

Ergometercykeltest visavi Steptest

- Fysiologisk jämförelse mellan två skilda arbeten

Marcus Andersson
Tobias Johansson

GYMNASTIK- OCH IDROTTSHÖGSKOLAN
I STOCKHOLM

Examensarbete 22:2005

Läroarbetsutbildningen: 2001-2005

Handledare: Johnny Nilsson

Bicycle ergometer test versus Step test
*- A physiological comparison between two different
kind of work*

Marcus Andersson
Tobias Johansson

THE SWEDISH SCHOOL OF SPORT
AND HEALTH SCIENCES
Graduate Essay 22:2005
Teacher program: 2001-2005
Supervisor: Johnny Nilsson

**EXAMENSARBETE (10P)
PÅ LÄRARPROGRAMMET 2001-2005
VID IDROTTHÖGSKOLAN I STOCKHOLM**

Marcus Andersson

Tobias Johansson

Handledare: Johnny Nilsson

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
1. Introduktion	2
1.1 Inledning	2
1.2 Syfte och frågeställning	4
1.3 Fysiologisk bakgrund	5
2. Metod	6
2.1 Urval	6
2.2 Etiska överväganden	7
2.3 Testmetodik	8
2.3.1 Submaximalt ergometercykeltest	8
2.3.2 Submaximalt steptest	9
2.3.3 Maximalt ergometercykeltest	10
2.3.4 Maximalt steptest	12
2.4 Val av data	12
2.5 Förtest	12
2.6 Standardiseringskrav	13
2.7 Validitet och reliabilitet	13
3. Resultat	15
3.1 Sammanfattade submaxvärden i medeltal för ergometercykeltest kontra steptest	15
3.1.1 Hjärtfrekvens vs. effekt	17
3.1.2 Skattad ansträngning i benmuskulatur vs. effekt	19
3.1.3 Skattad ansträngning i andning vs. effekt	21
3.2 Maxtest ergometercykel	22
3.3 Maxtest steplåda	22
3.4 Bestämd vs. Beräknad $VO_{2\ max}$ (Rhyming & Åstrands steptest)	23
3.5 Bestämt vs. Beräknat $VO_{2\ peak}$ ("Åstrandstest")	24
4. Diskussion	25
4.1 Submaximalt arbete	25
4.2 Maximal hjärtfrekvens	26
4.3 Rhyming & Åstrands steptest	26
4.4 Konklusion	28

Tabellförteckning

Tabell 1 Urval i siffror	7
Tabell 2 Effekt submaximalt cykeltest	8
Tabell 3 Effekt submaximalt steptest	9
Tabell 4 Progressiv belastningen för kvinnor, maxtest cykel	11
Tabell 5 Progressiv belastningen för män, maxtest cykel	11
Tabell 6 Redovisar submaximalt huvudtest och re-test, cykel	14
Tabell 7 Redovisar submaximalt huvudtest och re-test, step	14
Tabell 8 Redovisar submaximala värden i medeltal för cykel och step	15
Tabell 9 Maxtest cykel	22
Tabell 10 Maxtest step	22
Tabell 11 Bestämt vs. Beräknat $VO_{2\max}$ (Rhydings steptest)	23
Tabell 12 Bestämt vs. Beräknat $VO_{2\text{peak}}$ ("Åstrandstest")	24

Figurförteckning

Figur 1 Hjärtfrekvens vs. effekt (kvinna)	17
Figur 2 Hjärtfrekvens vs. effekt (män)	17
Figur 3 Skattad ansträngning i ben kontra effekt (kvinnor) (cykel vs step)	19
Figur 4 Skattad ansträngning i ben kontra effekt (män) (cykel vs step)	19
Figur 5 Skattad ansträngning i andning kontra effekt (kvinnor) (cykel vs step)	21
Figur 6 Skattad ansträngning i andning kontra effekt (män) (cykel vs step)	21

Förord

Detta examensarbete skrevs under vår åttonde termin vid lärarprogrammet för idrott och hälsa på Gymnastik- och Idrottshögskolan i Stockholm. Valet av ämne i stort föll sig tämligen naturligt p.g.a. vårt stora intresse av vad som kan åstadkommas med fysisk träning. Vi ville göra en empirisk studie med en intressant fysiologisk utgångspunkt, vilken formulerades enligt följande:

Vid genomförande av olika motionsaktiviteter uppstår det ibland frågor om sambandet mellan hjärtfrekvens och syreupptagning samt skattad ansträngning och hjärtfrekvens är lika för olika aktiviteter. För att kunna använda dessa samband på ett korrekt sätt när man genomför olika motionsaktiviteter är det viktigt att dessa samband är väl kartlagda.

Denna studie bestämdes att omfatta en jämförelse mellan ergometercykel och steplåda.

Tack till våra testpersoner på Gymnastik- och Idrottshögskolan.

Tack till testpersonerna på Solna och Kista brandstation.

Tack till Mårten Fredriksson.

Tack till vår handledare Johnny Nilsson för all hjälp, goda råd och inspiration.

Sammanfattning

Syfte och frågeställning

Syftet med studien var att undersöka sambandet mellan hjärtfrekvens (HF), skattad ansträngning samt syreupptag i jämförandet av två arbetsformer; ergometercykel och steplåda. Frågeställning var: hur ser sambandet ut mellan arbetseffekt och HF samt skattad ansträngning för de två arbetena på de givna submaximala effektnivåerna 75 Watt, 125 W samt 175 W. Studien har även för avsikt att jämföra den skattade ansträngningen på ergometercykel kontra den på steplåda vid försök att uppnå maxpuls. Vidare att jämföra den beräknade maximala syreupptagningsförmågan vid Rhyming & Åstrands steptest med den beräknade maximala syreupptagningsförmågan för denna studies modifierade Åstrandstest på ergometercykel. Dessa jämförs sedan med den bestämda maximala syreupptagningsförmågan på ergometercykel.

Metod

Datainsamlingen har skett genom att 16 testpersoner, åtta kvinnor och åtta män, utfört två maximala tester, ett On-linetest på ergometercykel Monark Ergomedic 839E där utandningsluften analyserades i blandningskammare (Oxycon Pro, Jaeger GmbH) och ett på steplåda där enbart HF och skattad ansträngning registrerades med pulsklockan Polar Accurex plus och enligt Borgs RPE-skala, samt två submaximala tester, ett per redskap.

Resultat

Vid jämförelse av de två arbetena vid samma givna effekt var testpersonernas HF högre på samtliga submaximala effektnivåer. Testpersonernas upplevda ansträngning, enligt Borgs RPE-skala, var lika på både cykeln o steplådan om testpersonerna skattade 11 eller lägre. Skattade testpersonerna högre än 11 så upplevdes steplådan som mer ansträngande än arbetet på cykeln. Vid sammanställningen av resultaten för testpersonernas olika maximala test på cykel kontra steplåda var skillnaden i HF i medeltal liten.

Diskussion och konklusion

Möjlig orsak till att HF och skattad ansträngning var högre för arbetet på steplåda än cykel kan antas vara kraftåtgång. Arbeta på steplåda sker vertikalt där acceleration krävs för varje steg upp på steplåda, och där kraft krävs vid inbromsning (excentriskt arbete) vid steg ned från steplåda. Troligtvis är detta mer energikrävande än att upprätthålla en konstant rörelse vid given belastning på cykel. På cykel sker arbetet i en stabilare position samt att energin i cykelns svänghjul hjälper testpersonen att upprätthålla den kraft som krävs för att uppnå given effekt.

1. Introduktion

1.1 Inledning

För att bestämma den maximala syreupptagningsförmågan ($VO_{2\max}$) kan man med hjälp av olika metoder som baserar sig på uppsamling av utandningsluft, s.k. online-tester, analysera utandningsluften i en s.k. blandningskammare i avseende ventilerat syre (O_2) och koldioxid (CO_2) samt totalventilation och därigenom bestämma ett syreupptagningsvärde för t ex maximalt arbete. Man kan också beräkna den maximala syreupptagningen. För detta ändamål kan man t ex använda sig utav en ergometercykel samt en pulsmätare. Ett vedertaget exempel på beräkning av maximal syreupptagningsförmåga på det sättet är en metod framtagen av P-O Åstrand, det s.k. Åstrandstestet, som är ett submaximalt arbetsprov på ergometercykel, vilket innebär att man arbetar på en belastning som ligger under sin maximala kapacitet i ca sex minuter, tills det att steady state uppnåtts.^{1 2} Med erhållen hjärtfrekvens, testpersonens ålder och arbetsbelastning kan man gå in i ett till testet hörande nomogram och erhålla ett beräknat $VO_{2\max}$, det finns även förenklade och färdiga tabeller att använda för att få ett beräknat värde på $VO_{2\max}$. Ovan nämnda metoder för bestämning och beräkning av maximal syreupptagningsförmåga är väletablerade men kräver en förhållandevis dyr utrustning. Ett enklare och billigare alternativ till detta skulle kunna vara ett steptest. Steplådan är billig i såväl inköp som vid konstruktion och tar dessutom liten plats. Tidigare studier har gjorts och det finns metoder framtagna för beräkning av maximal syreupptagningsförmåga, exempelvis Harvard Step test samt en metod utarbetad av Rhyning & Åstrand vilka båda är s.k. submaximala konditionstest.^{3 4} Harvard's steptest går ut på att under fem minuter gå upp och ned med standardiserat steg på en låda av höjden 50 cm. Takten är ställd till 120 beats/min. Hjärtfrekvensen tas en minut efter avslutat arbete då testpersonen sitter på en bänk. Testet togs fram under andra världskriget för att bestämma den fysiska kapaciteten hos brittiska soldater. Rhyning & Åstrands steptest pågår under cirka fem till sex minuter till dess att

¹ Andersson, G, Forsberg, A, Malmgren, S, *Konditionstest på cykel*, SISU idrottsböcker, Farsta, Skogs Grafiska AB, 1997, s 60 - 97

² Åstrand, Rodahl, *Textbook of work physiology* (second edition) R.R. Donnelly & Sons Company 1977, s 345

³ Ibid.

