

1563

## Utvärdering av träningsövningar för buk- och höftböjarmuskulaturen

*Träningsövningar för att stärka buk- och höftböjarmuskulaturen, typ ryggliggande benlyft och bålresningar, s k sit-ups, ingår ofta i träningsprogram för förebyggande och rehabilitering av ryggproblem. Föreliggande projekt tog sikte på att reda ut de många gånger motstridiga uppfattningar som finns om hur dylika övningar skall utformas för att ha bästa möjliga effekt på de specifika muskler man önskar träna; skall man exempelvis ha raka eller böjda ben, stöd eller inte stöd för fötterna, etc. Speciellt intresse ägnades iliopsoasmuskeln, vars funktioner kring höftled, bäcken och ländrygg är omdiskuterade, men hittills i stort sett okända.*

*Registreringar av den elektriska muskelaktiviteten gjordes från ett antal individuella bål- och höftböjarmuskler, inklusive iliacus och psoas, under olika varianter av dynamiska och statiska träningsövningar. Det visade sig bland annat att utförandet kunde modifieras så att enbart buk- eller höftböjarmuskler var engagerade samt att psoas och iliacus kunde aktiveras var för sig i olika situationer. Aktiveringsnivån i vissa övningar nådde höga värden i förhållande till den viljemässigt möjliga vid motsvarande maximal ansträngning. Med magnetresonansteknik påvisades att psoasmuskeln har mekaniska förutsättningar för att i första hand åstadkomma ökad tryckkraft och stabilitet i ländryggen. Resultaten äger direkt tillämpbarhet vid urval bland befintliga test- och träningsövningar samt som basinformation för utformning av nya sådana.*

### BAKGRUND

Kan man med fysisk träning minska risken för att drabbas av ryggproblem? Hur skall träningen utformas för att ha bäst effekt? Kan övningar som används i träningen rent av vara skadliga? Frågor av den här typen utgjorde utgångspunkter för föreliggande projekt.

Uppfattningarna om betydelsen av fysiskt status (kondition, styrka, rörlighet) i samband med uppkomsten av ryggproblem har varierat genom åren. På senare tid har vikten av en god allmänkondition betonats alltmer, dels för att undvika ryggproblem, dels, och kanske framför allt, för att snabbt komma tillbaka i arbete efter skada. Fysisk status kan för-

bättras med träning i alla åldrar. I de flesta träningsprogram ingår olika muskelstärkande övningar för buk- och ryggmuskulaturen. Detta gäller även det övningsförråd som presenteras i skolan. Instruktionerna om hur dessa övningar skall utformas saknar dock i regel grund i objektiva mätningar. Undersökningar behövs för att reda ut de många gånger motstridiga uppfattningarna om olika träningsmetoders positiva effekt, liksom deras eventuella negativa verkan vad gäller t ex bäckenställning och svank. Vidare saknas kontrollerade träningsstudier där effekterna av specifika träningsprogram följs upp.

Det finns ett otal varianter av träningsövningar för buk- och höftböjarmuskulaturen. De vanligaste

för att stärka bukmusklerna är av typen ryggliggande bålresningar, s k sit-ups, medan ryggliggande benlyft ofta ingår i träningsprogram för höftböjarna. Syftet med denna form av träning är exempelvis att nå förbättrad bålstabilitet, ändrad svank och bäckenställning eller en avlastning av ryggraden vid lyft. Trots att hypoteserna är många om hur övningarna skall utformas för att ha bäst effekt, är informationen knapphändig vad gäller de olika musklernas faktiska engagemang. Detta gäller särskilt iliopsoasmuskeln. Iliopsoas är en komplicerad muskel som ligger djupt längs ländryggraden och på insidan av bäckenet med gemensamt fäste på lårbenet nära höftleden, och är därför svår att komma åt att mäta från. Dess båda huvuddelar, psoas och iliacus, kan påverka stabilitet och rörelser av ländryggen, bäckenet och höftlederna. Förkortad iliopsoasmuskel har förknippats med felställningar och smärttillstånd i ländryggen, i lederna mellan korsryggen och bäckenet samt i höftlederna. I vissa situationer anses det vara viktigt att undvika aktivering av iliopsoas, medan det i andra sannolikt är befogat med specifik träning av denna muskulatur. För att reda ut detta krävs att man känner till när och hur mycket de individuella musklerna är aktiverade i olika rörelser samt deras anatomi i förhållande till olika leder.

#### SYFTE

Vår avsikt är att systematiskt kartlägga aktiveringsmönster och anatomi hos bål- och höftböjarmuskulatur under vanligt förekommande varianter av träningsövningar. Strävan är att ge detaljerad information om när och hur mycket de individuella muskler som styr ländryggens, bäckenets och höftledernas rörelser och stabilitet är aktiverade under olika väl standardiserade modifikationer av de vanligast förekommande träningsövningarna. Målet är att härigenom ge ett objektivt underlag för förbättrade träningsmetoder för förebyggande och rehabilitering av ryggsproblem.

