



"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 MATTSOON^{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 friidrottare. 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



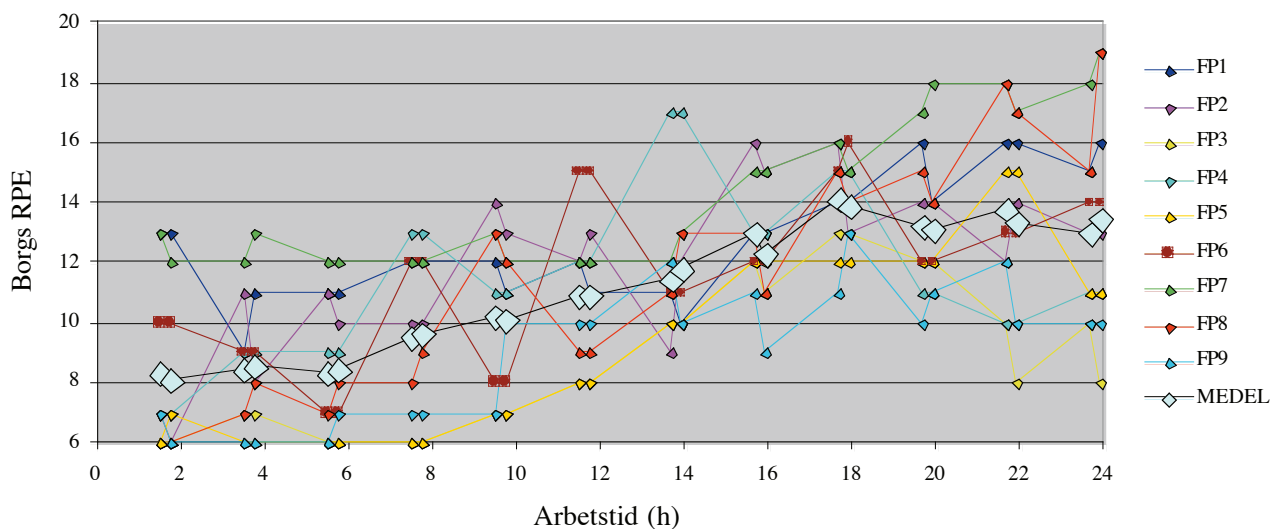
Exempel på grenar som kan ingå i multisport (Adventure Racing). Foto: Peder Sundström

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 Sahlins 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-timmartestet. 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 idrottskvinnor 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 VO_{2peak} 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 VO_{2max} . Den ofta använda registrering av 4 mmol gränsen låg hos mer än hälften av dessa idrottare över 90 % av VO_{2max} ! 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 Heman 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



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



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.