⁴ Åstrand, Rodahl, *Textbook of work physiology* (second edition) R.R. Donnelly & Sons Company 1977, s 344

steady-state uppnått, vilket också kan ske efter fyra till fem minuter. Höjden på steplådan för männen är 40 cm och för kvinnor 33 cm, och takten är bestämd till 120 steg per minut. Hjärtfrekvens registreras av testledaren under slutet av varje arbetsminut samt att testpersonen skattar sin upplevda ansträngning enligt Borgs RPE-skala (Rated Perceived Exertion).⁵ Detta för att hjärtfrekvens och upplevd ansträngning på ”Borgskalan” har ett samband.⁶ För att sedan beräkna ett värde på den maximala syreupptagningsförmågan, angett i liter per minut (l/min), använder man sig av det tidigare nämnda nomogramet.⁷ Metodiken för detta steptest är liknande det av Åstrand framtagna testet på ergometercykel. En nyare variant av de två ovan nämnda steptesten har också tagits fram som bygger på dessa två. Detta test går under namnet The Forestry Step Test,⁸ vilket togs fram för att kunna beräkna maximal syreupptagningsförmåga på människor inom akutsjukvården, polismän, brandmän, och livvakter etc. Att testet främst togs fram för att passa denna kategori av yrkesmänniskor hindrar inte att det appliceras på gemene man. Dock gör det sig inte rättvist när personen i fråga är i riktigt dålig kondition eller långt över 60 år. Höjden på lådan är för kvinnor 33 cm och för män 40 cm, durationen för testet är fem minuter. Vid beräkning av den maximala syreupptagningsförmågan vid genomförande av The Forestry Step Test kan en felprocent av storleken $\pm 12-15\%$ förekomma. Detta innebär att en person med maximal syreupptagningsförmåga på 50ml/kg/min skulle kunna falla inom spannet 44-56ml/kg/min.

I författarnas tänkta profession som lärare i ämnet Idrott och Hälsa eller som hälsopedagog, kommer vi sannolikt behöva ett redskap att bestämma individers kondition. Eftersom steplåda är ett enkelt och förhållandevis billigt redskap finner vi det högst intressant att jämföra de två submaximala testen (steptest vs. ergometercykeltest) som Åstrand utformat. Det skall tilläggas att i denna studie utfördes testen ej som i dess ursprungliga form (se metod). Istället användes en modifierad version av de båda metoderna. Kortfattat kan sägas att metoden bestämdes enligt

⁵ Borg, G, Ljungren, G. & Ceci, R. *The increase of perceived exertion, aches and pain in the leg, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer.* Eur. J. Appl. Physiol. 54, 343-349, 1985.

⁶ Borg, G, *Borg's perceived exertion and pain scales*, (Human kinetics), United Grapics 1998 s 356-360

⁷ Åstrand, Rodahl, *Textbook of work physiology* (second edition) (McGraw-Hill BC) 1977, s 350

⁸ Adams, M, G, *Exercise Physiolog (fourth edition)*, (McGraw-Hill BC, New York), 2002, s 156

tidigare kunskap kring steady state kontra belastning. Därför anser författarna att kalla de båda testen i denna studie för Åstrandstest missvisande, detta eftersom de inte är helt renodlade enligt originalutförande, men författarnas utformade test bygger på dess grundidé. Vidare bör det påpekas att studien ej är tänkt att validera något av de båda testen, endast jämföra de (modifierade) testen emellan i fråga om beräknad maximal syreupptagningsförmåga med erhållna värden för bestämd maximal syreupptagningsförmåga.

Vidare har denna studie jämfört två skilda arbeten, arbete på ergometercykel och steplåda. Parametrar som också var intressanta att jämföra var sambanden mellan hjärtfrekvens och syreupptagningsförmåga samt den skattade ansträngningen för de två olika arbetena. För att kunna använda dessa samband på ett korrekt sätt när man jämför dem är det av vikt att de är kartlagda, vilket är ytterligare en del av studien. Åstrand visade i en studie att det inte är någon skillnad i hjärtfrekvens (HF) för ett givet syreupptag, oavsett om det gäller arbete på ergometercykel eller steplåda⁹. Men frågan kvarstår då, har man samma HF vid en given arbetseffekt (Watt) vid de två skilda arbetena, och hur ser sambanden ut för skattad ansträngning enligt Borgs RPE-skala vid samma jämförelse? Utförandet i korthet kommer således att beröra parametrarna HF, skattad ansträngning i ben och i andning (Borgs RPE -skala), syreupptagning och belastningen i Watt (W) samt deras linjära samband sinsemellan.¹⁰ I huvudsak kommer parametrarna erhållas från tre submaximala nivåer samt från peak-värden på ergometercykel och på steplåda.

1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med denna studie var att undersöka sambandet mellan hjärtfrekvens, skattad ansträngning samt beräknad syreupptagning vid arbete på ergometercykel och steplåda.

Vår frågeställning var:

Hur ser sambandet ut mellan arbetseffekt vs. hjärtfrekvens samt skattad ansträngning för de två arbetena på de givna submaximala effektnivåerna 75 Watt, 125 W samt 175 W.

⁹ Ibid s 339

¹⁰ Nilsson, J, *Puls- och laktatbaserad träning*, , SISU Idrottsböcker, Farsta, 1998, s 40 - 43

Studien har även för avsikt att jämföra den skattade ansträngningen på ergometercykel visavi den på steplåda vid försök att uppnå maxpuls. Vidare att jämföra den beräknade maximala syreupptagningsförmågan vid Rhymining & Åstrands steptest¹¹ med den beräknade maximala syreupptagningsförmågan för denna studies modifierade Åstrandstest på ergometercykel. Dessa jämförs sedan med den bestämda maximala syreupptagningsförmågan på ergometercykel.

1.3 Fysiologisk bakgrund

Hjärtat är den muskel som pumpar ut syrerikt blod till musklerna från lungorna. Hjärtats pumpförmåga är en av de faktorer som begränsar syretransporten. Genom konditionsträning kan man träna upp hjärtmuskeln och därigenom öka pumpförmågan som leder till förbättrad syretransport.¹² I vila är pulsen vanligen 60-80 slag/min. Hos mycket vältränade individer i uthållighetsidrotter såsom cyklisterna och längdskidåkare är det inte ovanligt med en vilopuls under 40 slag/min.¹³ Samband tycks råda mellan god kondition och låg vilopuls.¹⁴ Eftersom konditionsträning påverkar hjärtat så att slagvolymen (mängden blod per slag¹⁵) blir större innebär detta att hjärtat inte behöver slå lika ofta för att pumpa ut samma volym av blod. Det sker alltså en pulssänkning i vila eller för ett givet arbete. Vilopulsen är olika från person till person, samma sak gäller för maxpulsen. Ärftliga faktorer påverkar maxpulsen mer än träning och den avtar i och med stigande ålder. Allmänt brukar man säga att maxpulsen inte påverkas av träning, dock finns en tendens att maxpulsen sjunker för idrottare som tränar extremt hårt då de utvecklar

¹¹ Åstrand, Rodahl, *Textbook of work physiology* (second edition) R.R. Donnelly & Sons Company 1977, s 350

¹² Forsberg, A. *Träna din kondition*. Svenska idrottsrörelsens studieförbund (SISU), Farsta, 1989, s 30-32.

¹³ Wilmore, J.H, Costill, D.L, *Physiology of sport and exercise*, (second edition), Quad Graphics, USA, 1999, s 223

¹⁴ Ibid s 213

¹⁵ Andersson, G, Forsberg, A, Malmgren, S, *Konditionstest på cykel*, SISU idrottsböcker, Farsta, Skogs Grafiska AB, 1997, s 26-29

större hjärta och större slagvolym¹⁶. Ett vältränat hjärta kännetecknas av stor slagvolym. Hjärtats uppgift i detta avseende, gällande arbete och prestation, är som tidigare nämnts att försörja kroppens arbetande muskler med syre. Den mängd syre musklerna kan ta upp och utnyttja per minut är den funktion som beskrivs som kondition. Mängden syre mäts i utandningsluften och anges som antal liter upptaget syre per minut (l/min) av den mängd syre man inandas per minut. Vad som är allmänt vedertaget inom idrottsfysiologin är de linjära och proportionella sambanden mellan hjärtfrekvens/syreupptag¹⁷, hjärtfrekvens/arbetsintensitet, syreupptag/arbetsintensitet¹⁸ samt skattad ansträngning/hjärtfrekvens¹⁹ (parametrarna ökar proportionellt mot varandra vid givet arbete), men dess värden skiljer sig individer emellan. Alltså, för varje arbete behövs en viss mängd syre som styrs av hjärtats minutvolym (minutvolym = slagvolym x hjärtfrekvens) som försörjer musklerna med rätt mängder syre. När hjärtat försörjer musklerna med tillräckliga mängder syrerikt blod för en given belastning brukar man säga att man nått Steady state²⁰, tidsmässigt tar det ca 4 minuter. När man omtalar syreupptaget brukar man skilja mellan idrotter där kroppsvikten måste bäras, exempelvis löpning, med t ex rodd där kroppsvikten inte behöver bäras. Individens testvärde får man om dividerar mängden upptaget syre angett i milliliter (ml) med individens vikt i kilogram (kg). Enheten på svaret blir sålunda ml syre per kg kroppsvikt per minut ($\text{ml O}_2 / \text{kg} \times \text{min}^{-1}$) och ger en mer nyanserad beskrivning av en persons kondition.

