

Rapport 9: Studier av stridsvärde vid långvarigt arbete - Sammanfattning och reflektioner

Björn Ekblom, Manne Godhe, Torbjörn Helge, Tobbe Pettersson, C. Mikael Mattsson.

Militärmedicinska forskningsgruppen

Åstrandlaboratoriet

Gymnastik- och idrottshögskolan (GIH)

Stockholm 2016.

Inledning

Den militärmedicinska forskningsgruppen vid Åstrandlaboratoriet, Gymnastik- och Idrottshögskolan, Stockholm, har som forskningsuppgift med stöd från Försvarsmakten att studera och föreslå insatser för att upprätthålla stridsvärdet för trupp under långvarigt fysiskt arbete. Forskningen har hitintills resulterat i åtta rapporter, där fysisk arbetsförmåga studerats under olika förhållanden. Föreliggande rapport sammanfattar de huvudsakliga resultaten från dessa undersökningar men omfattar också en diskussion gällande skillnader och likheter mellan kvinnors jämfört med mäns adaptation till långvarigt och tungt arbete samt ett kort avsnitt om fortsatta undersökningar, byggda på tidigare resultat.

Kort sammanfattning av avlämnade rapporter

Rapport 1 (Juni 2010) handlade om kunskapsläget var gäller hela kunskapsområdet. Rapporten pekade på att specifika vetenskapliga kunskapsläget gällande svenska förhållanden var svagt.

Rapport 2 (Maj 2011) identifierade 5 områden av betydelse för att upprätthålla stridsvärdet vid långvarigt arbete. Dessa var: Grundläggande rekryteringsprocess, Grundträningen under utbildningen, Förberedelserna för insats, Åtgärder under insats, Återhämtningen efter insats. Valet blev att påbörja arbetet med undersökningar gällande åtgärder under insats.

Rapport 3 (Januari 2014) redovisade undersökningar under ett utbildningsmoment för kadetter under titeln ”Markstrid grundkurs 1. Fjällmarsch”. Energiförbrukningen var hög, delvis beroende på tungt bärande. Tilldelade rations av frystorkad mat täckte inte behovet så energiunderskottet blev c:a 50%. Ett skjutprov efter jämfört med före övningen visade på minskad precision med bland annat kraftigt ökat antal bomskott.

Rapport 4 (April 2014) redovisade resultat från övningsmomentet GMU vid AMF-1, Berga. Övningen varade under 187 timmar och visade på en energiomsättning på c:a 44 000 kcal, motsvarande 5 600 kcal/dygn, vilket är i linje med de högst som tidigare rapporterats om militära operationer under längre tid. Igen var energiunderskottet mycket stort. Den individuella variationen i energiutgift och energiunderskott beror på burens vikt, olika uppgifter men även individuella variationer. Ett skjutprov på 100 m visade en träffprocent efter övningen på 79,4% jmf med 90,5% före densamma.

Rapport 5 (Januari 2015) redovisade effekter av GMU-övningen på främst blodburna och muskelfysiologiska parametrar. Den kraftiga energibristen gav inte någon väntad effekt på den uppbyggande mekanismen i muskulaturen trots tidvis tyngre fysiska påfrestningar, där många deltagare var relativt otränade. Däremot visade analyserna att den normala muskelnedbrytningen var hämmad, vilket tolkas som att kroppen önskar spara på den viktiga skelettmuskulaturen. Vad gäller andra viktiga mätningar i blodprover förelåg kraftiga sänkningar i det manliga könshormonet testosteron, mest hos män men även hos kvinnor. Sänkningen av hormonnivåer kan vara en förklaring till nedsatt både fysisk och psykisk arbetsförmåga.

Rapport 6 (November 2015) rapporterade resultaten från en tung anfalls- och försvarsövning bland flygbasjägare. De flesta fysiologiska mätningarna visade på försämrade värden, vilket påverkar stridsvärdet mycket negativt. Efter övningens avslutning fick deltagarna ca 12 timmars nattvila med sedvanlig mat. Tiden och kosten var inte tillräcklig för att återställa prestationsförmågan. Undersökningar som studerar faktorer som underlättar återhämtning kommer att bli viktiga i kommande studier.

- *Rapport 7* (Oktober 2015) redovisade att mäns förmåga att bära tungt sammanfaller med ökad kroppsstorlek – både längd och vikt – ålder, andelen muskelfibrer av typ 1, maximal syreupptagningsförmåga mätt i L/min men inte i den relativa termen ml/min och kg kroppsvikt ("testvärde") samt med benmuskelstyrka men inte bålmskelstyrka.
- *Rapport 8* (Mars 2016) avhandlade konsekvenser av och förmåga att bära tungt hos kvinnor. Resultaten var i stort likvärdiga de i rapport 7, med skillnaden att flera kvinnor inte alls eller knappt kunde genomföra testerna med tyngsta belastningen (50 kg) i gång med hastigheten 5 km/tim, vilket kan få stora konsekvenser i en trupp.

Sammanfattning av rapport 1 – 8.

- Studierna visade helt klart att prestationsförmågan är klart nedsatt i slutet av längre operationer med bland annat negativa effekter på fysisk prestationsförmåga och precision (skjutförmåga). Även viktiga blodburna parametrar indikerar nedsatt stridsvärde. Att minska det stora energiunderskott, studera konsekvenserna av att bära tung utrustning samt förbättra återhämtningen är viktiga områden för fortsatta undersökningar.

Kvinnors och mäns förmåga att bära tunga bördor samt adaptation till långvarigt arbete.

I denna del redogörs för del av kunskapsläget med inriktning på militär verksamhet.

