

Multisportens fysiologi

Hur klarar kroppen flera dygn av tävling med relativt hög intensitet? Multisportare genomför sina lopp, men enligt traditionella fysiologiska förklaringsmodeller borde de ramla ihop av utmattning långt innan målgång. I vårt projekt ser vi hur kroppen och hjärtat istället anpassar sig till ansträngningarna utan några tecken på hjärtmuskelskador.



C. Mikael Mattsson
Åstrandlaboratoriet, Gymnastik- och idrottshögskolan, samt
Institutionen för fysiologi och farmakologi, Karolinska Institutet

MULTISPORT ÄR EN relativt ny och liten sport så den vetenskapliga kunskapen är ännu mycket begränsad. När vårt projekt startade år 2005, fanns det mindre än femton fackgranskade studier, som alla handlade om medicinska aspekter som skador och infektionssjukdomar i samband med tävlingar. Lyckligtvis har även några andra forskargrupper under de senaste fem till sex åren publicerat studier som bidragit till att öka den vetenskapliga kunskapen inom detta område. Tyvärr är även dessa artiklar nästan alltid baserade på uppgifter som samlats in före och efter tävlingar. Mätningar under själva arbetet saknas alltså. Ytterligare ett problem vid den här typen av forskning är att det normalt inte finns någon möjlighet att kontrollera till exempel arbetsbelastning, vila, sömn och kost vid tävlingssituationer. För att försöka täppa till denna lucka har vi under projektets gång testat multisportare före, under och efter fem olika försöksupplägg. Längden på uppläggarna har varit mellan 12 och 160 timmar, och genomförts antingen i samband med riktiga tävlingar eller som standardiserade simulerade tävlingar.

Atleterna

I många idrotter finns det en tydlig kravprofil. Utövarna vet att det i långdistanslöpning är en fördel att vara liten med liten mängd kroppsfett och ha ett högt kroppsviktsrelaterat syreupptag (test-

värde). På samma sätt är det en fördel för roddaren att vara stor, stark och med ett högt absolut syreupptag. En av våra första ansatser var att försöka hitta karaktärsdrag för de bästa multisportarna. Tester på de bästa svenska herrarna pekade mot att de var stora och med hög fettprocent jämfört med andra uthållighetsidrottare (cirka 180 cm långa, vägde mer än 80 kg och med 12-20 procent fett). Det verifierades genom mätningar av samtliga deltagare i 5-7-dygnstävlingen Adventure Racing World Championship (ARWC) i Sverige 2006, där herrarna i de fem högst placerade lagen i snitt vägde 83 kg medan de i de fem sämst placerade (fullföljande) lagen endast vägde 74 kg. En av förklaringarna kan vara att deltagarna i multisport måste bära med sig en viss mängd utrustning och ryggsäcken väger då procentuellt sätt mindre på en stor person. En annan anledning kan vara ett behov av både större fett- och muskelmassa. På grund av att tävlingarna är oerhört slitsamma är vår hypotes att deltagarna har en fördel av musklerna som en form av rustning för att undvika att bli skadade. Fettet å andra sidan behövs som energireserv. Vi har visat att atleterna gör av med 18 000 kcal under ett dygn och 13 000 kcal/dygn under sex dygns tävlande, vilket motsvarar 750 respektive 525 kcal/timme eller hela sju till tio gånger normal energiförbrukning



Ett Adventure Race är multisportens tuffaste utmaning. Tävlingsarna är från 50 till 100 mil långa. Tester på de bästa svenska herrarna visar att de är större och har högre fettprocent jämfört med andra uthållighetsidrottare. Musklerna bildar sannolikt en rustning mot slitage och fettet behövs som en energireserv.

(5) Det är väldigt svårt att få i sig, och behålla, sådana mängder energi. Förutom forskningen och allt vad det innebär har vi genom hela projektet arbetat i nära samarbete med utövarna för att med hjälp av våra fynd försöka förbättra deras idrottsprestation. De råd vi kommit fram till angående energiintag är att det överlagset viktigaste är att få i sig så mycket energi som möjligt, och att kunna behålla den. Det gäller alltså att träna upp förmågan att äta under arbete. Dessutom föreslår vi att man äter och dricker enligt ett schema under tävlingar eftersom det inte går att "äta ikapp" förlorad energi. Utan en fastlagd plan finns det en risk att glömma att äta, speciellt när man är trött, sliten och har sömnbrist. Ytterligare en anledning till att försöka hålla energibalansen är att undvika de hormonella förändringar som ett katabolt tillstånd medför. Som exempel kan nämnas att herrarnas testosteronnivåer under ARWC sjönk med hela 67 procent (2).

