

Ergometri - konditionstest på cykel
En undersökning av hur Åstrandstestet utvecklades
och används idag

Maria Eriksson
Björn Larsson

IDROTTSHÖGSKOLAN
I STOCKHOLM
Examensarbete 27:2001



EXAMENSARBETE (10 p)
VID HÄLSOPEDAGOGUTBILDNINGEN 1998-2001
PÅ IDROTTSHÖGSKOLAN I STOCKHOLM

Ergometri –konditionstest på cykel
En undersökning av hur Åstrandstestet utvecklades och används idag

Maria Eriksson
Björn Larsson

Handledare: Peter Schantz

Sammanfattning

Syfte

Syftet är att undersöka Per-Olof och Irma Åstrands tillvägagångssätt vid skapandet av det submaximala cykelergometertest som kallas "Åstrandstestet" samt att reflektera över testets validitet och reliabilitet.

Metod

Studien är baserad på litteraturstudier samt en djupintervju med Per-Olof Åstrand. Samtal har förts med Sture Malmgren, en av författarna till boken *Konditionstest på cykel* samt med Per-Olof Åstrand för att undvika oklarheter.

Resultat

Vårt huvudfynd visar att vid den ursprungliga utformningen och framtagningen av det submaximala cykelergometertest som kallas Åstrandstestet, genomfördes flera submaximala tester där resultaten från försökspersonernas första test exkluderades. Alla personer som testas submaximalt med hjälp av Åstrandstestet så som det används i dag, då resultaten från det första testet används, kan få ett felaktigt värde. I dagsläget finns inga studier som visar hur stort felet kan bli eftersom olika människor påverkas olika av exempelvis nervositet. Därför är det svårt för författarna till detta examensarbete att bedöma vilken betydelse exkluderingen av det första testet har för testets noggrannhet.

Slutsats

Om Åstrandstestet ska användas som metod för att uppskatta en persons maximala syreupptagningsförmåga är det av största vikt att det används på ett sätt som minskar felmarginalerna. För att uppnå detta bör man låta försökspersonen göra ett förtest för att vänja sig vid metod, utrustning och försöksledare.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	sid. 3
Innehållsförteckning	sid. 4
Förord	sid. 6
1. Introduktion	sid. 7
1.1 Inledning	sid. 7
1.2 Bakgrund	sid. 7
1.3 Syfte och frågeställning	sid. 8
1.4 Definitioner	sid. 8
2. Metod	sid. 10
2.1 Litteratursökning för förstudien	sid. 10
2.2 Intervju	sid. 10
2.3 Efterarbete	sid. 10
2.4 Litteratursökning för huvudstudien	sid. 10
3. Historiken bakom Åstrandstestet	sid. 11
4. Resultat och diskussion angående nomogrammet från 1954 (Å-1)	sid. 12
4.1 Apparatur	sid. 12
4.2 Urvalsgrupp	sid. 12
4.3 Testmetodik	sid. 12
4.4 Urval av testmaterial	sid. 13
4.5 Mekanisk verkningsgrad	sid. 13
4.6 Linjärt samband mellan puls och syreupptagning	sid. 13
4.7 Validering av nomogrammet	sid. 15
4.8 Författarnas diskussion	sid. 16
4.9 Vår diskussion	sid. 16
4.10 Avslutningskommentar om nomogrammets uppkomst 1954	sid. 18
5. Resultat och diskussion angående Irma Åstrands studie 1960 (Å-2)	sid. 19
5.1 Utgångspunkt	sid. 19
5.2 Frågeställning och urvalsgrupp	sid. 19

5.3 Metod	sid. 19
5.4 Mekanisk verkningsgrad	sid. 19
5.5 Maxpuls-korrigerig	sid. 20
5.6 Ålders-korrigerig	sid. 21
5.7 Urval av test	sid. 22
5.8 Nomogrammet	sid. 22
5.9 Standardavvikelser	sid. 22
5.10 Irmas diskussion	sid. 24
5.11 Vår diskussion	sid. 24
5.12 Avslutningskommentar om nomogrammets modifiering från 1960	sid. 25
6. Resultat och diskussion angående användandet av Åstrandstestet idag	sid. 26
6.1 Äganderätt	sid. 26
6.2 Förändringar av Åstrandstestet	sid. 26
6.3 Hälsoprofilsbedömning	sid. 27
6.4 Olika resultat från identiska test	sid. 27
6.5 Faktorer som inverkar på resultatet	sid. 28
7. Slutdiskussion	sid. 29
7.1 Ett misstag har gjorts	sid. 29
7.2 Åstrandstestens användningsområde	sid. 30
7.3 Slutsats	sid. 31
7.4 Slutkommentar	sid. 32
8. Källförteckning	sid. 33
8.1 Referenser	sid. 33
8.1.1 Otryckta källor	sid. 33
8.1.2 Tryckta källor	sid. 33
8.2 Övrig litteratur	sid. 34
Bilagor	
Bilaga 1 Sammanställning av intervju med Per-Olof Åstrand, 12 december 2000	
Bilaga 2 Borgskala	

Förord

När vi startade vårt examensarbete hade vi inte mycket kunskap om det submaximala cykeltest som kallas Åstrandstestet. Det enda vi visste var det vi fick lära oss på fysiologin i årskurs ett och under den testledarutbildning vi gick i slutet av årskurs två. Därför är vi glada att kunna säga att dessa tio veckor har givit oss en kunskap vi inte vill vara utan. Att skriva detta examensarbete har även givit oss kunskap och intresse att fortsätta se kritiskt på arbeten av detta slag.

Vi vill tacka två personer som har gjort detta arbete möjligt. Det är Per-Olof Åstrand, som med sitt tålamod, minne och sin enorma kunskap gav oss möjlighet att få inblick i hur han och Irma Åstrand tänkte när de utvecklade nomogrammet. Den andra personen är Peter Schantz som med hjälp av ett stort intresse och ett antal handledartimmar guidat oss genom drivor av studier med en god pedagogisk förmåga.

1. Introduktion

1.1 Inledning

Ibland är det viktigt att veta en persons fysiska prestationsförmåga. För att få reda på detta måste personen testas. Ett bra sätt att testa detta är att med hjälp av apparatur bestämma syreupptagning vid ett maximalt arbete. Detta är dyrt och omständligt och kan endast göras på personer som är så pass friska och vältränade att de kan utsättas för maximal arbetsbelastning.

Tyvärr är inte alla människor fysiskt kapabla att utsättas för maximal arbetsbelastning och därför är det viktigt att använda en testmetod som även kan appliceras på dessa individer. Detta test måste vara utformat så att det är lätt att använda och tar kort tid att utföra. Det submaximala cykelergometertest som kallas Åstrandstestet är ett sådant test.

1.2 Bakgrund

Många studier, t ex ^{1, 2, 3, 4, 5} har under åren gjorts för att försöka validera Per-Olof Åstrand och Irma Ryhmings cykelergometertest från 1954. Tyvärr har man i de nämnda exemplen inte tagit reda på exakt hur testet tagits fram och endast utgått från Åstrand och Ryhmings artikel i *Journal of Applied Physiology* 1954.⁶ Denna artikel innehåller endast en ofullständig beskrivning av metoden jämfört med den ursprungliga metodbeskrivningen i Per-Olof Åstrands avhandling från 1952⁷ och detta ger utrymme för feltolkning. Därför har vi sett ett behov av att grundligt belysa vad testet innehåller för att kunna bedöma dess

¹ R.W. Latin m.fl. "Validation of a cycle ergometry equation for predicting steady-rate VO_2 ." *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25 (1993: 8) s. 970-974

² B.J. Legge & E.W Banister. "The Astrand-Ryhming nomogram revisited", *Journal of Applied Physiology*, 61 (1986:3) s.1203-1209

³ Steven F. Siconolfi m fl. "Assessing VO_{2max} in epidemiologic studies: modification of the Åstrand-Ryhming test". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14 (1982:5) s. 335-338

⁴ R. G. Glassford m. fl. "Comparison of maximal oxygen uptake values determined by predicted and actual methods". *Journal of Applied Physiology*, 20 (1965) s. 509-513

⁵ Pentti Teräslinna, A. H. Ismail, & D. F. MacLeod. "Nomogram by Åstrand and Ryhming as a predictor of maximum oxygen intake". *Journal of Applied Physiology*, 21 (1965:2) s. 513-515

⁶ Per-Olof Åstrand & Irma Ryhming, "A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from puls rate during submaximal work". *Journal of Applied Physiology*, 7 (1954), s. 218-221.

⁷ Per-Olof Åstrand,. *Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age*. Copenhagen: Munksgaard, 1952 s. 15 f

och andra studiers validitet. Grundat på detta behov har vi byggt vårt syfte och vår frågeställning.

1.3 Syfte och frågeställning

Syftet är att undersöka Per-Olof Åstrands och Irma Ryhmings tillvägagångssätt vid skapandet av nomogrammet från 1954, Irma Åstrands (född Ryhming) modifiering av nomogrammet från 1960 samt användandet av det submaximala cykelergometertestet idag. Syftet är även att reflektera över testets validitet och reliabilitet. Därför blir frågeställningen om Åstrandstestet kan användas för att uppskatta en persons syreupptagningsförmåga utifrån originalversionen från 1954, modifieringen från 1960 och utifrån det sätt det förändrats och används idag.

1.4 Definitioner

Nedan definieras några av de begrepp som återkommer i arbetet.

- **Kondition (träningstillstånd)**

En människas kapacitet att utföra tyngre fysisk aktivitet under en längre tid.

- **Maximal syreupptagningsförmåga (VO_{2max})**

Den största mängd syre som kan tas upp över lungorna per tidsenhet (l/min).

- **Nomogram**

En registreringsmetod genom vilken relationen mellan ett antal variabler kan återges grafiskt. Genom nomogrammet kan ett tredje sökt siffervärde avläsas med hjälp av två kända siffervärden på färdigställda skalor. (Se sid. 14 för exempel.)

- **Mekanisk verkningsgrad**

Förhållandet mellan utförd mekanisk effekt och mängden omsatt syre minus basalomsättningen omvandlat till energienheter uttryckt i procent. En person med hög mekanisk verkningsgrad använder tillfört syre på ett effektivare sätt än en person med låg mekanisk verkningsgrad vid samma belastning. (Vid cykling är den mekaniska verkningsgraden relativt konstant för alla individer.)

