

Fysisk ansträngning i yrkesarbete

Irma Åstrand

Irma Åstrand är professor i arbsfysiologi vid arbetarskyddsstyrelsen. Hon redogör här för reaktioner i cirkulationsorganen på olika typer av fysiskt påfrestande arbete. Man skiljer mellan dynamiskt arbete (exempelvis gång) och statiskt arbete (exempelvis spikning med armarna lyftade). Det senare ger störst effekt bl a på blodtrycket, vilket kan ha betydelse när det gäller risk för sjukdomar i cirkulationsorganen. Långvarig kraftig statisk ansträngning kan vara särskilt påfrestande för äldre personer. De psykosociala faktorerna är ofta kopplade med mekaniska riskfaktorer av detta slag, vilket man bör komma ihåg när man analyserar samspelet mellan psykosociala faktorer och sjukdomar i cirkulationsorganen.

Här skall framför allt diskuteras de faktorer som har betydelse för påfrestningen på hjärtat och cirkulationsorganen under fysisk ansträngning i yrkesarbete. Inledningsvis presenteras några fysiologiska definitioner och mekanismer.

I en muskel som dras ihop, kontraheras, förkortas vissa delar och sträcks andra. När båda ändarna av en muskel är fixerade och ingen rörelse sker i leden kallas kontraktionen för statisk. När muskeln varierar sin längd vid kontraktionen äger en dynamisk kontraktion rum. Av praktiska skäl kommer fortsättningsvis benämningen arbete att användas vid både dynamisk och statisk kontraktion, även om termen är oegentlig i fysikalisk mening vid den statiska kontraktionen.

Vid kontraktionen av muskeln ökar den till omfånget. Trycket ökar samtidigt inuti muskeln och kan därvid uppgå till flera hundra mm Hg. Artärerna och venerna ligger ofta inbäddade mellan två eller fler muskellobor. Det arteriella blodtrycket uppgår till ca 120 mm Hg i vila. Det överstiger

vanligen inte 225 mm Hg ens under tungt arbete. Konsekvensen härav blir att artärerna och venerna pressas ihop och blodflödet minskas vid en muskelkontraktion. Vid ett dynamiskt arbete sker muskelkontraktionerna ofta rytmiskt. Vid ett statiskt arbete är muskelkontraktionen ihållande. Växlingen mellan kontraktion och vila vid det dynamiska arbetet betyder en växling också i blodflödet, som därvid gynnas. Syre- och koldioxidutbyte liksom skifte av övriga substanser mellan blod och extracellulär vätska sker snabbt och kan äga rum under pausen.

Vid det statiska arbetet matchas ofta inte muskelkontraktionen av blodflödet eller syretillförseln. Anaerob metabolism (utan syretillförsel) sätts in vid sidan av aerob metabolism (med syretillförsel) och ansamling av mjölksyra blir resultatet. Det är en god korrelation mellan trötthet i en muskel och mjölksyrakoncentrationen i muskeln och blodet. Tiden under vilken maximal statisk kontraktion kan hållas är mycket begränsad. Den belöper sig till ett par sekunder. Kontraktionstiden kan emellertid förlängas om kontraktionskraften minskas. Kontraktionskraften kan dock inte överstiga ca 10–15 % av den maximala kraften vid ett statiskt arbete som skall pågå under längre tid. Upp till denna belastning bildas ingen mjölksyra vilket beror på att den lokala cirkulationen kan ske obehindrat. Det finns dock en viss variation mellan olika muskler i det här avseendet.

Vid arbete med små muskelgrupper kan mjölksyrabildningen i vissa muskler vara maximal utan att en viss gräns i blodet som helhet överstigs. I relation till muskelmassans storlek är visserligen kvantiteten mjölksyra som bildas stor men i relation till den cirkulerande blodvolymen är den liten. Ju mindre muskelmassan är som engageras i ett givet arbete desto större är risken för att gränsen skall överskridas då den anaeroba metabolismen sätter in

med lokal trötthet som följd. Risken härför är följaktligen också större om arbetet har statisk jämfört med dynamisk karaktär.

