

1561

# Ländryggradens krökning har betydelse för belastningen på ryggens muskler och diskor vid lyft

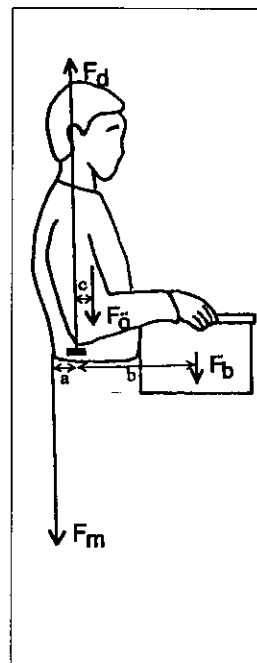
*Ryggont till följd av lyft är en vanlig förekomst i arbetslivet. Rekommendationer om "rätt" lyftteknik bygger bland annat på kunskap om människokroppens konstruktion. I denna undersökning studerades hur ryggmuskternas förmåga att sträcka ryggen under ett lyft varierar med olika krökning av ryggraden samt hur detta påverkar belastningen på ryggen. Det visade sig att muskelkraften i genomsnitt kunde utnyttjas upp till 23 procent effektivare för en svankad gentemot en krummad ländrygg. Dessutom påvisades betydelsen av detta för att minska storleken av kraftpåkänningen på ryggraden. Resultaten talar till förmån för svank i ländryggen vid lyft framför kroppen.*

## BAKGRUND OCH SYFTE

Ryggont är en vanlig åkomma på arbetsplatser där föremål skall lyftas. Belastningar i diskor, kotor, muskler och ligament kan vid ett lyft bli så stora att skador uppstår. Under lyftet drar ryggmuskterna för att motverka att överkroppens och den lyfta bördans tyngdkrafter tippas framåt. Eftersom hävstångsarmen för muskelkraften är kort i jämförelse med hävstångsarmarna för tyngdkrafterna, måste musklerna dra med en betydligt större kraft än tyngdkrafterna (Figur 1). Detta kan ge upphov till överbelastningar i muskulaturen men också till skador på diskerna eftersom dessa pressas ihop av muskelkraften.

För att minska belastningarna kan man förkorta tyngdkrafternas eller förlänga musklernas hävstångsarm och på så sätt minska behovet av muskelkraft. Tyngdkrafternas hävstångsarmar kan förkortas genom att man lyfter med upprätt överkropp och bördan nära kroppen. Möjligheten att variera musklernas hävstångsarmslängd genom varierande krökning av ryggraden har undersökts som en del i detta projekt. Vidare har vi studerat inverkan av variationen i hävstångsarmslängd på ryggbelastningen genom att registrera rörelsen för olika typer av verkliga lyft och sedan beräkna tryckkraften på

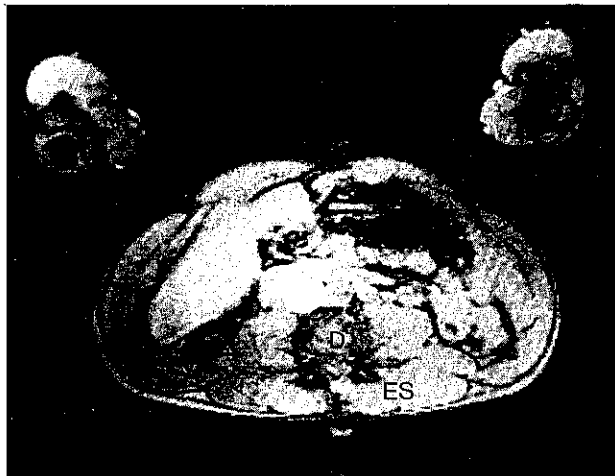
L4/L5 disken samt muskelkraften under lyften. Beräkningarna genomfördes utgående från en mekanisk modell av människokroppen vilken även tar hänsyn till kroppssegmentens och bördans dynamik (positioner, hastigheter och accelerationer).