- **Steady-state eller arbetspulsnivå**

Stabilisering av pulsen efter cirka 5-6 minuter vid konstant submaximal belastning.

- **Åstrandstestet (Å-1)**

Cykelergometertest som med hjälp av ett nomogram används för beräkning av maximalt syreupptag. Upphovspersoner: Per-Olof Åstrand och Irma Ryhming. (För att förtydliga särskiljningen mellan Å-1 och Å-2 har vi valt att endast sätta ut Per-Olof Åstrand som författare till Åstrandstestet (Å-1)).

- **Åstrandstestet med modifiering (Å-2)**

Bygger på Åstrandstestet men har i nomogrammet en modifiering som innehåller en könskorrigering samt en åldersfaktor som multipliceras med det uträknade värdet. Upphovsperson: Irma Åstrand

- **Konditionstestet**

Ett modifierat Åstrandstest som inkluderar Borgskalan

- **Validitet**

Att man undersöker det man avser att undersöka.

- **Reliabilitet**

Att man undersöker på ett tillförlitligt sätt.

- **"Sinkadus"**

Citat från intervjun med Per-Olof Åstrand. Syftar på att det var en slump att han och Irma Ryhming såg ett samband mellan syreupptag och puls vilket resulterade i nomogrammet.

2. Metod

2.1 Litteratursökning för förstudien

Litteratursökningen gjordes på Idrottshögskolans bibliotek i Stockholm. I förundersökningen söktes böcker om konditionstest och cykelergometri. Per-Olof Åstrand och Irma Ryhmings artikel⁸ och Irma Åstrands modifiering av nomogrammet⁹ mottogs från Peter Schantz. Dessa två arbeten översattes och sammanställdes.

2.2 Intervju

En två timmar lång djupintervju genomfördes med Per-Olof Åstrand, en av skaparna till Åstrandtestet (Å-1). En vecka innan intervjutillfället skickades ett antal frågor för påseende. Vid intervjun den 12 december 2000 berättade Per-Olof Åstrand fritt om Åstrandstesten (Å-1 och Å-2) samt det nomogram som ligger till grund för beräkning av maximal syreupptagning. Intervjun spelades in med Per-Olof Åstrands godkännande.

2.3 Efterarbete

Efter intervjun återgavs studien i textform. Därefter sammanställdes svaren på de frågor som ställdes. Sedan gavs texten till Per-Olof Åstrand för korrigerings och slutgiltigt godkännande. (Se bilaga 1.) Vidare har samtal för att minska antalet oklarheter förts med Per-Olof Åstrand samt Sture Malmgren, en av grundarna till Hälsoprofilbedömningen.

2.4 Litteratursökning för huvudstudien

Internet användes för sökning efter relevanta studier. Sökmotorerna var SPORT discus (1975-2000/12) och PubMed (1966-). Båda sökmotorerna fanns att hitta via länkar från Idrottshögskolans biblioteks hemsida: www.ihs.se/biblioteket/. Datum för sökningen var den 15 januari 2001. Begränsningen "advanced" gjordes vid sökning på SPORT discus för att öka kvalitén på funna studier. Sökord var: *cycle ergometry*, *cycle ergometry validation* och *cycle ergometry cross-validation*. Av de träffar som gjordes valdes sexton arbeten ut för närmare granskning. Valet grundade sig på studiernas syfte att validera Åstrandstestet. I dessa arbeten användes sedan referenslistorna för att hitta kompletterande studier.

⁸ Åstrand, 1954

⁹ Irma Åstrand, "Aerobic work capacity in men and women with special reference to age". *Acta Physiologica Scandinavica*, vol 49, supplementum 169 Stockholm 1960

3. Historiken bakom Åstrandstestet

Under 1900-talets början började man att intressera sig för människans fysiska arbetsförmåga, särskilt Sverige och andra nordiska länder var ledande.¹⁰ Detta ledde till att forskare utarbetade tester för mätning av exempelvis maximal syreupptagning. Ett vanligt sådant test var ett så kallat maxtest på cykel eller löpband.¹¹ Detta var både kostsamt, komplicerat och krävde att försökspersonen var väl rustad för uppgiften/testet eftersom ett maxtest utsätter försökspersonen för hög belastning.

När man sedan ville testa mindre tränade människor märkte man att dessa inte klarade av att utsättas för maximalt arbete. För att kunna testa dessa människor användes tester där behovet av att testa försökspersonen maximalt inte fanns.¹² Ett sådant test är exempelvis det submaximala test som kallas Åstrandstestet (Å-1).

Åstrandstestet innehåller ett nomogram som Per-Olof Åstrand började lägga grunderna för 1949 i en studie på 112 kvinnor i åldern 4-25 år och 115 män i åldern 4-33 år (n = 227). Studiens syfte var inte att ta fram ett nomogram utan syftade till att kartlägga den fysiska kapaciteten hos människor med avseende på ålder och kön. Studien resulterade i Per-Olof Åstrands avhandling 1952.¹³

Av de 227 försökspersonerna var 86 personer vältränade studenter från Gymnastiska Centralinstitutet varav 42 var män i åldern 20-33 år och 44 var kvinnor mellan 20-25 år. Med hjälp av resultat från tester på dessa 86 personer skapades i efterhand det nomogram som ligger till grund för beräkning av en persons maximal syreupptagningsförmåga i det test som kallas Åstrandstestet (Å-1). Idag säger Per-Olof Åstrand att nomogrammet kom till av en "sinkadus."¹⁴

¹⁰ Gunnar Andersson, Artur Forsberg & Sture Malmgren, *Konditionstest på cykel: Testledarutbildning* (Farsta: SISU idrottsböcker, 1997) s. 5

¹¹ Per-Olof Åstrand, Intervju, 12 december 2000 Idrottshögskolan, Stockholm

¹² Åstrand, 1954 s. 218

¹³ Åstrand, 1952

¹⁴ Åstrand, 2000

4. Resultat och diskussion angående nomogrammet från 1954 (Å-1)

4.1 Apparatur

Alla tester utfördes av Per-Olof Åstrand, Irma Ryhming, två laboratorieassistenter och en gymnastikdirektör.¹⁵ Cykeln som användes för testerna var Kroghs cykelergometer. Utandningsluften samlades i säckar, så kallade Douglassäckar. Volymen mättes med hjälp av en spirometer. Utöver detta mättes volymen och temperaturen på utandningsluften och med hjälp av Haldanemetoden som är en analysmetod beräknades förhållandet mellan mängden syre och koldioxid.¹⁶ Under alla testerna mättes pulsen manuellt på halspulsådern. För att denna mätning skulle bli så exakt som möjligt dividerade man talet 60 med uppmätt tid för 30 pulsslåg. Därefter tog man produkten och multiplicerade denna med 30 och på så sätt beräknades hjärtfrekvensen (slag per minut) hos försökspersonerna fram.¹⁷

4.2 Urvalsgrupp

86 försökspersoner fick göra ett maxtest på löpband och ett på cykelergometer varvid puls och syreupptag mättes. Försökspersonerna utförde dessutom tre till fem submaximala cykeltester fördelade på flera dagar. De personer som inte uppnådde steady state mellan 125 och 170 pulsslåg per minut exkluderades. Efter dessa tester valdes de personer ut som hade tillräckligt många mätvärden för att Per-Olof Åstrand och Irma Ryhming skulle kunna bedöma linjäriteten mellan puls och syreupptag.¹⁸ Av de ursprungliga 86 kunde man använda sig av resultaten från 27 manliga och 31 kvinnliga försökspersoner.¹⁹

4.3 Testmetodik

Laktatmätning gjordes vid maxtesten för att bedöma om försökspersonerna arbetade på sin maximala förmåga.²⁰ Arbetet vid de submaximala testerna varade minst 5-6 minuter och bestämningen av syreupptaget gjordes under de sista minuterna. Trampfrekvensen vid de submaximala testerna var 50 varv per minut.²¹

¹⁵ Åstrand, 2000

¹⁶ Åstrand, 1952. s 15

¹⁷ Åstrand, 2000

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Åstrand, 1954 s. 218

²⁰ Åstrand, 1952 s. 26

²¹ Åstrand, 2000

Försökspersonerna testades aldrig direkt efter en större måltid eller efter ett hårt träningspass. De blev tillsagda att inte röka i direkt anslutning till testen. Testerna standardiserades inte på ett sådant sätt att varje försöksperson alltid testades vid samma tid på dygnet.²²

4.4 Urval av testmaterialet

Vid det första submaximala testet noterades att försökspersonernas puls ofta var högre jämfört med efterföljande submaximala tester. Det antogs att detta berodde på nervositet och valde att exkludera varje försökspersons första submaximala test.²³

4.5 Mekanisk verkningsgrad

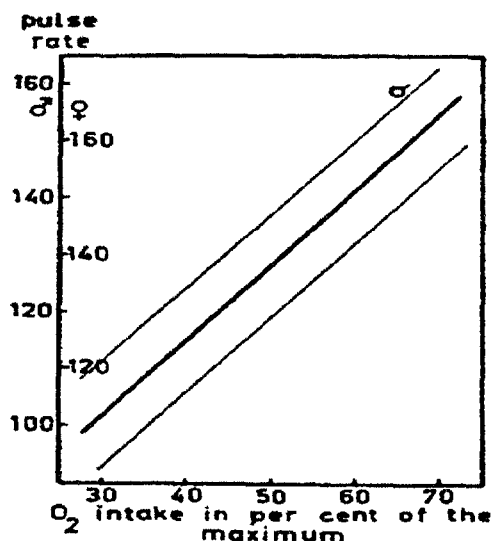
31 kvinnliga och 21 manliga försökspersoner testades för att bestämma verkningsgraden vid cykling. Resultatet visade på en 23 procentig verkningsgrad ($SD=\pm 6\%$) hos både kvinnor och män.²⁴

4.6 Linjärt samband mellan puls och syreupptagning

Vid de submaximala testerna valdes 16 kvinnor och 17 män ut, då man hos dem såg ett linjärt samband mellan syreupptag och puls i pulsintervallet 125 och 170 slag/min.²⁵

Genom interpolering av olika mätvärden vid olika belastningar konstaterades att pulsen i snitt var 128 slag per minut för männen och 138 för kvinnorna vid ett arbete motsvarande 50 procent av den maximala syreupptagningen. Vid arbete på en högre belastning (70 procent av maximalt syreupptag) var pulsmedelvärdet 154 respektive 164 slag per minut. Standardavvikelsen var 8-9 slag per minut ($SD=\pm 8-9$ slag/min)²⁶ (Se fig. 1.)