Dynamiska och statiska arbetsmoment i yrkesarbete

Renodlat dynamiska arbetsmoment under olika yrkesarbeten är sällsynt förekommande. De allra flesta innebär både dynamiskt och statiskt arbete. Att hålla kroppen i ett visst läge eller i en viss ställning innebär ett statiskt arbete för bålens muskulatur. Att hålla armarna upplyftade innebär ett statiskt arbete för skulderpartiet. Detta är ofta kombinerat med sittande eller stående ställning och ett mer eller mindre dynamiskt armarbete. Många rengöringsarbeten, snickeriarbeten, verkstadsarbeten och arbeten som innebär att med händerna förflytta material i sidled har denna karaktär.

Vid de dynamiska moment som förekommer i yrkesarbete tex i form av gående levereras energin huvudsakligen aerobt. Mjölksyrabildning är alltså relativt sällan förekommande. Statiska arbetsmoment är emellertid vanligt förekommande och vid dessa biträder ofta de anaeroba processerna. Följden blir att mjölksyrabildning sannolikt förekommer oftare vid statiskt än vid dynamiskt arbete.

En felaktig arbetsställning innebär alltid moment av statiskt arbete. Detta kan medföra trötthet i tex ryggen eller i axel- och nackpartiet. Då man är ung och frisk kan man inta felaktiga arbetsställningar och använda fel teknik utan att besvär uppstår. Reservkapaciteten minskar emellertid med stigande ålder eller vid sjukdom vilket medför att besvär kan uppstå. I en sådan situation är det svårt att lära om. Vid ofta upprepad belastning inträder eventuellt ett tillstånd av stelhet och smärta i muskulaturen som kan tänkas utlösa en sammandragning av blodkärlen varvid syreförsörjningen försämras ytterligare med ännu mer trötthet och smärta som följd. En muskulatur som ofta utsätts för överbelastning med mjölksyrabildning som följd både vid dynamiskt och statiskt arbete är underarmsmuskulaturen. Anledningen är att de flesta arbetsmomenten utförs med händerna, att de ofta är av kort varaktighet och därför upprepas ofta.

Blodcirkulationen under arbete

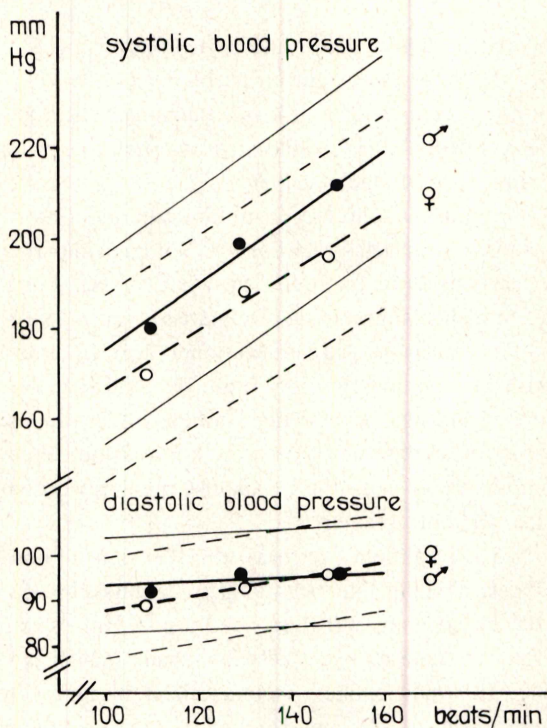
Vilka krav ställs då på blodcirkulationen vid dynamiskt resp statiskt arbete med stora och små muskelgrupper?

Arbete med stora muskelgrupper

Hjärtmuskeln utför ett mekaniskt arbete som resulterar i att blodet pressas genom kärlsystemet med ett visst tryck. Normalt är detta blodtryck mätt i en stor artär i vila ca 120/80 mm Hg. I samband med muskelarbete ökas blodströmmen till den arbetande muskulaturen för att tillgodose ett ökat behov av syretillförsel. Förutsättningen härför är att hjärt-

Figur 1. Blodtryck under arbete på cykelergometer.