Biomekaniska/neuromotoriska faktorer

De allra flesta tidigare studier över att bära tungt är gjorda på män, men det finns några studier som också gjorts på kvinnor, vilket gör vissa jämförelser mellan könen möjligt. Vi har således undersökt förmågan att bära tungt hos både män och kvinnor, såsom rapporterats i två tidigare rapporter (rapport 7 och 8). Resultaten utifrån våra undersökningar är delvis i linje med tidigare forskning (Lindle och medarbetare 1997). Allmänt är det vedertaget att det finns en överensstämmelse mellan antropometriska parametrar (kroppstorlek) och benmuskelstyrka men inte muskelstyrkan i ryggmuskulatur med förmågan att klara bära tung packning. I en tidigare studie gjord på 303 studenter i åldrarna 21-29 år (100 män, 203 kvinnor) fann man dels signifikanta skillnader mellan alla uppmätta antropometriska parametrar (längd och vikt) men även intressanta skillnader i styrkemätningar. Kvinnor presterade i genomsnitt 66 % av männens resultat i vertikal hopp (explosiv benstyrka), 53 % av männens resultat i dragstyrka (statiskt axel/skulderbladsstyrka) och 51 % av männens resultat i handgripstyrka (Fuster, Jerez & Ortega, 1998).

I våra undersökningar framkom också hur mycket det kostar att gå på mjukt underlag, simulerande att gå i terräng jämfört med på löpband samt hur de olika hastigheter och bärvikter påverkar olika individer. Vid samma hastigheter var männens syreförbrukning i genomsnitt 20 % högre på rundbana jämfört med löpband vid samma hastigheter. När motsvarande undersökning genomfördes på kvinnor var lutningen på löpbandet 1°. Kvinnornas syreförbrukning var 10 % högre på rundbana jämfört med löpband vid samma hastigheter, trots att förflyttningen i höjdlängd var högre på löpbandet. Motsvarande resultat rapporteras av Philips och medarbetare (2016). Gång i terräng ökar energiomsättning väsentligt.

Krupenevich och medarbetare (2015) jämförde män och kvinnor när de bar ryggsäck med standardiserad vikt på 22 kg. Bakgrunden till undersökningen var att kvinnor överrepresenterades i skadestatistiken inom det amerikanska försvaret och ett av syftena var

att undersöka eventuella biomekaniska könsskillnader vid förflyttning med utrustning. Den biomekaniska analysen gjordes när testpersonerna förflyttade sig på en plattform under standardiserade förhållanden, således användes inte något löpband för datainsamling. Kvinnorna lutade överkroppen något mer framåt jämfört med män, men inga skillnader i underkroppens rörelser upptäcktes. Även om bärtyngheten var relativt måttlig så visade undersökningen på avsaknad av biomekaniska könsskillnader, även om man i studien menade att kvinnorna har en sämre förmåga att anpassa förflyttningssättet. I och med en relativt tyngre belastning i förhållande till kroppsstorlek blir bärvikt en trolig orsak till överrepresentation i skadestatistiken. Undersökningen stämmer med en tidigare studie att tyngden snarare än bärtiden är troligaste orsaken till belastningsskador (Roy och medarbetare, 2012).

Silder et al. (2013) undersökte eventuella biomekaniska skillnader mellan män och kvinnor när de bar viktväst med syfte att simulera vikten av en ryggsäck. Den biomekaniska analysen gjordes när de gick obelastat på ett löpband samt belastades med 10, 20 och 30 % av kropps vikten. Hastigheten på löpbandet var självvald. Inga könsskillnader upptäcktes gällande belastningsförändringar, gångmekanik, ledförändringar eller i muskelaktivering. För både män och kvinnor ökade däremot muskelaktiveringen med ökad belastning under hela rörelsebanan för följande muskler: soleus, gastrocnemius, laterala hamstring, vastus medialis, vastus lateralis, och rectus femur. Även kontakttid mot mark samt knäflexion ökade. Slutsatsen i denna undersökning blev att de biomekaniska förändringarna som sker inte är könsbundna, vilket även andra studier funnit (Krupenevich och medarbetare, 2015).

Hur ska dessa olika undersökningar gällande skillnader och likheter hos kvinnor respektive män av arbetsbelastningen tolkas? Olyckligtvis har de biomekaniska studierna frånsatt våra egna innehållit relativt låg belastning. I flera av våra egna undersökningar, både i fält och i laboratoriet, har belastningarna varit upp till 50 kg. Men en timlig tolkning är ändå att även om det finns enstaka könsbundna skillnader i förmågan att bära tungt ur biomekanisk/neuromotorisk synvinkel så har skillnader i kroppsstorlek inom och mellan könen en mycket större betydelse än de övriga faktorerna. Alltså, en större kvinna bör rimligtvis klara tyngre bördor bättre än en mindre man och att övriga skillnader mellan könen har mindre betydelse – se nedan i Tabell 1.

Fysiologiska faktorer

Det finns en uppsjö av studier på skillnader och likheter i kvinnors och mäns adaptation under speciellt långvarigt tungt arbete. Det kan inte uteslutas att vissa könsmissiga skillnader finns, speciellt som några delar av energimetabolismen är påverkad av könshormoner. Det innebär dessutom att det hos kvinnor också finns en individuell variation över menstruationscykeln. Men en del av dessa skillnader är relativt små och dessutom kan påverkas av träning, varför könsmissiga variationer kan vara mindre än de som påverkas av träningsgrad. De skillnader som finns sammanfattas sålunda:

Kvinnor har lägre maximal syreupptagning i L/min än män, beroende på deras mindre kroppsstorlek. Emellertid, den relativa syreupptagningsförmågan (ml/min och kg kroppsvekt) – ”testvärde” - är enligt senare studier ungefär lika hos män och kvinnor i samma ålder. Med stigande ålder sjunker syreupptagningsförmågan och med fysisk träning stiger den. Hur mycket den stiger beror på olika faktorer såsom träningsgrad från start, typ och mängd av träning men också en tydlig individuell faktor. För lika mängd, längd och typ träning kan det skilja mer än 100 % i träningseffekt mellan två individer.