2. Metod

2.1 Urval

Testpersongruppens storlek bestod av åtta kvinnor och åtta män, totalt 16 testpersoner (Tp). Den manliga delen av testgruppen bestod av fyra brandmän verksamma i Stockholm, resterande

¹⁶ Wilmore, J.H, Costill, D.L, *Physiology of sport and exercise*, (second edition), Quad Graphics, USA, 1999, s 223

¹⁷ Nilsson, J, *Puls- och laktatbaserad träning*, , SISU Idrottsböcker, Farsta, 1998, s 40 – 42

¹⁸ Ibid s 39 - 40

¹⁹ Ibid s 42 - 43

²⁰ Wilmore, J.H, Costill, D.L, *Physiology of sport and exercise*, (third edition), Hong Kong, 2003, s 225

testpersoner var studenter från Gymnastik- och Idrottshögskolan i Stockholm (GIH). Krav för deltagande i testerna var att man skulle känna sig helt frisk, skadefri samt ej inta någon form av hjärtfrekvenspåverkande medicin. Detta säkerställdes via ifyllande av en hälsodeklaration i enkätform.²¹ Kvinnorna befann sig i ålderspannet 22-30 år. Samtliga var fysiskt aktiva inom någon form av idrottslig verksamhet. Dock med tämligen stora variationer i intensitet och träningsmängd.

Männen befann sig i ålderspannet 24-34 år. De fyra brandmännen var fysiskt aktiva varje dag under arbetstid. Olika former av träning bedrevs i tjänst. Mest handlade det om innebandy och styrketräning. Utöver detta var de ute och motionerade regelbundet på fritiden, främst genom cykling och löpning. Vidare bör nämnas att deras arbete stundtals är fysiskt mycket krävande. De fyra manliga studenterna på GIH tränade regelbundet och var aktiva idrottsutövare inom fotboll, skidåkning och orientering. Även här fanns en variation i träningsmängd och intensitet.

Tabell 1. Testpersonernas genomsnittliga ålder, vikt och längd (standardavvikelse och range).

Kön	Ålder (år)	Vikt (kg)	Längd (cm)
Kvinnor ♀	25,9 ± 2,4	65,6 ± 4,2	170,3 ± 4,8
	22 – 30	57 - 71	162 - 178
Män ♂	29,5 ± 2,9	81,6 ± 7,0	181,8 ± 3,5
	24 – 34	70 - 91	176 - 187
Totalt	27,7 ± 3,3	73,6 ± 9,9	176,1 ± 7,1
	22 - 34	57 - 91	162 - 187

2.2 Etiska överväganden

I studier där testpersoner medverkar finns det en rad olika aspekter att beakta. Testpersonerna skall känna sig bekväma vid testsituationen samt informeras om att de kan avbryta testet utan att behöva motivera varför. Testen får heller inte på något sätt verka kränkande eller utsätta personen för någon kalkylerbar fara. Olyckor kan inträffa men risken för att de skall uppstå skall minimeras. Vidare såg vi till att varje person hade en möjlighet att utföra sitt test i ensamhet med endast testledarnas närvaro om någon så skulle önska, vilket inte var fallet i våra test. I denna studie informerades deltagarna grundligt hur varje test skulle gå till så att det inte skulle uppstå

²¹ Testmanual funktionella tester, remissutgåva 2003-06-30, LTIV Idrottshögskolan Stockholm, s.6

några obehagliga överraskningar. Vidare var vi noga med att poängtera att de kunde avbryta testet närhelst de så önskade utan att för oss motivera varför.

2.3 Testmetodik

De tester som genomfördes i studien var två maxtest, ett på ergometercykel och ett på steplåda, samt två submaximala test på samma redskap.

2.3.1 Submaximalt ergometercykeltest

Testpersonerna cyklade på Monark Ergomedic 839E på fyra olika progressiva belastningar. Vissa Tp fick även cykla på en femte nivå (ökning med 50 W), detta om personen skattade sin ansträngning under 15 på Borgs RPE-skala. Motivet var att få Tp att arbeta över 50 % av sin maximala ansträngningsnivå.

Tabell 2. Arbetsintensiteten i effekt med enheten Watt (W) för submaximalt cykeltest.

Nivå	Effekt Kvinna	Effekt Män	Tid (Minuter)
Nivå 1	75 W	75 W	4
Nivå 2	Individuellt vikthanpassad effekt X W	125 W	4
Nivå 3	125 W	175 W	4
Nivå 4	175 W	225 W	4

De olika nivåernas belastning valdes för att möjliggöra studium av eventuellt linjärt samband mellan arbetseffekten visavi HF och skattad ansträngning, samt för att få erforderlig data till beräkning av maximal syreupptagningsförmåga (125 W för kvinnor och 175 W för män). Nivå två för kvinnorna anpassades individuellt på cykeln, detta för att ha möjlighet att jämföra denna effekts data med värden på samma effekt för Åstrands & Rhymings steptest (för beräkning av arbetseffekt, se 2.3.3). Det submaximala testet förprogrammerades av testledarna i Monark 839E Analysis Software för ergometertest. Efter fyra minuters arbete höjdes effekten till nästa nivå.

Eftersom cykeln för projektet var varvtalsberoende, vilket menas att den höll en konstant effekt oberoende av trumphastighet²², angavs ingen given kadens för utförandet av arbetet. Mellan minut tre och fyra under det att steady state uppnåtts registrerades hjärtfrekvens på varje nivå, samt att man lät Tp skatta sin ansträngning i benmuskulatur och andning i nämnd ordning, utifrån Borgs RPE-skala. För tidtagning användes Hahnhart Stopstar 2 samt Junghans stoppur och för mätning av hjärtfrekvens brukades pulsklockan Polar Accurex plus. Puls kurvorna skrevs ut med hjälp av programvaran Polar Precision Performance 4.0. Testets totala längd var sålunda 16 minuter om ej en extra nivå lades in.

2.3.2 Submaximalt steptest

Tp skulle under given höjd på steplådan och takt på metronom (Quartz Metrina mod. 315) utföra arbete på fyra olika nivåer (för männen fem nivåer. Nivå för Rhymings & Åstrands steptest ej med i tabell 3). Nivåerna skulle motsvara samma effekt som under det submaximala cykeltestet (se tabell 3 nedan).

Tabell 3. Arbetsintensiteten i effekt med enheten Watt (W) för submaximalt steptest. Förklaring av X finns nedan efter parametrarna i Åstrands & Rhymings steptest.

Nivå	Effekt Kvinna	Effekt Män	Tid, Minuter
Nivå 1	75 W	75 W	4
Nivå 2	X W	125 W	4
Nivå 3	125 W	175 W	4
Nivå 4	175 W	225 W	4

Testpersonernas arbete skilde sig något emellan envar beroende på Tp's kroppsvikt, där man med vikten styrde parametrarna takt (BPM) och höjd på lådan för att få önskad effekt (W). Den våg som användes för invägning av Tp var av märket Ergon Nordic Seca.

För den kvinnliga testgruppen användes genomgående höjderna 0.30 m, 0.33 m, 0.35m samt 0.40 m, respektive 0.35 m och 0.40 m för de manliga testdeltagarna.

Med följande formel beräknades effekten i Watt:

$$P = (F \times s) / t$$

$$P = \text{Effekt (W)}$$

²² P-O, Åstrand, Ergometri konditionsprov, Monark Exercise AB, Eskilstuna 1964.

$F = T_p \text{'s vikt (kg) x Gravitationskonstanten (9.81)}$

$s = \text{Lådans höjd (meter)}$

$t = \text{tid för en rörelse (sekunder)}$

Med rörelse menas här: flytta ena benet upp på lådan, sedan flytta upp det andra, sedan gå ned med det första benet och avslutningsvis flytta ned det andra benet. Sålunda fyra steg.

För att beräkna takten, Beats Per Minutes (BPM), gjorde vi följande uträkning:

$60 \text{ sekunder} / t = \text{antal cykler per minut}$

$\text{BPM} = \text{antal cykler per minut} \times 4$

Testpersonens effektnivå (W) på Rhymings & Åstrands steptest bestämdes med följande parametrar i ovan nämnda formel:

$\text{BPM} = 120$

$s(\text{♀}) = 0,30 \text{ meter} \quad s(\text{♂}) = 0,40 \text{ meter}$

$t = 2 \text{ sekunder}$

Effektnivåerna för testpersonerna varierade utifrån deras vikt. För kvinnorna var Åstrands & Rhymings steptest på nivå två (se tabell 3). Männens steptest var mellan nivå två och 4.