Fig. 1. Förhållandet mellan arbetspuls och bestämt syreupptag i procent av maximalt syreupptag. Olika skalor för män och kvinnor. Tunna linjer markerar en standardavvikelse ($SD=\pm 1$). Figuren hämtad från Åstrand 1954.



²² Ibid.

²³ Åstrand, 2000

²⁴ Åstrand, 1952 s.133

²⁵ Åstrand, 1952 s.141

²⁶ Åstrand, 1952 s.137

På dessa grunder antog Per-Olof Åstrand att varje arbetspulsnivå motsvarade en viss procent av den maximala syreupptagningen och att cykling vid en viss arbetsbelastning i snitt kräver lika stort syreupptag oberoende kön och ålder. Detta skulle innebära att till exempel en manlig försöksperson som cyklar på 150W (900kgm/min) vilket kräver ett syreupptag på 2,1 liter och får en puls på 128 slag per minut vid steady-state som motsvarar ett arbete på 50 procent av den maximala förmågan har en beräknad maximal syreupptagning på 4,2 liter/min (SD=±10%).²⁷ Utifrån detta antagande ritades nomogrammet. (Se fig. 2.)

När man sedan bestämde lutningen av kurvan i nomogrammet prövades olika vinklar med hjälp av försökspersonernas värden vid 50 och 70 procent av maximal syreupptagningsförmåga.

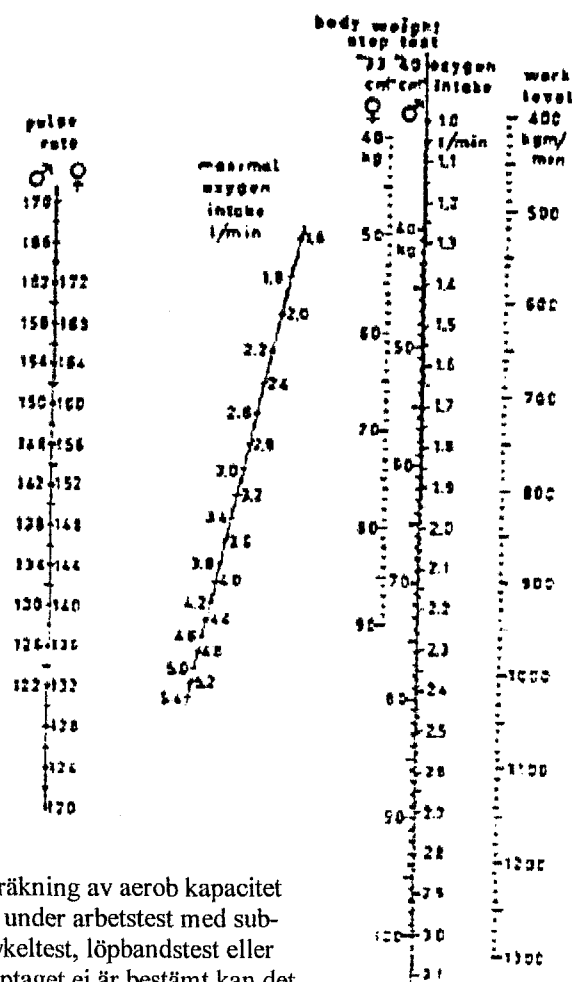


Fig. 2. Nomogrammet för beräkning av aerob kapacitet Utifrån pulsen och syreupptag under arbetstest med submaximal arbetsbelastning. (Cykeltest, löpbandstest eller stoptest). Vid tester där syreupptaget ej är bestämt kan det uppskattas genom att läsa horisontellt från stapeln för kroppsvikt (stoptest) eller arbetsbelastning (cykeltest) till stapeln för syreintag.²⁸ Figur hämtad från Åstrand 1954.

²⁷ Åstrand, 2000

²⁸ Åstrand, 1954 s. 219

4.7 Validering av nomogrammet

För att validera nomogrammet användes resultaten från 27 män och 31 kvinnor som hade cyklat submaximalt på olika belastningar²⁹ (se 4.2). Värdet för maximalt syreupptag beräknades och jämfördes sedan med det uppmätta värdet från försökspersonernas maxtest. Resultatet gav en standardavvikelse på 9,4 procent ($SD=\pm 9,4\%$) för kvinnor och 6,7 procent ($SD=\pm 6,7\%$) för män vid 150 respektive 200W. (Se fig. 3.) Standardavvikelsen ökade dock till 14,4 respektive 10,4 procent om man sänkte belastningen till 100 W för kvinnorna och 150 Watt för männen.

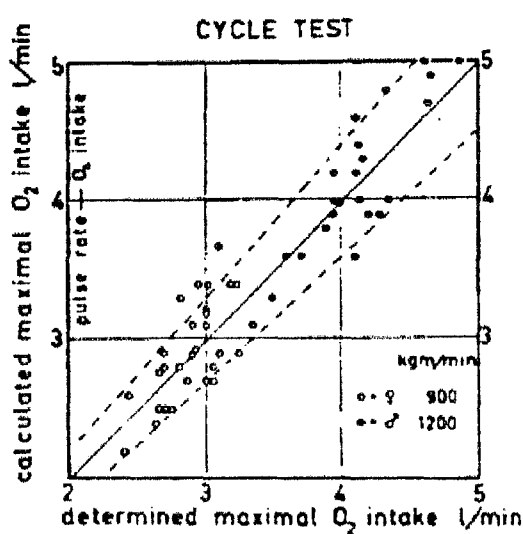


Fig 3. Maximalt syreupptag beräknat från nomogrammet i relation till exakt uppmätt maximalt syreupptag. Beräkningar utifrån puls vid submaximalt arbete på cykel. Sträckade linjer markerar standardavvikelsen. ($SD=\pm 10\%$) Figuren hämtad från Åstrand 1954.

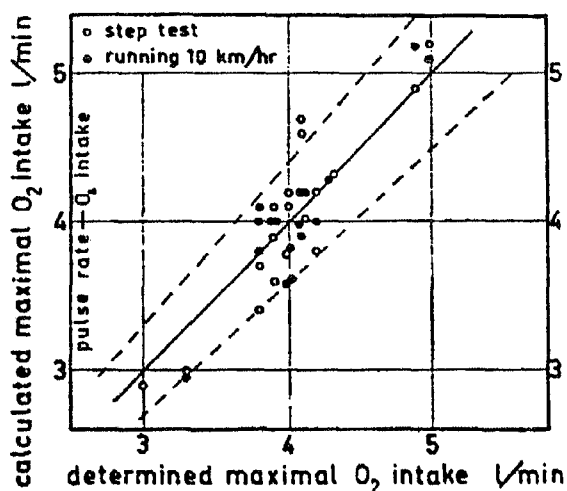


Fig 4. Samma som fig 3, men testen var steptest och ett test på löpband vid 10 km/h. ($SD=\pm 10\%$)

En andra validering gjordes med hjälp av ett test på 18 manliga fotbollsspelare mellan 18-19 år.³⁰ De utförde ett steptest där standardavvikelsen blev 6,8 procent ($SD=\pm 6,8\%$) och ett löpbandstest där standardavvikelsen blev 5,5 procent ($SD=\pm 5,5\%$). (Se fig. 4.)

²⁹ Åstrand, 1954 s. 219

³⁰ Ibid., s. 220

4.8 Författarnas diskussion

Författarna säger i sin diskussion³¹ att det är viktigt att komma ihåg att nomogrammet är baserat på experiment med friska försökspersoner mellan 20-30 år. Bäst resultat erhålls när den relativa arbetsbelastningen är förhållandevis hög och engagerar stora muskelgrupper.³² Författarna poängterade att de inte studerat om nomogrammet kunde användas på yngre, äldre eller människor med skador på syretransporterande organ. Därför måste enligt författarna cykelergometertester på dessa grupper ifrågasättas tills vidare forskning kombinerat med erfarenhet kan svara på om nomogrammet är applicerbart på dessa grupper.

Avslutningsvis säger Per-Olof Åstrand och Irma Ryhming att cykelergometertestet endast kan användas under standardiserade förhållanden och på friska försökspersoner.³³

4.9 Vår diskussion

Vad vet vi hittills om Per-Olof Åstrand och Irma Ryhmings cykelergometertest från 1954? Vi vet att Åstrandstestet kan ge information om den fysiska kapaciteten hos friska och vältränade individer i åldern 20 till 30 år (med reservation för argumenten på nästkommande sida). Utöver detta måste tiden för arbetet vara tillräckligt lång för att kroppen ska hinna uppnå en steady-state som helst ska ligga mellan 125 och 170 pulsslåg/min. Detta innebär vanligtvis ett arbete i minst 5-6 minuter.³⁴

Vi vet verkningsgraden och att nomogrammet bygger på linjäritet mellan puls och syreupptag. Vi vet att nomogrammet fungerar på denna homogena grupp med en standardavvikelse på 10 procent ($SD=\pm 10\%$).³⁵

Däremot anser vi att det finns brister i informationen om framtagandet av nomogrammet. Detta stärks med argumenten:

1. Enligt Per-Olof Åstrand³⁶ upptäcktes förhöjd puls hos försökspersonernas första submaximala test jämfört med senare submaximala test. Detta ansågs bero på

³¹ Åstrand, 1954 s. 221

³² Ibid., s. 221

³³ Ibid., s. 221

³⁴ Ibid., s. 221

³⁵ Ibid., s. 221

³⁶ Åstrand, 2000

nervositet och därför exkluderades dessa värden. Denna information finns inte i artikeln i *Journal of Applied Physiology*³⁷ utan nämns endast i Per-Olof Åstrands avhandling från 1952.³⁸ Vidare finns ingen sidhänvisning i *Journal of Applied Physiology*³⁹ referenslista, vilket gör att informationen om exkluderingen av första testet kan vara svår att hitta.

Detta medför att de efterföljande studier som använder sig av metoden att inkludera uppmätta värden från försökspersonens första submaximala test, kan få felaktiga resultat. Detta medför i sin tur att kritik kan riktas mot studiernas^{40, 41, 42, 43, 44} validering av Åstrandstestet då metoden för en valideringsstudie bör vara identisk med den studie som granskas.

