



Återhämtningsträning och dess effekter

Även om damfotbollen har blivit alltmer professionell finns det liten vetenskaplig data om hur matchbelastningen påverkar elit-spelare. Kunskap om återhämtningsprocesserna blir extra viktigt i internationella turneringar med kort vila mellan matcherna. Aktiv återhämtningsträning är flitigt använt i praktiken, men vilken effekt har den?



HELENA ANDERSSON

DR. MED., IDROTT MED INRIKTNING FYSIOLOGI/MEDICIN, ÖREBRO UNIVERSITET OCH SVENSKA FOTBOLLFÖRBUNDET



FAWZI KADI

PROFESSOR, IDROTT MED INRIKTNING FYSIOLOGI/MEDICIN, ÖREBRO UNIVERSITET



TRULS RAASTAD

PROFESSOR, SEKSJON FOR FYSISK PRESTASJONSEVNE, NORGES IDROTTSHØGSKOLA

I DEN FÖLJANDE artikeln presenteras en sammanfattning av hur olika fysiologiska system påverkas av två, i tid närliggande, fotbollsmatcher för elitdamspelare samt effekten av aktiv återhämtningsträning dagarna mellan matcherna.

Damfotboll har blivit mer populär och mer professionell runtom i världen. Studier har visat att den fysiska belastning på damfotbollsmatcher är relativt hög; spelarna löper en distans på 10-12 kilometer, varav en till två kilometer är hastigheter över 15 km/h, och medelhjärtfrekvensen är cirka 85 procent av maximal hjärtfrekvens (1). Det finns emellertid lite vetenskaplig data om hur matchbelastningen påverkar fysiologiska parametrar för elitdamfotbollspelare. Det är, till exempel, relativt okänt hur matcher påverkar musklernas förmåga att utveckla kraft i det neuromuskulära systemet. Genom att mäta sprintförmåga, spänst och isokinetisk knästyrka kan man utvärdera neuromuskulär trötthet. Matchens belastning kan även utvärderas genom att mäta biokemiska stressmarkörer i blodet, till exempel kreatininasä, som ökar vid både mekanisk och metabolisk stress, och urea och urinsyra som är markörer för ökad nukleotidomsättning (till exempel ökade adenosinmonofosfat nivåer) och nedbrytning av aminosyror.

Oxidativ stress och antioxidanter

Vid högintensiv fysisk aktivitet, så som en fotbollsmatch, ökar produktionen av fria syreradikaler. En ansamling av fria syreradikaler kan leda till oxidation på cellnivå i kroppen, så kallad oxidativ stress. Det kan orsaka skada i olika vävnader som till exempel

muskelceller. I kroppen finns dock antioxidanter som fungerar som ett försvar mot fria radikaler och förhindrar att cellskada sker. Antioxidanterna består av endogena antioxidanter, som kroppen själv producerar (till exempel tioler och urinsyra), och dietära antioxidanter som intas via kosten (till exempel vitamin C, vitamin E, fenoler och karotenoider). Vid vila är det balans mellan oxidativ stress och antioxidanter. Det är dock relativt okänt hur en fotbollsmatch påverkar oxidativ stress och antioxidanter och dess balans. Ökning av fria syreradikaler kan mätas indirekt i blodet genom oxiderat glutation (GSSG) och oxidativ stress kan mätas genom en ökning av diacrons reactive oxygen metabolites (d-ROMs) som mäter lipidperoxidation (indikerar cellskada). Förändringar av mängden antioxidanter går även att mäta i blodet.

Inflammation

Fysisk aktivitet leder ofta till en inflammationsrespons som liknar händelseförloppet vid vävnadskada eller infektion. Denna respons inkluderar både en systemisk respons och lokal immunrespons. Den systemiska responsen involverar mobilisering av leukocyter, särskilt neutrofiler, till cirkulationen. Det innebär även en ökning av lymfocyter och produktionen av cytokiner (2). Cytokiner är en grupp proteiner som är medlare i inflammationsprocessen och kan klassificeras som pro- eller antiinflammatoriska cytokiner. Proinflammatoriska cytokiner sätter igång inflammation medan antiinflammatoriska cytokiner hämmar inflammationen. De få studier som har undersökt cytokinresponsen i samband med fot-

bollsmatch har inkluderat endast några få cytokiner. Det finns ingen studie som har undersökt ett stort batteri av cytokiner efter fotbollsmatch, särskilt på elitdamspelare.