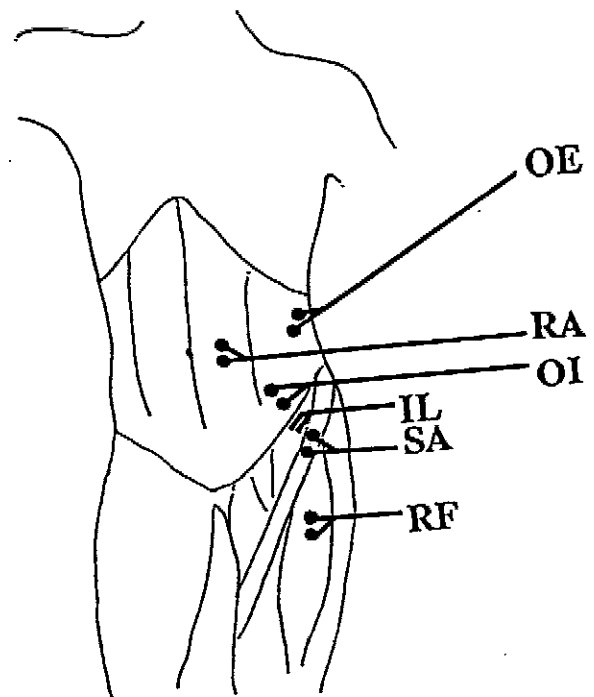
#### MATERIAL

Tjugoen personer, 14 män och 7 kvinnor i åldrarna 22–35 år, har ingått i de olika delstudierna. Samtliga personer var friska, måttligt tränade, och hade normal kroppsbyggnad.

#### METODER

För att förverkliga ovanstående syfte krävdes metodutveckling, framför allt när det gällde bestämning av funktion och anatomi hos djupt liggande muskler, såsom psoasmuskeln.

Det enda sättet att bestämma om, och hur mycket en muskel är aktiverad under en rörelse, är att avledda den elektriska aktivitet som är förknippad med muskelaktivering med hjälp av elektromyografi (EMG). I djupt liggande muskler sker detta företrädesvis medelst tunna trådelektroder, som planteras in via nålar efter lokalbedövning. Inläggningen utfördes i iliacus från framsidan i ljumskregionen och i psoas från ryggsidan (se figur 1 och 2), den senare under överinseende av ultraljud. Vi använde även ytelektroder, som fastklistras på huden över muskeln, för att avledda EMG-aktiviteten från mer ytligt liggande muskler, såsom den raka (rectus abdominis, RA) och de båda sneda bukmusklerna (obliquus externus och obliquus internus abdominis, OE och OI) samt de båda höftböjarmusklerna skräddarmuskeln (sartorius) och raka lårmuskeln (rectus femoris), båda belägna på lårets framsida (Figur 1).



**Figur 1.** Teckningen visar var elektroderna placerades för registrering av muskelaktivitet (EMG) från de olika buk- och höftböjarmusklerna. Förkortningarna förklaras i texten under Metoder. Registrering av EMG från iliacus, IL, utfördes med trådelektroder i muskeln, övriga med ytelektroder. Elektrodplaceringen för psoas illustreras i figur 2.

Magnetresonanstekniken (MR) erbjuder unika möjligheter att få exponeringar av kroppen i olika plan. Vi använde MR för att bestämma de olika musklernas potential för kraft- (tvärsnittsarea) och styrkeutveckling (inkluderande även musklernas

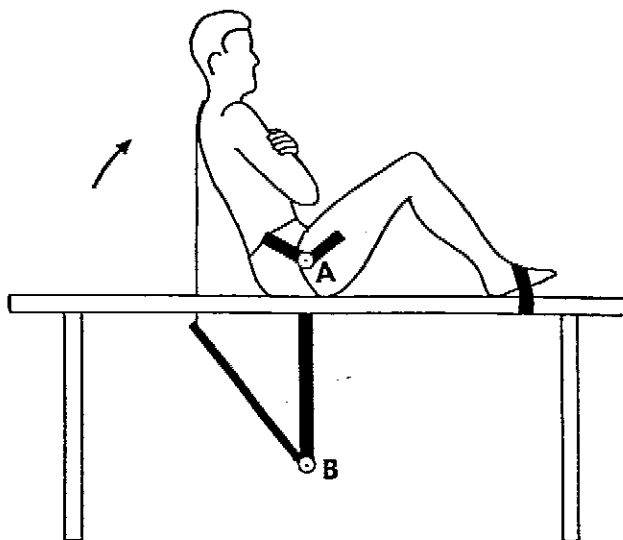


**Figur 2.** MR-tvärsnitt av bålens i höjd med naveln. Markera-de är kotkroppen på ländkota 3 (L3) samt vänster sidas raka (RA) och sneda buk-muskler (O). P markerar vänster sidas psoasmuskel. Nålen in i den högra psoasmuskeln visar hur trådelektroderna placerades i muskeln. (Nålen avlägsnas sedan och lämnar kvar de två flexibla trådelek-troderna, diameter 0.22 mm, i muskeln.)

