



Test av benmuskulaturens explosivitet med **countermovement jump** - en rättvisande metod?

Benmuskulaturens förmåga att kunna utveckla mycket kraft på kort tid (explosivitet) har stor eller mycket stor betydelse i många idrotter (exempelvis ishockey, bollsporter, friidrott och backhoppning). Det är av stor vikt att ha tillförlitliga utvärderingsinstrument för att kunna kartlägga varje individs explosiva kapacitet. Förmågan att kunna utföra ett maximalt vertikalthopp är en mycket god indikator på benens explosivitet. Flera teknikfaktorer i utförandet kan dock påverka tillförlitligheten, såsom armpendling och timing. Är ett så kallat countermovement jump (CMJ) utan armsving, mätt på elektronisk hoppmatta, ett reliabelt test av vertikalthoppkapacitet och därigenom explosivitet i benmuskulaturen?



ERIK SVENNINGSSON
LEG SJUKGYMNAST
PRIMÄRVÅRDSREHAB
ULRICEHAMN



MARKUS WALLFUR
LEG SJUKGYMNAST,
SJUKGYMNASTIKEN
SAHLGRENSKA UNI-
VERSITETSSJUKHUSET
GÖTEBORG



CECILIA ELAM EDWÉN
LEG SJUKGYMNAST,
SJUKGYMNASTIKEN/
MÖLNDAL SAHLGRENSKA
UNIVERSITETSSJUKHUSET
GÖTEBORG



ULLA SVANTESSON
DOCENT
LEG SJUKGYMNAST
INSTITUTIONEN FÖR
ARBETSTERAPI OCH
FYSIOTERAPI GÖTE-
BORGS UNIVERSITET

I många idrotter förekommer excentriskt, koncentriskt och isometriskt muskelarbete i en ständig växling. Det är mycket vanligt att en snabb uppbromsning fortsätter i ett explosivt frånskjut, som vid stopp- och startmoment inom ishockey och fotboll (1). När idrottens rörelsemönster innebär snabba eller explosiva riktningförändringar brukar man tala om ett plyometriskt eller reaktivt¹ styrkekrav (2). Med spänst menas förmågan att snabbt utveckla kraft i en vertikal eller horisontell riktning. Här är det framförallt den explosiva styrkan i höftens och benens sträckmuskulatur som avses. Spänst är en form av relativ muskelstyrka och relativ muskelstyrka är den kraft som man kan utveckla i förhållande till kroppsvikten (1, 2).

Den dominerande faktorn i många idrotter är explosiv styrka, en styrketyp där kroppen eller ett redskap ska accelereras till största möjliga hastighet, på kortast möjliga tid (1, 2). Det har visat sig finnas en stark korrelation mellan vertikalthopp (VH)-kapacitet (vertikalt = rakt upp) och explosiv benstyrka(3).

Ett countermovement jump (CMJ), en form av VH, innebär att försökspersonen snabbt går ned så nära 90 grader i knäleden som möjligt. Direkt därefter sker en explosiv rörelse vertikalt och testpersonen hoppar så högt som möjligt, allt i en rörelse, utan att stanna till i någon del av rörelsebanan (4, 5).

Användandet av "stretch-shortening cycles" (SSC) bidrar till kraftproduktionen vid ett CMJ. SSC innebär en så kallad plyometrisk muskelaktivering eller motrörelse (2), där en excentrisk muskelaktivering (muskelaktivering under förlängning av muskeln) omedelbart följs av en koncentrisk muskel-



Utgångsställning. Axelbrett mellan fötterna och händerna på höftkammarna. **Nedsittningsfasen** i ett CMJ skall vara snabb och så nära 90 grader som möjligt. **Frånskjutsfasen** skall vara explosiv med ett maximalt upphopp rakt upp med sträckta ben hela svävfasen. **Efter landningen** skall man stå kvar med bibehållen balans utan att flytta på fötterna.

aktivering (muskelaktivering under förkortning av muskeln) (4, 6, 7, 8, 9). Vid den excentriska fasen sker följande: lagring av elastisk energi i senor och muskelbindväv (likt ett gummiband), aktivering av muskelkorsbryggor som som utnyttjas omedelbart i den koncentriska fasen (4, 9), och aktivering av fler motoriska enheter genom musklernas sträckreflex. Med hjälp av SCC kan den koncentriska kraften fördubblas (1) (Angående SCC, se artikel av Svantesson, Svensk idrottsforskning, nr 3, år 2004).