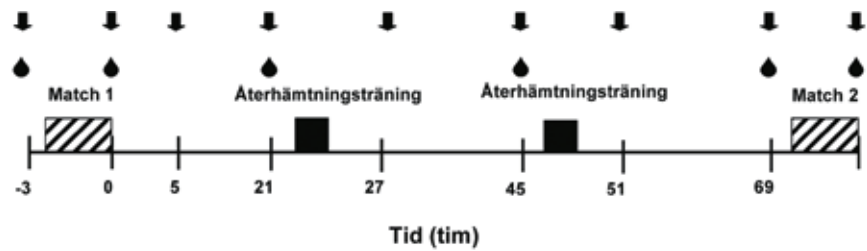
Återhämtningsträning

I internationella turneringar för damfotbollspelare är det endast två dagar mellan matcherna vilket gör att effektiv återhämtning är viktig. I praktiken används olika strategier dagen efter match i förhoppning om att det ska påskynda spelarnas återhämtning, som till exempel massage, isbad, lågintensiv träning och kompressionskläder (3). Av praktiska skäl används ofta lågintensiv träning som cykling och lätt styrketräning dagen efter match. Teorin är att lågintensiv träning ska öka blodflödet och därmed påskynda transport av mjölksyra från musklerna och även lindra spelarnas muskeltrötthet. Det finns dock ingen vetenskaplig studie som har utvärderat effektiviteten av lågintensiv träning dagarna efter en fotbollsmatch.

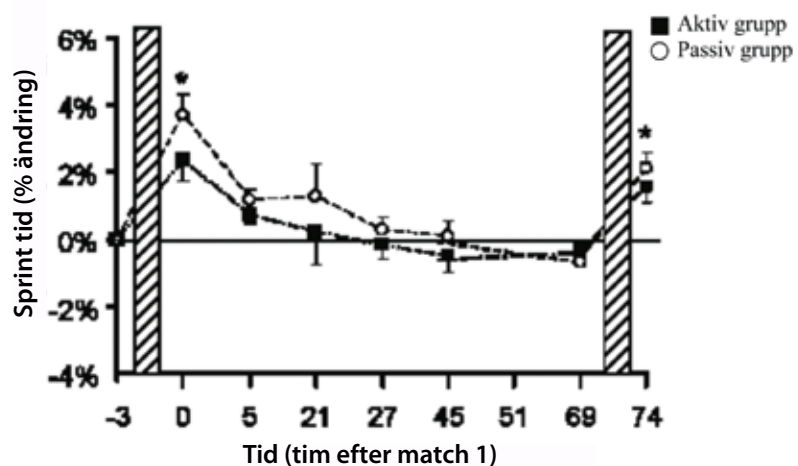
Studiens syfte och genomförande

Studiens upplägg återspeglade en så verklig situation som möjligt för elitdamspelare i internationella turneringar. Studiens syfte var att undersöka akuta och efterföljande fysiologiska förändringar i samband med två matcher. Vidare undersöktes effekten av lågintensiv träning på återhämtningsförmågan på dagarna mellan matcherna.

Två elitdamfotbollslag spelade två 90 minuters matcher med 72 timmars mellanrum som innehöll aktiv återhämtningsträning eller passiv vila. Den aktiva återhämtningsträningen varade i en timme och utfördes dagarna mellan matcherna. Den bestod av cykling på 60 procent av maximal hjärtfrek-



Figur 1. Schema över studiens upplägg. ↓ indikerar när sprint, hopp och isokinetiska knästyrketester utfördes och ● indikerar när blodprover togs.