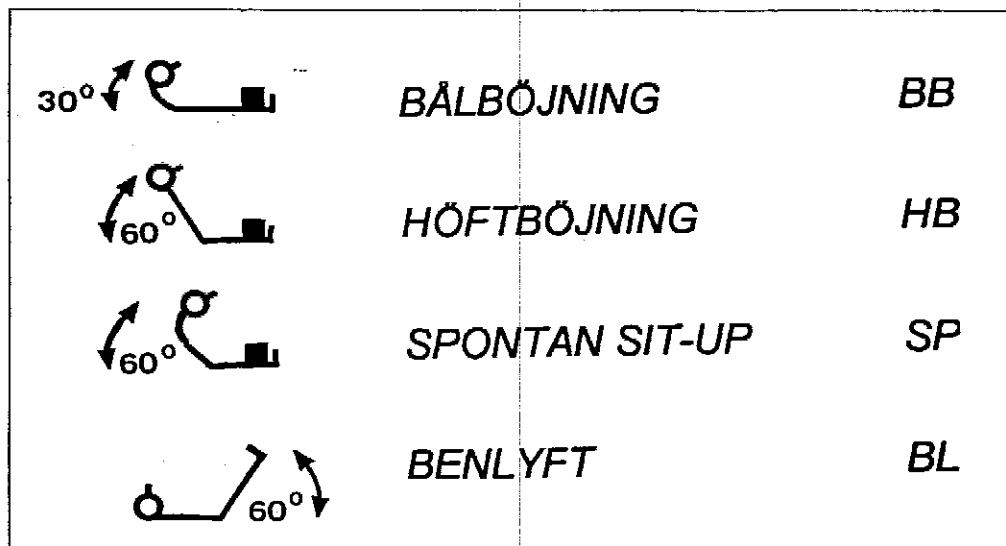
hävstångsarm, dvs det vinkelräta avståndet från muskelns dragriktning till respektive rörelseaxel, jfr figur 2), samt hur denna varierar med olika höft-vinklar och grader av bäckenlutning (svank).

Själva träningsövningarna utförs på en special-konstruerad bänk med möjlighet att via elektrogoni-ometrar (vinkelgivare) registrera rörelserna av över-kroppen och höftlederna (Figur 3). Tre olika varian-ter av sit-ups gjordes (Figur 4): bålböjning, dvs uppresning av övre delen av bålens och huvudet utan någon rörelse i höftleden; höftböjning, dvs uppres-ning av en rak överkropp genom böjning i höftle-derna samt spontan sit-up, resulterande i en kombi-

nation av bål- och höftböjning. Sit-upsvarianterna gjordes med eller utan stöd för fötterna samt med raka eller böjda ben. Dessutom utfördes ryggliggan-de benlyft, dels båda benen samtidigt, dels med ett ben i taget. Armarna hölls korslagda på bröstet i alla övningar. Rörelseutslaget och takten justerades så att alla rörelser skedde med samma medelhastig-het, 30 grader per sekund, dvs den totala tiden upp och ned för bålböjning var ca 2 sekunder och för de övriga varianterna 4 sekunder (Figur 4). Mätningar gjordes även i följande statistiska positioner: 10, 20 och 30 grader samt maximal vinkel i bålböjning, respektive 10, 30 och 60 grader i höftböjning och benlyft.



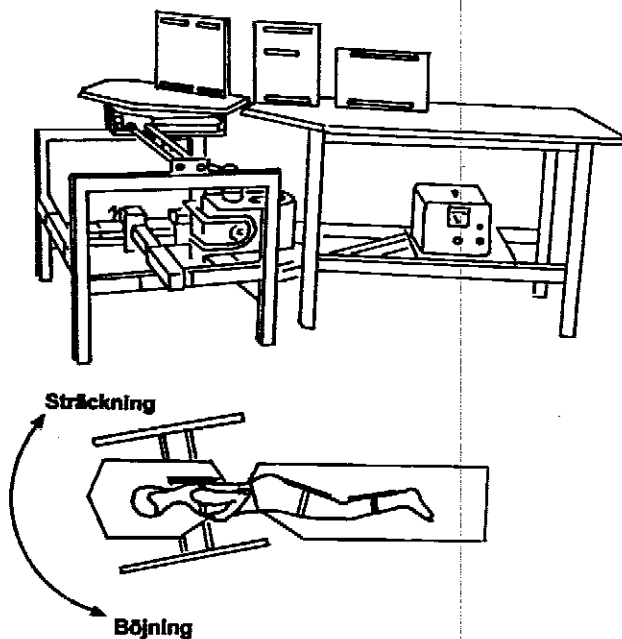
**Figur 3.** Försökssupställningen för analys av träningsövning-ar (här höftböjning med böjda ben och stöd för fötterna). Vidare visas placeringen av goniometrarna för mätning av vinkelrörelser i höftleden (A) och av överkroppen (B).



**Figur 4.** Schematisk översikt av de övningar som utfördes. Rörelseom-fånget i de olika dyna-miska varianterna är angivna.

Medelamplituden (-storleken) på EMG-signalen beräknades under hela rörelsen respektive under två sekunder i de statiska positionerna. Jämförelser av storleken på aktiveringen av de olika musklerna gjordes dels i förhållande till det högsta uppmätta värdet för just den muskeln under någon träningsövning (statiska och dynamiska övningar separat), dels i förhållande till respektive värden uppmätta under maximal viljemässig styrkeutveckling. Maximal styrkemätning utfördes i en s.k. isokinetisk apparatur (Cybex, figur 5) där hastighet och rörelseutslag, respektive statiska positioner, gjordes likvärdiga med förhållandena under träningsövningarna. (Endast den uppåtresande, s.k. koncentriska, fasen jämfördes.)

