

# ARBETSMILJÖ FONDENS SAMMANFATTNINGAR

1420

## Arbetsrelaterade skulderbesvär — uppkomst och prevention

*För innehållet i sammanfattningen svarar Ulf Järvholm, Ortopediska kliniken, Östra sjukhuset, 416 85 Göteborg, Gunnar Palmerud, Projekt Lindholmen Utveckling AB, Box 8714, 402 75 Göteborg, tel 031-50 04 20, m fl.*

*Pnr 86-0360 Arbetsställning, arbetsbelastning (40)*

*December 1990*

### Bakgrund

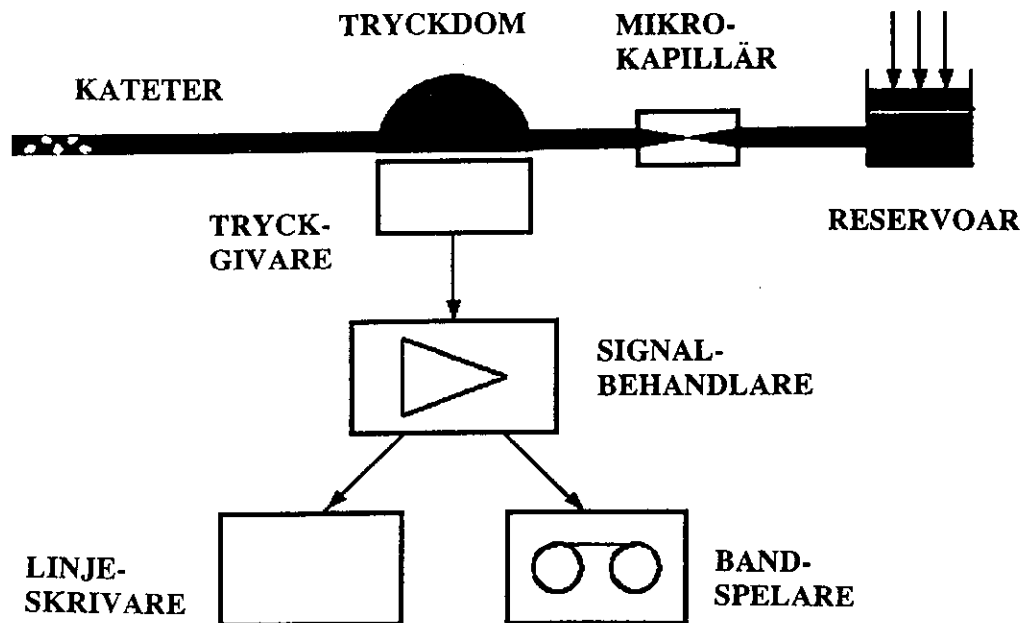
Skulderbelastning i arbetslivet och dess effekter i form av besvär och kroniska smärttillstånd är ett stort arbetsfysiologiskt problemfält. Kunskapsöversikter inom området har presenterats av bla Hagberg<sup>1</sup> och Öberg<sup>2</sup> under 1988. Det kliniska sjukdomspanoramats är svåröverskådligt. Skulderbesvär orsakas i många fall inte direkt av belastningar på arbetsplatsen utan kan exempelvis vara av reumatisk natur eller ha sin bakgrund i vad som kan betraktas som normalt åldrande. Men det råder inget tvivel om att höga eller långvariga belastningar i många fall är en starkt bidragande orsak till kroniska besvär i skuldran.

Kunskapen om hur de sjukliga förändringarna uppstår och vilka belastningsnivåer som innebär risk för framtida skuldersjukdom är mycket ofullständig. Det leder i sin tur till att det är svårt att ge precisa

rekommendationer om hur problem på arbetsplatsen skall åtgärdas och hur en lämplig arbetsmiljö skall organiseras.

Grunden för den forskning som bedrivits inom gruppen är uppfattningen att det är möjligt att definiera skulderbesvär som karakteriseras av inflammatoriska tillstånd i senvävnader, och kroniska muskelskador som sannolikt uppträder som resultat av långvarig och ofta återkommande muskelbelastning och hämmad muskelgenomblödning.

Dessa sjukliga förändringar kan reduceras med förebyggande insatser inriktade på att minska den tid som muskelns genomblödning är otillräcklig i relation till det ämnesomsättningsbehov som uppstår vid hög muskulär aktiveringsnivå.



Figur 1. Mätning av intramuskulärt tryck, principdiagram. Kateterspetsen befinner sig i muskeln.

