L.: Carbohydrates for exercise: Dietary demands for optimal performance. *Int. J. Sports Med.* 9: 1–18, 1988.
- FRY, R.W., MORTON, A.R. & KEAST, D.: Overtraining in athletes. *Sports Medicine* 12: 32–65, 1991.
- HACKNEY, A.C.: Endurance training and testosterone levels. *Sports Medicine* 8: 117–127, 1989.
- TEGELMAN, R., ÅBERG, T., POUSSETTE, Å. & CARLSTRÖM, K.: Effects of a diet regimen on pituitary and steroid hormones in male ice hockey players. *Int. J. Sports Med.* 13: 424–430, 1992.
- TSAI, L.: *Anabolic and catabolic hormones in relation to physical stress in endurance athletes*. Akademisk avhandling, Karolinska Institutet, 1992.
- WAHRENBERG, H., BOLINDER, J. & ÅRNER, P.: Adrenergic regulation of lipolysis in human fat cells during exercise. *Eur. J. Clin. Invest.* 21: 534–541, 1991.