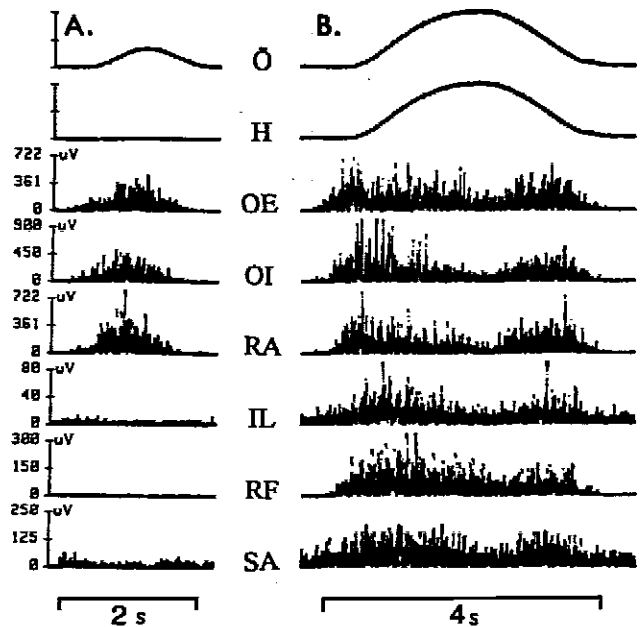
Samtliga signaler insamlades via analog bandspelare och överfördes till en persondator för analys och bearbetning.



**Figur 5.** Försökupställningen för mätning av maximal viljemässig styrka i bålböjning, höftböjning och benlyft, motsvarande träningsövningarna såväl dynamiskt, avseende hastighet och rörelseomfång, som statiskt vad gäller positioner. Styrkemätningen utfördes med personen i sidliggande med ena kroppshalvan på ett rörligt bord och med styrkemätaren (Cybex) placerad horisontellt under förbindelsen mellan borden. (BB och HB utfördes med raka ben.)

## RESULTAT

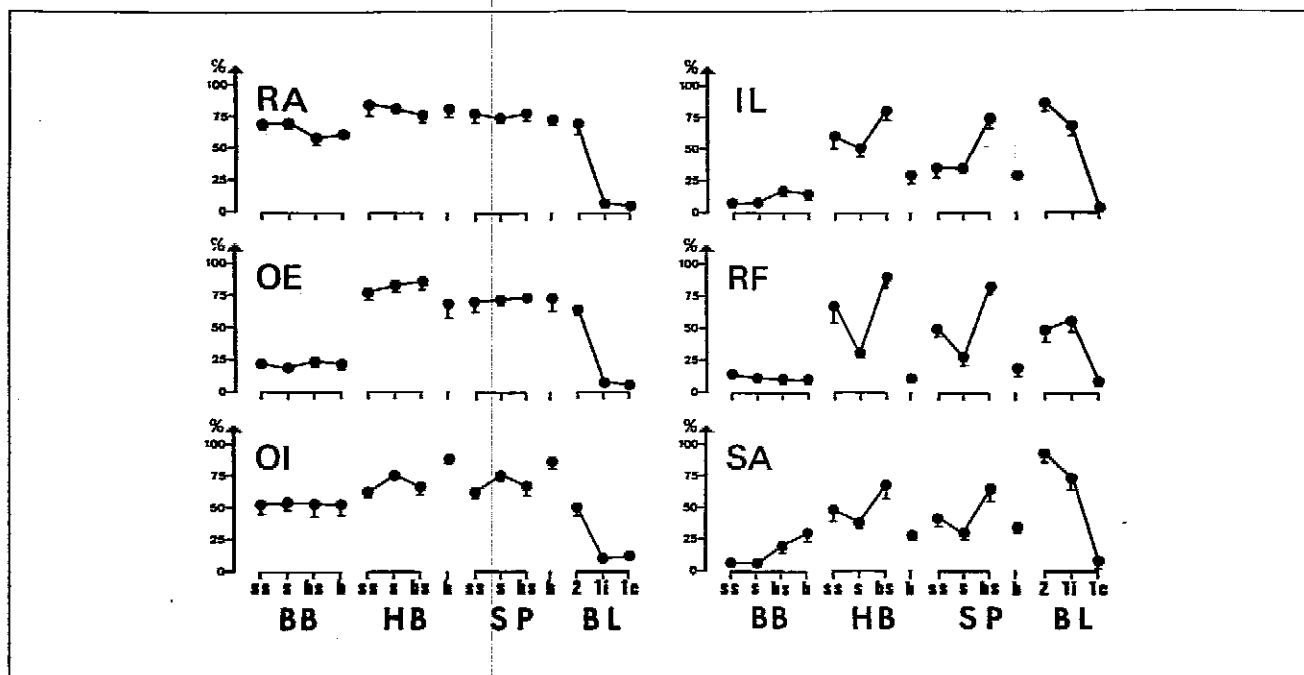
Resultaten visade att bukmusklerna var aktiva i samtliga sit-ups varianter. Vid höftböjning var bukmuskelaktiveringen till och med högre än vid ren bålböjning. Bukmusklernas funktion i en höftböjningssit-up är att via en statisk muskelsammandrag-