Systoliskt och diastoliskt blodtryck hos män (●) och kvinnor (○) i 50–60-års åldern med normala viloblodtryck. (Blodtrycket mätt med manschetteknik.) De tunna linjerna representerar ± 1 SD. Observera att det diastoliska blodtrycket är så gott som oförändrat under det att det systoliska kraftigt ökar med ökande hjärtfrekvens. Män har ett högre systoliskt tryck än kvinnor vid en viss hjärtfrekvens. Detta beror sannolikt på att kvinnor i genomsnitt har en något högre maximal hjärtfrekvens än män och följaktligen utnyttjar en mindre del av sin aeroba kapacitet vid viss hjärtfrekvens. (Från Åstrand, I.: *Acta med. scand.*, 178 (1965) 41.)



muskelns kontraktionskraft liksom minutvolymen och blodtrycket ökas. Av *figur 1* framgår blodtrycksreaktionen vid viss hjärtfrekvens under dynamiskt arbete på cykelergometer hos män och kvinnor i åldern 50–60 år med ordinärt viloblodtryck. Ökningen i systoliskt tryck är stor med stigande hjärtfrekvens – belastning – under det att ökningen i diastoliskt tryck är måttlig. Vid en hjärtfrekvens av ca 150 har männen ca 210/95 och kvinnorna 195/95 mm Hg. Den individuella variationen är stor. Friska yngre män når vid cykling i sittande ställning ett tryck om ca 150/80 mm Hg vid en hjärtfrekvens av ca 150. Blodtrycksökningen under arbete är således högre hos äldre än hos yngre personer. Detta beror sannolikt på minskad elasticitet i kärlen med stigande ålder.

Arbete med små muskelgrupper

Vid armarbete är hjärtats minutvolym vid en given syreupptagning i stort sett densamma som vid benarbete men blodtrycket är signifikant högre. Hjärtats kontraktionskraft måste således vara större vid en viss syreupptagning eller minutvolym vid arbete med små jämfört med stora muskelgrupper. Slagvolymen är relativt liten men hjärtfrekvensen hög. Dessa två faktorer, högre blodtryck och högre hjärtfrekvens, medför att hjärtat arbetar med en sämre verkningsgrad vilket ökar kravet på syre och därmed på blodgenomströmning. Detta är säkerligen en av anledningarna till att patienter med kärlkramp (angina pectoris) ofta tål armarbete sämre än annat arbete. Anledningen till det högre trycket är förmodligen den kärlsammandragning som äger rum i inaktiv muskulatur som motvikt till den kärlvidgning som sker i den arbetande muskeln.

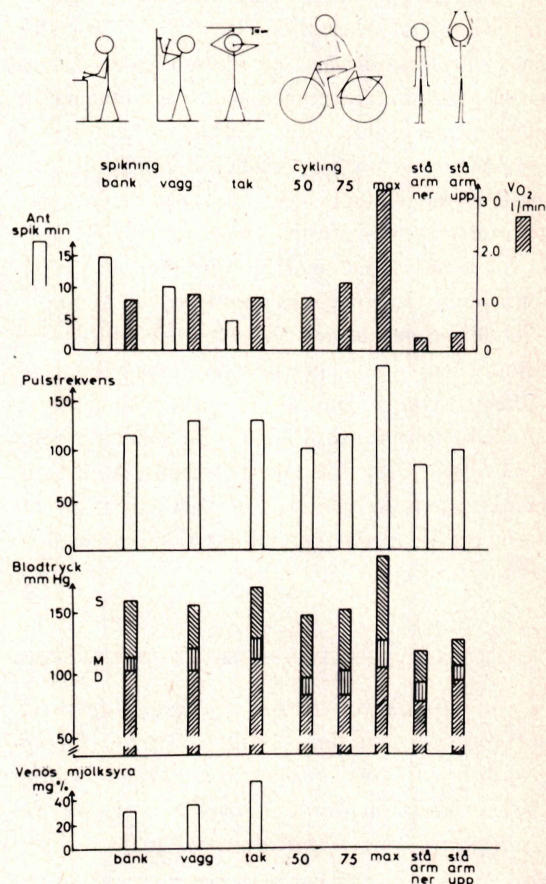
Statiskt arbete

Vid kraftigt statiskt arbete är blodtrycket högt med extra belastning på hjärtat som följd (Kilbom 1976). I både sittande och stående ställning förekommer statiska arbetsmoment med åtföljande relativt hög blodtrycksreaktion. Exempel är arbeten som utförs med armarna lyftade ovan axelhöjd såsom målning- och snickeriarbeten samt fönsterputsning. Att hålla armarna lyftade innebär ett statiskt arbete. Vid dessa arbeten blir blodtrycksreaktionen särskilt hög eftersom arbetet dels utförs med små muskel-