Synkronisering av kraft har stor betydelse för VH-förmågan. En maximal prestation nås om den optimala vinkelhastigheten i höft-, knä-, och

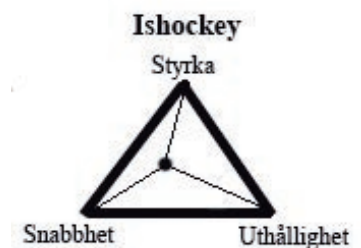
fotled inträffar samtidigt och med minimal tidsskillnad mellan delsegmentens accelerationsmaxima (10).

De olika kroppssegmentens bidrag för VH-förmåga har i en studie visat sig vara knästräckning 56 %, vriststräckning 22 %, höftsträckning 10 %, huvudsving 2 % (6) och i en annan studie knästräckning 24,2 % vriststräckning 35,8 %, höftsträckning 40 % (1). Armsvingens bidrag är 8-11 % beroende av armböjningens vinkel (6, 11, 12, 13, 14) och indikerar en betydande teknikfaktor (6).

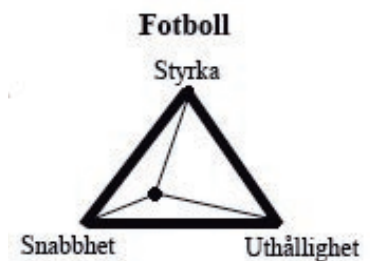
Kropps-konstitutionen, bland annat musklernas fibertypsamansättning påverkar styrkan och hoppförmågan, det vill säga explosiviteten. Flera



Figur 1. Översikt av de fem fysiska grundegen-skaper som gäller för fotbolls- och ishockeyspelare.



Figur 2. Arbetskravsanalys för ishockeyspelare.



Figur 3. Arbetskravsanalys för fotbollspelare.

studier har visat att en stor andel av de "snabba", FTx-muskelfibrerna, är fördelaktiga i fråga om explosiv kraftproduktion (3, 15).

FTx-muskelfibrerna avger kraft tio gånger snabbare än de långsamma, ST-muskelfibrerna (16). Utifrån detta framgår det att idrottsutövare med väl utvecklad anaerob kapacitet kan generera mer kraft än de med väl utvecklad aerob kapacitet (3).

Ishockey- och fotbollspelare bör vara vältränade i alla fysiska grundegenskaper (figur 1) (17).

Olika idrotter fokuserar på olika delar gällande förstråningen för att optimera den fysiska prestationsförmågan till respektive idrott.

En arbetskravsanalys² för ishockeyspelare (Inge Johansson, figur 2), visar förutsättningarna för att kunna hävda sig i dagens elitishockey. Det krävs en syrekapacitet på ca 65 ml/kg



x min, att lyfta minst sin dubbla vikt i knäböj och dessutom krävs mycket god snabbhet (17). För att klara av dagens tuffa ishockey, krävs alltså styrka och ”tyngd” i närkampspelet, snabbhet för att komma förbi motståndare och uthållighet för att orka hela matcherna.

En studie på svenska elitishockeyspelare visar på liknande värden och ett medelvärde på CMJ på 43,6 cm med samma utförande på hoppet som i denna studie och med ett liknande mätinstrument (18).

Arbetskravsanalysen för fotbollsspelare, liknar ishockeyspelarnas (Inge Johansson, figur 3). Enligt honom bör en fotbollsspelare bland annat ha en syrekapacitet på ca 70 ml/kg x min, lyfta ungefär sin dubbla vikt i knäböj och vara snabb som en sprinterlöpare, för att hävda sig internationellt. En studie på norska elitfotbollsspelare, visar på liknande resultat. Medelvärdet på de norska elitfotbollsspelarnas CMJ-kapacitet, uppmättes till 54,9 cm. I denna studie använde de armsving och ett annat mätinstrument, varför det inte går att jämföra resultaten med uppmätta värden i vår studie (19).

Tränare och ledare uttrycker ofta behovet av att ha tillgång till ett enkelt och effektivt utvärderingsinstrument, för att mäta benens explosivitet. Det finns flera sätt att mäta CMJ på, bland annat som ett Seargent's test³. Vi ifrågasätter dock dessa metoders reliabilitet och validitet för att mäta CMJ (se kroppssegments bidrag och teknikfaktorer ovan), varför vi väljer att reliabilitetstesta CMJ utan armsving på en hoppmatta.