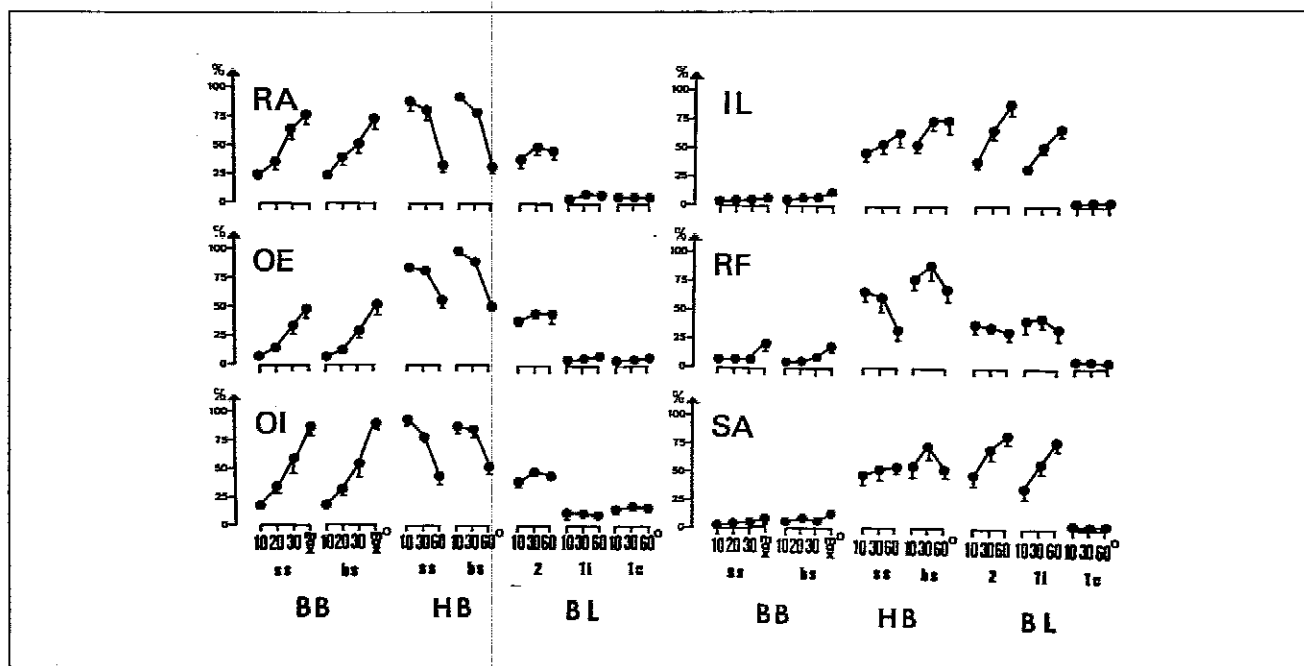
**Figur 6.** Exempel på registreringar under två träningsövningar: sit-ups med bålböjning (A) respektive höftböjning (B). Överst syns vinkelförflyttningen av överkroppen (O) respektive i höftleden (H). Därunder visas motsvarande EMG-registreringar (rektifierade och filterade) från buk- och höftböjarmuskler. Förkortningarna förklaras i texten under Metoder. (Båda övningarna utfördes med böjda ben och stöd.)

ning (kontraktion) hålla bålen stabil. Aktiveringsnivån i bukmusklerna påverkades inte nämnvärt av stöd för fötterna eller böjda ben. Höftböjarmusklerna, inklusive iliacus, var i sit-ups huvudsakligen aktiverade i övningar som innebar en flexion i höftleden; ren bålflexion kunde ske utan något påtagligt engagemang av höftböjarna (Figur 6). I sit-ups med höftböjning innebar stöd för fötterna och böjda ben högst aktivering av höftböjarna (Figur 7). Likartade aktiveringsnivåer sågs i höftböjnings- och spontana sit-ups. Vid ryggliggande dubbelt benlyft deltog såväl höftböjare som bukmuskler, de senare för att stabilisera bäckenet via en statisk kontraktion. Denna stabilisering behövdes uppenbarligen inte vid enkelt benlyft, där endast den sidas höftböjarmuskler som åstadkom benlyftet var aktiverade (Figur 7).

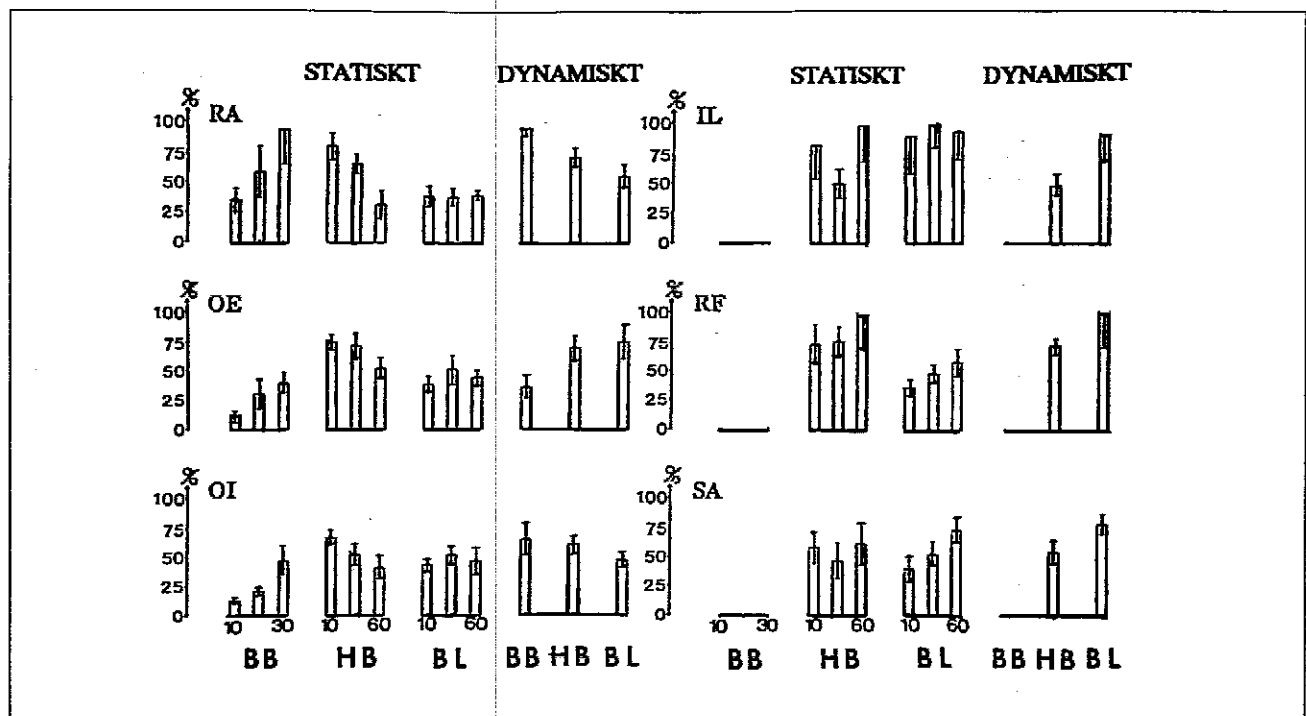
I de statiska positionerna sågs skillnader i aktiveringsnivåer mellan de olika musklerna som i stort sett överensstämde med motsvarande dynamiska övningar. I sit-ups ökade bukmuskelaktiviteten med grad av bålböjning respektive minskade med grad av höftflexion (Figur 8). Aktiviteten i iliacus ökade med ökad vinkel i höftböjningssit-up och benlyft. Denna ökade aktivitet med vinkel beror sannolikt på att nedgången i muskelns kraftproducerande