## Projektet

En forskningslinje är fysiologiskt inriktad: hur påverkas muskelgenomblödningen av en muskelkontraktion, hur kan den mätas, vilken roll har den för uppkomst av kroniska besvär? Här ingår en arbetsfysiologisk metodutveckling, exempelvis när det gäller mätning av intramuskulärt tryck IMT, registrering av muskelelektriska signaler EMG och blodflöde.

Olika strukturer i skuldran arbetar under olika fysiologiska villkor. Vilka belastningsnormer bör gälla med hänsyn till uppkomst av tex hämmat blodflöde och sk lokal muskeltrötthet i olika muskler?

Om man kan precisera de fysiologiska effekterna av biomekanisk belastning för skuldrans olika strukturer så återstår att tolka detta i termer av observerade arbetsställningar, material- och verktygshantering etc. Hur skall kunskapen praktiskt användas vid bedömning av arbetssituationer?

Ett sätt att göra kunskapen tillgänglig är att utveckla en matematisk biomekanisk modell för beräkning av hur krafter fördelar sig över skuldrans strukturer utgående från enbart observerad arbetsställning och hanterad last.

## Resultat

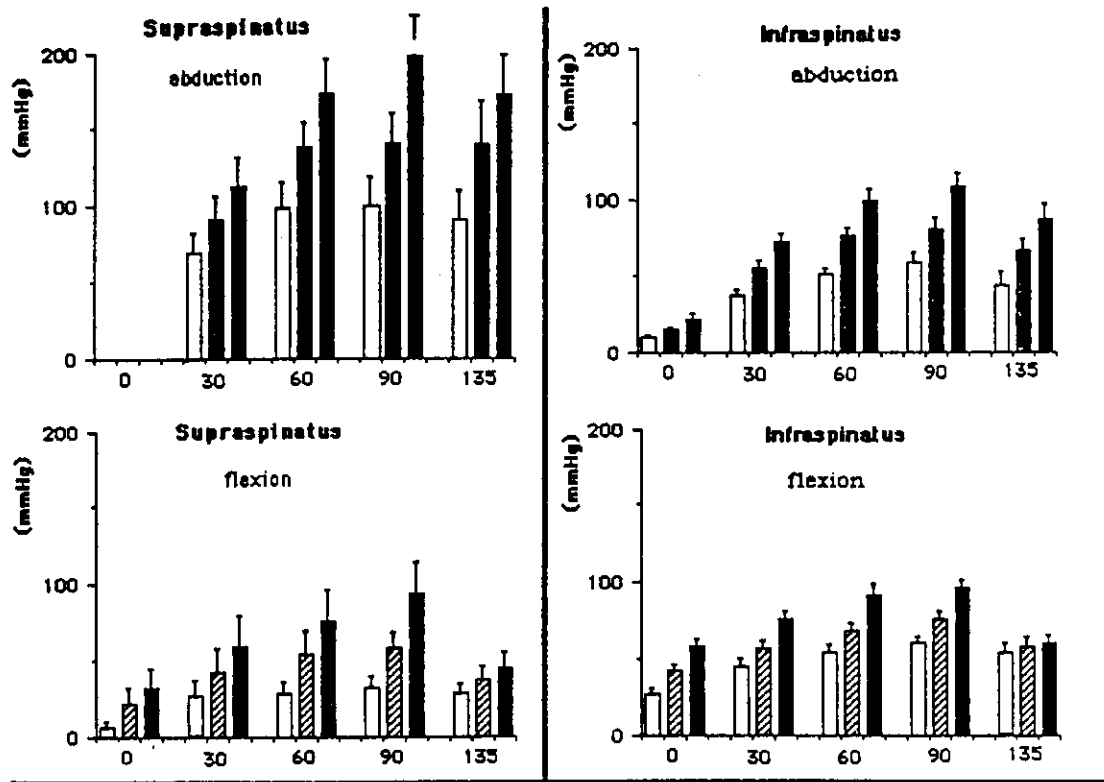
### Arbetsfysiologiska studier

Intramuskulärt tryck IMT har hittills mest använts inom ortopedin vid diagnostik av akuta och kroniska tryckstegringar i muskel (compartmentsyndrom). Man har funnit att IMT under muskelkontraktion korrelerar till både yttre last och EMG-signal.

Normalt varierar trycket under en kontraktion beroende på muskelgeometri, eftergivlighet i omgivande vävnad och mätdjup i muskeln. IMT-gränsvärdet för kapillär muskelgenomblödning i muskelvävnad anges i litteraturen till ca 30–50 mmHg.

IMT-mätningar i skuldermuskulatur ger med andra ord förutom en uppfattning om relativ muskelbelastning också en belysning av muskelns genomblödning, vilket är en viktig arbetsfysiologisk information.