2. Utifrån artikeln i *Journal of Applied Physiology*⁴⁵ är det svårt att bedöma vilka av de totalt 86 försökspersonerna i studien som deltagit i respektive delstudie. På grund av bedömningssvårigheten av den bristfälliga informationen frågade vi Per-Olof Åstrand vid ett flertal tillfällen om mer information fanns tillgänglig. Tyvärr har Per-Olof Åstrand varken anteckningar eller minnet av hur indelningen såg ut. En ofullständig beskrivning av försökspersonernas gruppering resulterar i att flera frågetecken uppstår angående bakgrunden till nomogrammet (dessa redovisas nedan i punktform).

- Det går inte att säkerställa om en försöksperson har deltagit i en eller flera olika delar av studien. De 27 män och 31 kvinnor som ingick i Per-Olof Åstrand och Irma Ryhmings egna validitetsstudie av nomogrammet⁴⁶ kan på grund av detta varit med som försökspersoner vid exempelvis styrkandet av linjäritet mellan puls och syreupptag.⁴⁷ (Se fig. 1.) Om så är fallet skulle det innebära att Åstrand och Ryhming kan ha cirkelvaliderat sig själva.

³⁷ Åstrand, 1954, s. 218-221.

³⁸ Åstrand, 1952, s. 20

³⁹ Åstrand, 1954

⁴⁰ Latin m.fl., 1993

⁴¹ Legge, 1986

⁴² Siconolfi, 1982

⁴³ Glassford, 1965

⁴⁴ Teräslinna, 1965

⁴⁵ Åstrand, 1954

⁴⁶ Ibid., s. 220

⁴⁷ Ibid., s. 218

- För att få en exakt bild av tillvägagångssättet är det viktigt att veta vilka de exkluderade försökspersonerna som inte hade tillräckligt många värden för att visa på rätlinjighet var. Om dessa människor var en homogen grupp är de resultat som nomogrammet bygger på missvisande och medför att nomogrammets användningsområde begränsas ytterligare.

4.10 Avslutningskommentar om nomogrammets uppkomst 1954

Per-Olof Åstrand och Irma Ryhming hävdade själv⁴⁸ att det fanns begränsningar i användandet av nomogrammet och att fler studier krävdes för en säkerställning av Åstrandstestet (Å-1). Vid intervjun stärkte Per-Olof Åstrand detta påstående genom att poängtera att “det som publicerades 1954 är i sig oanvändbart men det som Irma modifierade kanske håller”.⁴⁹ Nästa steg blir därför att titta på Irma Åstrands modifiering av nomogrammet från 1960 (Å-2).

⁴⁸ Åstrand, 1954 s. 221

⁴⁹ Åstrand, 2000

5. Resultat och diskussion angående Irma Åstrands studie 1960 (Å-2)

5.1 Utgångspunkt

I denna studie utgick Irma Åstrand (född Ryhming) från metoden för framtagandet av originalnomogrammet från 1954. För att resultatet från originalnomogrammet skulle stämma med en standardavvikelse på 10 procent ($SD=\pm 10\%$) fanns tre krav:

”1) that the pulse rate during submaximal work increases rectilinearly with the oxygen uptake, 2) that submaximal pulse rates no lower than 125 beats/min are used for the prediction and 3) that the pulse rate of the subjects can reach a maximal value of ca. 195 beats per min ($SD=\pm 10\%$) when cycling or walking”⁵⁰

5.2 Frågeställning och urvalsgrupp

Eftersom äldre människor i jämförelse med yngre människor ej kan komma upp i hög maxpuls ställdes frågan om nomogrammet kunde appliceras på äldre människor om en introducering av en korrektionsfaktor för olika åldrar gjordes. Irma Åstrand sammanställde resultaten från ett antal undersökningar om människans fysiska kapacitet,⁵¹ som hon hade gjort, för att på så sätt få en varierad försöksgrupp bestående av män och kvinnor mellan 20 och 69 år. Antalet personer var 144.

5.3 Metod

Alla de försökspersoner som var med i Irmas Åstrands studie hade utfört sina submaximala cykeltest med samma metod som nämns i Åstrandstestet (Å-1) på sida 12 i detta arbete. Enda skillnaden är att både Krogh- och von Döbelns cykelergometer användes. Enligt Per-Olof Åstrand⁵² ger dessa cyklar identiskt resultat.

5.4 Mekanisk verkningsgrad

Irma Åstrand såg i sin studie att vissa försökspersoner hade en mekanisk verkningsgrad på ner till 19 procent vid en belastning av 50 W,⁵³ medan andra uppnådde en verkningsgrad

⁵⁰ Åstrand, 1960 s. 45

⁵¹ Ibid., s. 46-47

⁵² Åstrand

⁵³ Åstrand, I. 1960 s. 29

på 23 procent.⁵⁴ Därför justerade Irma Åstrand nomogrammet vid låga belastningar. Nomogrammet delades dessutom upp i olika skalor för de båda könen på grund av skillnader i uppmätt syreupptagning mellan män och kvinnor vid samma belastning. Försökspersonerna uppvisade även en liten skillnad i syreupptag mellan olika åldrar, men skillnaden var för liten för att resultat kunde säkerställas.⁵⁵

Vid jämförelse av beräknad maximal syreupptagning mot uppmätt maximal syreupptag noterades en bättre korrelation vid en steady-state 160 pulsslag/min jämfört med en steady-state på 135 pulsslag/min. Skillnaden var dock för liten för att motivera en förändring av nomogrammet.⁵⁶

5.5 Maxpuls-korrigerig

Irma Åstrand såg att maxpuls sjönk vid stigande ålder,⁵⁷ något som resulterar i att äldre personer överskattas vid användandet av originalnomogrammet. För att minska denna felkälla insåg Irma Åstrand att en korrigerig av nomogrammet krävdes.⁵⁸ Skillnaden mellan det beräknade och det uppmätta värdet räknades ut och delades med uppmätt värde. Därefter multiplicerades det nya värdet med 100 för att få fram ett procenttal. Resultatet plottades i ett diagram som en funktion av maxpuls⁵⁹ (Se fig. 5 och 6.)

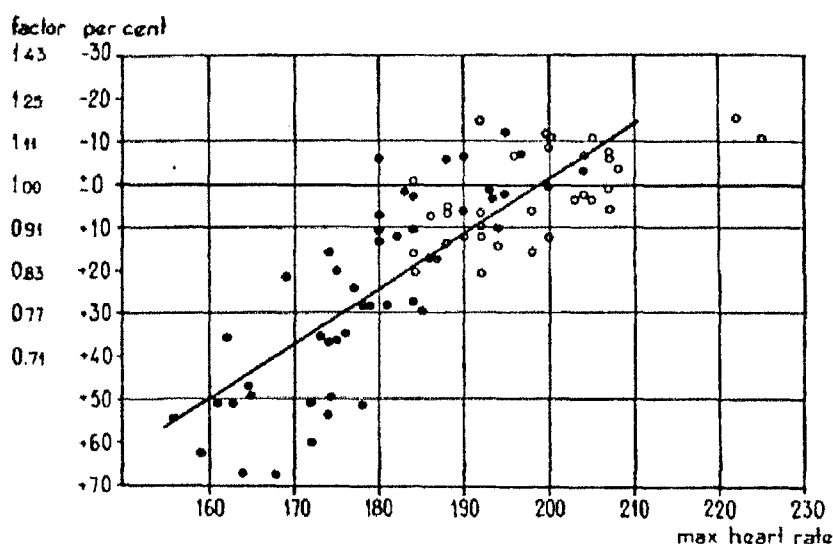


Fig. 5. Skillnaden i procent (och motsvarande korrektionsfaktor) mellan beräknad och uppmätt maximalt syreupptag i relation till maximal hjärtfrekvens för kvinnliga försökspersoner. Figur hämtad från I Åstrand 1960.

⁵⁴ Åstrand, 1952 s.133

⁵⁵ Åstrand, 1960 s. 49

⁵⁶ Ibid., s. 50

⁵⁷ Ibid., s. 46

⁵⁸ Ibid., s. 45

⁵⁹ Ibid., s. 50

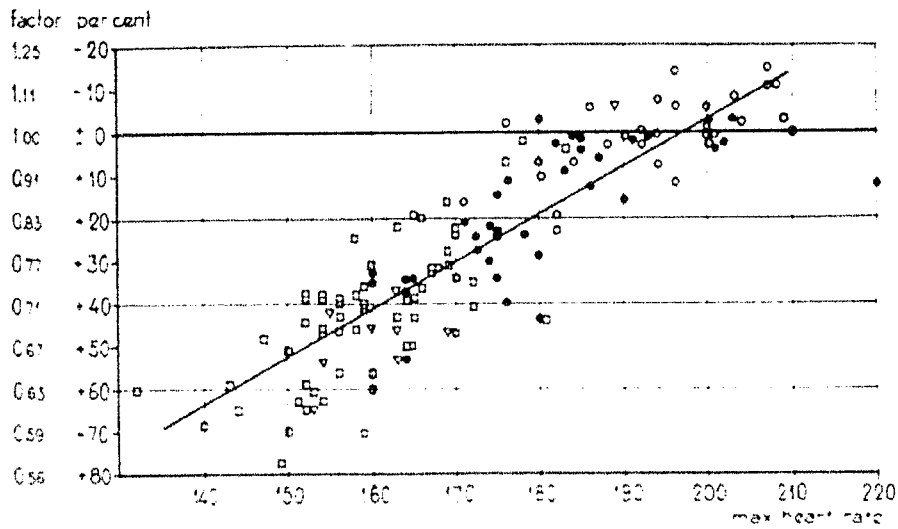


Fig. 6. Skillnaden i procent (och motsvarande korrektionsfaktor) mellan beräknad och uppmätt maximalt syreupptag i relation till maximal hjärtfrekvens för manliga försökspersoner. Figur hämtad från I Åstrand 1960.

5.6 Ålderskorrigering

Korrektionsfaktorerna stämde väl överens med faktorerna för olika åldrar. Därför plottade Irma Åstrand in korrektionsfaktorerna i relation till ålder i ett diagram.⁶⁰ (Se fig. 7.)