Muskelstyrkan i alla kroppens alla muskler är större hos män, men även där kan träning göra stora effekter. Ökningen i muskelstyrka är oftast större hos män än kvinnor med samma utgångspunkt och samma typ, mängd och längd av träningen.

Under arbete omsätter kvinnor högre andel fett i energiomsättning än män, men denna skillnad kan försvinna vid olika kosthåll, varför denna skillnad inte har någon nämnvärd betydelse. Det är dock en ofta förekommande uppgift att kvinnor i allmänhet äter mindre mängd mat under standardiserade förhållanden. Denna uppgift är viktig eftersom våra tidigare studier visat att alla har ett underskott i energiintaget vid fältoperationer och det bör inte försämrats hos kvinnor. Även mängden hemoglobin (ämnet som transporterar syre i blodet) är lägre hos kvinnor, delvis beroende på allmänt lägre energiintag och dels på månatliga blodförluster. Sammantaget visar dessa studier att det finnas starka argument för att förbättra kostintaget för att på så sätt minska försämringen av stridsvärdet under långvarigt militära operationer.

Till dessa översiktliga skillnader finns ett antal andra faktorer, som i detta sammanhang har mindre betydelse. Nedan redovisas några studier som är direkt relaterade till militära förhållanden

Bahambani & Maikaila, 2000, Undersökte skillnader mellan män och kvinnor vid bilateralt viktbärande (15 och 20 kg), Det absoluta syreupptaget (l/min) var högre hos män än hos kvinnor under samma belastningar, men när man tog hänsyn till kroppsvekten så försvann

denna skillnad. Man fann även i studien att kvinnorna låg närmare sitt VO₂max, uttryckt i relativa värden, vilket därmed innebar en högre intensitet, något som också syntes i ansträngningsskattningen under samma belastning där kvinnorna skattade högre jämfört med män.

Mello och medarbetare (1988) undersökte 28 soldater som fick förflytta sig 2, 4, 8 och 12 km med en packning på 46 kg. Maximal syreupptagningsförmågan samt benstyrka kontrollerades hos försökspersonerna. På de kortare distanserna hittades inga signifikanta korrelationer, vilket konfirmerades i våra egna studier (rapport 7 och 8). På de två längre distanserna hade testpersoner som genomförde marschen på kortare tid också bättre styrka och uthållighet i quadriceps och hamstring. Samma personer kunde även genomföra marschen med en högre relativ hjärtfrekvens. Således var en hög benstyrka fördelaktigt vid förflyttning med packning.

Philips och medarbetare (2016) undersökte den fysiologiska responsen när testpersonerna gick på löpband i ökad lutning med packning. Bakgrunden till undersökningen var att validiteten för obelastade test är för låg för arbetsuppgifter som kräver att utföras med belastning. Testen genomfördes på 50 män med vana att bära utrustning. De gick två omgångar på löpband i 5,4 km/h, lutningen ökades 2 % varannan minut. Tillfälle 1 utan ryggsäck och tillfälle 2 med ryggsäck. Testen genomfördes till utmattning. Resultatet från undersökningen blev att det förelåg signifikanta korrelationer mellan tid till utmattning och kroppsstorlek, när testpersonen var större blev testtiden bärandes packning längre. När lutningen på löpbandet översteg 4 % ökade syreupptaget oproportionerligt mycket, ökningen måste tillskrivas biomekaniska orsaker kopplat till lutningen. Undersökningen föreslår, om än med försiktighet då korrelationen är modest, att större personer är bättre lämpade att bära packning. Man rekommenderar att i framtida studier undersöka andra förklaringsfaktorer för att bära packning än biomekaniska orsaker.

Castelli och medarbetare (2006) undersökte 30 män och 22 kvinnor under en 52 timmars period av simulerade stridsförhållanden med hög aktivitet (genomsnitt 3,5 gånger viloomsättningen – c:a 1 L/min) och lite sömn. Energiutgiften mättes med dubbelmärkt vatten, och resultaten visade att kvinnor överlag gjorde av med mindre energi än män, men relativt till kroppsmassa fann man inga signifikanta skillnader energiutgift över perioden.

Egna studier

Nedan en sammanfattning av våra egna studier på kvinnor respektive män. Undersöknings syfte var att titta på eventuella skillnader mellan män och kvinnor vid gång med ryggsäcksbelastningar, samt att undersöka vilka samband som föreligger mellan olika fysiska förmågor och god bärekonomi hos män respektive kvinnor.

- Föreligger det någon skillnad på syrekraven och energiåtgång för olika hastigheter och buren vikt mellan män och kvinnor?
- Vilken roll spelar skillnaden i antropometriska värden, såsom längd och vikt, för bärförmågan hos kvinnor jämfört med män?