Forsknings-samarbete – Muskler och mitokondrier

Rent empiriskt har vi kunnat se att om arbetstiden är längre än ett dygn så vinner erfarna multisportare över utövare från

mer traditionella uthållighetsidrotter. Det trots att de har betydligt sämre värden i de vanliga fysiologiska testerna, till exempel maximalt syreupptag. Delvis kan det tillskrivas erfarenhet och förmåga att tillgodogöra sig energi (som diskuterats ovan), men vi har även intresserat oss för multisportarnas muskler. Tillsammans med professor Kent Sahlins grupp på Gymnastik- och idrottshögskolan i Stockholm har vi sett att multisportarnas mitokondrier förlorar i effektivitet men blir bättre på att använda fett som substrat efter ett dygns arbete (1). Det senare är ju givetvis mycket bra, men att förlora i effektivitet är däremot direkt dåligt. Eftersom vi inte hade någon kontrollgrupp av otränade försökspersoner som utsattes för samma ultrauthållighetsarbete så kan vi inte säga om multisportarna förlorade mindre i effektivitet, men det är givet att den som tappar mycket i effektivitet gör av med mer energi, vilket är en nackdel för prestationen. Vidare fann vi att multisportarna hade förhöjda nivåer av fria syreradikaler efter arbetet, vilket både kan tolkas som nödvändigt för träningseffekt och som ett utslag för muskelskada (4). Intressant var dock att syreradikalnivåerna var normala igen

FAKTA

Multisport är en kombination av flera uthållighetsidrotter i en och samma tävling. Exempel på idrotter är cykling, löpning, kajakpaddling och orientering. Tävlingsarna varierar i längd från 6 timmar upp till 10 dagar.

FAKTA

Biomarkör: frigörs i blodet vid en fysiologisk förändring till följd av sjukdom, läkemedelsbehandling eller annan yttre påverkan.

Hjärtspecifika biomarkörer: Kreatinkinas isoenzym MB (CK-MB), troponin, B-typ natriuretisk peptid (BNP) och N-terminal prohormonal B-typ natriuretisk peptid (NT-proBNP).

redan ett dygn efter arbetet, och inte heller korrelerade med andra markörer för skada. I samma arbete såg vi att nivåerna av fria fettsyror i blodet var kraftigt förhöjda, vilket bland annat ger en större tillgång och möjlighet för mitokondrierna att använda fett som substrat. En annan samarbetsgrupp med professor Fawzi Kadi på Örebro universitet i spetsen har i preliminära resultat visat att multisportarna verkar vara bra på att lagra fett intramuskulärt, och att de dessutom har ovanligt många kapillärer runt varje muskelfiber. Det är positivt eftersom intramuskulärt fett är lättare att använda under arbete än det som är lagrat under huden. Många kapillärer ger också högre blodflöde, syre- och energitillförsel. Det är svårt att dra några bestämda slutsatser, men alla dessa fynd sammantaget pekar mot att erfarna multisportare uppvisar flera förändringar i samband med arbetet som får anses som lämpliga och positiva för prestationen. Tillsammans kan de till viss del förklara varför erfarna multisportare är bättre än vältränade nybörjare. Vårt råd till de aktiva är att köra "överlänga" träningspass (mer än 6 timmar) för att framkalla dessa effekter även under träning.

Hjärtats anpassning till multisport

Mitt specialområde i projektet är hjärtat och cirkulationen, vilket går att läsa mer om i avhandlingen *Physiology of Adventure Racing – with emphasis on circulatory response and cardiac fatigue* som lades fram vid Karolinska Institutet i mars i år.