Figur 2. Sprinttid efter två fotbollsmatcher separerade av 72 timmars aktiv eller passiv vila för elitdamfotbollspelare. * indikerar signifikant högre från ursprungsvärdet för båda grupperna. ($p < 0.05$). $n=17$

vens och lågintensiv styrketräning på mindre än 50 procent av en maximal repetition. De fysiologiska förändringarna som mättes före och efter matcherna inkluderade markörer för neuromuskulär trötthet (countermovement hopp, 20 meter sprint, maximal isokinetisk knäflexion och extension) och fysiska stressmarkörer i blodet (kreatinkinase, urea och urinsyra). Andra fysiologiska förändringar som mättes i blodet var oxidativa stressmarkörer (GSSG och lipidperoxidation genom d-ROMs) och endogena (thioler och urinsyra,) och dietära antioxidanter (vitamin C, vitamin E, fenoler och karotenoider). Inflammationsresponsen studerades i samband med matcherna varav leukocyter (inklusive neutrofiler) samt ett stort batteri av cytokiner (inklusive IL-6, IL-8 och TNF- α) mättes i blodet. Figur 1 visar en schematisk bild av studiens upplägg. Vidare mättes spelarnas hjärtfrekvens och löpdistans i hastigheter över 15 km/h under matcherna för att beräkna matchintensiteten. Kosten var standardiserad genom hela studieperioden och bestod av vanlig skandinavisk kost. För utförlig beskrivning av metoderna

och dess utformning hänvisas till tidigare publikationer (4,5,6).

Resultat på matchintensitet

Medelhjärtfrekvensen i första matchen var 163 slag/min (cirka 82 procent av maximal hjärtfrekvens) och i andra matchen 171 slag/min (cirka 86 procent av maximal hjärtfrekvens). Distansen över 15 km/h var 1,09 kilometer i första och 1,10 kilometer i andra matchen. Sammantaget var hjärtfrekvensen något högre i andra matchen medan distansen över 15 km/h var liknande på båda matcherna. Det tyder på liknande matchintensitet i båda matcherna.

Resultat av aktiv återhämtning

Resultaten visar att det inte fanns några signifikanta skillnader mellan den aktiva och passiva återhämtningsgruppen för de mätningarna som gjordes i denna studie (Figur 2 och 3). Det innebär att den aktiva återhämtningsträningen inte hade någon effekt på spelarnas återhämtning jämfört med att vila passivt. Det var inte heller någon skillnad mellan grupperna i matchintensitet (hjärtfrekvens och distans över 15km/h).

FAKTARUTA

Leukocyter, neutrofiler, lymfocyter = olika typer av vita blodkroppar

AMP = adenosinmonofosfat förening som bildas i muskelceller med betydelse för ämnesomsättningen. Energi och värme frigörs genom att ATP (adenosintrifosfat) sönderdelas till ADP (adenosindifosfat) och AMP.



Resultat för neuromuskulär trötthet och stressmarkörer

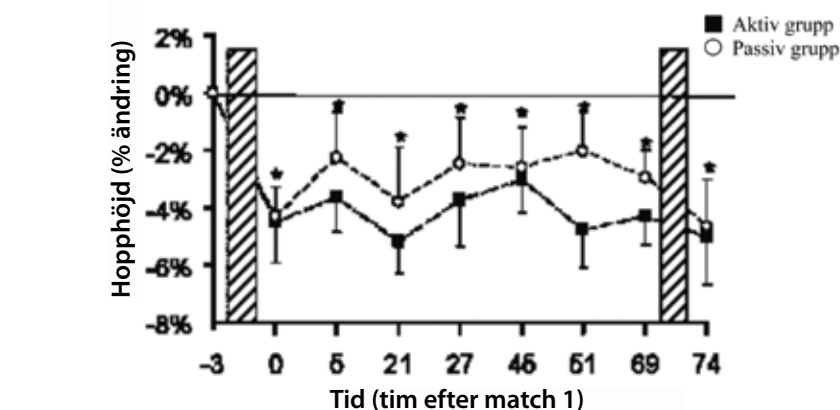
Direkt efter båda matcherna observerades försämringar med liknande amplitud i sprintförmåga, maximal isokinetisk knäextension och flexion. Sprintförmågan återgick till ursprungsvärdet efter fem timmar (Figur 2) medan isokinetisk knästyrka återhämtade sig något långsammare; knäextension återgick till ursprungsvärde efter 27 timmar och knäflexion efter 51 timmar. Hoppförmågan försämrades direkt efter den första matchen men fortsatte dock att vara reducerad under hela undersökningsperioden (Figur 3). Direkt efter båda matcherna observerades ökning av stressmarkörerna plasma kreatinkinase, urea och urinsyra. Urea och urinsyrvärdena återgick till ursprungsvärdet efter 21 timmar, medan kreatinkinase var förhöjt till och med 69 timmar efter första matchen. Vidare observerades ett samband mellan distansen över 15 km/h och ökningen av kreatinkinase efter matcherna (Figur 4). Sammantaget hade alla stressmarkörer och fysiska mätningar, förutom hoppförmågan, återgått till ursprungsvärde innan den andra matchen.