Urval

19 Män och 17 kvinnor i åldersspannet 20 till 43 år rekryterades till bärstudierna.

Testpersonerna var dels yrkesverksamma med vana att bära tungt i yrket militärer, brandmän eller piketpoliser, dels vältränade men ovana bärare, studenter från Gymnastik- och Idrottshögskolan, Stockholm. För att inkluderas i studierna krävdes att man var fullt frisk och att det inte förelåg några skadeproblem som kunde påverka prestationen av att gå med tung packning. För olika metoder hänvisas till rapporterna 7 och 8. Emellertid, för att bedöma förmåga att bära tungt användes begreppet bärekonomi (ELI-kvoten) – d.v.s. hur mycket det kostar energimässigt att bära en tung börda jämfört med ingen belastning alls vid en given gång hastighet. Kvotformeln för bärekonomi är sålunda:

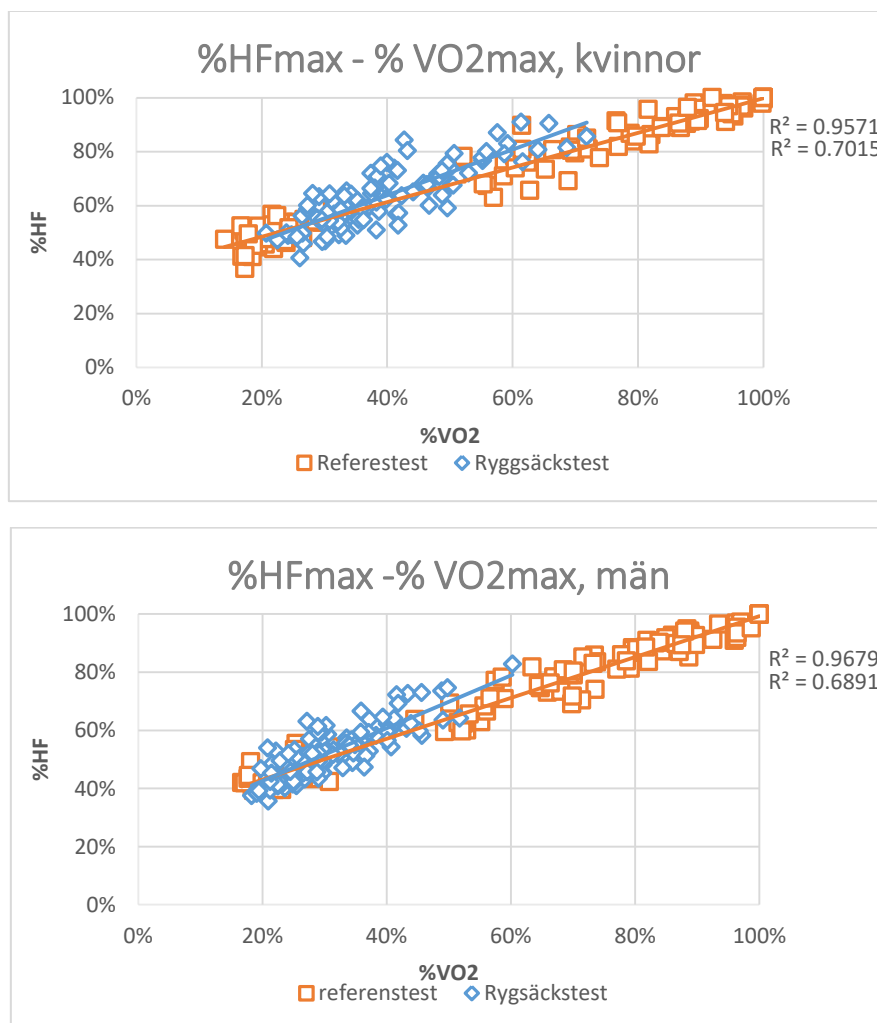
$$\frac{\text{ml O}_2 \text{ kg total vikt}^{-1} \text{ min}^{-1}}{\text{ml O}_2 \text{ kg kroppsvikt}^{-1} \text{ min}^{-1}}$$

Ju lägre kvot dess bättre bäreffektivitet.

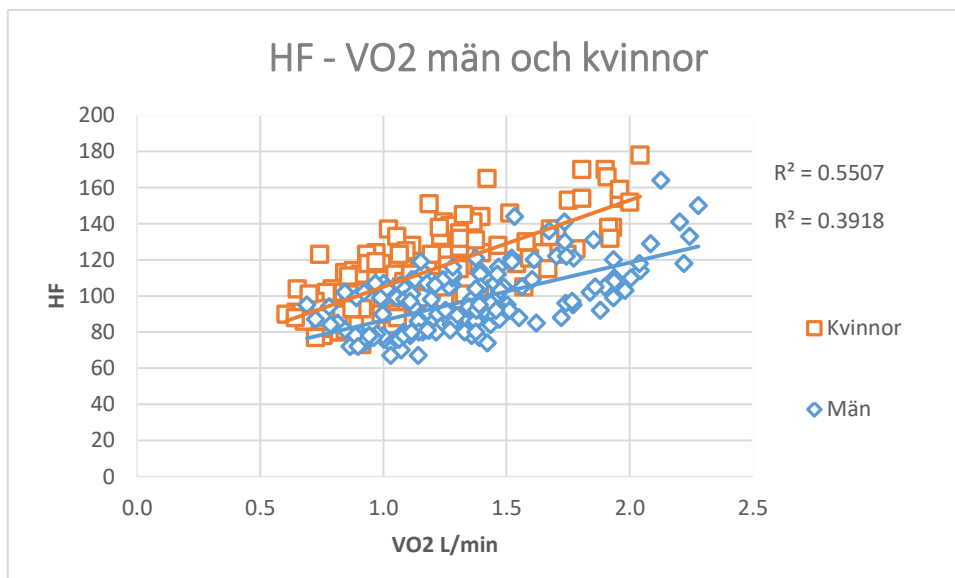
En annan viktig mätning är relationen mellan hjärtfrekvens (HF) och syreupptagning (VO_2). Frågan är om man kan använda hjärtfrekvens för att bedöma hur hög belastningen är på individen. Explicit är frågan – påverkar bärtyngden den normala relationen mellan HF och VO_2 ?