Utförandet av steget standardiserades till följande:

Förflyttning av ena benet upp på lådan, sedan det andra, därefter sätts det första benet och avslutningsvis det andra benet ned. Sålunda fyra steg. "Förstabenet" upp på lådan skulle växla mellan det högra och det vänstra, detta för att förhindra muskeltrötthet av det ena benet vilket kunde tänkas vara en begränsande faktor i testet. Växlingen av "förstabenet" gjordes i samband med att sista steget i rörelsen togs, istället för att sätta i hela foten så "duttades" foten i golvet för sedan i takt förflyttas upp som ett nytt "förstaben". En essentiell del av utförandet var att man flyttade tyngdpunkten upp på lådan, för att säkerställa detta moment valde testledarna att delge T_p den information att ett för övningen adekvat knästräck skulle utföras och eftersträvas vid varje steg upp på steplådan. Detta kontrollerades genomgående under utförandet av testledarna och tillrättavisades vid behov. Även här noterades hjärtfrekvens mellan minut tre och fyra vid steady state, samt att den skattade ansträngningen i ben och andning fördes till protokollet. Efter en avslutad nivå på fyra minuter fick testpersonen en kortare vila då testledarna ändrade förutsättningarna (takt och steplådans höjd) till nästkommande nivå.

2.3.3 Maximalt ergometercykeltest

Efter de 16 minuter som submaximala testet tog fick Tp kliva av ergometercykeln och vila i tio minuter innan det s.k. maxtestet genomfördes. Detta maxtest lyder under benämningen On-linetest, där syreupptagningen analyserades med ett on-line mätsystem (Oxycon Pro, Jaeger GmbH, Tyskland) med programvaran Oxycon Pro version 4.5 (Jaeger GmbH, Tyskland). Testpersonen informerades ånyo om säkerhetsföreskrifter exempelvis att envar måste avbryta testet om obehag och bröstsmärtor eller liknande skulle uppkomma, Tp var heller inte skyldig att ange orsak vid ett eventuellt avbrytande, allt enligt testpraxis.²³ Därefter applicerades mask med slang på Tp och testet kunde på samtliga inblandades klartecken starta. Testet som är ett progressivt ”all out test” fungerade så att Tp merparten av testet cyklade sittandes för att mot slutet trampa ståendes om Tp så ville, detta tills att Tp ej orkade mera. Omedelbart därefter stoppades all registrering, masken togs av och Tp skattade sin ansträngning i benmuskulatur och andning.

Tabell 4. Progressiva belastningen för kvinnor, maxtest cykel.

Tid (minuter)	Effekt (W)
2 min	100 W
2 min	150 W
0.5 min	165 W
0.5 min	180 W
0.5 min	195 W
0.5 min	210 W
Osv.:	En ökning med 15 W / 0.5 min

Tabell 5. Progressiva belastningen för män, maxtest cykel.

Tid (minuter)	Effekt (W)
2 min	150 W
2 min	200 W
0.5 min	225 W
0.5 min	250 W
0.5 min	275 W

²³ Andersson, G, Forsberg, A, Malmgren, S, *Konditionstest på cykel*, SISU idrottsböcker, Farsta, Skogs Grafiska AB, 1997, s 77

0.5 min	300 W
Osv.:	En ökning med 25 W / 0.5 min

2.3.4 ”Maximalt steptest”

Tanken var att efter genomförda submaximala nivåer skulle takten höjas i syfte att pressa individen till att nå en förmodad maximal hjärtfrekvens samt en hög skattning på Borgskalan. I vissa fall fick den fjärde och sista nivån tjäna som maxtest då hög skattning och hjärtfrekvens noterades vid dito nivå (175 W för kvinnor respektive 225 W för män) samt i kombination vid tydliga problem med att hålla given takt.

De tre första nivåerna på det submaximala steptestet fungerade även som en uppvärmning till det maximala arbetet. På nivå fyra var takten så pass hög att det standardiserade steget inte kunde vidhållas av alla testpersoner, dessa fick då använda sig av ett och samma ben i den uppåtgående fasen på lådan, för att sedan byta ben vid behov. Vissa av Tp kunde inte slutföra den sista och fjärde nivån, testet avbröts då, och hjärtfrekvens samt skattning av ansträngning i benmuskulatur och andning skedde direkt efter avbrutet test. Andra som hade en lägre hjärtfrekvens och skattning efter nivå fyra fick takten höjd ännu en gång. Då fick man tillåtelse att gå ur takten med avsikt att nå maximal hjärtfrekvens. När Tp snubblade till en eller ett flertal gånger på lådan eller hade svårigheter med att placera fötterna rätt p.g.a. trötthet, avbröts testet, hjärtfrekvens och skattning av ansträngning i benmuskulatur och andning registrerades.

2.4 Val av data

Vi hade i arbetet för avsikt att jämföra effektnivåerna 75 Watt, 125 W, 175 W mellan ergometercykeltest och steptest. Både män och kvinnor har arbetat på andra effekter än redan nämnda, emellertid var dessa tre effektnivåer representerade i testen för båda könen samt att det är en effekttökning med 50 W per nivå.

2.5 Förtest

Innan testpersonerna gav sitt medgivande att delta i test provades testmetoderna av testledarna själva, för att säkerställa att metodiken flöt enligt planerna. Det utprovade steget på lådan synades

ordentligt för att se till att en tillfredställande knästräckning avslutade varje fotsteg upp på lådan. Olika effektnivåer provades för att optimera testen.

2.6 Standardiseringskrav

Testpersonerna informerades om att dagen innan test skulle de inte anstränga sig hårt. På testdagen skulle de ej inta föda senare än en timma före test samma gällande kaffe, te och tobak. Inga test utfördes under det att någon testperson kände sig förkyld eller på något sätt känt obehag vid fysisk ansträngning under den gångna veckan. Temperaturen i lokalen på samtliga On-linetest höll sig mellan 19 – 22°C. Under övriga tester gjordes inga mätningar av rumstemperaturen men huvuddelen av samtliga tester utfördes i samma lokal under stabila yttre väderförhållanden och temperaturskillnaderna bör således vara marginella. Fönster stod öppna för vädring före och under test, även fläkt fanns att tillgå för de som önskade. Klädseln bland männen bestod i shorts, T-shirt, samt strumpor och skor. Kvinnorna hade knälånga tights samt kortärmad överdel, strumpor och skor. Testen utfördes efter 09:00 och innan 20:00. Innan test kalibrerades cykeln enligt Monarks testmanual²⁴. Samma testcykel användes vid samtliga submaximala/maximala test. Även lådan var den samma vid samtliga steptester, dock varierade lokalen p.g.a. att vi besökte brandmännen i tjänsten och fick då använda oss av befintliga lokaliteter, även detta kan ha haft en viss påverkan på resultaten. Under testerna försökte vi att minimera personerna som rörde sig runt testpersonerna, men eftersom lokalerna är av öppen karaktär så kan ett visst stressmoment ha smugit sig in, dock befann sig endast testledarna i testpersonernas absoluta närhet. Vidare bör det tilläggas att testpersonerna utförde de olika testerna ”randomiserat”, t.ex. så kunde steptestet göras före cykeltestet och ibland tvärtom.

2.7 Validitet och reliabilitet

Enligt vår frågeställning hade vi för avsikt att studera sambandet på Cykel och Steplåda mellan hjärtfrekvens, syreupptagning och skattad ansträngning. Eftersom arbetena är av sådan karaktär att de belastar syretransporterande organ, arbetar med stora muskelgrupper i dynamiska rörelser, olika intensitet samt att durationen är längre än tre minuter så är kraven för en aerob energiomsättning säkerställd. Validiteten bedöms därför vara god och således även de erhållna

²⁴ Monark 839E. Analysis Software

data. Vad reliabiliteten anbelangar användes uteslutande samma testutrustning på cykeltesten såväl som vid steptesten. Vid samtliga cykeltest användes Laboratoriet för tillämpad idrottsvetenskap (LTIV) på GIH i Stockholm. Två av steptesten utfördes på brandstationen i Solna och två på stationen i Kista, resterande utfördes på LTIV. Lokalerna på brandstationerna var mindre än LTIV och normal rumstemperatur förelåg vid samtliga test. Dessa variationer i lokaler kan inte helt förbises men vi anser att de har haft en marginell inverkan på det slutgiltiga resultatet.

För att undersöka studiens reliabilitet gjordes återtest (post-test) på en av försökspersonerna sex veckor efter det att huvudtesten (pre-test) genomförts. De test som återigen genomfördes var det submaximala cykeltestet samt det submaximala steptestet, där samma lokal och samma utrustning användes som vid de tidigare testen. I tabellerna nedan kan man se skillnaden i hjärtfrekvens och skattad ansträngning i benmuskulatur (RPE-B) och andning (RPE-A) från de båda testtillfällena. Post-testen genomfördes samma dag, cykeltestet utfördes klockan 10:00 och steptestet 14:30.

Tabell 6. Registrerade data i pre-test och post-test för submaximalt cykeltest.

Pre-test					Post-test				
Tid (minut)	Effekt (W)	HF (slag/min)	RPE-B	RPE-A	Tid (minut)	Effekt (W)	HF (slag/min)	RPE-B	RPE-A
4	75	115	8	8	4	75	108	9	9
8	108	141	11	10	8	108	129	11	11
12	125	151	12	11	12	125	144	12	12
16	175	168	16	14	16	175	166	15	14

Den skattade ansträngningen i benmusklerna och i andning är tillfredställande lika. Vad hjärtfrekvensen anbelangar låg Testpersonen något lägre i post-testet än i pre-testet, en procentuell skillnad mellan 1% - 9%.