Resultat för oxidativ stress och antioxidanter

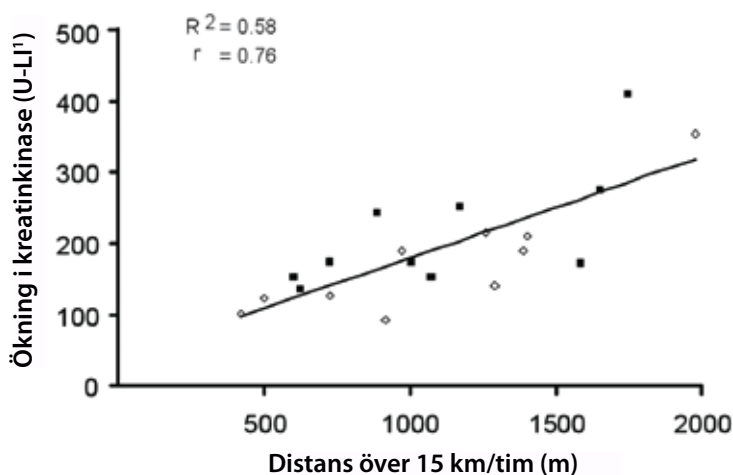
Efter båda matcherna observerades ökning av oxidant glutation (GSSG) vilket indikerar att fria syreradikaler har bildats i samband med matcherna. Ökningen var kortvarig och inom 21 timmar var GSSG tillbaka till ursprungsnivå. Parallellt observerades även en kortvarig ökning av de endogena antioxidanterna (thioler och urinsyra) direkt efter matcherna medan de dietära antioxidanterna visade antingen en akut och långvarig förändring (vitamin C, vitamin E och fenoler) eller en fördröjd och progressiv ökning (karotenoider) efter den första matchen. Slutligen var d-ROMs, markören för lipidperoxidation, oförändrad under hela studieperioden. Sammantaget observerades en kortvarig ökning av fria syreradikaler tillsammans med en ökning av flera antioxidanter men ingen cellskada efter matcherna.

Resultat för inflammationsmarkörer

Leukocyter, särskilt neutrophiler, ökade direkt efter båda matcherna men återgick till sitt ursprungsvärde inom 21 timmar. Vidare observerades en signifikant, men snabbt övergående, ökning av flera proinflammatoriska



Figur 3. Hopphöjd efter två fotbollsmatcher separerade av 72 timmars aktiv eller passiv vila för elitdamfotbollsspelare. * indikerar signifikant lägre än ursprungsvärdet för båda grupperna. ($p < 0.05$). $n=17$.



Figur 4. Sambandet mellan hur lång distans spelarna sprang över 15 km/h på matcherna och deras ökning av kreatinkinase i blodet direkt efter första (◇) och andra (■) matchen; $p < 0.05$. $n=10$.

(IL-12, INF- γ , IL-17, MCP-1, IL-8 och MIG) och antiinflammatoriska (IL-2R, IL-4, IL-5, IL-7, IL-10, IL-13, INF- α , IL-6) cytokiner efter den första matchen. Färre antal cytokiner ökade dock direkt efter den andra matchen. Sammantaget visar resultaten att första matchen orsakade en kortvarig inflammation som innebar en ökning av flera pro- och antiinflammatoriska cytokiner medan betydligt färre cytokiner ökade efter andra matchen.