Första halvan av avhandlingen (3,6,9) handlar om den cirkulatoriska responsen under cykling på fasta arbetsbelastningar under perioder före, under och efter ultrautållighetsarbete. Den kardiovaskulära driften är ett samlingsnamn på ett antal välkända anpassningar till uthållighetsarbete på fast belastning. Bland annat ökar hjärtfrekvensen kontinuerligt samtidigt som slagvolymen sjunker i motsvarande grad. Normalt är förändringen cirka en procent per 20 minuter. Om den här klassiska kardiovaskulära driften skulle fortgå under ultrautållighetsarbete skulle utövarna ha maximal hjärtfrekvens inom två dygn – även om de stod stilla! Det verkar otroligt, men för att

"...om arbetstiden är längre än ett dygn så vinner erfarna multisportare över utövare från mer traditionella uthållighetsidrotter."

undersöka hur det faktiskt ligger till mätte vi hjärtfrekvens (HR), syreupptagning (VO_2), blodtryck och hjärtminutvolym och kom fram till att den centrala cirkulationen förändras i flera steg under ultrautållighetsarbetets gång. Syreupptagningen var dock förhöjd (jämfört med initialnivåerna) vid alla mättillfällen under arbetet, vilket betyder försämrad arbetseffektivitet. Ökningen kan tillskrivas perifera/muskulära anpassningar, vilket hänger ihop med, och delvis kan tillskrivas, den försämrade mitokondriella effektiviteten. I början av arbetet ökade HR och samtidigt minskande slagvolym (SV) och syrepuls (VO_2/HR) i motsvarande grad, vilket är precis i linje med tidigare forskning. Denna drift fortgick dock endast under de första fyra till sex timmarna. Det andra steget, som fortgick till cirka tolv timmar, innebar omvänd HR-drift, med normalisering av SV och VO_2/HR . När arbetet pågick upp till 50 timmar noterades en "sen" kardiovaskulär drift, som kännetecknades av ökad VO_2/HR , (vilket indikerar effektivare syredistribution), minskad perifer resistens, ökad SV, och minskat mekaniskt arbete för hjärtat. Det mest intressanta i detta är antagligen hjärtats minskade arbete. Det skulle kunna tolkas som att hjärtat är utmattat, men eftersom hjärtminutvolymen hela tiden bibehölls på rätt nivå, det vill säga att musklerna fick det blod och det syre som krävdes för att utföra arbetet, så tolkar vi förändringarna som fysiologiskt adekvata anpassningar.

I den andra halvan av avhandlingen (9) ligger fokus på att undersöka om ultrautållighetsarbete kan ge hjärtskada alternativt utmattning, det vill säga om hjärtmuskeln skadas eller tröttnas på ett liknande sätt som skelettmuskulerna. Precis som med alla idrottsgrenar som tänjer på gränserna för mänsklig prestationsförmåga får multisport ofta kommentarer av typen "det där måste vara farligt". Inställ-





ningen är givetvis ingenting nytt. I början av 1900-talet trodde man till exempel att maratonlöpning vara förenat med livsfara. De som kom i mål utan en hjärtinfarkt ansågs ha haft en rejäl portion tur. I det här sammanhanget bör det nämnas att kvinnor, av bland annat den anledningen, inte tilläts tävla på maratondistansen i mästerskap förrän i EM 1982. Om uthållighetsidrott är riskfyllt för utövarnas hjärtan bör multisportarna vara den ideala försöksgruppen att undersöka. Vi använde två olika perspektiv och typer av mätmetoder för att utreda eventuell skada. I den ena studien användes biokemiska metoder för att bestämma plasmanivåer av hjärtspecifika biomarkörer (se faktaruta). Ökningar av dessa markörer sägs vara tydliga tecken på hjärtmuskelcellskada och syns till exempel efter hjärtinfarkt. Vi jämförde även ökningar av biomarkörer med skattad relativ prestation. De aktiva fick uppge sin egen och sina lagkamraters arbetsförmåga enligt en enkel skala. I den andra studien gjordes mätningar av hjärtats kontraktionshastigheter (TVI) för att se funktionella tecken på hjärtutmattnings, framför allt sänkta topphastigheter på kontraktionen. Med konventionell ekokardiografi utvärderades dessutom om dessa atleters hjärtan var förstörade. Resultaten från studien med biomarkörer tyder på att det är skillnad på vad frisättningen betyder i den kliniska/patologiska och den fysiologiska/idrottsliga situationen. Resultaten tyder på att troponin och CK-MB helt