Tabell 7. Registrerade data i pre-test och post-test för submaximalt steptest.

Pre-test					Post-test				
Tid (minut)	Effekt (W)	HF (slag/min)	RPE-B	RPE-A	Tid (minut)	Effekt (W)	HF (slag/min)	RPE-B	RPE-A
4	75	134	11	10	4	75	129	9	9

8	108	169	12	11	8	108	160	12	11
12	125	180	15	14	12	125	170	14	13
16	175	192	18	18	16	175	184	17	17

I steptestet var den skattade ansträngningen i benmuskulatur och andning snarlik, emellertid syntes även här en viss skillnad i hjärtfrekvens där post-testet registrerade genomgående lägre hjärtfrekvens än vid pre-testet, en procentuell skillnad mellan 4% - 6%. Förklaringen till skillnaden i hjärtfrekvens kan tänkas bero på formskillnad, då det var sex veckor mellan testtillfällena, men också att testpersonen fått en större erfarenhet av testet.

3. Resultat

Inga bortfall förkom under studiens samtliga test. Resultaten är baserade på data från åtta kvinnor och åtta män, totalt 16 testpersoner.

3.1 Sammanfattade genomsnittliga submaximala värden avseende hjärtfrekvens och skattad ansträngning vid arbete på ergometercykel och steplåda vid olika effektnivåer

Tre olika data registrerades under de submaximala testerna på ergometercykel och steplåda. Hjärtfrekvens (slag/min) med hjälp av pulsmätare och skattad ansträngning i benmuskulatur och andning via Borgs RPE-skala²⁵. Resultaten (redovisade i medelvärde) visar linjära samband; hjärtfrekvens och skattad ansträngning ökar proportionerligt med ökad effekt för hela testgruppen.

Tabell 8. Submaxvärden för ergometercykel och steplåda redovisade i medeltal.

Ergometercykel /Stepstest	Kvinna			Man			
	Effekt (Watt)	Hjärtfrekvens (slag/minut)	Skattad ansträngning		Hjärtfrekvens (slag/minut)	Skattad ansträngning	
			Ben	Andning		Ben	Andning
75W	115/137	9/9	9/10	96/103	9/8	8/8	

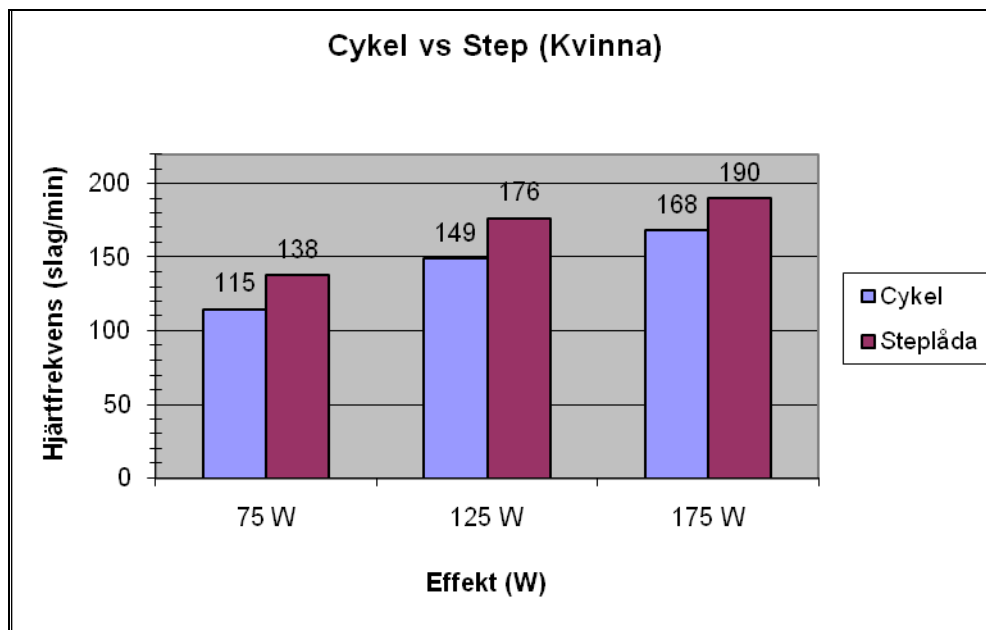
²⁵ Borg, G, Ljungren, G. & Ceci, R. *The increase of perceived exertion, aches and pain in the leg, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer.* Eur. J. Appl. Physiol, 1985

125W	149/176	13/15	13/15	116/129	11/11	11/11
175W	168/190	16/18	15/19	136/165	13/15	13/14

Vid jämförelse av de två arbetena (resultat i medeltal) vid samma givna effekt var testpersonernas hjärtfrekvens högre på samtliga submaximala effektnivåer (75, 125 och 175W). Testpersonernas upplevda ansträngning i benmuskulatur och andning, enligt Borgs RPE-skala, var lika på både ergometercykeltestet och steptestet om testpersonerna skattade 11 eller lägre. Skattade testpersonerna högre än 11 så upplevdes steplådan som mer ansträngande, i både benmuskulatur och andning, än arbetet på ergometercykeln.

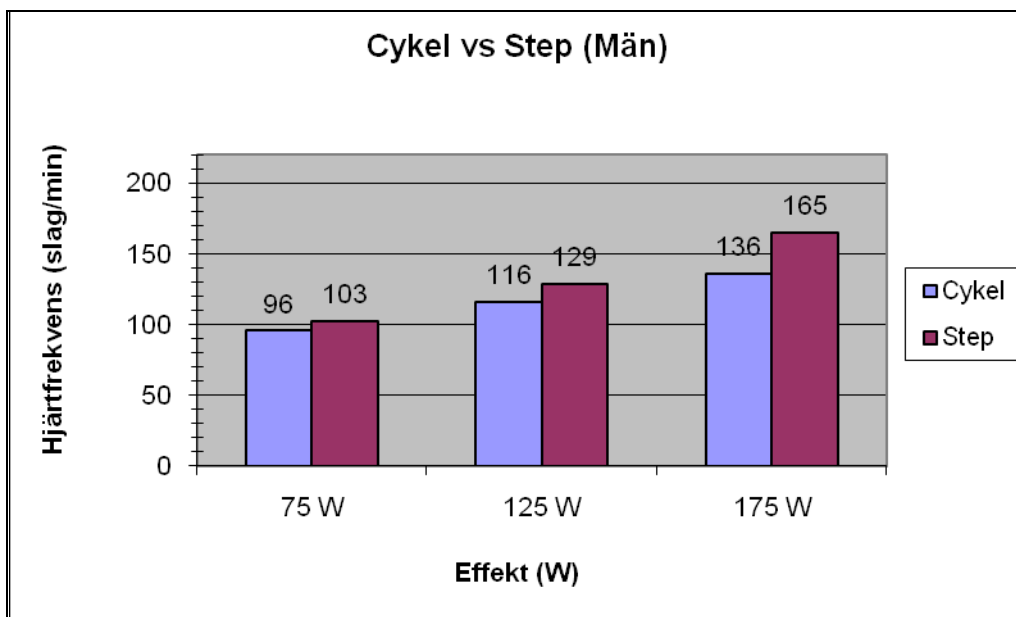
3.1.1 Hjärtfrekvens vid olika effektnivåer på ergometercykel och steptest

I figur 1 och figur 2 redovisas hjärtfrekvens vid olika effektnivåer på ergometercykel och steptest.



Figur 1. Redovisar kvinnornas hjärtfrekvens vid olika effektnivåer på cykel och steplåda.

I figur 1 och 2 kan man se att testpersonerna har högre hjärtfrekvens när arbetet sker på steplådan, på samtliga effekter (75W, 125W, 175W).

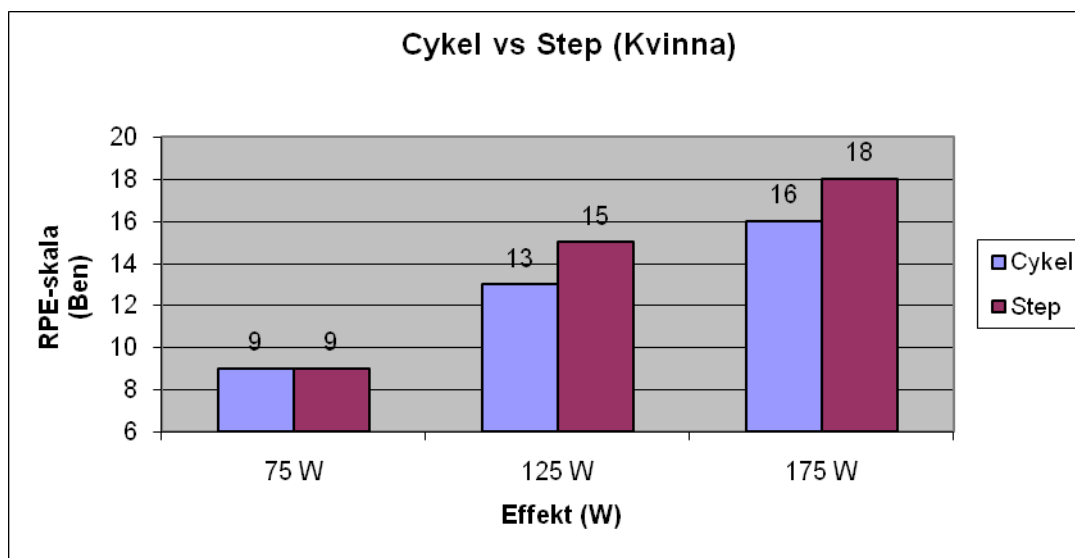


Figur 2. Redovisar mäns hjärtfrekvens vid olika effektnivåer på cykel och steplåda.