Återhämtningsträning behövs det?

Resultatet att den lågintensiva träningen inte hade något positivt effekt är liknande resultat från andra studier på elitidrottsmän och olika återhämtningsträningstrategier (3). Denna typ av återhämtningsträning används dock av många lag och tros påskynda återhämtningen efter en fotbollsmatch. Våra resultat visar tydligt att det inte finns några vetenskapliga bevis på att träningen skulle påskynda återhämtningen för

de mätningarna som gjordes i denna studie jämfört med passiv vila. Resultaten visar dock inte heller att det finns några negativa effekter av lågintensiv träning. Sammantaget innebär resultaten att spelare återhämtar sig lika effektivt om de vilar passivt eller om de tränar lätt uthållighets- och styrketräning dagarna efter match.

Hur påverkas markörerna för neuromuskulär trötthet?

Alla fysiska kvaliteter försämrades och stressmarkörerna ökade efter matcherna vilket innebär att matcherna ledde till neuromuskulär trötthet. Ökningen av kreatinkinase tyder på ökad genomsläpplighet i muskelcellmembranen under matcherna medan ökningen av urea och urinsyra tyder på ökad protein nedbrytning i musklerna och ökade AMP (adenosinmonofosfat) nivåer och formation av ammoniak. Sambandet mellan distansen över 15 km/h och ökning av kreatinkinase



Sega ben efter intensivt matchande. Kosovare Asllani är för sen i duellen med norskan Lene Storlökken. Sveriges fotbollsdamer förlorade förra årets kvartsfinal i EM med 3-1. Det behövs fortsatta studier om mekanismerna för återhämtning för att få reda på mer om hur man bör träna efter en match. © Bildbyrå i Hässleholm.

tyder på att ju längre distans spelarna sprang i höga hastigheter på matcherna desto högre var den fysiska stressen i muskulaturen.

Även om alla de fysiska kvaliteterna försämrades efter båda matcherna skiljde sig dock återhämtningstiden mellan de olika kvaliteterna. Sprintförmågan återhämtade sig relativt tidigt medan hoppförmågan var försämrad under hela studieperioden. Detta var oväntat eftersom det finns ett starkt samband mellan maximal sprint- och hoppförmåga (7). Förklaring till detta kan vara att det finns skillnader i aktiveringsmönstret av musklerna som i sin tur påverkar andelen muskelarbete som utförs samt skillnader i den intermuskulära koordinationen mellan sprint och hopp (8). Den långvariga försämringen av hopp och isokinetisk styrka tyder på att vissa återhämtningsprocesser inne i muskeln är långsamma efter fotbollsmatch.

Vad hände med oxidativ stress och antioxidanter?

Ökningen av antioxidanterna i respons till den ökade produktion av fria radikaler medförde en bibehållen balans efter matcherna. Detta antyder att elitdamfotbollspelare har ett effektivt antioxidantsystem som förhindrar att cell skada (lipidperoxidation) sker

under matcher. Det resultatet skiljer sig från studier på manliga fotbollspelare efter en match, där man har visat en ökning av lipidperoxidation (9). En förklaring till varför resultaten skiljer sig åt kan vara att spelarna i denna studie är elitspelare och därmed mycket vältränade medan studier på manliga spelare var subelitspelare.

”I praktiken spenderar fotbollslag relativt mycket tid på återhämtningsträning dagen efter match vilket resultatet i denna studie kan ifrågasätta.”

En annan förklaring kan vara att det kvinnliga hormonet östrogen har visats vara en effektiv antioxidant (10). Det innebär att kvinnliga spelare kan ha ett förstärkt antioxidant försvar mot ökning av fria syreradikaler jämfört med manliga spelare.

Vad hände med inflammationsmarkörerna?