Syfte

Syftet med studien var att reliabilitetstesta CMJ på en hoppmatta hos ishockeyspelare på elitnivå, samt att jämföra CMJ-kapacitet mellan ishockey- och fotbollsspelare och på elitnivå.

Metod

Undersökningsgrupp

I reliabilitetsstudien av hoppmattan ingick tjuogoåta elitishockeyspelare varav tio elitseriespelare och arton division 1-spelare. Åldersintervall 18-34 år.

I jämförelsestudien av CMJ mellan ishockey- och fotbollsspelare ingick trettiofem manliga elitishockeyspelare varav sjuon elitseriespelare och arton division 1-spelare och tjugofyra manliga elitfotbollsspelare varav tretton allsvenska samt elva division 1-spelare. Åldersintervall 18 till 36 år (tabell 1).

Tabell 1. Deskriptiva data avseende studiepopulationen. Medelvärde och standarddeviation av ålder, längd och vikt. n=antal.

	N	Ålder	Längd	Vikt
Ishockeyspelare	35	23 (4,5)	183,3 (4,88)	86,3 (6,58)
Fotbollsspelare	24	26 (4,6)	181,1 (5,17)	78,2 (7,81)
Totalt	59			

Tabell 2. Reliabilitetstest för countermovement jump (CMJ) vid tre testtillfällen. Differensen anges som medelvärde i centimeter (cm).

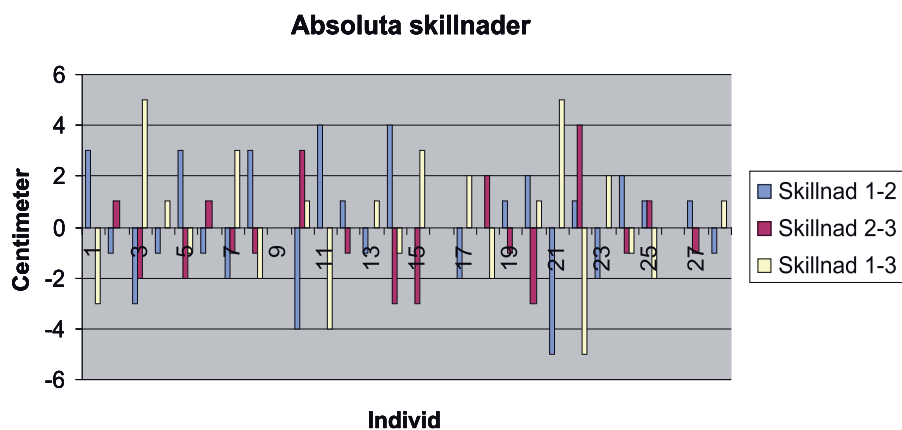
CMJ	N	P-värde ¹	r _s ²	Differensen
Test1-test2	28	0,758	0,855**	1,8
Test2-test3	28	0,359	0,844**	1,1

¹P-värden erhållna vid test med Wilcoxon's teckenrangtest som används vid parvisa observationer. Då p-värdena är större än 5% kan vi inte förkasta nollhypotesen. Således är det ingen skillnad mellan de tre omgångarna.

²Korrelation m.h.a. Spearmans rangkorrelation.

Tabell 3. Vertikalhopp i form av countermovement jump (CMJ), hos ishockeyspelare och fotbollsspelare, anges som medelvärde och standarddeviation i cm.

	N	CMJ
Ishockeyspelare	35	44 (5,5)
Fotbollsspelare	24	43 (5,7)
Totalt	59	44 (5,6)



Figur 4

Det fanns inga signifikanta skillnader mellan ishockey- och fotbollsspelare i ålder och längd ($p=0,181$) men däremot i vikt ($p<0,001$).

Testutförande

I studien användes en hoppmatta (TIME-IT, Eleiko Sport, Halmstad) som omvandlar flygtid i luften till hopp höjd i centimeter.

Samtliga försökspersoner har kortbyxor och t-shirt och samma skor vid varje hopp tillfälle.

Tio minuters gemensam uppvärm-

ning i form av jogg och lättare gymnastik. Två submaximala testhopp.