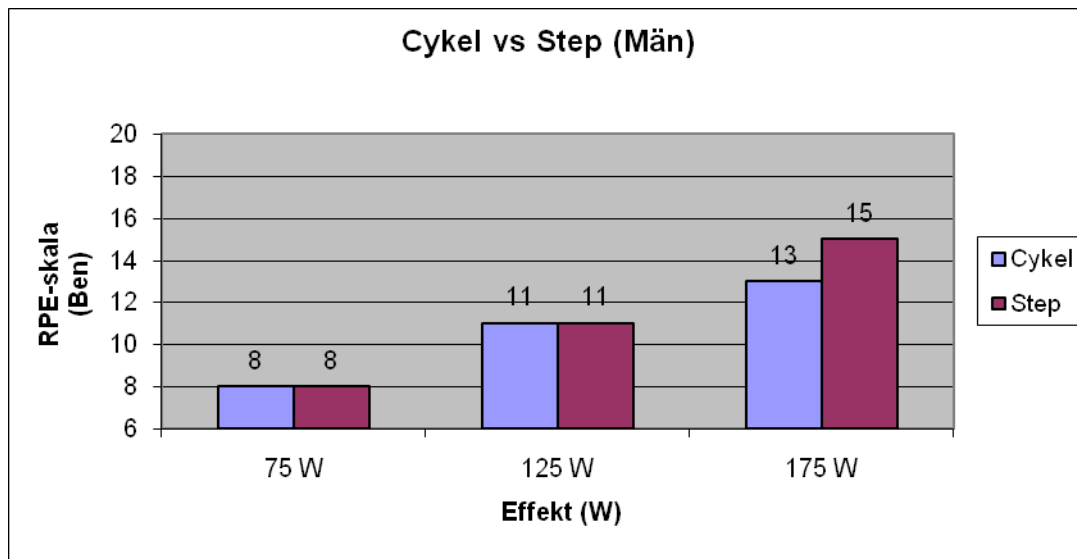
I figur 1, på 75 W hade kvinnorna en 20 % högre hjärtfrekvens i steptestet än i ergometercykeltestet. Vid 125 W hade de en 18 % högre hjärtfrekvens i steptestet. Slutligen på 175 W var skillnaden 13 %, en fortsatt högre hjärtfrekvens i steptestet, om än dock mindre procentuell skillnad. Skillnaden i hjärtfrekvens avtar alltså med en ökad effekt för kvinnorna på dessa tre effektnivåer. I figur 2 är scenariot det omvända, för männen ökar alltså differensen mellan ergometercykeltestet och steptestet i förhållandet hjärtfrekvens visavi effekt. På 75W har männen 7 % högre hjärtfrekvens i steptestet än i ergometercykeltestet. Vid 125W är hjärtfrekvensen 11 % högre i steptestet. Slutligen på 175W har männen 21 % högre hjärtfrekvens i steptestet än i ergometercykeltestet.

3.1.2 Skattad ansträngning i benmuskulatur vid olika effektnivåer på ergometercykel och steptest

I figur 3 och 4 nedan kan man se hur testpersonerna skattade ansträngningen i benmuskulaturen under de tre submaximala nivåerna i ergometercykeltest kontra steplådan.



Figur 3. Redovisar kvinnornas skattade ansträngning i benmuskulatur vid olika effektnivåer på cykel och steplåda.

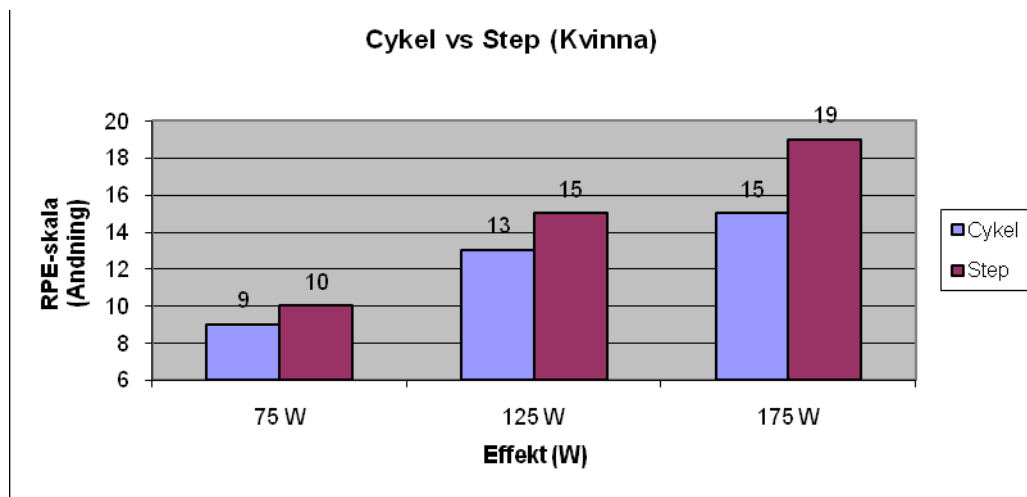


Figur 4. Redovisar männens skattade ansträngning i benmuskulatur vid olika effektnivåer på cykel och steplåda.

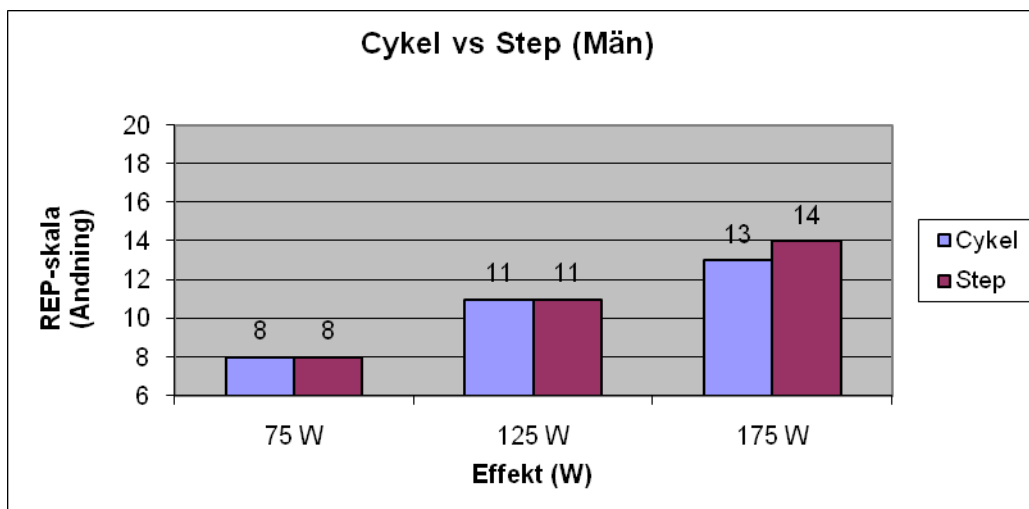
I figur 3, på 75W var den skattade ansträngningen i benmuskulaturen samma i steptestet och ergometercykeltestet. Vid 125W var skattningen 15 % högre i steptestet än i ergometercykeltestet. Slutligen på 175W var den skattade ansträngningen i benmuskulaturen 13 % högre i steptestet. I figur 4, på 75W och 125W var den skattade ansträngningen i benmuskulaturen samma i steptestet som i ergometercykeltestet. Vid sista nivån 175W skattades ansträngningen i benmuskulaturen 15 % högre i steptestet än i ergometercykeltestet.

3.1.3 Skattad ansträngning i andning vid olika effektnivåer på ergometercykel och steptest

I figur 5 och 6 nedan framgår hur testpersonerna skattade ansträngningen i andningen under de tre submaximala nivåerna i ergometercykeltestet vs. steptestet.



Figur 5. Redovisar kvinnornas skattade ansträngning i andning vid olika effektnivåer på cykel och steplåda.



Figur 6. Redovisar männens skattade ansträngning i andning vid olika effektnivåer på cykel och steplåda

I figur 5 framgår att arbetsintensiteter på 75 W resulterade i en skattad ansträngning i andning som var 11 % högre i steptestet än i ergometercykeltestet. Vid arbetseffekten 125W skattades ansträngningen i andning 15 % högre i steptestet än i ergometercykeltestet. Slutligen vid arbetsintensiteten 175 W skattades ansträngningen i andning 27 % högre i steptestet än i ergometercykeltestet. Differensen mellan de två arbetena ökade när effekten höjdes vilket visas i figur 5. I figur 6, på 75W och 125W var den skattade ansträngningen i andning samma i steptestet som i ergometercykeltestet. Slutligen, på sista nivån d.v.s. 175 W, skattades ansträngningen i andning 8 % högre i steptestet än i ergometercykeltestet.

3.2 Maxtest på ergometercykel

Nedanstående tabell 9 redovisar testpersonernas hjärtfrekvens (slag/minut) och den skattade ansträngningen i benmuskulaturen samt andning efter Borgs RPE-skala (medelvärden med standardavvikelse i fet stil) från maxtestet på ergometercykel, kvinnor och män var för sig samt det totala medelvärdet på hela urvalsgruppen.

Tabell 9. Testpersonernas individuella och genomsnittliga hjärtfrekvens och skattade ansträngning i benmuskulatur och andning från maxtest på cykel.