saknar relevans i samband med idrottsutövande. Däremot kan BNP, och NT-proBNP justerat för arbetstid, vara en relevant markör för försämrad arbetsförmåga. Höga nivåer av NT-proBNP kan förekomma efter ultra-uthållighetsarbete, trots att idrottarna var friska och utan några kliniska symtom på hjärtsvikt. Dessa höga nivåer verkar dock vara relaterade till försämrad relativ arbetsförmåga. Studien av multisportarnas hjärtstorlek (vänster kammare) visade att de låg inom normala gränser. Mätningarna av maximala kontraktionshastigheter visade inga tecken på hjärtutmattnings. Inte ens efter sex dygn av kontinuerligt arbete. Skillnaden mellan våra och andras fynd, skulle kunna bero på det faktum att denna typ av arbete utförs med relativt låg genomsnittlig intensitet, vilket tyder på att intensiteten, snarare än varaktighet, är den viktigaste faktorn för hjärtutmattnings.

Sammanfattningsvis tyder våra resultat på att erfarna multisportutövare har stora hjärtan inom normala gränser, att de får en bättre syredistribution och mer effektivt arbetade hjärtan under tävlingarnas gång, samt att det inte finns några tecken på bestående hjärtmuskelcellsskada efter arbetet.

Framtida forskning

Både vi själva och flera av våra samarbetsgrupper skriver på ytterligare publikationer baserade på insamlade data. I dagsläget finns närmare tio arbeten på olika stadier i publiceringsprocessen, och material och idéer finns för ytterligare en handfull. Från utövarnas perspektiv finns önskemål om vidare studier kring optimering av energiintag och energitillskott, samt skadeförebyggande åtgärder och olika medicinska preparats positiva och negativa effekter under just den här typen av fysiskt arbete. Dessutom planerar vi att göra långtidsuppföljningar på hjärtats anpassning. Förhoppningen är att dels kunna göra femårsuppföljningar av hjärtats funktion och struktur på de atleter som redan undersökts en gång och fortfarande är aktiva, dels att i ett internationellt samarbete undersöka multisportare som varit aktiva i många år för att se om det finns några negativa effekter på lång sikt.

Referenser

1. Fernstrom M, m.fl. J Appl Physiol 102(5):1844-9, 2007.
2. Berg U, m.fl. Scand J Med Sci Sports 18(6):706-14, 2008.
3. Mattsson CM, m.fl. Scand J Med Sci Sports 20(2):298-304, 2010.
4. Sahlin K, m.fl. J Appl Physiol 108(4): 780-787, 2010.
5. Enqvist JK, m.fl. J Sports Sci 28(9):947-955, 2010.
6. Mattsson CM, m.fl. Med Sci Sports Exerc, Epub 1 Dec, 2010.
7. Wallberg L, m.fl. Eur J Appl Physiol, Epub Nov 27, 2010.
8. Wichardt E, m.fl. Eur J Appl Physiol, Epub Dec 22, 2010.
9. Mattsson CM, Physiology of Adventure Racing - with emphasis on circulatory response and cardiac fatigue. Dissertation, Karolinska Institutet: Stockholm, 2011.
10. Ekblom B, m.fl. Svensk Idrottsforskning. 2008. 1:18-21.

Kontakt

mikael.mattsson@gih.se

Den här sammanfattningen

fokuserar på våra resultat och vad de kan innebära för idrottarna i deras tränings- och tävlingssituationer. Därför finns ingen beskrivning av hur sporten ser ut eller hur försöken var uppbyggda. Den intresserade hänvisas istället till delstudierna (1-8), avhandlingen (9) eller till den artikel i Svensk Idrottsforskning som vi skrev halvvägs in i projektet (10).

Vi vill tacka alla försökspersoner som varit vänliga nog att ställa upp i forskningens tjänst; alla samarbetsgrupper som gjort att projektet verkligen fått den breda ansats som vi hoppades på, och Centrum för idrottsforskning som stöttat arbetet genom både projekt- och studiestöd.