Som tryckmätningssmetod har använts en vidareutvecklad sk mikrokapillär infusionsteknik (se figur 1). IMT har studerats i supraspinatusmuskeln vid maximal volontär kontraktion MVC, och i olika standardiserade armpositioner. IMT vid MVC var 210–650 mmHg och samvarierar väl (korrelationskoefficienten 0,83) med uppmätt extern kraft, när armen förs ut från kroppen (abduktion).



Figur 2. Tryckvärden för supraspinatus- och infraspinatusmuskulerna, dels i abduction (utåtföring av armen), dels i flexion (framåtföring av armen). Graden av utåt- och framåtföring varierar mellan 0 och 135 grader (0 grader betecknar hängande arm). För varje armposition ges värden för obelastad hand, samt med 1 respektive 2 kg handlast. Notera de höga värdena för supraspinatusmuskeln i abduction, och den tydliga inverkan av handlasten.

Redan vid en abduction av 30° var IMT över 50 mmHg (se figur 2). Det innebär hög muskelbelastning med hänsyn till kända gränsvärden för muskelgenomblödning.

Abduktionsvinkel och handlast hade stor betydelse för uppmätta tryckvärden. Böjning av armbågen minskade IMT i supraspinatusmuskeln med ca 30 procent, jämfört med rak armbåge.

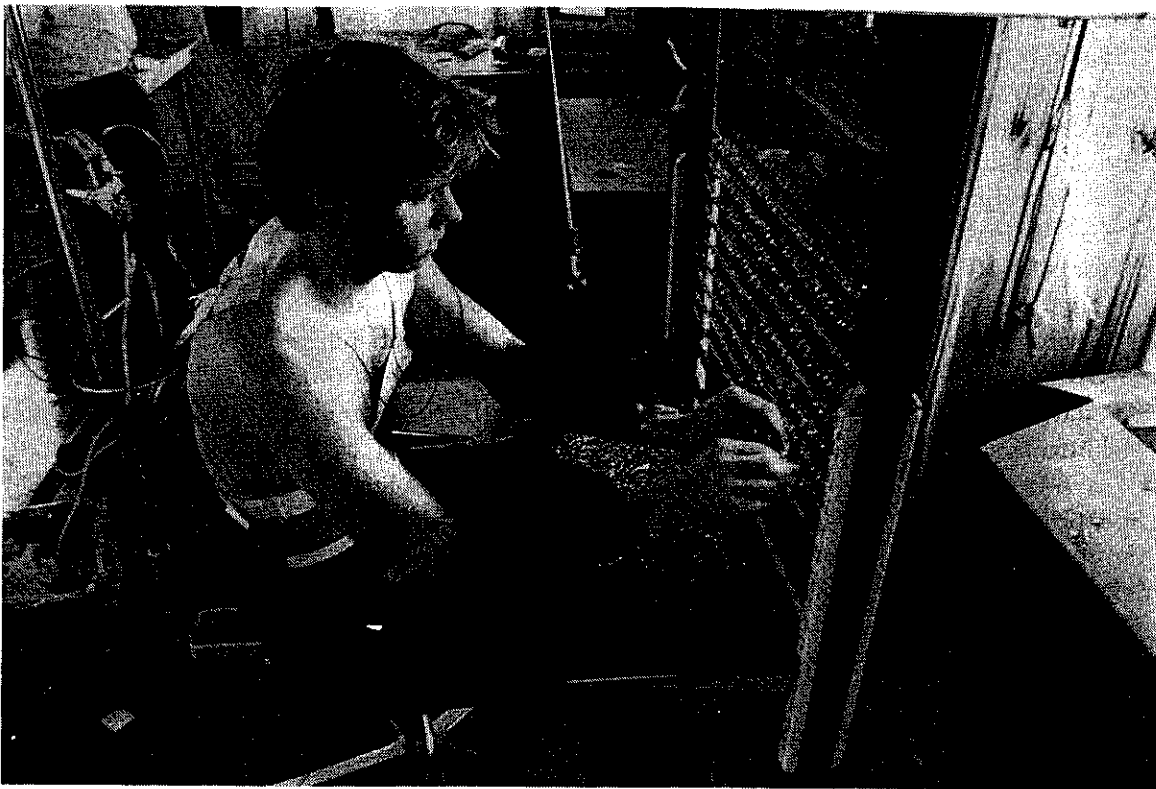
IMT har i supraspinatusmuskeln utvärderats mot EMG. Båda metoderna gav samstämmiga resultat vid isometrisk muskelkontraktion. Även små variationer i IMT under en isometrisk kontraktion återspeglades i EMB, men relationen mellan uppmätt

IMT och EMG varierade vid olika muskel-längd: vid kraftig förkortning gav EMG högre värden än IMT för en given last.