Maxtest ergometercykel	Hjärtfrekvens (slag/min)	Skattad ansträngning	
		Ben	Andning
Kvinnor ♀	187,176,189,190,193,178,198,192 187,9 ± 7,0	20,20,20,20,17,19,18,19 19,1 ± 1,1	20,20,20,20,16,18,19,19 19,0 ± 1,3
Män ♂	184,203,181,188,186,207,180,192	19,19,19,20,20,18,19,19	19,19,19,18,20,18,19,19

	190,1 ± 9,3	19,1 ± 0,6	18,9 ± 0,6
Medelvärde ♀ + ♂	189,0 ± 8,3	19,1 ± 0,9	19,0 ± 1,0

3.3 Maxtest på steplåda

Nedanstående tabell 10 redovisar testpersonernas värden (medelvärden i fet stil) från maxtestet på steplåda, kvinnor och män var för sig samt det totala medelvärdet på hela urvalsgruppen, samt hjärtfrekvens (slag/minut) och den skattade ansträngningen i ben samt andning efter Borgs RPE - skala.

Tabell 10. Testpersonernas individuella och genomsnittliga hjärtfrekvens och skattade ansträngning i benmuskulatur och andning från maxtest på steplåda.

Maxtest steplåda	Hjärtfrekvens (slag/min)	Skattad ansträngning	
		Ben	Andning
Kvinnor ♀	178,181,199,192,202,180,198,196 190,8 ± 9,0	19,18,20,18,19,20,17,19 18,6 ± 1,0	19,20,20,18,19,20,17,18 18,9 ± 1,1
Män ♂	172,199,177,186,185,215,178,192 188,0 ± 13	19,17,19,19,19,17,20 18,6 ± 1,0	17,16,19,17,19,19,17,20 18,0 ± 1,3
Medelvärde ♀ + ♂	189,4 ± 11,3	18,6 ± 1,0	18,5 ± 1,3

3.4 Bestämd visavi beräknad maximal syreupptagningsförmåga

I tabell 11 redovisas skillnaden mellan bestämd maximal syreupptagningsförmåga för test på ergometercykel visavi beräknad och ålderskorrigerad maximal syreupptagningsförmåga på Rhyming & Åstrands steptest.

Tabell 11. Redovisar förhållandet mellan bestämd maximal syreupptagningsförmåga i test på ergometercykel och ålderskorrigerad beräknad maximal syreupptagningsförmåga i Rhyming & Åstrands steptest.

Testperson	Bestämd VO _{2 max} (Liter / minut)	Beräknad VO _{2 max} (Liter / minut)	Relativ skillnad Beräknad VO _{2 max} / Bestämd VO _{2 max} (procent)
Tp 1	2,60	2,40	- 7,7 %
Tp 2	3,20	2,70	- 15,6 %
Tp 3	3,50	2,40	- 31,4 %
Tp 4	3,00	2,2	- 26,7 %
Tp 5	2,80	2,20	- 21,4 %

Tp 6	3,00	2,30	- 23,3 %
Tp 7	2,40	2,10	- 12,5 %
Tp 8	3,50	3,10	- 11,4 %
Tp 9	4,50	2,90	- 35,5 %
Tp 10	4,60	4,20	- 8,7 %
Tp 11	4,20	3,70	- 11,9 %
Tp 12	5,50	3,40	- 38,2 %
Tp 13	4,50	3,50	- 22,2 %
Tp 14	4,70	3,30	- 29,8 %
Tp 15	5,80	4,10	- 29,3 %
Tp 16	4,80	3,00	- 37,5 %

Vid jämförelse mellan bestämd $VO_{2\max}$ och beräknad $VO_{2\max}$ underskattades samtliga testpersoner. Resultatet visar att 31 % av testgruppen avviker med mindre än -15 % från den bestämda syreupptagningen och att 44 % av testgruppen avviker med mindre än -30 % från den bestämda maximala syreupptagningen. Övriga 25 % av testgruppen avviker med mer än -30 %.

3.5 Bestämd visavi beräknad maximal syreupptagningsförmåga

I tabell 12 nedan redovisas beräknad och ålderskorrigerad maximal syreupptagningsförmåga (L/min) på ergometercykel (det modifierade Åstrandstestet) enligt Rhyning & Åstrands nomogram^{26 27}; kvinnornas värden togs från effekten 125 W och männen från 175 W. Tabellen visar även skillnad mellan bestämt maximalt syreupptag för On-line test på ergometercykel och det beräknade maximala syreupptagningsförmågan för Åstrandstestet.

Tabell 12. Redovisar förhållandet mellan bestämd maximal syreupptagningsförmåga i test på ergometercykel och ålderskorrigerad beräknad maximal syreupptagningsförmåga i Åstrandstestet.

Testperson	Bestämd $VO_{2\max}$ (Liter / minut)	Beräknad $VO_{2\max}$ Cykel 125 W (Liter / minut)	Relativ skillnad Beräknat $VO_{2\max}$ / Bestämd $VO_{2\max}$ (ålderskorrigerad)
Tp 1	2,60	3,40	+ 30,8 %

²⁶ Åstrand, Rodahl, Dahl, Strømme, *Textbook of work physiology* (fourth edition) Physiological bases of exercise, Human Kinetics, Canada: 2003, s 280-281

²⁷ Åstrand, Rodahl, *Textbook of work physiology* (third edition) R.R. Donnelly & Sons Company 1986,

Tp 2	3,20	3,50	+ 9,4 %
Tp 3	3,50	2,70	- 22,9 %
Tp 4	3,00	3,00	±0 %
Tp 5	2,80	2,45	- 12,5 %
Tp 6	3,00	2,95	- 1,7 %
Tp 7	2,40	2,30	- 4,2 %
Tp 8	3,50	4,90	+ 40,0 %
		Cykel 175 W	
Tp 9	4,50	3,25	- 27,8 %
Tp 10	4,60	4,60	±0 %
Tp 11	4,20	3,95	- 6,0 %
Tp 12	5,50	5,00	- 9,1 %
Tp 13	4,50	3,80	- 15,6 %
Tp 14	4,70	4,70	±0 %
Tp 15	5,80	4,80	- 17,2 %
Tp 16	4,80	3,50	- 27,1 %

56 % av testgruppen håller sig inom fastställd statistisk avvikelse ± 15 % (67 st av 100 st)²⁸ och 31 % av testgruppen avviker med mindre än ± 30 % från det bestämda maximala syreupptaget. Övriga 13 % av testgruppen avviker med mer än ± 30 %.

4. Diskussion

4.1 Submaximalt arbete

Vid jämförelse av resultaten i de två arbetena vid samma effekt var testpersonernas hjärtfrekvens högre i steptestet än i ergometercykeltestet vid samtliga effektnivåer (75, 125 och 175W).

Testpersonernas upplevda ansträngning i benmuskulatur och andning, enligt Borgs RPE-skala, var likartad i de båda testsituationerna vid låga skattningsnivåer. Skattade testpersonerna högre än 11 enligt RPE-skalan upplevdes steptestet som mer ansträngande, i både benmuskulatur och andning, än arbetet på ergometercykel. Kvinnorna skattade över 11 vid 125W medan männen

²⁸ Andersson, G, Forsberg, A, Malmgren, S, *Konditionstest på cykel*, SISU idrottsböcker, Farsta, Skogs Grafiska AB, 1997, s 91-92

skattade över 11 på 175W. Möjlig orsak till att hjärtfrekvens och skattad ansträngning var högre för arbetet på steplåda än ergometercykel kan antas vara kraftåtgång. Vid arbete på steplåda sker arbetet vertikalt där acceleration krävs för varje steg upp på steplådan, och där kraft även behövs vid inbromsning (excentriskt arbete) vid steg ned från steplådan. Troligtvis är detta mer energikrävande än att upprätthålla en konstant rörelse vid given belastning på ergometercykel. På ergometercykel sker arbetet i en stabilare position samt att rörelseenergin i ergometercykelns svänghjul hjälper testpersonen att upprätthålla den kraft som krävs för att uppnå en given effekt. Då effekten för de båda arbetena varit samma, fast hjärtfrekvensen varit högre för arbete på steplåda än på cykel, antas att verkningsgraden varit högre för cykelarbetet än det på steplåda. Enligt en studie av Åstrand & Rodahl, skall det emellertid inte vara någon skillnad i hjärtfrekvens för ett givet syreupptag, oavsett om det gäller arbete på ergometercykel eller steplåda.²⁹ En ytterligare aspekt att beakta är den inverkan som kroppsvikten har för att bestämma stepfrekvensen. Väger man runt 55kg måste man upp på ca 160 BPM för att utveckla effekter kring 125W. Arbete på sådana takter kan vara svåra att utföra samt att det kräver större acceleration med ökad BPM, och således kräver en större energiåtgång.

4.2 Maximal hjärtfrekvens

Resultaten för testpersonernas maximala hjärtfrekvens uppnådd på ergometercykel visavi steplåda var liten. I ergometercykeltestet var genomsnittet för testpersonernas hjärtfrekvens 188 slag/min och i steptestet 191 slag/min. Den skattade ansträngningen, i benmuskulatur och andning, för testpersonerna var i medeltal likartad för ergometercykel som på steplåda. Skillnaden i hjärtfrekvens kan antas bero på testpersonens form från dag till dag.³⁰ Man kan med tidigare beskrivna utförande få nästan exakt samma maximala hjärtfrekvens på ergometercykel som på steplåda.