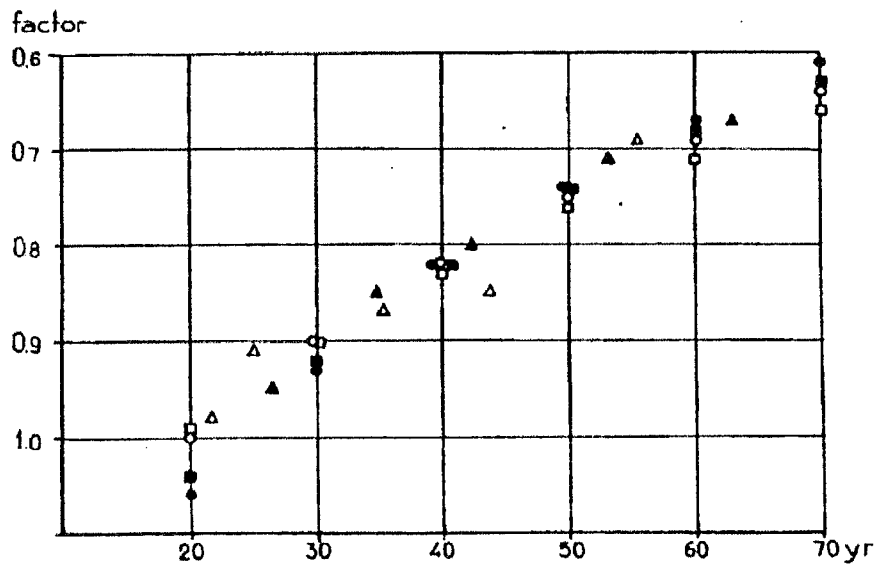


Fig. 7. Korrektionsfaktor för nomogrammet i relation till ålder. Ofyllda markeringar = kvinnor, fyllda markeringar = män. Figur hämtad från I Åstrand 1960.

⁶⁰Åstrand, 1960 s. 53

Utifrån diagrammet (fig. 7.) påpekade Irma Åstrand att ålderns påverkan på maximal syreupptagning var uppenbar⁶¹ och att det finns en skillnad mellan män och kvinnor. Trots detta valde Irma Åstrand att använda sig av gemensamma faktorer för de båda könen på grund av att antalet försökspersoner var relativt litet.⁶² (Se tabell 1.)

Tabell 1. Åldersfaktorer för korrektion av beräknat värde från nomogrammet

Ålder	Faktor
25	1,00
35	0,87
45	0,78
55	0,71
65	0,65

5.7 Urval av test

Irma Åstrand jämförde resultat från första och andra submaximala testet hos 81 personer. Elva av dessa försökspersoner hade lägre syreupptag, puls och blodlaktatkoncentration vid andra testet jämfört med det första. Skillnaden mellan dessa upptäckta resultat var dock inte signifikant för gruppen totalt. Irma Åstrand använde endast resultat från försökspersonernas andra test.⁶³

5.8 Nomogrammet

Irma Åstrand skapade utifrån de resultat hon fått fram ett modifierat nomogram med olika skalor för män och kvinnor. (Se fig. 5, nästkommande sida.)

5.9 Standardavvikelser

Det ursprungliga nomogrammet hade en standardavvikelse på 10 procent ($SD=\pm 10\%$) mellan beräknat och uppmätt värde för vältränade studenter från Gymnastiska Centralinstitutet⁶⁴ med en ålder mellan 20-30 år. Irma Åstrand visade en standardavvikelse på cirka 15 procent ($SD=\pm 15\%$) hos de övriga försökspersonerna.

⁶¹ Åstrand., s. 54

⁶² Ibid., s. 55

⁶³ Åstrand, 1960 s. 56

⁶⁴ Åstrand, 1960 s. 45

Den lägre standardavvikelsen antogs bero på att studenterna representerade en grupp med jämförelsevis hög syreupptagningsförmåga och med mer fysisk träning än den övriga gruppen.⁶⁵

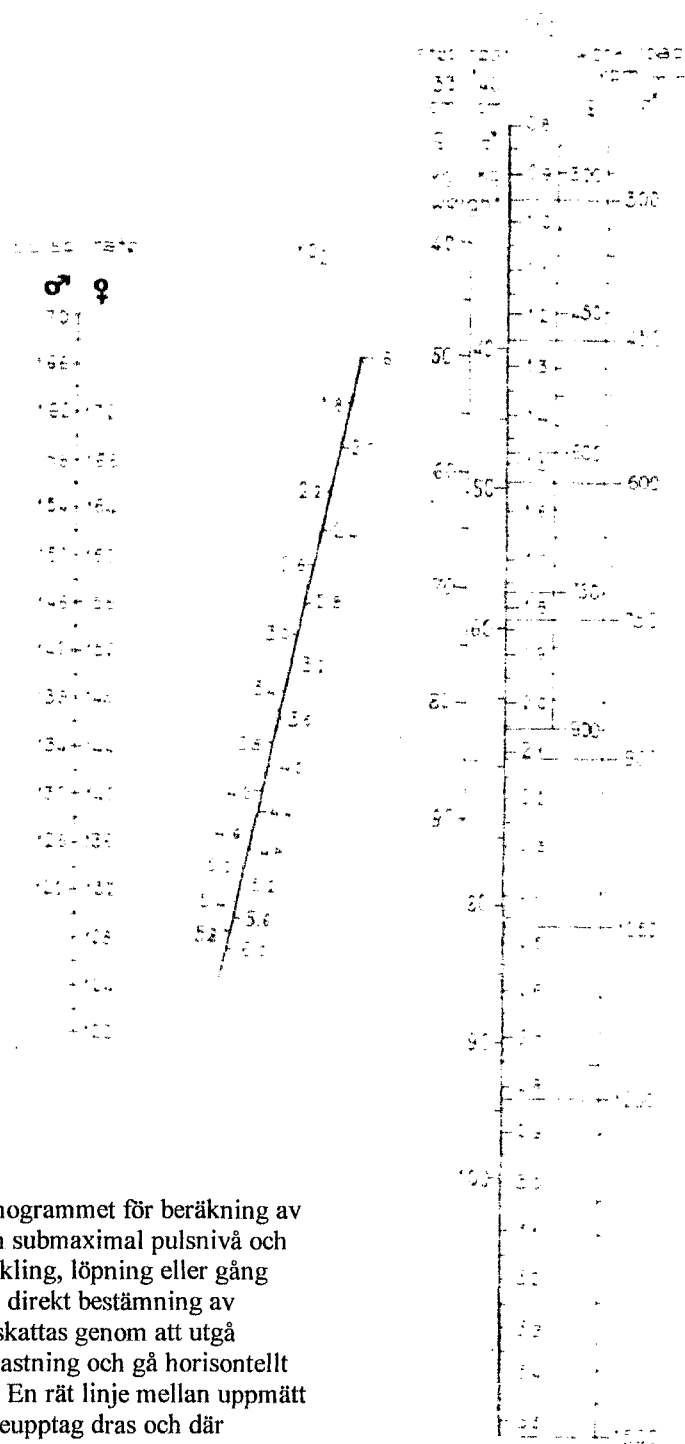


Fig. 8. Det justerade nomogrammet för beräkning av fysisk arbetskapacitet från submaximal pulsnivå och syreupptagningsvärde (cykling, löpning eller gång och steptest). I tester utan direkt bestämning av syreupptag kan detta uppskattas genom att utgå från skalan med arbetsbelastning och gå horisontellt till skalan för syreupptag. En rät linje mellan uppmätt puls och submaximalt syreupptag dras och där linjen skär mittvariabeln avläses värdet för maximalt syreupptag. Figur från I Åstrand 1960.

⁶⁵ Åstrand, 1960 s. 56

5.10 Irmas diskussion

Ett problem med ett submaximalt test är att det inte går att bestämma en persons maxpuls. Irma Åstrand föreslog därför att friska personer som klarar av hög belastning bör göra ett maxtest för att fastställa denna.⁶⁶ På så sätt kan olika faktorer för olika maxpulsvärden⁶⁷ som korrigerar testvärdet användas (se fig. 6).

I det ursprungliga nomogrammet kunde syreupptaget beräknas utifrån ett cykeltest, stegtest eller löpbandstest, men Irma Åstrand såg att noggrannheten blev bättre för äldre människor vid cykling.⁶⁸ Dessutom klagade en del äldre försökspersoner över yrsel vid test på löpband. Irma Åstrand uppgav också att det var lättare att mäta puls och blodlaktat på en försöksperson på cykel jämfört med en försöksperson på löpband.⁶⁹

5.11 Vår diskussion

Vad vet vi nu? Vi vet att Åstrandstestet inklusive modifieringen kan ge en uppfattning om en 20 till 69-årig individs fysiska kapacitet. Vi vet att exkludering har gjorts av försökspersonernas första submaximala test. Arbetets duration måste vara tillräckligt lång för att kroppen ska kunna uppnå en steady-state som helst ska ligga mellan 125 och 170 pulsslag/min. Detta innebär vanligtvis ett arbete i minst 5-6 minuter. Nomogrammet bygger på linjäritet mellan puls och syreupptag inom ett visst pulsintervall. Vi vet att Åstrandstestet (Å-2) fungerar med en standardavvikelse på ± 15 procent ($SD = \pm 15\%$).

Detta kan fastställas men vi vill ändå kommentera vissa iakttagelser vi har gjort på delar av metoden vid framtagandet av det modifierade nomogrammet:

1. Precis som vid testerna som Per-Olof Åstrand och Irma Åstrand gjorde 1949 exkluderade Irma Åstrand de personer som vid ett konstant submaximalt arbete inte uppnådde steady-state mellan 125 och 170 pulsslag per minut. Det finns ingen beskrivning om vad som utmärkte denna grupp utöver detta varvid en extern validering är svår att värdera.

⁶⁶ Åstrand, 1960 s. 58

⁶⁷ Åstrand, 1986 s. 376

⁶⁸ Åstrand, 1960 s. 58

⁶⁹ Ibid., s. 59

2. När Irma tog fram åldersfaktorerna delade hon först in kvinnor och män i olika grupper men sedan satte hon samma faktor för båda könen på grund av för litet material.⁷⁰ Detta gör det i efterhand svårt att veta om felkällan kunde bli mindre med uppdelade åldersfaktorer.
3. I metodbeskrivningen nämns tester gjorda på både von Döbeln och Kroghs cykelergometer. För att säkra validiteten är det viktigt att jämföra de olika cyklarna vid avseende på syreupptag vid en viss arbetsbelastning.
4. I fig. 5 på sid 20 kan man se två individer som markant skiljer sig från resterande grupp. Om dessa personer inte inkluderats hade regressionslinjen haft en annan lutning. Detta visar på att urvalet av olika försökspersoner kan ge olika värden.