Som framgår av Figur 1 så finns ingen skillnad vaken hos män eller kvinnor i relationen HF och VO_2 på låga belastningar men från 50 % av maximal VO_2 är HF kraftigt förhöjd. Detta visar att vid tyngre belastningar blir energiomsättningen högre än förväntad vid lägre belastning men överskattad om man enbart bedömer belastningen från HF. Analys visar att det inte finns några skillnader mellan kvinnor och män, när det gäller den relativa

belastningen – d.v.s. i förhållande till % av VO_{2max} . Däremot när det gäller den absoluta relationen mellan HF och VO_{2max} har kvinnor reda på låga belastningar högre HF – Figur 2. Detta beror på kvinnors lägre VO_{2max} .



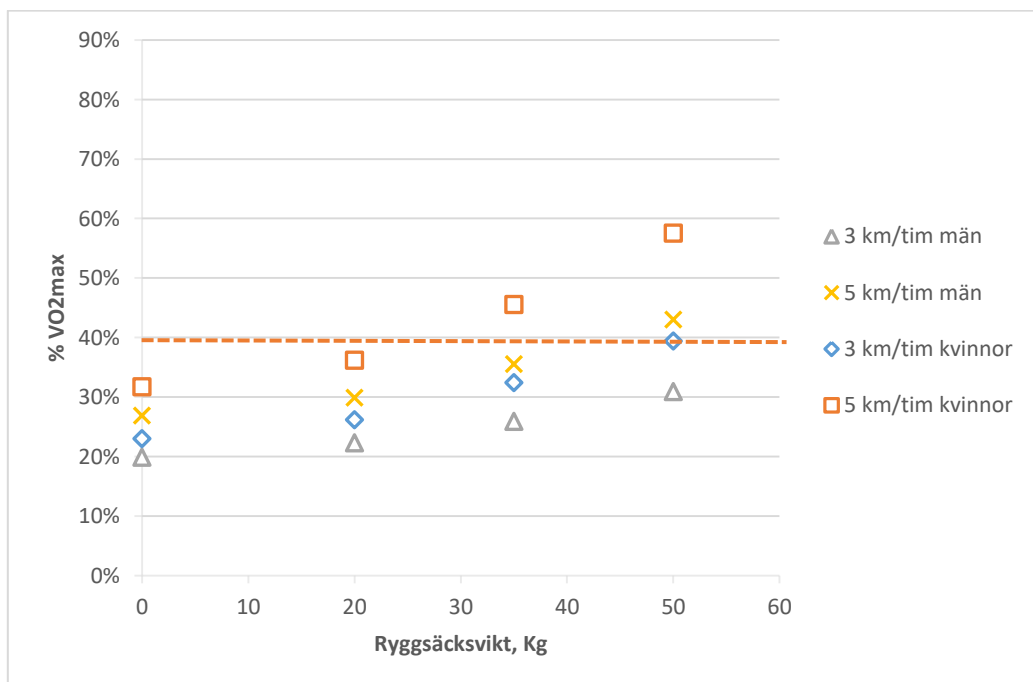
Figur 1. Relation HF vid % av VO_{2max} hos kvinnor och män. Fyllda symboler obelastad och ofyllda symboler belastad gång.



Figur 2. HF vid olika VO2 i L/min hos kvinnor (fyrkanter) och män (romber).

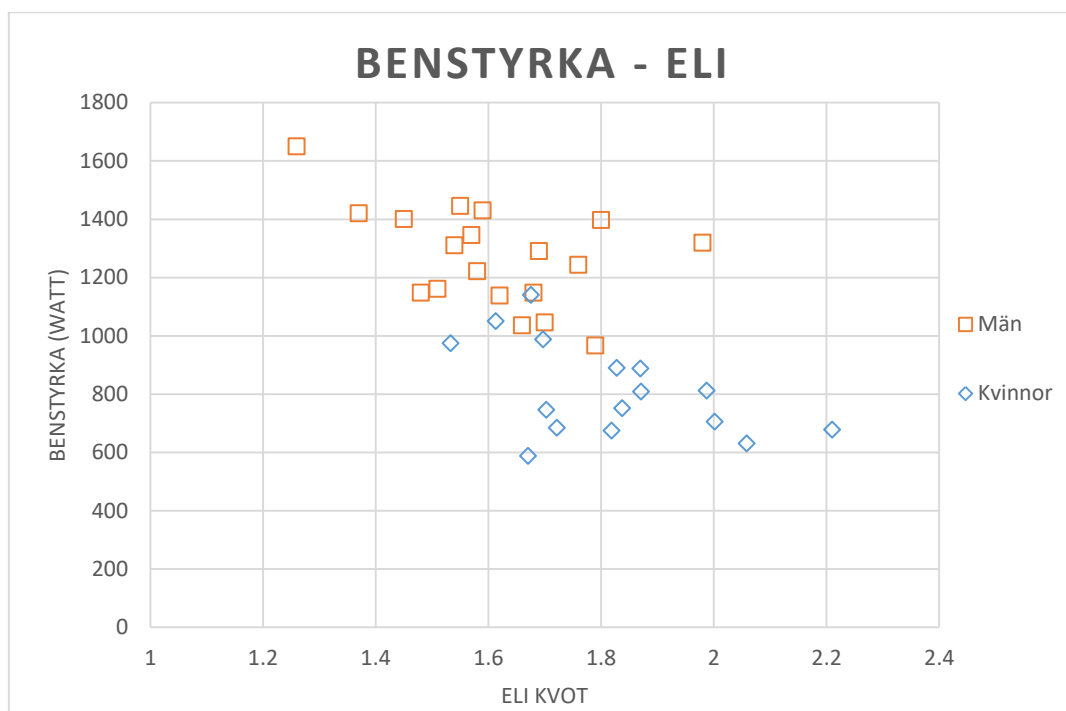
I Figur 3 finns en sammanfattning av hur kvinnor och män belastas vid olika bärvikter och gånghastigheter. Den vågräta linjen anger den nivå som av Åstrand (1967) ansetts som den högsta relativa belastning som är tolerabel för långvarigt kroppsarbete inom industrin.