Testpersonerna klagade över att det var för mycket att "tänka på" när de arbetade på steplådan, koordinationsmomentet blev en hämmande faktor och när ansträngningen började närma sig maximal nivå var riskerna att snubbla något större. Vid arbete på ergometercykel var det bara att "köra på" tills man inte orkar dra runt tramporna längre, detta "all-out-test" är således enklare att

²⁹ Åstrand, Rodahl, *Textbook of work physiology* (second edition) R.R. Donnelly & Sons Company 1977, s 339

³⁰ Adams, M, G, *Exercise Physiology (fourth edition)*, McGraw Hill BC, New York, 2002, s 158

utföra men kräver mer avancerad utrustning. Slutsatsen bör bli att man mycket väl kan jämföra de båda arbetena, detta eftersom de ligger nära varandra både i skattad ansträngning och i maximal hjärtfrekvens, trots att arbetena skiljer sig åt i själva utförandet. När det gäller bestämning av maximal hjärtfrekvens vid arbete på steplåda bör ”utföranderegler” justeras så att testpersonen kan utföra testet utan riskera falla.

4.3 Rhyming & Åstrands steptest

Målsättningen var att undersöka hur pass väl Rhyming & Åstrands submaximala steptest kunde förutsäga den maximala syreupptagningsförmågan. Här fann vi att den via nomogrammet beräknade syreupptagningen jämförd med den bestämda syreupptagningen från On-line testet låg i spannet mellan 2 % till 36 % under det bestämda värdet. De flesta testpersonerna låg 15-30 % under sitt bestämda värde. Detta kan tyckas vara en stor avvikelse, men när man studerar Åstrandstestet för att beräkna maximalt syreupptag så finner man att den skillnad vi fick på detta steptest inte är speciellt anmärkningsvärd. Vid användning av Åstrandstestet på ergometercykel för beräkning av den maximala syreupptagningen, vilket är ett etablerat test, så har detta test ett statistiskt säkerställt sammanlagt metodfel på upp till $\pm 15\%$ (för 67 % av testpopulationen) av den verkliga maximala syreupptagningsförmågan när man summerar samtliga systematiska felkällor.³¹ Vidare, enligt Åstrandstets standardiserade genomförande, avviker 95 % av hela populationen inom $\pm 30\%$ från det faktiska maximala syreupptagningsvärdet. Övriga 5 % avviker således ännu mera. När vi sätter in erhållna värden i denna studie från Rhyming & Åstrands steptest i ovan beskrivna sammanhang så visar det sig att 31 % av testgruppen avviker med mindre än -15 % från den bestämda maximala syreupptagningsförmågan, och att 44 % av testgruppen avviker med mindre än -30 % från den bestämda maximala syreupptagningsförmågan. Alltså håller sig 75 % av testgruppen inom $\pm 30\%$ från det faktiska maximala syreupptagningsvärdet, i jämförelse med Åstrandstestet säkerställda 95 %.

För att ställa den beräknade maximala syreupptagningsförmågan i steptestet i relation till ett referensvärde, jämfördes steptestets resultat mot motsvarande resultat vid beräknad maximal syreupptagningsförmåga för Åstrandstestet. Värden togs ur nomogrammet för kvinnorna från 125

³¹ Andersson, G, Forsberg, A, Malmgren, S, *Konditionstest på cykel*, SISU idrottsböcker, Farsta, Skogs Grafiska AB, 1997, s 91-92

W och för männen 175 W. I denna studie befann sig 88 % inom avvikelsen ± 30 % från den bestämda maximala syreupptagningsförmågan i Åstrandstestet, en prevalens som överensstämmer med den statistiska säkerställda avvikelsen.³² För avvikelsen ± 15 % från bestämt VO_{2max} i Åstrandstestet faller 69 % av denna testgrupp innanför ramarna som enligt det statistiskt säkerställda är 67 av 100 Tp. I steptestet är motsvarande siffra för en avvikelse på ± 15 % från bestämt VO_{2max} 31 %. Enligt denna jämförelse är det därför bättre att använda sig av en ergometercykel istället för en steplåda vid beräkning av maximal syreupptagningsförmåga. Vi anser det dock lämpligare att bruka stepmetoden vid fältstudier och stora testgrupper vilket även Åstrand & Rodahl³³ uttrycker. Denna studie påvisade ändå att 75 % av testgruppen höll sig innanför spannet för en avvikelse med ± 30 % från den bestämda maximala syreupptagningsförmågan i steptestet och ger testperson och testledare en fingervisning om en ens VO_{2max} , samt att den fungerar bra vid test/återtest för att se en förändring efter exempelvis en träningsperiod. Åstrand & Rodahl³⁴ ställer också som krav på ett submaximalt arbete för beräkning av VO_{2max} att storleken på arbetseffekten skall kunna bestämmas exakt och på så sätt säkerställa reproducerbarheten av testet, därför rekommenderas exempelvis ergometercykel. Vi är dock av den mening att en steplåda på lämplig höjd och med rätt inställd metronom ger en god reproducerbarhet, dock kan koordination, balans och Tp's taktkänsla påverka utfallet vid ett steptest, detta har sannolikt mindre inverkan vid ergometercykeltest.

4.4 Konklusion

Resultat i studien visar att arbete på steplåda är mer ansträngande än arbete på ergometercykel vid samma effekt. Högre hjärtfrekvens samt högre skattad ansträngning i benmuskulatur och andning tyder på detta. Enligt tidigare nämnda studie av Åstrand & Rodahl skall det emellertid inte vara någon skillnad i hjärtfrekvens för ett givet syreupptag, oavsett om det gäller arbete på ergometercykel eller steplåda. Vår studie visar att hjärtfrekvensen skiljer sig åt arbetena emellan vid arbete på samma effekt. Dessutom påvisades skillnad i skattad ansträngning i benmuskulatur och andning. Detta antas bero på den vertikala förflyttning som kräver återkommande

³² Ibid, s 91-92

³³ Åstrand, Rodahl, *Textbook of work physiology* (second edition) R.R. Donnelly & Sons Company 1977, s 339

³⁴ Ibid, s 342

accelerations- och inbromsningsfas vid arbete på steplåda. Vår studie visar även att ergometercykeltest och steptest, enligt vårt tillvägagångssätt, är jämbördiga metoder att nå maxpuls och erforderlig skattad ansträngning. I resultatet för beräknad maximal syreupptagningsförmåga i Ryming & Åstrands steptest visavi Åstrandstestet, framgår att Åstrandstestet faller inom ramen för det statistiskt säkerställda³⁵, och avviker mindre från den bestämda maximala syreupptagningsförmågan än steptestet. Vid fortsatta studier av liknande karaktär, enligt våra erfarenheter, bör man sörja efter att ha lägre stepfrekvens (BPM) och istället öka steplådans höjd vid arbete på högre effekt. Med lägre stepfrekvens blir utförandet mer kontrollerbart och risken för fall minskar.

³⁵ Andersson, G, Forsberg, A, Malmgren, S, *Konditionstest på cykel*, SISU idrottsböcker, Farsta, Skogs Grafiska AB, 1997, s 91-92

Käll- och litteraturförteckning

Andersson, G, Forsberg, A, Malmgren, S, *Konditionstest på cykel*, SISU idrottsböcker, Farsta, Skogs grafiska AB, 1997.

Borg, G, Ljungren, G. & Ceci, R. *The increase of perceived exertion, aches and pain in the leg, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer*. Eur. J. Appl. Physiol, 1985

Borg, G. *Borg's perceived exertion and pain scales*. Human kinetics, United Graphics 1998.

Forsberg, A. *Träna din kondition*. Svenska idrottsrörelsens studieförbund, Farsta, 1989.

Nilsson, J. *Puls- och laktatbaserad träning*, SISU Idrottsböcker, Farsta, 1998 .

Wilmore, J.H, Costil, D.L, *Physiology of sport and exercise, (third edition)* Hong Kong, 2003.

Åstrand, Rodahl, *Textbook of work physiology (second edition)* R.R. Donnelly & Sons Company 1977.

Åstrand, Rodahl, *Textbook of work physiology (third edition)* R.R. Donnelly & Sons Company 1986.

Åstrand, Rodahl, Dahl, Strømme, *Textbook of work physiology (fourth edition)* Physiological bases of exercise, Human Kinetics, Canada, 2003.

Åstrand, P-O, *Testmanual funktionella tester*, remissutgåva 2003.

Åstrand, P-O, *Ergometri konditionsprov*, Monark Exercise AB, Eskilstuna 1964.

Monark 839E, Analysis Software.

KÄLL- OCH LITTERATURSÖKNING

VAD?

Ämnesord vi sökt på:	Synonymer
Cykeltest	-
Steptest	-
Konditionstest	-
Maxtest.	-

VARFÖR?

- Vi valde att söka på dessa ord för att få fram information kring ämnet.

HUR?

Hur har du sökt i de olika databaserna?

Databas	Söksträng	Antal träffar
Pub Med	"Cycle tests"	11444.
	"Step test"	33581
	"Max test"	3197
	"Condition test"	11860
SPORT Discus	"Cycle tests"	86
	"Step test"	467
	"Condition test"	167
	"Max test"	167

KOMMENTARER:

Det fanns inte mycket som liknade vår studie i avseende jämförelse mellan de två arbetena dock fann vi bra information om Harvards steptest samt Rhyning & Åstrands steptest.