grupper, dels inrymmer nämnda statistiska moment. Även hjärtfrekvensen blir relativt hög (*fig 2*). Det är givet att härtpatienter av dessa skäl ofta får besvär vid sådana arbeten.

Figur 2. Statiskt arbete.

Reaktionen under spikning i olika kroppsställningar, under cykling och stående med armarna uteslagna resp med armarna lyftade ovan huvudet. Trots konstant syreupptagning (∇O_2) om ca 1 l/min i de olika ställningarna sjönk produktionen från 15 till 5 spik/min vid övergång från spikning på bänk till spikning i tak. Verkningsgraden sjönk således. Hjärtfrekvensen på 50 watt var ca 100 och vid spikning i tak ca 130 slag/min trots samma ∇O_2 . Systoliska blodtrycket (S) var ca 150 resp 170 mm Hg, medeltrycket (M) 100 resp 130 och det diastoliska trycket (D) 80 resp 110 mm Hg. Den venösa mjölksyrhalten var högst vid spikning i tak. Observera att det diastoliska trycket under stående i vila med armarna lyftade ovan huvudet är högre än vid cykling med en intensitet av 75 watt. Vid maximalt arbete på cykel är det diastoliska blodtrycket lägre än vid spikning i tak. (Från Åstrand, I., et al.: *J. Appl. Physiol.* 25 (1968) 528.)



Att hålla armarna lyftade innebär ett statiskt arbete. Vid dessa arbeten blir blodtrycksreaktionen särskilt hög eftersom arbetet dels utförs med små muskelgrupper, dels inrymmer statiska moment. Även hjärtfrekvensen blir relativt hög.

Fysiska krav i yrkesarbete

När kraven i olika yrkesarbeten diskuteras konstaterar man ofta att individens fysiska resurser inte är lika begränsande i dag som tidigare. Man menar att det i dagens arbetsliv inte längre finns många yrkesarbeten kvar där de fysiska resurserna spelar en avgörande roll för förmågan att klara arbetet. Så gott som alla tyngre arbetsmoment har ju mekaniserats. Fortfarande måste man dock gå och ofta lyfta och bära och intaga olika arbetsställningar för att fungera i ett yrkesarbete. Den fysiska arbetsförmågan är alltså alltså betydelsefull och därmed har vi också problemet med nedgången i denna förmåga med stigande ålder. Problematiken med de fysiska resurserna blir emellertid ofta inte fokuserad förrän i högre ålder, dvs när en väsentlig minskning av arbetsförmågan ägt rum. Det är först då som reservkapaciteten blivit så liten att trötthet och överansträngning ofta uppträder vid arbete.

Vi räknar med att den svenska arbetskraften i dag består av ca 4,1 miljoner personer. Av dessa har ungefär hälften ett yrkesarbete där de fysiska resurserna har betydelse för arbetet. Exempel på sådana arbeten ges i figur 3. Där har också hushållsarbete tagits med eftersom det är ett arbete som hälften av den vuxna befolkningen i vart fall tidvis sysslar med.

... inte fokuserad förrän i högre ålder, dvs när en väsentlig minskning av arbetsförmågan ägt rum. Det är först då som reservkapaciteten blivit så liten att trötthet och överansträngning ofta uppträder vid arbete.

Figur 3. Klassificering av yrkesarbeten med utgångspunkt från syreupptagning.