Hopputförande: axelbrett avstånd mellan fötterna och händerna på höftkammarna genom hela hopp rörelsen. Gå snabbt ned så nära 90 grader i knäleden som möjligt, omedelbart därefter en explosiv rörelse vertikalt med påföljande maximalt upphopp, allt i en rörelse.

Från det att fötterna lämnat hoppmattan skall benen vara sträckta tills kontakt sker med hoppmattan igen, då det oundvikligt sker en lätt, naturlig böjning i knäleden. Vid landning krävs



full balans för godkänt resultat. Ingen uppmuntran eller ”pep-talk” från testledare.

Testtillfällen gjordes tre ggr/deltagare för dem som ingick i reliabilitetsstudien (ishockeyspelare) samt en gång för de som ingick i jämförelsestudien (fotbollspelare) mellan ishockey- och fotbollspelare. Tre försök per tillfälle och 30 sekunders vila mellan hoppen. Det bästa hoppet per testtillfälle valdes för vidare analys.

Statistisk analys

Reliabilitetsanalysen av hoppmattan räknades ut med hjälp av Spearmans rangkorrelationskoefficient (rs) och Wilcoxon's teckenrangtest (tabell 2).

För att se om det förekom några signifikanta skillnader i CMJ-kapacitet mellan ishockey- och fotbollspelare, användes Mann-Whitneys U-test (tabell 3).

En signifikansnivå på $p < 0,05$ användes i statistikanalyserna.

Resultat

Mycket god reliabilitet förelåg för countermovement jump på hoppmatta. Korrelationskoefficienterna (rs) mellan testen redovisas i tabell 2. ** $p < 0,001$

Mycket god reliabilitet förelåg. Det förelåg ingen statistisk skillnad mellan de tre måttillfällena.

I figur 4 redovisas skillnaderna för varje individ mellan CMJ-test 1 - 2, test 2 - 3 och test 1 - 3 ($n=28$). Om differens ej förelåg mellan testtillfällena, alltså noll, ses inte detta i tabellen då värdena hamnar utmed noll-linjen.

Det var ingen signifikant skillnad mellan ishockey- och fotbollspelare i VH-förmåga i form av CMJ ($p=0,45$).

Resultatet för ishockey- och fotbollspelare i VH-förmåga, mätt som countermovement jump, redovisas i tabell 3.

Diskussion

Det finns begränsad forskning om varför idrottsutövare i vissa sporter presterar bättre än andra utövare i ett CMJ (3). Vi fann endast en studie gjord på elitishockeyspelare (18) och en på elitfotbollsspelare (19) vad gäller VH-kapacitet i form av ett CMJ.

CMJ har visat sig vara ett tillförlitligt test, i avseende att utvärdera idrottsutövares explosiva förmåga i benens sträckmuskulatur (3, 5). Reliabilitetsundersökningen av hoppmattan visade att den har en mycket god reliabilitet, i avseende att mäta CMJ. Det bör beaktas att vid test av CMJ-kapacitet på en hoppmatta, kan man få lägre resultat

än via andra CMJ-test.

Det var ingen signifikant skillnad mellan ishockey- och fotbollspelare i CMJ-kapacitet ($p=0,45$).

Det är svårt att göra en helt rättvisande jämförelse mellan de båda idrotterna och de olika föreningarna. Ett problem är att ishockey- och fotbollspelarna befann sig i olika faser i träningen under testperioden. Fotbollspelarna som spelar i division 1 befann sig i matchsäsong, medan de allsvenska fotbollspelarna hade uppehåll i serien på grund av EM och förberedde sig inför höstsäsongen. Ishockeyspelarna befann sig mitt i försäsongsträning.

Under matchsäsong är målet att spelarna i de båda idrotterna ska vara pigga och högpresterande. Träningen är i regel lättare för att spelarna ska ha ”pigga ben” och prestera bra under matcherna. Försäsong innebär tyngre träning, där målet är att skapa optimala förutsättningar för den kommande matchsäsongen. Därmed finns det en möjlighet att fotbollsspelarna, kanske framför allt division 1-spelarna, låg närmare sin maximala hoppförmåga när testerna ägde rum, medan ishockeyspelarna kanske presterar som bäst under vinterhalvåret/tidig vår.

För reliabilitetsstudien ser vi inte samma reservationer, eftersom varje spelare jämförs med sig själva under en kortare tidsrymd, där träningsuppläget inte hinner ändra sig för individen.