Ökningen av leukocyter och neutrofiler efter matcherna liknar det som har rapporterats efter matcher på manliga fotbollsspelare (2). Resultaten visar även att ett stort antal cytokiner ökade i samband med den första matchen. De resultaten är unika eftersom det är den första studien om har mätt ett så stort antal cytokiner i samband med fotbollsmatcher. Cytokinresponsen i denna studie bestod av en ökning av både pro- och antiinflammatoriska cytokiner. Detta antyder att damelitspelare har en balanserad cytokinrespons efter en fotbollsmatch. Efter den andra matchen var det dock färre cytokiner som ökade. Det finns några möjliga förklaringar till den förminskade responsen, man har till exempel tidigare visat att förhöjda värden av antioxidanter förminskar cytokinresponsen efter fysisk aktivitet (11). Eftersom flera dietära antioxidanter var förhöjda i början av andra matchen kan detta ha bidragit till en minskad cytokinrespons direkt efter andra matchen. Det har även rapporterats att höga halter av kolhydrater kan minska cytokinresponsen efter fysisk aktivitet (12). I denna studie var kostintaget standardiserat under hela studieperioden, men endast



från och med kvällen innan första matchen. Det innebär att kosten var endast standardiserat en kväll innan första matchen men tre dagar innan den andra matchen. Det går därmed inte utesluta att spelarna hade högre kolhydratnivåer i musklerna inför den andra jämfört med den första matchen. Ytterligare en förklaring kan vara vissa processer i ett hämmade återkopplings-system som gör att cytokinresponsen efter andra matchen blir reducerad (13). Ifall det påverkar responser efter en match som spelas 72 timmar efter den första är dock okänt.

Vad betyder resultaten i praktiken?

Generellt kan man säga att spelarna hade återhämtat sig innan den andra matchen spelades. Det bör dock uppmärksammas att musklernas förmåga att utveckla kraft var reducerad mer än 45 timmar efter första matchen. I praktiken innebär det att spelarna bör undvika övningar för att utveckla explosivitet och kraftutveckling dagarna efter match. Det är emellertid möjligt att använda dessa dagar till att bibehålla styrka eller annan fysik kapacitet under säsongen.

Hoppförmågan återhämtade sig inte alls före andra matchen och den långvariga reduktionen kan innebära att damfotbollspelare bör utveckla sin explosiva styrka för att klara de krav som ställs på match. Det kan även tyda på att just hoppförmågan är en känslig återhämtningsmarkör för fotbollspelare.

Det bör även uppmärksammas att det fanns individuella skillnader i återhämtningstiden för de olika parametrarna. Det har troligen ett samband med det totala arbetet som utförs på matchen (distans över 15 km/h) samt spelarens fysiska status. I praktiken innebär det att spelare återhämtar sig olika snabbt efter fotbollsmatcher beroende på vilken matchbelastningen och fysisk status spelaren har.

I praktiken spenderar fotbollslag relativt mycket tid på återhämtningsträning dagen efter match vilket resultatet i denna studie kan ifrågasätta. Frågan är om det är meningsfullt att spendera tid på återhämtningsträning eller om man ska spendera den tiden till annan verksamhet? Eftersom den lågintensiva träningen inte hade någon negativ effekt på återhämtningen kanske spelarna lika gärna kan träna ett lätt fotbollspass dagen efter match, till exempel ett teknikpass eller taktiskt pass. Alternativt är att spelarna är helt lediga dagen efter match och även

får mental återhämtning från fotbollen. Man bör dock uppmärksamma att i denna studie undersöktes endast återhämtningen mellan två matcher och ifall lågintensiv träning har positiv effekt när flera matcher spelas på kort tid är svårt att säga. Det går inte heller att utesluta att andra återhämtningsstrategier eller andra mätmetoder utöver de som användes i denna studie kan visa en positiv effekt på återhämtningen efter fotbollsmatch.

Eftersom spelarna hade ett effektivt antioxidant försvarssystem verkar de vara väl förberedda för den ökning av fria syreradikaler som sker vid match. Resultaten i denna studie kan därmed ifrågasätta regelbundet användande av antioxidant supplement för elitdamfotbollspelare som äter en varierad kost. Antioxidant supplement kan till och med förhindra träningseffekten, det har nämligen visats att vitamin C supplement förhindrar biokemisk anpassning som sker i cellen vid fysisk aktivitet (14).