Huruvida detta också bör gälla militär verksamhet kan diskuteras men det är anmärkningsvärt att kvinnor som bär 35 kg eller mer vid snabb marsch eller 50 kg vid långsammare marsch ligger i medeltal över denna gräns. I vissa fall utnyttjade några försökspersoner mer än två tredjedelar av maximal VO₂.

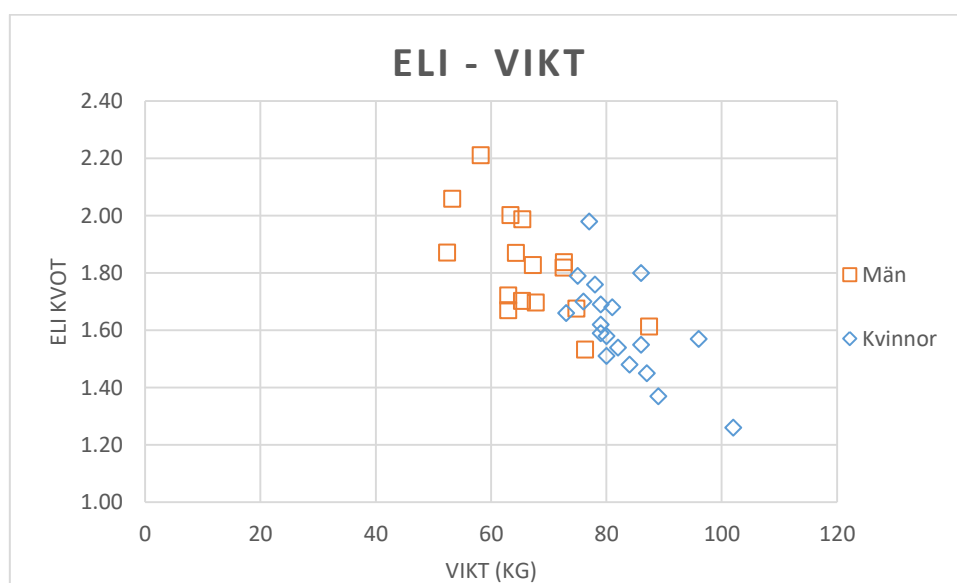


Figur 3. Relativ belastning (% av $VO_2\max$) vid marsch med olika vikter hos män och kvinnor.

Benstyrka är en viktig faktor i förmågan att ära tungt. Eftersom män generellt har större benstyrka än kvinnor att mäns bärformåga bättre – se Figur 4. Liknande relation ses mellan kroppsvikt och ELI kvot. se Figur 5.



Figur 4. Relation bärstyrka hos kvinnor (romber) och män (fyrkanter) i förhållande till ELI-kvot



Figur 5. Relationen ELI-kvot och kroppsvikt hos kvinnor (romber) och män (fyrkanter)

I Appendix finns Tabell 3, som visar i detalj olika samband mellan uppmätta faktorer hos alla kvinnor och män sammantaget

Sammanfattning

Tabell 1 nedan sammanfattar fördelningen av belastning vid marsch i 5 km/tim med 50 kg ryggsäck hos 17 kvinnor och 19 män av olika kroppsstorlek. Endast fem män klarade denna belastning under den gräns som Åstrand angivit. Majoriteten av kvinnorna belastas över 50 % av sin maximala syreupptagningsförmåga. Vid lättare belastning och/eller långsammare marsch når inga män och endast ett fåtal kvinnor upp till Åstrandsgrensens 40 % av VO_2 max.

Tabell 1. Procent av VO_2 max vid bärandes av 50 kg ryggsäck, medeltal. Fördelning mellan kön och kroppsvikt.

	Viktfördelning		30 - 40 % av vo_2		40 - 50 % av vo_2		Över 50 % av vo_2	
	Män	Kvinnor	Män	Kvinnor	Män	Kvinnor	Män	Kvinnor
Över 80 kg	10	1	4		5	1	1	
70 - 80 kg	9	4	1		7		1	4
60 - 70 kg		8				1		7
under 60 kg		3						3

Energiomsättningen för kvinnor och män vid olika bärvikter och gånghastigheter redovisas i Tabell 2. Dessa värden ska ses som riktmärke eftersom de är genomsnittsvärden för kvinnor respektive män. Som framgår av tabellen ökar energiomsättningen med ökad bärvikt per timme men blir lägre per km vid ökad hastighet. Det senare beror på att den tyngre vikten bärs under längre tid vid låg marschhastighet.

Tabell 2. Energiomsättning vid olika bärvikter och hastigheter hos kvinnor och män.