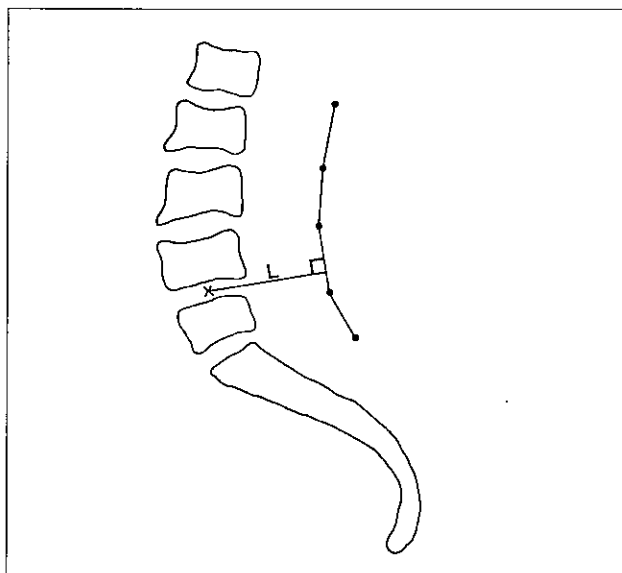
**Figur 1.** Ett så kallat frikroppsdiagram för uppskattning av tryckkraften på L4/L5 disken (disken mellan ländryggskota 4 och 5 uppträffad, markerad med ■) vid en upprätt lyftposition. Muskelkraften ( $F_m$ ) och dess hävstångsarm ( $a$ ), bördans ( $F_b$ ) och överkroppens ( $F_o$ ) tyngdkrafter samt deras hävstångsarmar ( $b, c$ ) och tryckkraften i disken ( $F_d$ ) är utritade. (Hävstångsarmen är det vinkelräta avståndet från kraftens verkningslinje till centrum av disken.) Jämviktsekvationerna för beräkning av muskelkraften och tryckkraften på disken blir:  $F_m = (F_b * b + F_o * c) / a$  och  $F_d = F_m + F_b + F_o$ .

## MATERIAL OCH METOD

Sex kvinnor och sex män, elever från Idrottshögskolan samt forskningspersonal från institutionen, deltog i studien. Deras ålder, längd och vikt var i medeltal ( $\pm 1$  standardavvikelse)  $34 \pm 10$  år,  $179 \pm 9$  cm och  $73 \pm 10$  kg. Ryggmuskulaturens (erector spinae=ES) hävstångsarmslängd mättes med hjälp av magnetisk resonansteknik (MR). Hävstångsarmen för en viss nivå definierades som det kortaste avståndet i sagittalplanet (det plan som delar de två kroppshalvorna) genom ryggraden, från muskulaturens mittlinje till centrum av disken (Figur 2 och 3).



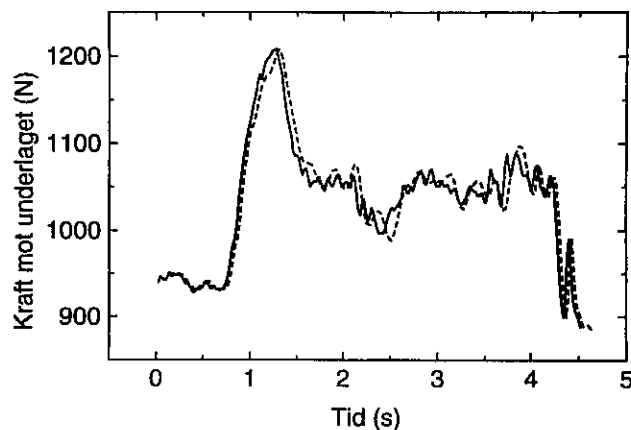
**Figur 2.** Ett MR-tvärsnitt genom bålen i höjd med L2/L3 disken (markerad med ett D). Nedanför disken syns erector spinae (markerad med ES på höger sida).



**Figur 3.** Ländrygggradens kotor (L1-L5) och korsbenet avritade från en MR-bild med ES-mittlinje till höger (uppmätt som medelvärdet av höger och vänster sidas muskelcentrum i tvärsnittsbilderna). ES-hävstångsarm för L4/L5 disken (L), definierad som kortaste avståndet från centrum av disken (X) till ES-mittlinje, är utritad.

Samtliga fem nivåer i ländryggen (en nivå för varje disk) har studerats. Mätningarna gjordes i statiska lyftpositioner med muskulaturen aktiverad och för olika krökning av ländryggraden, från maximal kutrygg (kyfos) till maximal svank (lordos). Dessutom utförde två av försökspersonerna en serie lyft av olika typer. Kroppssegmentens rörelser registrerades med ett optoelektroniskt system (Sel-spot) och ryggradens krökning med en goniometer (vinkelmätare). Kraften mot underlaget registrerades med en kraftplatta och den elektriska muskelaktiviteten (EMG) i rygg- (ES) och bukmuskler (rectus abdominis, den raka bukmuskeln) avleddes med ytelektroder.