Gruppindelning av arbetena baseras på syreupptagning ($\dot{V}O_2$ l/min). Dessutom anges korresponderande arbetsintensitet på cykelergometer i watt samt motsvarande hastighet vid förflyttning av den egna kroppsvikten varvid det förutsatts en vikt om ca 70 kg. Någon inbördes gradering har inte gjorts av de yrkesarbeten som hänförs till en grupp tex till 1,0–1,5 $\dot{V}O_2$ l/min (medeltunga arbeten). Klassificeringen kan endast användas som ett hjälpmedel för en grov indelning. Individens aeroba kapacitet bestämmer nämligen i många fall arbetsintensiteten, vilket innebär att en del moment bör hänföras till olika grupper när olika personer utför momenten. Förutsättningen härför är möjlighet till individuellt val av arbetstakt. (Från Åstrand, L.: *Arbetsfysiologi*, Almqvist & Wiksell Förlag AB, Stockholm, 1977.)

$\dot{V}O_2$ /min	Yttre arbete watt	
		LÖPNING (9 km/tim) CYKLING (21 km/tim)
		tungt järnverksarbete
		tungt stuveriarbete
		arbete på järnbruk ss. tungt smidesarbete
		manuellt schaktningsarbete inom väg- och
		byggnadsarbete
		manuellt skogsarbete
		arbete som brandman t ex som rökdykare
		manuellt tungt transportarbete
		tungt giuteriarbete
högre än:		
1,75	125	GÅNG ELLER LÖPNING (7,5 km/tim)
		tungt byggnadsarbete ss. sprutputsning, rivning,
		sågning, gjutning, bärning, kärning, vibrering,
		bilning, slipning, armering
		manuellt grov- och anläggningsarbete
		tungt lantbruksarbete, trädgårdsarbete
		manuellt lastnings- och transportarbete inom t ex
		järn-, pappersmassa- och livsmedelsindustrier
		lager- och packningsarbete
1,5	100	SNABB PROMENAD (7 km/tim)
		tungre verkstadsarbete
		städning
		tungt sjukvårdsarbete
		tungt hushållsarbete (grovrengöring)
		byggnadsarbete (spikning, montering, murning)
		lätt lantbruksarbete, trädgårdsarbete
		serverings- och städningsarbeten inom restaurang- och hotellbranschen
		ugnsarbete
		gasverksarbete
		manuella arbeten inom massaindustrin
		brädgårdsarbete
		traktorkörning i skogen
1,0	50	RASK PROMENAD (5 km/tim)
		hushållsarbete ss. lätt städning, fönsterputsning,
		tvättning, bäddning
		lätt verkstadsarbete ss. montering, finmekaniskt arbete
		truckkörning
0,75	40	LÅNGSAM PROMENAD
		lätt hushållsarbete ss. laga mat, duka, diska
		bilkörning
		kontorsarbete
		övervaknings- och avsyningsarbete
0,5	20	SITTANDE ARBETE
lägre än:		läs- och skrivarbete

Fysisk arbetsförmåga

Åldrandet medför en nedgång i den fysiska arbetsförmågan med i medeltal ca 30 % från 25 till 65 års ålder hos personer verksamma i yrkesarbete (fig 4). I figuren uttrycks arbetsförmåga som förmåga till syreupptagning. Det är det bästa måttet härpå vi fn känner till. Det föreligger stora variationer såväl i nedgången med stigande ålder som i arbetsförmågan inom en viss åldersgrupp. Variationerna är givetvis särskilt stora i grupper där personer med insufficienser av olika slag finns. Konsekvensen härav är att några 65-åringar har större fysiska resurser än mången 20-åring av samma kön.