Energiutgift	Hastighet	0 kg		20 kg		35 kg		50 kg	
		Kcal/tim	Kcal/km	Kcal/tim	Kcal/km	Kcal/tim	Kcal/km	Kcal/tim	Kcal/km
kvinnor	3 km/tim	213	71	246	82	305	101	371	123
	5 km/tim	297	59	342	68	429	85	545	109
män	3 km/tim	249	83	298	99	349	116	416	138
	5 km/tim	352	70	393	78	469	93	570	114

Vid planering av längre operationer bör man således ta hänsyn till de ovan angivna uppgifter. Ett resultat kan vara att fördela en viss mängd material i en trupp. De med större kroppsstorlek kan bära mer jämfört med lättare personer. Ett annat kan vara att ta hänsyn till vilken hastighet truppen ska ha för att minimera risken för ökad trötthet. Både vad gäller bärviktsfördelning och val av marschhastighet är målet att truppen vid framkomst till slutmålet ska vara så lite påverkad som möjligt av transporten. I tidigare rapporter har vi också visat att stridsvärdet vid avslutad övning är kraftigt försämrat. Den försämringen har fler förklaringar än bara bärvikter och marschhastigheter, men de är trots att viktiga förklaringsfaktorer.

För att klara olika bärvikter bör styrketräning främst inriktas på benträning. Det betyder inte att allmän styrketräning för hela kroppen ska undvikas. Den är viktig för hela kroppens prestationsförmåga och är skadeförebyggande, men speciellt träning bör inriktas på höft- och benmuskulaturen

Reflektioner ur militär synvinkel

Kommentarer av Major Fil. Dr. Tobbe Pettersson.

Försvarsmaktens representant i forskningsgruppen

Förändring av hormonnivåer påverkar både fysisk och psykisk förmåga - m a o långvarigt arbete resulterar i sämre fysisk prestationsförmåga, men också t ex sämre koncentrationsförmåga (med sämre skjutresultat som följd) och sämre förmåga att fatta beslut. Sammantaget finns det anledning till att djupare studera återhämtningen i kommande försök - hur länge kvarstår påverkan på hormonnivåerna efter avslutad aktivitet, hur påverkas de olika förmågorna om inte fullåterhämtning skett innan ny aktivitet inleds, vad kan göras för att skynda på återhämtningen? Alla dessa frågor har bäring på bedömningen av förbandets stridsvärde. Går det att hitta enkla "lathundar" som är möjliga att använda operativt i skarpa insatser?

Förmågan att bära tungt sammanfaller med ett antal lätt mätbara faktorer - längd, vikt och ålder - men inte med bålmskelstyrka och relativ maximal syreupptagningsförmåga, vilka båda idag används utbrett i olika urvalssammanhang (kanske just för att de är lätta att mäta, snarare än att de är relevanta). Istället visar undersökningarna att det är benstyrka och absolut maximal syreupptagningsförmåga som påverkar förmågan att bära tungt. Dessa mäts inte idag i urvalen. För urvalet till de befattningar som innebär att bära tungt, bör det därför istället prövas om inte dessa två faktorer kan mätas. Kommande relevanta frågor att studera torde därför vara hur dessa faktorer kan mätas tillförlitligt på ett för militär verksamhet genomförbart sätt och vilka kravnivåer som bör gälla för olika befattningar? Hittas dessa metoder kan frågan studeras i ett vidare perspektiv – kan mätningar vara relevanta att genomföra även efter urvalet, t ex under grundträning för att se att individen och gruppen får den träning som behövs? Kanske kan mätningar även vara relevanta för att bedöma stridsvärdet inför eller efter en insats?

Att det inte föreligger några stora skillnader mellan könen i t ex biomekanik och metabolism, är resultat som det finns anledning i sig att föra ut i Försvarsmakten; alltför stor energi har lagts på att diskutera detta i olika sammanhang. Hur kan GIH:s resultat bäst spridas i organisationen?

En annan faktor att vidare studera är den individuella träningsfaktorn, som givet allt annat lika kan variera avsevärt mellan individer. Går en sådan faktor att mäta för att använda i urval till militära befattningar? Går den att använda för att individanpassa grundträningen? Går den att

använda på ett fältmässigt sätt för att bättre bedöma stridsvärdet hos individ och grupp? Om svaren är ja, så innebär det att urvalet till det militära kan behöva revideras ytterligare - för då kan den nuvarande fokuseringen på kravnivåer, som bara behöver uppnås vid ett tillfälle (antagningstesten) minska till förmån för att se till individens potential över tiden. Därmed kan det bli en helt annan urvalsbas att stå på, och en högre kvalitet i genomförandet av den militära verksamheten.

Underskottet i energiintaget i samband med aktiviteter i fält torde nu vara odiskutabelt. I de vidare studierna är det nu viktigt att undersöka hur detta ska undvikas eller hanteras. Går det att ta fram annan kost, kanske speciellt framtagen för olika aktiviteter? Hur kan kosttaktiken utvecklas och föras in i handböcker och utbildningar? Går det att ta fram "lathundar" för att i fält avgöra dels påverkan på stridsvärdet, men också för att anpassa logistiken (t ex att olika individer bär med sig olika typer och mängd av kost)? Här kan kommande undersökningar behöva ske i samarbete med tillverkarna.