**Figur 7.** Medelaktiviteter för bukmusklerna (RA, OE, OI) och höftböjarmusklerna (IL, RF, SA) i de olika dynamiska övningarna uttryckta i procent av det högsta registrerade värdet för respektive muskel i någon träningsövning (medelvärden och standardavvikelse för 6 personer). Muskelförkortningarna förklaras i texten under Metoder. Övriga förkortningar betyder: BB: bålböjnings-situp, HB: höftböjnings-situp, SP: spontansitup, BL: benlyft, 2=båda benen, Ti=samma (ipsi) sidas och Tc = motsatt (contra) sidas ben; ss: sträckta ben och stöd, s: sträckta ben utan stöd, bs: böjda ben och stöd, b: böjda ben utan stöd. Notera att b vid HB och SP skiljts ut därför att denna övning inte kunde utföras enligt instruktion, dvs utan stöd, av rent mekaniska skäl (överkroppen "för tung" i förhållande till underkroppen). I båda fallen blev resultatet en maximal bålböjning som bibehölls i ca en sekund.



**Figur 8.** Medelaktiviteter för bukmusklerna (RA, OE, OI) och höftböjarmusklerna (IL, RF, SA) i de olika statiska positionerna i respektive träningsövning uttryckta i procent av det högsta registrerade värdet för varje muskel i någon position (medelvärden och standardavvikelse för 6 personer). Förkortningar som i figur 7. Vinkelpositionerna mättes mellan bänkens horisontalplan och en linje från halskota 7 till bröstkota 12 (BB) respektive till höftleden (HB) samt från fotleden till höftleden (BL).



**Figur 9.** Medelaktiviteten för de olika bukmusklerna (RA, OE, OI) och höftböjarmusklerna (IL, RF, SA) uttryckt i procent av aktiviteten vid maximal styrkeutveckling under motsvarande förhållanden (medelvärden för 6 personer). Förkortningar som i figur 7. (Notera att maximal statisk vinkel för BB ej ingick i styrkemätningarna, jfr figur 8.)

förmåga med minskad längd överväger minskningen i kraftbehov på grund av lägre belastning (tyngdkraftens kraftmoment minskar) och en eventuell förlängning av muskelns hävstångsarm.

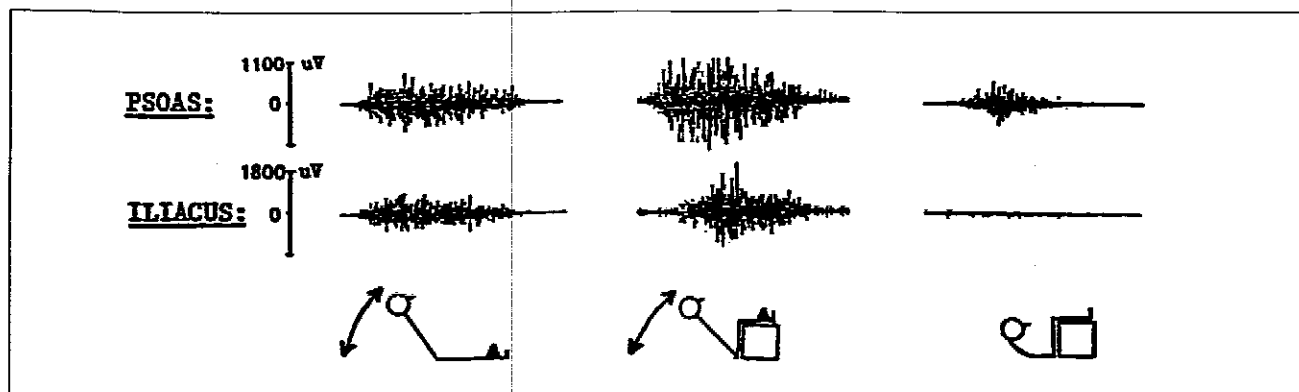
Aktiveringsnivån i de olika musklerna under träningsövningarna i förhållande till vad som var möjligt vid maximal styrkeutveckling i motsvarande situation visas i figur 9. Från figuren kan man bland annat utläsa att bukmusklerna ökade i aktivitet med statisk vinkel i bålböjning, där raka bukmuskeln visade ett speciellt högt värde, ca 90 procent av max i det mest böjda läget (30 grader). Notervärt är den relativt låga aktiveringen av den yttre sneda bukmuskeln i denna övning, såväl statiskt som dynamiskt. Det omvända förhållandet rådde vad gäller vinkelberoendet för bukmuskelaktiviteten i höftböjning, där de högsta värdena fanns initialt i rörelseomfånget (ca 75 procent av max i 10 grader vinkel) för att sedan avta. I dubbelt benlyft låg bukmuskelaktiviteten på 40–50 procent av max i de tre statiska positionerna, medan den i dynamiskt benlyft var något högre, särskilt för den yttre sneda bukmuskeln.