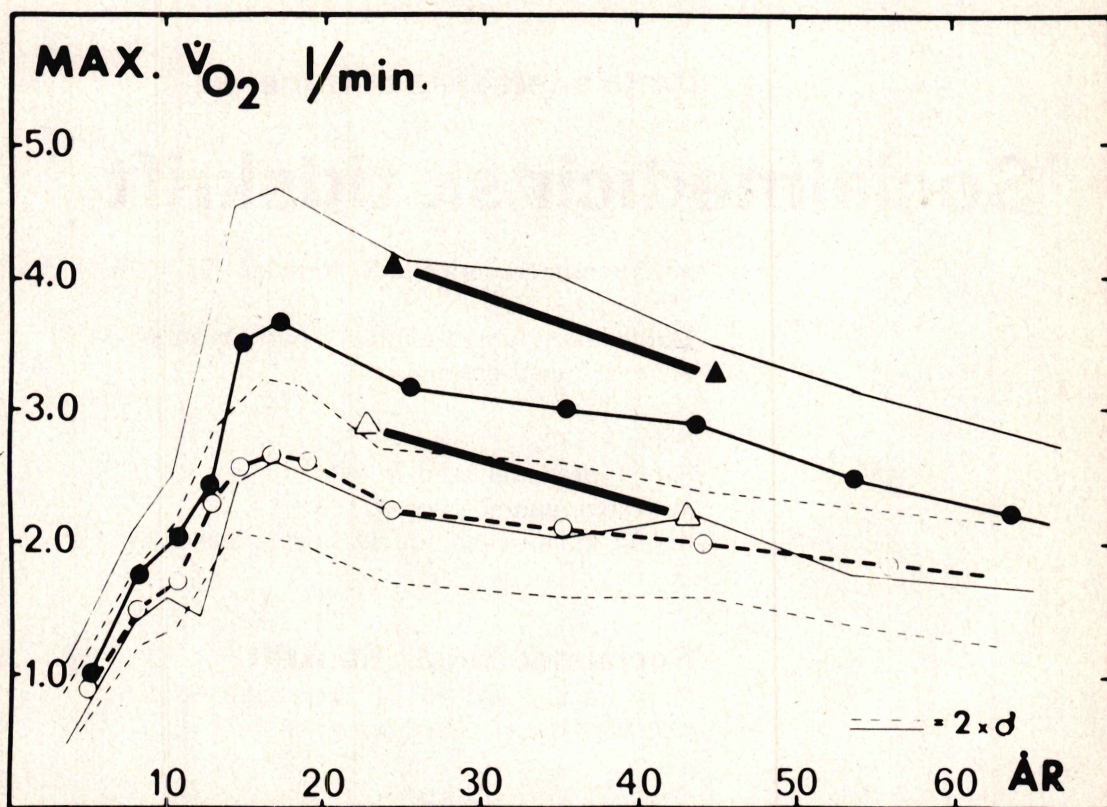
Nedgången med stigande ålder gäller flera funktioner såsom blodcirkulation, andning och muskel-

kraft. Alla dessa funktioner har avgörande betydelse vid utförande av fysiskt arbete under lång tid. Dessa funktioner är följaktligen av vital betydelse inte enbart för fysisk arbetsförmåga som den mäts på laboratoriet utan även i många yrkesarbeten och för förmågan till att klara det dagliga livets krav. Vid alla aktiviteter som innebär förflyttning till fots kommer nämligen funktionen av de syretransporterande organen med i bilden. Om man inte enbart skall förflytta sig själv utan dessutom bära eller lyfta eller på annat sätt handskas med gods är betydelsen av en god funktion hos andnings- och cirkulationsorganen ännu mer påtaglig. Dessutom ökar antalet individer som har hjärt-kärlsjukdomar med stigande ålder.

Figur 4. Maximal syreupptagning ($\dot{V}O_2$) i förhållande till ålder. Medelvärden för 350 normala personer.

● = manliga och ○ = kvinnliga personer; de tunna linjerna representerar 2 SD; de heldragna kraftiga linjerna (▲ resp

△) representerar medelvärden från samma undersökningsgrupp vid två olika tillfällen med 20 års intervall. (Från Åstrand, I. et al.: *J. Appl. Physiol.* 35 (1973) 649.)



.....

Statiska moment och arbete med armarna lyftade ovan brösthöjd förekommer under många av de yr-

Innehållet i denna artikel är till stor del hämtat från Åstrand, I.: *Arbetsfysiologi*, Almqvist & Wiksell Förlag AB, Stockholm, 1977.

Detta är ert sista nummer av

Socialmedicinsk tidskrift

om prenumerationen inte förnyats för 1978

Meddela om förnyelse omedelbart för att slippa avbrott i distributionen.

Helår kr 70:—

För studerande helår kr 40:—

Kollektivprenumeration kr 60:—

(minst 25 ex pren. direkt hos redaktionen)

Socialmedicinsk tidskrift

Postadress: Fack, 104 01 Stockholm 60

Tel. 08/87 34 91 Postgiro 1179-1