Den välbalanserade responserna av både pro- och antiinflammatoriska cytokiner leder till att man även kan ifrågasätta regelbundet användande av antiinflammatoriska läkemedel i samband med en fotbollsmatch. Det har tidigare visats att sådana läkemedel kan förhindra anpassningar som sker i muskeln vid fysisk aktivitet (15). Konsekvenserna av den minskade cytokinresponsen efter upprepade matcher är dock okänd och bör undersökas vidare.

Sammanfattning

Två fotbollsmatcher ledde till liknande akuta förändringar i flera fysiologiska parametrar. Majoriteten av parametrarna i denna studie var fullt återhämtade innan andra matchen och spelarnas arbetskapacitet i den andra matchen påverkades inte av de fysiologiska ändringarna observerade efter den första matchen. Lågintensiv träning, som utfördes dagarna efter match, påskyndade inte återhämtningsprocessen för elitdamfotbollspelare. Slutligen, resultaten leder till ytterligare frågor och vi poängterar att fortsatta studier om mekanismerna för återhämtning efter fotbollsmatch behövs.

Författarna vill tacka Centrum för idrottsforskning för ekonomiskt stöd för detta forskningsprojekt. Tack också till alla spelare som deltog i studien.

Kontakt:

helena.andersson@svenskfotboll.se

Referenser

- Andersson H, Randers M, Heiner-Møller A, Krusturup P, Mohr M. Elite female soccer players perform more high-intensity running when playing in international games compared to domestic league games. *J Strength Cond Res* 2010; 24: 912-19.
- Malm C, Ekblom O, Ekblom B. Immune system alteration in response to two consecutive soccer games. *Acta Physiol Scand* 2004;180:143-55.
- Barnett A. Using Recovery Modalities between Training Sessions in Elite Athletes: Does it help? *Sports Med* 2006;36:781-96.
- Andersson H, Bøhn SK, Raastad T, Paulsen G, Blomhoff R, Kadi F. Differences in the inflammatory plasma cytokine response following two elite female soccer games separated by a 72-h recovery. *Scand J Med Sci Sports* 2009;17: E-publication ahead of print.
- Andersson H, Karlsen A, Blomhoff R, Raastad T, Kadi F. Plasma antioxidant responses and oxidative stress following a soccer game in elite female players. *Scand J Med Sci Sports* 2009;23: E-publication ahead of print.
- Andersson H, Raastad T, Nilsson J, Pausen G, Garthe I, Kadi F. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: Effects of active recovery. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:372-80.
- Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med* 2004;38:285-8.
- Jacobs R, van Ingen Schenau G. Inter-muscular coordination in a sprint push-off. *J Biomech* 1992;25:953-65.
- Ascensão A, Rebelo A, Oliveira E, Marques F, Pereira L, Magalhães J. Biochemical impact of a soccer match-analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clin Biochem* 2008;41:841-51.
- Kendall B, Eston R. Exercise-Induced Muscle Damage and Potential Protective Role of Estrogen. *Sports Med* 2002;32:103-23.
- Vassilakopoulos T, Karatza M-H, Katsounou P, Kollintza A, Zakyntinos S, Roussos C. Antioxidants attenuate the plasma cytokine response to exercise in humans. *J Appl Physiol* 2003;94:1025-32.
- Cox A, Pyne DB, Cox G, Callister R, Gleeson M. Pre-exercise carbohydrate status influences carbohydrate-mediated attenuation of post-exercise cytokine response. *Int J Sports Med* 2008;29:1003-9.
- Weinstock C, König D, Harnischmacher R, Keul J, Berg A, Northoff H. Effect of exhaustive exercise stress on the cytokine response. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:345-54.
- Gomez-Cabrera M-C, Domenech E, Romagnoli M, Arduini A, Borrás C, Pallardo FV, et al. Oral administration of vitamin C decreases muscle mitochondrial biogenesis and hampers training-induced adaptations in endurance performance. *Am J Clin Nutr* 2008;87:142-9.
- Mackey A, Kjaer M, Dandanell S, Mikkelsen K, Holm L, Døssing S, et al. The influence of anti-inflammatory medication on exercise-induced myogenic precursor cell responses in humans. *J Appl Physiol* 2007;103:425-31.