Vi tror att kropps-konstitutionen har en stor betydelse för resultatet i ett CMJ. Fotbollspelare har välutvecklad bål, lår- och underbensmuskulatur (bild 2 och 4). En ishockeyspelares kropps-konstitution skiljer sig en hel del från en fotbollspelares. De ska ha lite mer ”tyngd” än fotbollspelarna och det medför att de väger mer. De är starka i både över- och underkropp men har ofta en relativt dålig underbensmuskulatur (bild 1 och 3). Eftersom vriststräckningen likväl som höft- och knästräckningen har betydelse för VH-kapaciteten (2, 6) medför detta att en fotbollspelare kompenserar ishockeyspelarnas starkare höft- och knämuskulatur med lägre vikt och starkare underbensmuskulatur.

Att ishockey- och fotbollspelare bör vara vältränade i alla fysiska grundegenskaper, är en utmaning för ledare och spelare. Tittar man på arbetskravsanalyserna, bör det vara naturligt att fotbollsspelares träning inriktas på uthållighet- och snabbhetsträning, med styrketräningen i andra hand. Ishockeyspelarna borde prioritera styr-

ketträning mer än fotbollspelare, med mindre betoning av kanske framför allt uthållighetsträning. Dock är explosivitet i benen av stor betydelse för både ishockey- och fotbollspelare och därför skall ett reliabelt test av CMJ ingå i en seriös arbetskravsprofil.

Slutsats

Studien visar att hoppmattan är reliabel för CMJ och att ingen skillnad föreligger i CMJ-kapacitet mellan ishockey- och fotbollspelare på elitnivå.

Acknowledgements

Vi vill tacka:

Magnus Ericsson för all hjälp med statistiken.

Inge Johansson för sitt stora engagemang och information kring ämnet CMJ.

Anders Skördåker och *Anna Björkdal* för all hjälp med figurritning.

Sist vill vi naturligtvis tacka alla deltagarna och ledarna som gjorde detta arbete möjligt. Ett extra tack till de två personer som gick med på att fotas.

Referenser

- Annerstedt C. Träningsformer, metoder, praktiska exempel. In: Annerstedt C et al. Idrottens träningslära. Farsta: SISU Idrottsböcker; 1997. p. 282-340.
- Carlstedt J. Styrketräning för att bli snabb, stark eller uthållighet. 1:a utg. Malmö: Skogs Grafiska AB; 1997. p. 17-20.
- Kroon S. Vertical Jump Ability of elite Volleyball Players compared to Elite Athletes in other Team Sports. 2001. www.faccioni.com/Reviews/VJperformance.htm
- Bosco C. The Bosco's test. Strength assessment with the Bosco's test. 1999. p. 68-70.
- Carlock, J.M., Smith S.L., Hartman M.J., Morris R.T., Ciroslan D.A., Pierce K.C, et al. The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: A field-test approach. J. Strength Cond. Res. 2004; 18 (3):534-539.
- Oddsson L. Hopp höjd och hoppkapacitet hos volleybollspelare. In: Forsberg A, Saltin B. Styrketräning. Farsta: Bohusläningens Boktryckeri AB; 1986. p. 66-73.
- Kraemer W J, Newton R U. Training for improved vertical jump. Gatorade Sports science institute. 1994; 7 (6) www.gssiweb.com/reflib/refs/26/d0000000200000067.cfm?pid=38
- Anderson J.C, Hedrick Allen. The Vertical Jump: A Review of the Literature and a Team Case Study. Strength and Conditioning 1996; Febr. 15. Lamont H, Stone M, Stone M. Sports science information for coaches. Explosive exercise. 2001 www.coachesinfo.com/article/index.php?id=242&style=printable
- Molander L, Yderfors M. Mätning av hopp-spänst hos volleybollspelare med och utan fotledsortoser. Examensarbete 10 p. Lunds universitet 1998.