Undersökningarna så långt visar att den relativa belastningen under marsch ofta överskrider den gräns som anses vara acceptabel inom kroppsarbete civilt. Kommande studier bör därför undersöka om denna gräns är giltig även för militär verksamhet, och om inte så bör ett gränsvärde för det militära tas fram. Vilka konsekvenser blir det av ett överskridande? Hur kan detta användas för att på ett fältmässigt enkelt sätt bedöma påverkan på stridsvärdet? Vad gäller möjligheten överlag att bedöma påverkan på stridsvärdet skulle en tabell i likhet med tabell 2 kunna vara ett fältmässigt godtagbart instrument. Det skulle kunna användas både för att bedöma aktuellt och kommande stridsvärde, men också för att beräkna vilken marschhastighet som ska anbefallas med avseende på vilket stridsvärde som krävs för den aktuella insatsen. Eller för att logistiken ska kunna beräkna hur mycket kost som ska bäras med - och ätas upp.

Genomförda studier har skett med buren vikt upp till 50 kg. Vad innebär ännu tyngre buren vikt? Med tanke på att det kan finnas en exponentiell ökning av t ex skadeutfall och energiutgift torde det vara motiverat att utöka studierna upp till 70-75 kg, även om det är relativt få befattningar som innebär detta - för utfallet av verksamheten vid dessa befattningar är av avgörande vikt för hela Försvarsmakten. Den här delen kan behöva sekretessbeläggas. Utanför det militärmedicinska området så innebär resultaten att utvecklingen av lättare buren materiel bör fortsätta och påskyndas, både med tanke på påverkan av stridsvärdet hos förbanden, och på de möjliga konsekvenserna för individerna i form av skador. Resultaten indikerar dessutom att även den taktiska utvecklingen bör ta hänsyn till detta - alltifrån

kravställandet på förbanden till utrustningslistor för förband och individer (som att reducera vad som ska bäras med).

Referenser

Bhambhani Y, Maikala R. Gender differences during treadmill walking with graded loads: biomechanical and physiological comparisons. *Eur J Appl Physiol.* 81:75-83, 2000.

Castellani JW, Delany JP, O'Brien C, Hoyt RW, Santee WR, Young AJ. Energy expenditure in men and women during 54 h of exercise and caloric deprivation. *Med Sci Sports Exerc* 38:894-900, 2006.

Fuster V, Jerez A, Ortega A. Anthropometry and strength relationship: Male-female differences. *Antrop. Anz.* 56:49-56, 1998.

Krupenevich, R., Rider, P., Domire, Z., DeVita, P. Males and females respond similarly to walking with a standardized, heavy load. *Military medicine*, 180: 994-1000, 2015.

Lindle, R. S., Metter, E. J., Lynch, N. A., Fleg, J. L., Fozard, J. L., Tobin, J., Hurley, B. F. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20–93 yr. *Journal of Applied Physiology*, 83: 1581-1587, 1997.

Mello, R. P., Damokosh, A. I., Reynolds, K. L., Witt, C. E., & Vogel, J. A. The physiological determinants of load bearing performance at different march distances (No. USARIEM-T-15-88). Army Research Institute of Environmental Medicine Natick MA. 1988.

Philips DB, Stickland MK, Lesser IA, Petersen SR. The effects of heavy load carriage on physiological responses to graded exercise. *Eur J Appl Physiol* 116:275-280, 2016.

Rapport 1. C M Mattsson, Björn Ekblom. Försvarsrelaterad medicin. Rapport till Försvarsmakten, Juni 2010.

Rapport 2. C Mikael Mattsson, Björn Ekblom. Försvarsrelaterad medicin - Fysiologiforskning. Rapport till Försvarsmakten, Maj 2011.

Rapport 3. Mikael Flockhart, C. Mikael Mattsson, Björn Ekblom.

Fysiologisk analys av utbildningsmomentet ”Markstrid grundkurs (GK) 1, Fjällmarsch”. Rapport till Försvarsmakten, Januari 2014.

Rapport 4. Mikael Flockhart, C. Mikael Mattsson, Elin Ekblom Bak, Björn Ekblom. Slutövning GMU: ”Aldrig ge upp”, Amfl, Berga örlogsbas. Rapport till Försvarsmakten, April 2014.

Rapport 5. Gina Hendo, Madeleine Jakobsson, Karin Söderlund, Elin Ekblom Bak, Mikael Flockhart, C. Mikael Mattsson, Marjan Pontén, Björn Ekblom. Slutövning GMU: ”Aldrig ge upp”, Amfl, Berga örlogsbas. Muskelfysiologiska och metabola resultat. Rapport till Försvarsmakten, Januari 2015.

Rapport 6. Elin Ekblom Bak, Tobbe Pettersson, Mikael Flockhart, C Mikael Mattsson, Björn Ekblom. F17 – Flygvapenövning 2014. Rapport till Försvarsmakten, November 2015.

Rapport 7. Torbjörn Helge, Manne Godhe, C. Mikael Mattsson, Björn Ekblom. Att bära tungt - en fysiologisk analys - män. Rapport till Försvarsmakten, Oktober 2015.

Rapport 8. Manne Godhe, Torbjörn Helge, C. Mikael Mattsson, Björn Ekblom. Att bära tungt en fysiologisk analys – kvinnor. Rapport till Försvarsmakten, Mars 2016.

Roy TC, Ritland BM, Knapik JJ, Sharp MA. Lifting tasks are associated with injuries during early portion of a deployment of Afghanistan. *Mil Med.* 177:716 – 722, 2012.

Silder, A., Delp, S. L., & Besier, T. Men and women adopt similar walking mechanics and muscle activation patterns during load carriage. *Journal of Biomechanics*, 46: 2522-2528, 2013.

Åstrand I. Degree of strain during building work as related to individual aerobic capacity. *Ergonomics* 3:293-303, 1967.

	Sig. (2-tailed) N							,000 35	,550 36	,017 36
50	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N								-,032 ,853 35	-,671** ,000 35
Ryggre ps	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N									-,010 ,955 36

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).