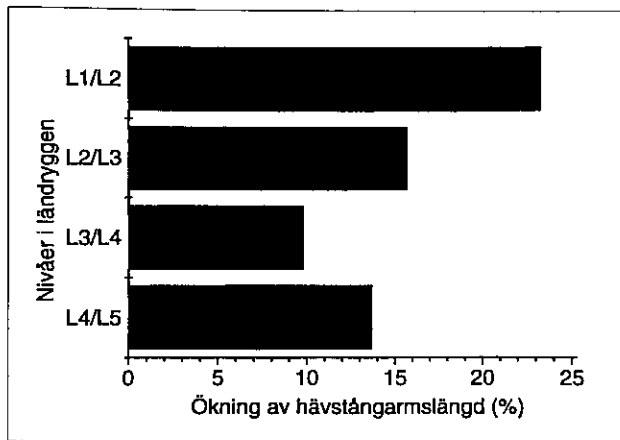
En mekanisk modell användes för att beräkna tryckkraften på L4/L5 disken under lyften. Informationen från rörelseregistreringarna styrde rörelsen och goniometerregistreringarna ländryggens krökning hos den datoriserade beräkningsmodellen. Hävstångsarmen för ES modellerades att variera med den faktiska krökningen av ländryggen enligt MR-undersökningen. Informationen från EMG och kraftplatta användes för att testa modellens giltighet (Figur 4).



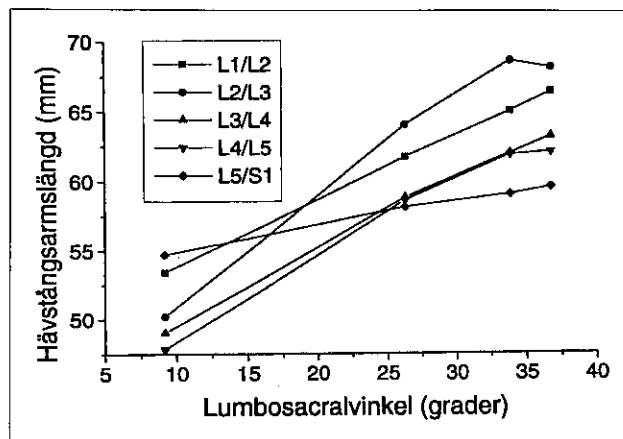
**Figur 4.** Tryckkraften mot marken under ett lyft, dels beräknad från en biomekanisk modell, dels uppmätt under det verkliga lyftet. Överensstämmelsen indikerar modellens mekaniska likhet med den verkliga försökspersonen.

## RESULTAT

MR-studien visade på längre hävstångsarmar för en svankad gentemot en kutad ländrygg. Detta var fallet för samtliga försökspersoner och för samtliga nivåer i ländryggen (Figur 5). Variationen av hävstångsarmslängden som funktion av ländryggens krökning, mätt som lumbosacralvinkeln (vinkeln i sagittalplanet mellan den övre ytan av korsbenet och den övre ytan av fjärde ländryggskotan), var relativt linjär (Figur 6), dvs ju större svank desto längre hävstångsarm.



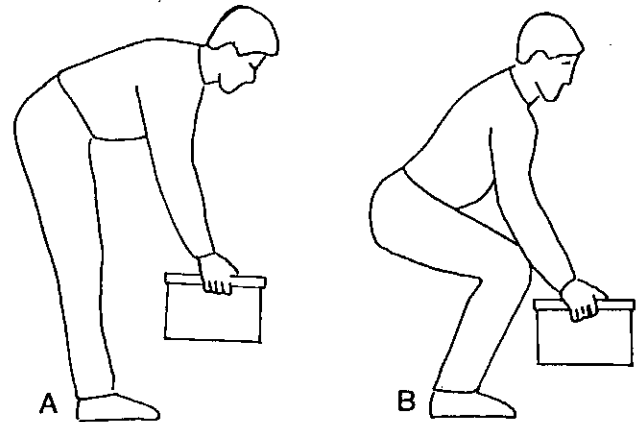
**Figur 5.** Ökning av ES hävstångsarmslängd för de olika nivåerna i ländryggen från maximal kutrygg till maximal svank. Medelvärden för elva personer.