5.12 Avslutningskommentar om nomogrammets modifiering från 1960

Irma Åstrand förbättrade möjligheterna att använda nomogrammet som ett verktyg för att uppskatta en persons maximala syreupptagningsförmåga. Efter publiceringen 1960 har varken Irma eller Per-Olof Åstrand modifierat testet ytterligare och därför blir nästa steg att undersöka hur Åstrandstestet används idag.

⁷⁰ Åstrand, 1960 s. 56

6. Resultat och diskussion angående användandet av Åstrandstestet idag

6.1 Äganderätt

Per-Olof Åstrand och Irma Åstrand har inte patent på Åstrandstestet eller nomogrammet och därför kan Åstrandstestet användas och förändras av vem som helst. På grund av detta finns det inte någon kontroll över utformning, metod och eventuella förändringar som andra människor gör eller har gjort av det ursprungliga testet. Detta kommer att visa sig vara viktigt för vår diskussion om användandet idag.

6.2 Förändringar av Åstrandstestet

Gunnar Andersson och Sture Malmgren sammanställde 1984⁷¹ ett material: *Konditionstest på cykel* som har reviderats 1997⁷² med hjälp av medförfattare Artur Forsberg. *Konditionstest på cykel* är en variant av Åstrandstestet som inkluderar Borgskalan (se bilaga 2), som är en metod för att beskriva försökspersonernas upplevda ansträngning. Metodfelet vid användandet av *Konditionstest på cykel* för samma person som testas två gånger blir 2 procent ($SD=\pm 2\%$)⁷³ enligt Andersson, Malmgren och Forsberg.

I *Konditionstest på cykel*⁷⁴ visas tabeller för personer från 15 års ålder. Per-Olof Åstrand hävdar att varken han eller Irma Åstrand har gjort några cykeltester på personer under 18 år vid framtagandet av nomogrammet.⁷⁵ Tabellerna bygger på fakta från *Textbook of Work Physiology*⁷⁶ och där uppges ålderskorrektionsfaktorn 1,10 för 15-åringar. Enligt Per-Olof Åstrand är åldersfaktorn väldigt ”tillyxad” och medger ”att det aldrig har gjorts några data på [...]15-åringar, utan det har bara höftats till att en [...] 15-åring har faktor 1,10”.⁷⁷ Den externa validiteten på denna grupp är således osäker.

⁷¹ Andersson

⁷² Gunnar Andersson, , Artur Forsberg & Sture Malmgren, *Konditionstest på cykel: Testledarutbildning* (Farsta: SISU idrottsböcker, 1997)

⁷³ Andersson, 1997 s. 95

⁷⁴ Andersson, 1997 tabellhäfte

⁷⁵ Åstrand, 2000

⁷⁶ Åstrand, 1984

⁷⁷ Åstrand, 2000

6.3 Hälsoprofilbedömning

Andersson och Malmgren har utöver *Konditionstest på cykel* utvecklat en hälsoanalys kallad Hälsoprofilbedömningen, (HPB)⁷⁸ där konditionstestet ingår. Genom det submaximala cykeltest som används i Hälsoprofilbedömningen har många människor fått sin maximala syreupptagningsnivå beräknad.⁷⁹ Vid utförandet av konditionstestet i Hälsoprofilbedömningen används resultat från försökspersonens första testtillfälle.

6.4 Olika resultat från identiska test

I en amerikansk studie⁸⁰ utförde varje försöksperson Åstrandtestet tre gånger. Resultaten jämfördes sedan med resultat från försökspersonens maxtest. Studien visade en signifikant skillnad ($p < 0,05$) mellan resultaten från det första och andra submaximala testet⁸¹ (se fig. 9). Variationskoefficienten mellan de tre identiska Åstrandstesten var 13,1 procent.⁸² Resultat från denna studie visar på att Åstrandstestet undervärderar det maximala syreupptaget med cirka 15 procent (se fig. 9).⁸³ Per-Olof Åstrand har dock kontaktat författarna till denna studie eftersom det har visat sig att apparaturen som användes vid testerna kan ge för höga värden på syreupptagningsförmågan med upp till 15 procent.⁸⁴ Vid skrivandet av detta examensarbete har Lockwood inte svarat på Per-Olof Åstrands kommentar.

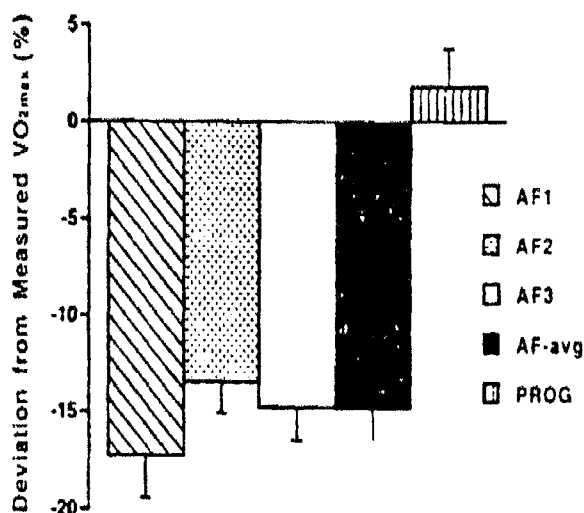


Fig. 9. Skillnad av uppskattad - och mätt maximal syreupptagningsförmåga i procent av mätt maximal syreupptagningsförmåga. AF1: Det första Åstrandstestet, AF2: Det andra Åstrandstestet, AF3: Det tredje Åstrandstestet, AF-avg: Medeltal av Åstrandstesten, (PROG: Ett progressivt test).

⁷⁸Gunnar Andersson & Sture Malmgren. Hälsoprofilbedömning

⁷⁹Andersson, 1997

⁸⁰Park A Lockwood., James E. Yoder & Patricia A. Deuster. "Comparison and cross-validation of cycle ergometry estimates of VO_{2max} " *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29 (1997:11) s. 1513-1520

⁸¹ Ibid., s. 1515

⁸² Ibid., s. 1516

⁸³ Ibid., s. 1516

⁸⁴ Per-Olof Åstrand, samtal under januari-mars 2001

6.5 Faktorer som kan inverka på resultatet

Redan på 1960-talet visade Wilhelm von Döbeln⁸⁵ att kroppssammansättningen inverkar på prestationen vid ett cykeltest. Von Döbeln utarbetade en formel som med hjälp av uppmätt skelettvikt kunde minska standardavvikelsen på Åstrandtestet till 7 procent (SD=±7%) jämfört med 10 procent (SD = ±10%) (Å-1) och 15 procent (SD=±15%) (Å-2).

Wilhelm von Döbelns formel har fallit i glömska, men än idag arbetar forskare med att beakta kroppssammansättningen. En sådan studie är från 2000 som visar att syreförbrukningen vid en given belastning är bättre relaterat till benens massa än den totala kroppsvikten vid beräkning av det maximala syreupptaget.⁸⁶

⁸⁵ Wilhelm von Döbeln, B. Saltin & J. Stenberg. "Kroppsstorlek, cykelergometer-test och fysisk arbetsförmåga" *Läkartidningen* 12 (1963) s. 210-213

⁸⁶ J.A. Neder m. fl. "Oxygen cost for cycling as related to leg mass in males and females, aged 20 to 80" *International Journal of Sports and Medicine* 21 (2000:4) s. 263-269

7. Slutdiskussion

7.1 Ett misstag har gjorts

När nomogrammet skapades 1954 och modifierades 1960 följde Per-Olof Åstrand och Irma Åstrand de standardiserade krav som måste följas för att resultat skall bli korrekta. Det Per-Olof Åstrand och Irma Åstrand däremot inte gjorde var att, vid publikationen i *Journal of Applied Physiology* från 1954,⁸⁷ tydligt visa på att försökspersonernas första submaximala cykeltest exkluderades. Detta har fört med sig att de som läser artikeln från *Journal of Applied Physiology* från 1954⁸⁸ eller metoder som bygger på densamma inte vet om att en exkludering gjordes och använder sig av en metod som kan ge beräknade värden som har en större standardavvikelse än 15 procent ($SD=\pm 15\%$).

Det är just detta som har hänt vid framtagandet av den nyreviderade upplagan av *Konditionstest på cykel* från 1997. Denna publikation⁸⁹ bygger på Per-Olof Åstrands och Irma Åstrands artikel från 1954 och Irma Åstrands modifiering från 1960 och är idag den publikation som används som underlag för utbildning av testledare och hälsoprofilsbedömare.

Det är just detta, som för med sig att många av de människor som testas med hjälp av konditionstestet får konditionsvärden som stämmer sämre överens med det faktiska konditionsvärden, jämfört med de konditionsvärden som skulle uppnås med ett förtest eller en exkludering av värdet från första submaximala cykeltestet. Om då konditionsvärdet ligger till grund för exempelvis en anställning eller en omplacering kan detta komma att ge oanade konsekvenser.

Vidare vill vi markera att om en exkludering av en försökspersons första test eller ett förtest inte görs för detta med sig att det nuvarande konditionstestets validitet och reliabilitet inte kontrolleras på ett tillfredsställande sätt. Eftersom fullständig reliabilitet är en förutsättning för fullständig validitet⁹⁰ är den nuvarande metoden att använda sig av

⁸⁷ Åstrand, 1954

⁸⁸ Ibid.

⁸⁹ Andersson, 1997

⁹⁰ Runa Patel & Bo Davidsson, *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Studentlitteratur, 1994 s. 85

testet inte korrekt. På denna grund anser vi därför att användandet av konditionstestet, som en kontroll av en persons fysiska prestationsförmåga, i nuläget omkullkastas.

Eftersom standardavvikelsen redan är 15 procent anser vi att om risk finns att en högre standardavvikelse nås på grund av brist på viktig information angående metoden, stärker detta anledningen till att inte använda nomogrammet för att beräkna en persons maximala syreupptagningsförmåga.

Även konditionstestens användbarhet som ett utvärderingsverktyg måste ifrågasättas. Om man vid en utvärdering av exempelvis en hälsosatsning inte låter personalen göra ett förtest kommer det andra testet troligtvis att visa en förbättring av den maximala syreupptagningen jämfört med det första testet. Detta i sin tur gör att de förbättrade värden som beräknas fram kan bero på minskad nervositet vid andra testtillfället och inte enbart bero på en förändring av personens hälsostatus.