Intressant nog visade höftböjarna en högre aktivitetsnivå i benlyft än i sit-ups med höftböjning under dynamiska förhållanden, men inte under statiska. Det finns ingen uppenbar förklaring till detta fynd.

Iliacus hade något högre aktivitet i benlyft än i sit-ups med höftböjning, medan tendensen var den motsatta för rectus femoris. Generellt kan sägas att man i vissa modifieringar av träningsövningarna kunde åstadkomma en mycket hög aktivering av engagerad muskulatur i förhållande till den maximala.

Frågan är om iliacusregistreringarna också är representativa för psoasmuskeln. Resultat från isolerade rörelser, såväl i stående som sittande visade att de två musklerna kunde aktiveras helt separat. I de flesta träningsövningarna samvarierade aktiveringsmönstren i psoas och iliacus. Intressanta undantag fanns: t ex i ryggliggande sit-up med böjd höftled och underbenen vilande på en pall, ägnad att eliminera aktivitet i iliopsoas, kunde man se psoas medverka, trots att iliacus var tyst (Figur 10).

Magnetresonansbilder tagna på olika nivåer i ländryggen, såväl tvärsnitt (jfr figur 2) som längssnitt, visade att psoasmuskeln ligger symmetriskt längs ländryggradens båda sidor, med ungefär lika mycket muskelmassa framför som bakom en tvärgående rörelseaxel genom respektive mellankotskivans centrum. Den får därför en mycket liten hävstångsarm, dvs den kan inte påverka böj- och sträckrörelser särskilt mycket. Däremot är psoasmuskelns hävstångsarm i sidled större (jfr figur 2), vilket gör att den kan ha ett större inflytande på



Figur 10. EMG-registreringar från psoas- och iliacusmusklerna för en försöksperson under tre olika typer av sit-ups. Utförandet åskådliggörs av teckningen under respektive par av registreringar.

ländryggens stabilitet och rörelser från sida till sida. Muskelns position i förhållande till ländkotorna ändrades inte nämnvärt med ändrad svank eller böjning i höftlederna.

#### ALLMÄN DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Föreliggande serie av experiment kan sägas utgöra en modell för hur man kan undersöka i vad mån olika varianter av befintliga träningsövningar verkligen engagerar den muskulatur de avses göra. Detta är en uppenbar förutsättning för att förstå träningens positiva såväl som negativa effekter. Med denna kunskap blir det sedan möjligt att modifiera utförandet eller utforma helt nya övningar. Önskvärt är naturligtvis att man därefter i kontrollerade studier faktiskt jämför effekterna av olika träningsformer.

För studier av den här typen är elektromyografi (EMG) ett oundgängligt hjälpmedel. EMG är en vetenskap i sig och många fallgropar finns vid tolkningen av signalerna. Bland annat är det viktigt att aktiviteten normaliseras för att kunna jämföras mellan olika muskler, individer och situationer, dvs att den tas i förhållande till ett visst värde, här det högsta uppmätta eller maximalt viljemässigt möjliga. I det senare fallet är det mycket väsentligt att mätsituationen standardiseras och görs så lika träningsövningen som möjligt, till exempel med avseende på kroppsposition, rörelsehastighet och -omfång, något som i tidigare studier sällan varit fallet.

Registrering av EMG med ytelektroder ger en relativt representativ bild av aktiveringsnivån för en muskel, framför allt om den är aktiv eller inte. För djupt liggande muskler, typ psoas, är elektroder placerade i själva muskeln, s k intramuskulära elektroder, nödvändiga. Kombinationen av magnetresonansteknik och ultraljud öppnar unika möjligheter

att nå dessa muskler. Samtidig registrering från psoas och iliacus har exempelvis ej gjorts tidigare. De registreringar som gjorts från psoas i äldre studier har skett med nålelektroder, vilket begränsat rörelserepertoiren. Tunna trådelektroder, som använts här, är flexibla och tillåter rörelser på ett helt annat sätt.

När det gäller träning talar man ofta om den s k specificitetsprincipen, dvs att träningssvaret blir specifikt enligt den typ av stimulus det innebär. Detta omfattar även en muskels aktionssätt, dynamiskt gentemot statiskt, eccentrict mot koncentriskt, långsamt eller snabbt, etc. Aktiveringsgraden och kraftgenereringen är sannolikt viktiga stimuli för ökning av den kraftproducerande förmågan i muskeln. Muskellängden spelar i detta sammanhang en viktig roll, eftersom en förkortning av en muskel medför en lägre kraftpotential och därmed en högre aktivering för att producera en viss kraft. Avgörande för kravet på muskelkraft i en viss position är vidare längden på muskelns hävstångsarm, förlängs hävstångsarmen, minskar kraftkravet och vice versa.