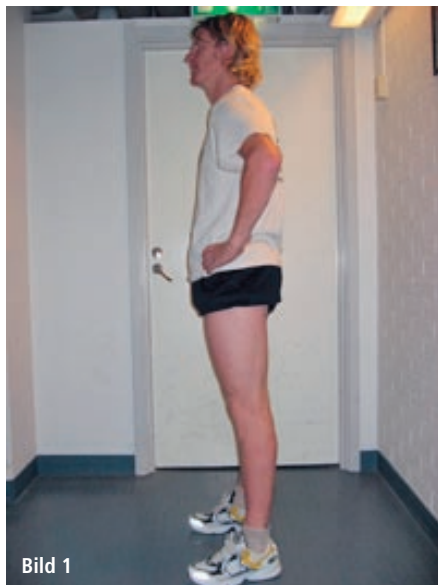


Bild 1



Bild 2



Bild 3



Bild 4

Typisk lår – och vadmuskulatur på en ishockeyspelare (bild 1 och 3) och typisk lår – och vadmuskulatur på en fotbollspelare (bild 2 och 4).

10. Johansson C, Smith C. Stretchings inverkan på spänst och styrka i form av hoppförmåga. Examensarbete 10 p. Göteborgs universitet 2002.

11. Harman, E.A, Rosenstein M.T, Frykman P.N, Rosenstein R.M. The effects of arms and counter movement on vertical jumping. Med. Sci. Sports Exerc. 1990; 22:825-23.

12. Harman E.A, Rosenstein M.T, Frykman P.N, Rosenstein R.M, Kraemer W.J. Estimation of human power output from vertical jump. J. Appl. Sports Sci. Res. 1991; 5:116-120.

13. Komi PV, Bosco C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. Med Sci Sports 1978; 10(4):261-5.

14. Luhtanen P. and Komi P. Segmental contribution to forces in vertical jump. Eur J Appl Pshysiol. 1978; 15(3): 181-8.

16. Michalsik L, Bangsbo J. Arbetsfysiologi. Aerob och anaerob träning. Farsta. SISU Idrottsböcker. 2004 .s.38.

17. Gustavsson KÅ, Höglund C, Johansson I, Tomth T. Ishockeyspelares Fysiska Träning: Träningslära – del 1. CEWE-Förlaget. 1998.

18. Gustavsson KÅ. Elitishockeystudien-delrapport. Krav och Kapacitetsprofil hos svenska elitishockeyspelare. Stockholm; 2002.

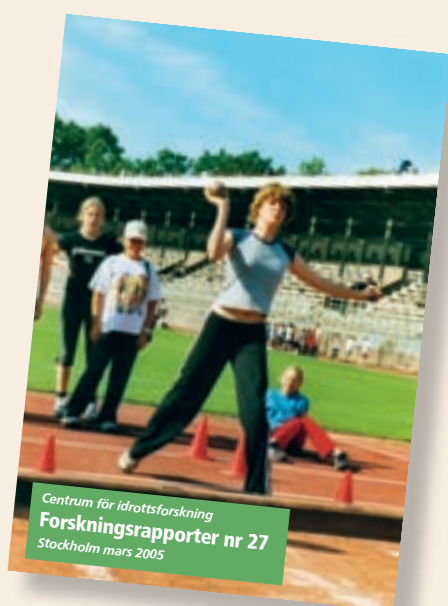
19. Wisloff U. Castagna C. Helgerud J. Jones R. Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. Br J Sports Med. 2004; 38 (3):285-8.

(Footnotes)

¹ Plyometriskt eller reaktivt är en rörelse som ändrar riktning.

² En arbetskravsanalys är en analys av vilka krav som ställs på aktuell idrott eller moment.

³ Testpersonen står med sidan mot en vägg med armen rakt upp utmed väggen. Testpersonen ritar ett streck med en krita på väggen med armen som är utmed väggen. Testpersonen gör ett CMJ, med armsving och drar ett streck på väggen när hon/han är som högst i rörelsebannan. Resultatet=avståndet mellan det första och andra strecket.



**BESTÄLL
GRATIS**

Som läsare av denna tidning kan Du gratis beställa Forskningsrapport nr 27, som nyligen utkommit. Rapporten innehåller de forskningsprojekt som stötts av CIF under 2003-2004.

Ett 90-tal idrottsforskare presenterar sina studier. Frågeställning, metodik, resultat och betydelse för idrotten. På "köpet" får Du dessutom en bra adressförteckning över landets idrottsforskare.

Kontakta anne.britt.olrog@ihs.se eller ring Anne-Britt 08-402 22 91 (54)

Även till seminarier och vissa utbildningar där idrottsforskning utgör en väsentlig del kan vi sända i rimligt antal.