Metodfelet som omnämns i *Konditionstest på cykel*⁹¹ och på sidan 26 i detta arbete har ingen originalkälla och vid förfrågan kan varken Artur Forsberg eller Sture Malmgren förklara vad värdet kommer ifrån. Detta gör att vi inte vet om beräkningen av metodfelet är valid.

7.2 Åstrandstestens användningsområde

Vi har tidigare i vårt arbete anmärkt på delar av framtagandet av nomogrammet men vi anser ändå att Åstrandtestet (Å-2) i sig är användbart som en enkel metod att uppskatta en persons fysiska arbetsförmåga om en standardavvikelse på 15 procent ($SD=\pm 15\%$) godtas och är korrekt. Detta under förutsättning att försökspersonernas första submaximala test exkluderas.

Detta påstående styrks av Per-Olof Åstrand som säger att testet bör inledas med att försökspersonen får prova på testförloppet innan några värden tas.⁹² Det är inte tillräckligt att försökspersonen före testet får trampa lite på cykeln, utan det är viktigt att

⁹¹ Andersson, 1997 s. 95

⁹² Åstrand, 2001

försökspersonen får genomgå ett helt test för att bli van vid metod, utrustning och försöksledare.⁹³

För att testet ska kunna användas för en mer noggrann beräkning av en individs maximala syreupptagning tror vi att minst en ytterligare variabel bör räknas in i testet. En bestämning eller beräkning av kroppssammansättningen är vårt förslag till ett mer exakt test. Vi vet dock inte om eller hur detta fungerar i praktiken. Det krävs att metoden för bestämning eller beräkning av kroppssammansättning är enkel, billig och snabb för att kunna användas tillsammans med ett submaximalt test. Kroppssammansättningens betydelse för den fysiska förmågan behöver dock undersökas ytterligare innan några nya modifieringar eller förändringar av Åstrandstestet introduceras.

Vi tror att det skulle vara av fördel att låta människor med olika förutsättningar utföra testet på olika sätt. Unga, friska personer som kan komma upp i en hög puls borde cykla på en belastning som ger en puls på cirka 150 slag/min för att minska standardavvikelsen. Äldre människor med lägre maxpuls bör däremot inte uppnå en för hög puls vid cykling eftersom för hög belastning av de syretransporterande organen skulle kunna ge denna grupp av människor komplikationer vid ett cykeltest. En osäkerhet, utöver nämnda problem med för hög puls, är att man inte vet hur linjäriteten mellan puls och syreupptag ser ut när pulsen är över 170 slag/min.

7.1 Slutsats

Konditionstestet bör inte användas till att uppskatta en enskild individs maximala syreupptagningsförmåga, inte heller användas som ett verktyg för att bedöma en förändring av den fysiska arbetsförmågan, om jämförelsen görs mellan individens första och andra test. Däremot kan konditionstestet användas för att se förändringar av den fysiska arbetsförmågan om första submaximala testet exkluderas. Vi anser även att konditionstestet kan det användas som en inledning till en diskussion angående en persons hälsa men det är av vikt att inte fokusera på personens beräknade testvärde.

Om man ändå vill använda sig av konditionstestet är det av vikt att ett förtest görs och att man följer standardiserade normer.

⁹³ Åstrand, 2001

7.2 Slutkommentar

När en person skapar något utifrån undersökningar eller studier är det viktigt att gå rätt tillväga, att göra alla tester på ett korrekt och standardiserat sätt. Om man inte gör detta kan resultaten bli missvisande och inkorrekta. Även när man skall dokumentera sitt arbete är det av största vikt att man utförligt och tydligt beskriver hur man har gjort. Även vid reproduktion är det viktigt att vara noggrann och utgå ifrån originalkällorna för att minska felkällorna och slippa negativa konsekvenser.

Det är viktigt att komma ihåg att ingen medvetet har gjort något fel. Allt beror på att människor har varit i behov att ändra och/eller försöka förbättra Åstrandstestet (Å-1, Å-2) utan att ta reda på eller fått reda på hur testet är framtaget.

Utifrån vårt huvudfynd anser vi att ytterligare studier som kontrollerar ett submaximalt cykeltests validitet och reliabilitet krävs. Detta styrks av Lockwoods studie⁹⁴ oavsett om apparaturen inte visar rätt resultat, eftersom skillnaden mellan första och efterföljande test inte påverkas av mätapparaturen.

Vårt arbete ligger till grund för fortsatta studier. Vi hoppas även att detta arbete leder till ett ifrågasättande av tillvägagångssättet vid konditionstestet.

⁹⁴ Lockwood, 1997

8. Källförteckning

8.1 Referenser

8.1.1 Otryckta källor

Per-Olof Åstrand, Karolinska Institutet, Stockholm
Intervju med ljudupptagning 12 december 2000

Per-Olof Åstrand, upprepade samtal under januari-mars 2001

Telefonsamtal 5 mars 2001 med Sture Malmgren, en av författarna till *Konditionstest på cykel: Testledarutbildning* och grundare av Hälsoprofilbedömningen

8.1.2 Tryckta källor

Andersson, Gunnar, Artur Forsberg & Sture Malmgren, *Konditionstest på cykel: Testledarutbildning* (Första: SISU idrottsböcker, 1997)

Glassford, R. G.m. fl. "Comparison of maximal oxygen uptake values determined by predicted and actual methods". *Journal of Applied Physiology*, 20 (1965) s. 509-513

Latin R.W. m.fl. "Validation of a cycle ergometry equation for predicting steady-rate VO_2 ". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25 (1993: 8) s. 970-974

Legge, B.J. & E.W. Banister "The Astrand-Ryhming nomogram revisited", *Journal of Applied Physiology*, 61 (1986:3) s.1203-1209

Lockwood, Park A., James E. Yoder & Patricia A. Deuster. "Comparison and cross-validation of cycle ergometry estimates of VO_{2max} ". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29 (1997:11) s. 1513-1520

Neder, J.A. m. fl. "Oxygen cost for cycling as related to leg mass in males and females, aged 20 to 80" *International Journal Of Sports and Medicine* 21 (2000:4) s. 263-269

Patel, Runa & Bo Davidsson, *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. (Lund, Studentlitteratur, 1994)

Siconolfi, Steven F. m fl. "Assessing VO_{2max} in epidemiologic studies: modification of the Åstrand-Ryhming test". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14 (1982:5) s. 335-338,

Teräslinna, Pentti, A., H. Ismail, & D. F. MacLeod. "Nomogram by Åstrand and Ryhming as a predictor of maximum oxygen intake". *Journal of Applied Physiology*, 21 (1966:2) s. 513-515

von Döbeln, Wilhelm, B. Saltin & J. Stenberg. "Kroppsstorlek, cykelergometertest och fysisk arbetsförmåga" *Läkartidningen* 12 (1963) s. 210-213

Åstrand, Irma, "Aerobic work capacity in men and women with special reference to age". *Acta Physiologica Scandinavica*, vol 49, supplementum 169 Stockholm 1960

Åstrand, Per-Olof. *Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age*. Copenhagen: Munksgaard, 1952

Åstrand, Per-Olof & Rodahl, Kaare, *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise*, 3. ed. (New York:McGraw Hill, 1986).

Åstrand, Per-Olof & Irma Rhyning, "A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work". *Journal of Applied Physiology*, 7 (1954), s. 218-221.

8.2 Övrig litteratur

Andersen R.E. & T.A. Wadden. "Validation of a cycle ergometry equation for predicting steady-rate VO_2 in obese women" *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27 (1995:10) s.1457-1460

Kavanagh, T. & R. J. Shephard "Maximum exercise tests on "postcoronary" patients. *Journal of Applied Physiology*, 40 (1976) s. 611-618

Latin R. W. & K.E. Berg "The accuracy of the ACSM and a new cycle ergometry equation for young women" *Medicine and Science in Sports and Exercise* 26 (1994:5) s. 642-646

Lundin, Anders, *Felkällor och bedömning av arbetsprov på ergometercykel.*(Idrottens Centrala Utbildningsråd. Malmö, 1981)

Montoy, Henry J., Thomas Ayen & Richard A. Washburn "The Estimation of $\text{VO}_{2\text{max}}$ from Maximal and Sub-Maximal Measurements in Males, Age 10-39". *Research Quarterly for Exercise Sports* 57 (1986:3) s. 250-253

Rowell, Loring B., Henry L. Taylor & Yang Wang "Limitations to prediction of maximal oxygen intake". *Journal of Applied Physiology*, 19 (1964: 5) s. 919-927.

Sady S.P. m fl. "Prediction of $\text{VO}_{2\text{max}}$ during cycle exercise in pregnant women". *Journal of Applied Physiology*, 65 (Aug 1988:2) s. 657-661

Store R.T.W., J.A. Davies & V.J. Caiozzo "Accurate prediction of $\text{VO}_{2\text{max}}$ in cycle ergometry". *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 22 (1990:5) s. 704-712,

deVries, A., Herbert & Carl E. Klafs "Prediction of maximal oxygen intake from submaximal tests". *Journal of Sports Medicine*, 5 (1965) s.207-214

Bilaga 1

Sammanställning av intervju med Per-Olof Åstrand, 12:e december 2000.

1. Bakgrund

1. Vad var din teori?

Det fanns ingen teori bakom framtagandet av nomogrammet, utan det kom till av en slump ("sinkadus") när man tittade på hur pulsen varierade vid olika belastningar.

2. Gjordes det någon förstudie?

Ingen förstudie gjordes.

3. Vad är din definition/tolkning av kondition?

Kondition är icke detsamma som maximal syreupptagning. Man kan mäta om en person har bra syreupptagning genom att göra ett test, däremot kan man ej bedöma träningsstillståndet.

2. Försökspersoner

1. Hur såg ansökningen till testen ut?

2. Var det lätt att hitta försökspersoner?

Det var helt frivilligt för försökspersonerna och det var inget slumpvis urval, studenter från GCI.

3. Hur många anmälde sig/hur många antogs?

Studien omfattade till en början 42 manliga (ålder 20-33) och 44 kvinnliga (20-25) försökspersoner. Dessa fick sedan göra maxtest på löpband och cykelergometer. I dessa test fann man att medelvärdet för maximalt syreupptag var samma på cykelergometer och löpband, något som är ovanligt, oftast finner man att maximalt syreupptag för cykelergometer är lägre.

Efter dessa tester valdes de personer som hade en fin pulsfrekvenskurva ut: 21 manliga och 31 kvinnliga försökspersoner.

4. Var försökspersonerna idrottare eller otränade?

Försökspersonerna var vältränade studenter från GCI.