Föreliggande information om hur aktiveringsnivån för olika muskler varierar med träningsövningsarnas utformning bildar en värdefull bas vid val av träningsövning för specifika ändamål. Analysen av musklernas geometri och mekaniska förutsättningar för kraft- och styrkeproduktion, som startats här med psoasmuskeln, skall utökas.

Även när det gäller att kartlägga behovet av specifik träning är resultaten användbara. Med dessa som utgångspunkt kan man konstruera specifika testprotokoll, vilka visar på svagheter i individuella muskler eller muskelgrupper. Vid ryggproblem av insufficiensstyp har vi hos en grupp värnplikliga exempelvis kunnat dokumentera lägre muskelstyrka i höftböjning, vilket skulle indikera behov av träning för denna muskulatur. Generellt gäller att

träning som ger smärta bör undvikas. Om exempelvis ökad tryckkraft ger smärta i ländryggen bör man sannolikt avhålla sig från aktivering av psoas. Från träningsläran vet vi också att töjning (stretching) av muskulaturen är att rekommendera efter varje pass av styrketräning.

Från presenterade resultat kan man bland annat dra följande sammanfattande slutsatser:

- Gångse träningsövningar för bålmuskulaturen, typ ryggliggande benlyft och bålresningar, s k sit-ups, kan modifieras så att enbart buk- eller höftböjarmuskulerna är aktiverade. Exempel på det förra är bålbojnings-sit-up och på det senare enkelt benlyft.
- Bukmuskulaturen är aktiverad i de flesta av de studerade övningarna, antingen dynamiskt, t ex vid bålflexions-sit-ups, där den verkar under förkortning (koncentriskt) på vägen upp och bromsande (eccentriskt) på vägen ned, eller statiskt (stabiliserande) i övningar där överkroppen skall hållas rak (höftbojnings-sit-up) eller bäckenet fixeras (dubbelt benlyft).
- Höftledsmuskulaturen är engagerad primärt i övningar som innebär en aktivt kontrollerad höftledsrörelse (-position).
- För engagerad muskulatur innebär sit-ups och benlyft en relativt hög aktiveringsnivå i förhållande till den maximala, dvs övningarna kan göras förhållandevis "tung".
- Högst aktivitet sågs för bukmuskulerna i initiala vinklar av resning av hela överkroppen samt vid maximal böjning av bålen och för höftböjarmuskulerna vid resning av hela överkroppen med böjda ben och stöd samt vid dubbelt benlyft.
- Av iliopsoasmuskelns två portioner, kunde psoas aktiveras för sig i vissa av de aktuella träningsövningarna, i andra samvarierade aktiveringen av psoas och iliacus med övriga höftböjarmuskler.

## REFERENSER

Andersson, E., Ma, Z., Nilsson, J. & Thorstensson, A. 1989. *Höftflexor- kontra bukmuskelaktivitet i olika träningsövningar*. Idrottsmedicinska Föreningens Vårmöte, (IMF), Örebro.

Andersson, E, Ma, Z., Nilsson, A. & Thorstensson, A. 1989. *Abdominal and hip flexor muscle involvement in various training exercises*. XIIth Int. Congress of Biomechanics, (ISB), Los Angeles.

Thorstensson, A., Andersson, E. & Cresswell, A. 1989. *Lumbar spine and psoas muscle geometry revisited with magnetic resonance imaging*. XIIth Int. Congress of Biomechanics, (ISB), Los Angeles.

Andersson, E., Ma, Z. & Thorstensson, A. 1990. *Co-ordination and activity levels of hip and trunk flexors in static and dynamic submaximal and maximal exercises*. Int. Soc. Electrophysiol. Kinesiol., (ISEK), Baltimore.

Andersson, E., Grundström, H., Oddsson, L. & Thorstensson, A. 1991. *Psoas and iliacus muscles act in concert or selectively during natural movements in man*. XIIIth Int. Congress of Biomechanics, (ISB), Perth.

Thorstensson, A. & Andersson, E. 1992. *Electromyographic evaluation of training exercises for the trunk flexor musculature*. Int. Sci. Conference on Prevention of Work-related Musculoskeletal Disorders, (PREMUS), Stockholm.

## RAPPORT

Detta är ett delprojekt i en större fortlöpande undersökning rörande effekter av lyftteknik, balansstörningar, träning och trötthet på bålmuskulaturen och ryggradens belastningsförhållanden. Aktuell delrapportering sker genom denna sammanfattning. De i referenslistan upptagna korta originalrapporterna, sammanlagt 10 sidor, kan beställas direkt från Institutionen för fysiologi III, Karolinska institutet, Box 5626, 114 86 Stockholm, tel. 08- 23 37 23, fax 08-723 13 93 (Britt Arvidsson eller Patricia Blake).  
Pris: 40 kronor.

1563

För innehållet i sammanfattningen svarar

Eva A. Andersson och Alf Thorstensson

Institutionen för fysiologi III, Karolinska institutet och Institutionen för idrotts- och hälsovetenskap, Idrottshögskolan, Box 5626, 114 86 Stockholm, tel 08-23 37 23.

Pnr 82-0184 Arbetsställning, arbetsbelastning (40) Mars 1993

Arbetsmiljöfonden

BESÖKSADRESS Olof Palmes Gata 31  
POSTADRESS Box 1122 111 81 STOCKHOLM  
TELEFON 08-791 03 00 TELEFAX 08-791 85 90