IMT och EMG har med ovanstående teknik också mätts i andra skuldermuskler: infraspinatus, deltoideus och trapezius. I samtliga muskler gav IMT och EMG en likartad beskrivning av muskelbelastningen i de olika testsituationerna. Det mest slående resultatet var att supraspinatusmuskeln hade mycket höga muskelkontraktionstryck jämfört med deltoideus och trapezius. Infraspinatusmuskeln intog en mellanställning.

För att belysa effekten av ökat IMT på muskelblodflöde MBF i supraspinatusmuskeln, utfördes samtidiga mätningar av IMT och MBF med isotopteknik. Två trycknivåer, 40 och 80 mmHg studerades. Vid ett muskelkontraktionstryck på 40 mmHg minskade MBF signifikant ( $p < 0,02$ ) jämfört med kontrollsidan. Vid IMT 80 mmHg var skillnaden ännu större och ett ökat blodflöde (reaktiv hyperemi) sågs efter testkontraktionen.

Resultaten visar att även vid en till synes liten yttre belastning (abduktion 30° utan handlast) har supraspinatusmuskeln otillräckligt muskelblodflöde och kommer att



Figur 3. Avlastning med armslyngor. Simulerat monteringsarbete. Observera tryckmätningstrustningen på försökspersonens rygg.

drabbas av lokal muskeltrötthet om belastningen fortgår över en längre period.

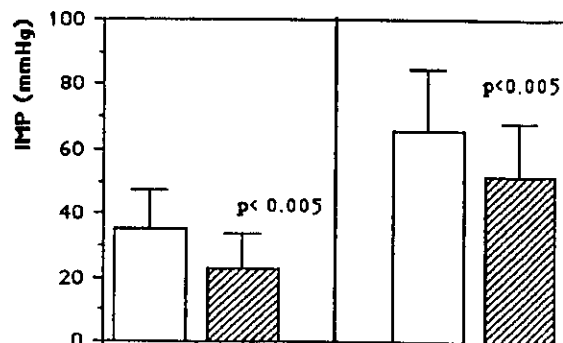
Metoden ger möjlighet att bedöma effekten av ergonomiska hjälpmedel. Vi har studerat simulerat monterings- och svetsarbete med och utan avlastande balansblock (se figur 3 och 4). Av resultaten framgår att IMT i supraspinatus vid ett lätt monteringsarbete vid måttligt framåtförd arm är relativt lågt (under de angivna tröskelvärdena). Avlastande armslyngor minskade muskelbelastningen ytterligare, men den tenderade att bli mera statisk. Vid svetsning med handen i axelhöjd, där höga IMT-värden noterades, var inte armslyngorna tillräckligt avlastande för att sänka IMT under den kritiska nivån för hämmad muskelperfusion, även om en signifikant sänkning av trycket erhöles.

#### Biomekanisk modell för skuldran

Syftet med en datorbaserad, biomekanisk modell av skuldran är att utveckla en metod som gör det möjligt att beräkna krafter i alla muskeldelar, ligament och ledkontaktpunkter utifrån observerad arbetsställning

och yttre belastning (framför allt handlastar).

I tidigare arbeten har vi rapporterat hur skuldran kan modelleras som en mekanisk struktur. Samspelet mellan skuldrans olika ben har klarlagts i en studie med noggrann bestämning av benens inbördes läge. Dessa resultat utgör en del av grunden för datormodellen. Ett tredimensionellt grafikprogram har utvecklats, som avbildar benen och återger lägena av nyckelben och skulderblad som funktioner av överarmens orientering. För att åskådliggöra hur benen rör sig under en given armrörelse har vi tagit fram en demonstrationsvideo som visar två



Figur 4. Effekt av avlastning med armslyngor på det intramuskulära trycket i supraspinatusmuskeln. Till vänster: lätt monteringsarbete, till höger: svetsning i ögonhöjd. Ungefär lika stor avlastning erhålls i båda fallen.

väldefinierade rörelsemönster.