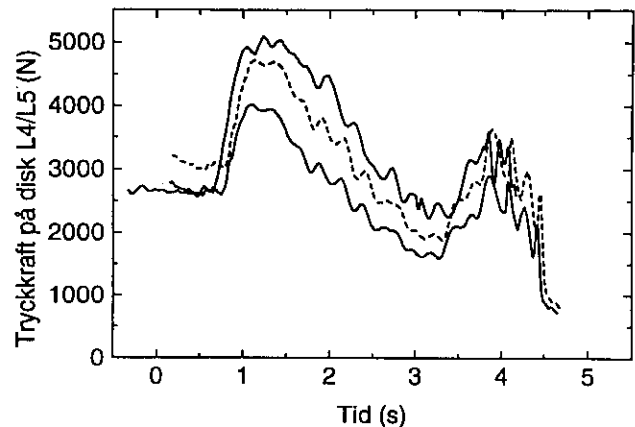
**Figur 6.** ES hävstångsarmslängd för de olika nivåerna i ländryggen som funktion av lumbosacralvinkeln (stor vinkel indikerar stor svank). Data från en individ.

Vid tidigare modellstudier har ES hävstångsarm alltid modellerats som en konstant längd. Man har alltså inte tagit hänsyn till den effekt ryggens krökning har på längden av ES hävstångsarm. De konsekvenser detta har för modellberäkningar av tryckkraften på diskerna visar exempelvis jämförelser mellan knä- och rygglyft (Figur 7). I de fall bördans bredd gjort det nödvändigt att lyfta den framför knäna finner man med den gamla typen av modell små skillnader i tryckkraften på diskerna mellan de två lyftteknikerna.

Studier med den nya modellen, där förändringen av muskulaturens hävstångsarm har modellerats, påvisade en klart lägre belastning under knälyftet. Det visade sig att skillnaden i belastning mellan de två teknikerna mer berodde på längdvariationer av musklernas än av tyngdkrafternas hävstångsarmar (Figur 8). Knälyftet möjliggjorde en större svank och därigenom en längre hävstångsarm för ES.



**Figur 7.** A) Rygglyft. B) Knälyft.



**Figur 8.** Kompressionskraften i L4/L5 disken beräknad med den varierande hävstångsarmslängden under ett rygglyft (heldragna övre kurvan) samt under ett knälyft med bördan framför knäna (heldragna nedre kurvan). Dessutom återges kompressionskraften under knälyftet beräknad med en konstant hävstångsarm (streckade kurvan). Bägge lyften avslutades med att bördan placerades på en hylla i bröst-höjd, vilket förklarar den andra mindre krafttoppen.

## SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Studien har visat att ryggmuskulaturens hävstångsarmslängd varierar avsevärt med ländryggens krökning och att detta kan ha en stor inverkan på belastningen på ryggen under lyft.

Belastningen på muskler och diskerna i ländryggen beror, förutom på hävstångsarmarnas längd, främst på bördans och kroppssegmentens massor, rörelsens hastighet, diskers och ligaments bidrag till ryggräckningen samt trycket i buken. Hur skadlig en given belastning kommer att vara beror på hur den tas upp av ryggrad och muskulatur samt hur förberedda (uppvärmda och tränade) dessa strukturer är för belastningen. Denna studie har givit information om hur belastningen under lyft kan minskas

---

genom att ländryggen svankas. Hålles övriga, ovan nämnda, faktorer konstanta i två lyft kommer det lyft där ländryggen svankas att ge en mindre tryckkraft i ryggraden än det lyft där den kutas. Detta beror på att hävstångsarmen blir längre då ryggen svankas, vilket i sin tur medför att ryggmuskulaturen slipper dra så hårt och att disken ej trycks ihop lika mycket som om ryggen kutas. Överdrivs svanken till slutet på rörelseomfånget så att passiva strukturer sträcks måste musklerna skapa en extra kraft enbart för att hålla kvar ländryggens krökning vilket minskar den positiva effekten. Vi rekommenderar därför, baserat på studiens resultat, att lyft sker med väl utvecklad, men ej extrem, svank.

#### REFERENSER

1. Tveit P, Daggfeldt K, Hetland S & Thorstensson A: *Erector spinae lever arm length variations with*

*changes in spinal curvature*. Artikel under publicering i *Spine*.

2. Daggfeldt K, Tveit P & Thorstensson A: *A model study of the influence of changing spinal curvature on disc compression during lifting*. (Manuskript.)

#### RAPPORT

Detta är ett delprojekt i en större fortlöpande undersökning rörande effekter av lyftteknik, balansstörningar, träning och trötthet på bål原因skulaturen och ryggradens belastningsförhållanden. Aktuell delrapportering sker genom denna sammanfattning. De i referenslistan upptagna originalrapporterna kan beställas 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 styck.

---

1561

*För innehållet i sammanfattningen svarar*

**Karl Daggfeldt 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