5. Vilka idrotter var försökspersonerna aktiva i?

Ingen uppgift finns om detta.

6. Var det några cyklister? (angående den mekaniska verkningsgraden)

Det vet man inte, men tester visade att den mekaniska verkningsgraden var ganska lika för kvinnor och män. Man såg dessutom att elitcyklisten Gösta Fåglum Pettersson hade samma verkningsgrad som studenterna.

I det ursprungliga nomogrammet skiljer sig inte verkningsgraden mellan män och kvinnor, men i det nya modifierade nomogrammet är det en skillnad mellan män och kvinnor. De som kan ha en sämre verkningsgrad är överviktiga människor med stora magar som är i vägen. Deras värden blir något underskattade.

3. Testen

1. Vem/vilka utförde testerna?

Testerna utfördes av Per-Olof Åstrand, Irma Ryhming, två laboratorieassistenter och en gymnastikdirektör.

2. Hur utfördes testerna?

Försökspersonerna som valts ut under de första testen utförde sedan både maximalt och submaximalt arbete på cykelergometern. Genom interpolering beräknades pulsen vid en syreupptagning på 50 och 70 procent av den maximala förmågan.

För kvinnorna var snittpulsen 138 respektive 164, för männen var snittpulsen 128 respektive 154. Standardavvikelsen var 8-9 slag per minut. Medelvärdena stämde väldigt bra, spridningen var 10 procent.

3. Vilken slags utrustning användes?

Kroghs cykelergometer. Douglas-säckar. Volymen mättes med spirometer. Gasanalys gjorde Haldane-metodik.

4. Hur mätte ni pulsen?

De mätte pulsen manuellt, på halspulsådern genom att ta tiden för 30 pulsslag, vilket ger ett mer korrekt värde än att räkna pulsslag under exempelvis 15 sekunder.

5. Hade ni kunskap om pulstagning?

Ja, alla var mycket vana och kunniga inom all provtagning.

6. Kan det finnas skillnader mellan första och sista testet? (felkällor)

Alla försökspersoner fick först testa att cykla och man tog pulsen. Resultaten från dessa tester visade oftare högre puls hos försökspersonerna än de efterföljande. De antog att detta kunde ha att göra med nervositet och alla dessa värden kastades i papperskorgen. På så sätt anser man att det inte finns skillnader mellan de olika testerna.

7. Användes samma cykel vid alla test?

Ja, samma cykel användes vid alla tester. (Kroghs cykelergometer) Arbetsbelastningen på cykelergometern var exempelvis 600 kgm/min, vilket motsvarar 100 watt.

8. Var testen standardiserade vad gäller tid på dygnet, träning innan, o.s.v.?

Försökspersonerna testades aldrig direkt efter en större måltid eller efter ett hårt träningspass. De fick heller inte testas om de nyligen hade rökt. Däremot var det inte standardiserat på ett sådant sätt att varje försöksperson alltid testades vid samma tid på dygnet. Detta anses inte vara en källa till fel eftersom de olika värdena för varje försökspersons puls var förvånansvärt rätlinjiga, vilket föranledde dem till att tro att det inte spelade någon roll när testerna skedde. Försökspersonerna utförde två arbetsprover per dag och testades under ungefär 3 dagar.

9. Hur många tester utförde varje person?

Minst maxtest på löpband respektive cykelergometer för samtliga deltagare, samt tre till fem submaximala tester fördelade på flera dagar.

4. Arbetet

1. Hur kom ni fram till nomogrammet?

Av de resultat som man fick fram vid testerna sammanställdes en tabell som visade interpolerade pulsvärden då syreupptagningen var 50 procent respektive 70 procent av maximalt syreupptag.

Tabellen visade att om en manlig försöksperson har en puls på 128 och vid en syreupptagning på 2,2 liter, skulle detta vara 50 procent av maximal arbetsbelastning och den maximala syreupptagningen skulle då vara 4,4 liter. Utifrån detta ritades nomogrammet där basen är syreupptagning respektive puls.

När man sedan tog fram nomogrammet testade man sig fram för att få fram lutningen på kurvan vid 50 % och 70 % av maximal syreupptagning. Man ritade olika skalor för män och kvinnor. I nomogrammet kan man sedan beräkna syreupptagningen utifrån vilken belastning man har.

För att underlätta beräkningarna gjordes tabeller grundade på nomogrammet som så småningom trycktes upp av Monark. Det finns även förlängningar av nomogrammet. Andra människor (bland andra Siconolfi) har sedan räknat ut formler för nomogrammet, men själv har Per-Olof Åstrand aldrig orkat med det.

2. Hur lång tid tog hela arbetet?

De grundläggande testernas utfördes under en halv vårtermin och en halv hösttermin under 1949. Per-Olof Åstrand disputerade våren 1952.

3. Gjorde du någon uppföljning efter arbetet var klart?

Per-Olof Åstrand gjorde själv uppföljning av försökspersonerna 1970 och 1982.

Tyngdpunkten var dock inte på nomogrammet utan på syreupptagning, puls, lungfunktion och mjölksyra under maximalt och submaximalt arbete. 1970 testades försökspersonerna endast på löpband, men 1982 testades de både på cykelergometer och löpband och hade samma maximala syreupptag vid de båda testen. Per-Olof Åstrand hade även tänkt testa försökspersonerna igen, men det var bara ett fåtal kvar som kunde ställa upp.

4. Hur fortsatte Irma med arbetet med nomogrammet?

Irma fortsatte med att titta på 20-65-åringar. Då fann hon att pulsen vid en viss intensitet var densamma oberoende av ålder för både män och kvinnor. Detta trots att maxpulsen sjunker vid stigande ålder. Vid beräkning av maximalt syreupptag får då äldre personer ett felaktigt lågt värde.

Irma beräknade då kvoten mellan den bestämda maximala syreupptagningen och den beräknade. För 25-åringar var kvoten 1 (nomogrammet hade utgått från 25-åringar). För 50-åringar var kvoten 0,75 och för 70-åringar var kvoten 0,65. Sedan beräknade hon den individuella spridningen och räknade ut en åldersfaktor. De som hade en maxpuls på strax under 200 (195-196) hade kvoten 1 och de som hade en maxpuls på 160 var tvungen att multiplicera med 0,67. I det här mer heterogena materialet var standarddeviationen upp till 15 procent. Irmas modifierade nomogram har även olika verkningsgrader för män och kvinnor.

Man kom fram till en korrektionstabell för olika åldrar samt om man vet om sin maxpuls. Denna är dock grovt tillryggad, och Per-Olof Åstrand medger att de aldrig har gjorts några data på 10 och 15-åringar utan det har bara höftats till att en 10-åring har faktor 1,15 och en 15-

åring har faktor 1.10. Det finns inga vetenskapliga data bakom dessa faktorer. (I andra tabeller har man kommit fram till en faktor på 1.20 för 10-åringar).

5. Publicerades det på något annat sätt än foldern om cykelergometerestet?
Nomogrammet publicerades i *Journal of Applied Physiology* 1954 och senare i Irma Åstrands avhandling från 1960 som innehåller modifierade ålders- och maxpulsfaktorer.

6. Har andra testat tillförlitligheten på testet?
Det har gjorts många tester av tillförlitligheten eftersom det är så lätt att göra direktbestämning och beräkning av syreupptag. Chase har funnit att nomogrammet underskattar den faktiska syreupptagningen men andra har funnit att den stämmer ganska bra. (textbook of work physiology från 1970)

7. Hur kommer det sig att det blev en sådan framgång?
Per-Olof Åstrand tror att det beror på att det fanns/finns ett behov att testa den fysiska kapaciteten samt att cykelergometerestet är relativt enkelt att utföra. Efter avhandlingen blev det ett stort intresse för kondition och de gav då kurser i träningslära och ergonomi där testet ingick. Framförallt Korpen var mycket intresserad. De utvecklade tabeller och kurvor för män och kvinnor och testpersonerna bedömdes sedan att de hade låg, något låg, medelhög eller mycket hög syreupptagningsförmåga. Per-Olof Åstrand var dock kritisk till dessa tabeller som utgick från icke otränade försökspersoner. Kvinnorna var med i husmorsgymnastik och männen var utkörare för Stockholms bryggeri, de var således inte slumpvist utvalda.

8. Vad tror du om användandet av cykeltestet idag?
Per-Olof Åstrand har själv inga rättigheter till nomogrammet, vem som helst kan använda och förändra det. Per-Olof Åstrand vet inte vilken vetenskaplig grund andra som utvecklat nomogrammet har. Per-Olof Åstrand tror dock inte på att använda testet för att jämföra olika individer eller användandet av uttrycket "biologisk ålder". Testet skall användas för uppföljning.

Några som använder sig av cykelergometerestet är Amerikanska flygvapnet som testar sina medarbetare eftersom de måste klara av vissa fysiska krav. Förut använde de sig av maxtest, men eftersom det kan leda till skador, och skadeståndskraven i USA kan vara orimligt stora, valde man istället att beräkna syreupptagningen submaximalt.

9. Kan man applicera detta test på barn, seniorer och kvinnor?
Det första nomogrammet stämde bara för ålderskategorin mellan 20 och 30, men Irma har sedan modifierat den för åldrarna 20-69.

10. Vilka felkällor visste ni om innan testet påbörjades och vilka felkällor kom fram senare?
Något som man kan beakta är att vissa tester visar att pulser kanske inte ökar rätlinjigt vid höga intensiteter. Conconi från Italien har gjort studier om detta. Om detta stämmer så skulle den beräknade syreupptagningen underskatta den faktiska. Per-Olof Åstrand och Irma arbetade inte med intensiteter inom detta område, så de kan inte säga om så är fallet eller inte.

11. Tror du att det finns något bättre sätt att beräkna syreupptagningen submaximalt?
Nej Per-Olof Åstrand tror inte det, men han anser att det ändå kan förbättras. Det som publicerades 1954 är i sig oanvändbart, men det som Irma modifierade kanske håller. Det finns andra sätt, men för exempelvis Steptest spelar verkningsgraden större roll och för Coopers test är korrelationskoefficienten varierar från 0,9 till 0,04 i olika studier.

Borgskalan

6

7 Mycket, mycket lätt

8

9 Mycket lätt

10

11 Ganska lätt

12

13 Något ansträngande

14

15 Ansträngande

16

17 Mycket ansträngande

18

19 Mycket, mycket ansträngande

20