Som alla andra biologiska leder ger skuldran upphov till ett ur mekanisk synpunkt underbestämt system: för varje skulderposition kan man erhålla högst 18 jämvikts-ekvationer för bestämning av ett fyrtiotal krafter. För att få entydiga resultat har vi därför valt att använda minimering av en lämpligt vald sk objektivfunktion som beskriver hur kroppen fördelar krafter mellan de påverkande musklerna. Den bygger på grundantagandet att den totala kraftutvecklingen skall vara så låg som möjligt. Hänsyn tas då till den strategi som kroppen valt för fördelning av krafterna över de olika musklerna. Den mekaniska strukturmodellen tillsammans med rytmen, flera objektivfunktioner samt minimeringsrutinen har redan använts i en begränsad studie avseende muskler som fäster på humerus. I denna redovisas krafterna i olika muskeldelar som funktion av läge och last under två väldefinierade rörelseförlopp. De krafter som modellen förutsäger synes rimliga ur anatomisk synvinkel.

Modellen har även använts för jämförelser med resultat från EMG och IMT liksom tidigare publicerade biomekaniska beräkningar. Mycket tyder på att modellen rimligt återspeglar den verkliga kraftbilden i skuldran.

## Slutsatser och rekommendationer

En biomekanisk modell har framtagits med hänsyn till samtliga kraftfaktorer i skuldran. Vidareutveckling av modellen pågår för att kunna bedöma de krafter som uppkommer vid bestämda armpositioner och armlaster, samt vilken effekt på belastningen som en förändring i arbetssituationen kan innebära. Resultaten visar att det är möjligt att utveckla en sådan modell som ett ergonomiskt hjälpmedel.

Intramuskulärt tryck IMT är möjligt att mäta i skuldermuskulatur och ger en likartad beskrivning av relativ skulderbelastning som samtidigt mätta muskelelektriska signaler EMG. IMT belyser dessutom blodflödespåverkan i muskeln.

IMT i standardiserade positioner varierar

mellan olika skuldermuskler. För supraspinatusmuskeln erhålls höga värden, liksom (i något mindre mån) infraspinatus. Deltoideus- och trapeziusmusklerna har lägre trycknivåer för en given arbetsställning och handlast.

Ett IMT i supraspinatusmuskeln över 40 mmHg vid kontraktion minskar blodcirkulationen i muskeln. Man kan räkna med att vid detta och högre tryck utvecklas lokal muskeltrötthet under statiskt arbete.

Vid arbete med utåtförd överarm (mer än 30 grader), även utan belastning i handen, överstiger IMT i supraspinatus snabbt den kritiska nivå där blodgenomströmningen i muskeln hämmas.

Framåtförning av armen ger förhållandevis lägre trycknivåer i supraspinatusmuskeln än utåtförning. Belastningen på infraspinatusmuskeln påverkas dock inte av detta. Den hanterade vikten har stor betydelse för infraspinatusmuskeln och bör understiga ca 1 kg när framåtförning av armen överstiger ca 30 grader.

Vid arbete med höjda armar krävs en nästan total avslappning av axeln under pausperioden för att genombloodningen i supraspinatusmuskeln skall återtas.

Resultaten stöder och förklarar delvis tidigare EMG-studier där supraspinatus snabbt utvecklat "lokal muskeltrötthet" i eleverade armpositioner. En hög tension i muskeln under lång tid påverkar sannolikt också senan negativt med risk för inflammatoriska sjukdomstillstånd. Både arbetsställning, tyngden av det hanterade objektet och tidsfaktorerna har betydelse.

Vid avlastning med armslyngor erhålls lägre tryckvärden för supraspinatusmuskeln, men det finns en risk att den statiska belastningskomponenten ökar. För att avlastningen skall göra att lokal muskeltrötthet undviks i tyngre arbeten måste armen balanseras ut väl.

Arbete över längre sammanhängande perioder med armen utåtförd mer än 30 grader bör undvikas. Arbete med högre handlaster ger ytterligare förhöjda trycknivåer, varför det är synnerligen viktigt att också hålla nere vikten hos verktyg och hanterade objekt.

Arbetsplatser bör utformas så att det är

möjligt att arbeta i varierade armpositioner; att man alltså inte är låst vid en arbetsställning. Det är viktigt att sörja för återkommande viloperioder som ger fullständig avlastning.

## Referenser

- 1) Hagberg, M: Arbetsmiljöns betydelse för besvär i skuldra och halsrygg. Arbetsmiljöfonden 1988: 1

- 2) Öberg, T: Muskulär belastningssjukdom. FoU-rapport 1988:4, Hälsohögskolan, Jönköping

## Rapporten

Arbetsbetingade skulderbesvär: uppkomst och prevention. Slutrapport 1989. Ca 100 sidor. Kan beställas från Lindholmen Utveckling AB, Box 8714, 40275 Göteborg, tel 031-50 04 20. Pris 220 kronor.

**Arbetsmiljöfonden**

Box 1122, 111 81 Stockholm  
Tel 08-796 47 00 (vx)