



Krav och kapacitetsanalys

För tennis

Frej Hallgren

GYMNASTIK- OCH IDROTTSHÖGSKOLAN

Tränarskap 1

Utbildningsprogram: Tränarprogrammet HT 2008

Handledare: Alexander Ovendal och Mårten Fredriksson

INNEHÅLL

1. INLEDNING.....	3
2. DEL 1 KRAVANALYS.....	3
BAKGRUND BESKRIVNING AV IDROTTE	3
3. SYFTE DEL 1 OCH 2	4
4. METOD DEL 1 OCH 2	5
4.1. BESKRIVNING AV METOD	5
4.2. TILLFÖRLITLIGHET OCH GENERALISERBARHET	5
5. RESULTAT KRAVANALYS	6
5.1. AEROB FÖRMÅGA	6
5.2. ANAEROB FÖRMÅGA	6
5.3. STYRKA.....	8
5.4. TEKNIK.....	9
5.5. RÖRLIGHET	12
6. DISKUSSION DEL 1	13
7. DEL 2 KAPACITETSANALYS	14
BAKGRUND VILKA TESTER HAR GENOMFÖRTS.....	14
8. RESULTAT KAPACITETSANALYS	16
8.1. AEROB FÖRMÅGA	17
8.1.1. Vilka tester, dess syfte och hur de genomförs.....	17
8.1.2. Testresultat aerob förmåga samt jämförelse med kravanalys	18
8.2. ANAEROB FÖRMÅGA	18
8.2.1. Vilka tester, dess syfte och hur de genomförs.....	18
8.2.2. Testresultat anaerob förmåga samt jämförelse med kravanalys.....	19
8.3. STYRKA.....	19
8.3.1. Vilka tester, dess syfte och hur de genomförs.....	19
8.3.2. Testresultat styrka samt jämförelse med kravanalys.....	20
8.4. TEKNIK.....	20
8.4.1. Vilka tester, dess syfte och hur de genomförs.....	20
8.4.2. Rörelseanalys	21
8.5. RÖRLIGHET	23
8.5.1. Vilka tester, dess syfte och hur de genomförs.....	23
8.5.2. Testresultat rörlighet samt jämförelse med kravanalys	23
9. DISKUSSION DEL 2	23
10. FORTSATT FORSKNING	24
11. KÄLL OCH LITTERATURFÖRTECKNING.....	25

1. INLEDNING

I denna kravanalys har jag valt att koncentrera mig på herrtennis på elitnivå främst beroende av att jag funnit mest materiel på detta område. Kapacitetsanalysen är mera inriktad på juniortennis beroende av att testresultaten samt vilka tester herreliten genomför fortfarande är hemligt. Dock kommer troligtvis dessa resultat att publiceras i samband med att kravanalysen och utvecklingstrappan släpps för allmänheten i slutet av detta år. (Stripple, 2008) I min beskrivning av idrotten som ligger till grund för kravanalysen har jag utgått från generella fakta om hur spelet ser ut och vilka krav de ställer på de fysiska delkapaciteterna. I en mer detaljerad kravanalys måste man ta hänsyn till ett flertal aspekter som jag i detta arbete inte kommer att belysa närmare av vilka några kan vara:

- Skillnader i krav beroende av vilken spelstrategi/taktik spelaren tillämpar (baslinjespelare, attackspelare, serve/volleyspelare)
- Skillnader i krav beroende av vilket underlag man spelar på (grus, hardcourt eller gräs) och vilka klimatförhållanden som råder (varmt-kallt, fuktigt-torr och inomhus-utomhus)
- Träningsförhållanden, ekonomi och träningsmedel mm.
- Krav på skadeförebyggande träning, mycket viktigt.
- Psykologiska aspekter/mental träning

Kapacitetsanalysens mål har varit att ta reda på vilka tester som gjorts på nationell senior, juniornivå och sammanställa detta för att skapa en uppfattning om vilka tester som används samt vilka resultat som uppnåtts. Jag jämför sedan dessa testresultat med elitens, i den mån det är möjligt, samt utvärderar om testerna är relevanta för tennis eller inte.

2. DEL 1 KRAVANALYS

BAKGRUND BESKRIVNING AV IDROTTEN

Herrtennisen har under de senaste 20 åren utvecklats till att poängen blir allt kortare, spelarna slår hårdare samt att serveren, serverturen och tredjeslaget har blivit en nyckel till framgång. Kovacs (2004) jämför längden på bollduellerna mellan US OPEN finalen 1988 och 2003 där han konstaterar att medellängden på duellerna sjunkit med ca 50%. I 1988 års final var medellängden 12.2 s och 2003 var medellängden 5,99 s. 93% av duellerna underskred i US OPEN finalen 2003 15 s. Kovacs (2007) finner också i en annan studie att förhållandet mellan vila och fysisk ansträngning varierar mellan 1:3 och 1:5 under en match och att bollduellerna är kortare än 10 s. Matchernas längd kan också variera från allt till en timme upptill 5 timmar i extrema fall. I Svenska tennisförbundets tränarkurs 2 bok har följande data tagits fram för en pojkjuniormatch för 18 åringar på elitnivå:

- 100% serve
- 75% returer in i spel
- 15% baslinjedueller
- 27-30% av spelet slutar efter två bollar
- 65% (minst) av spelet är slut efter fem slag

Slutsatsen de drar av detta är att de tre första slagen är oerhört viktiga de vill säga serve, retur och tredjeslaget. En normal match består av ca 200 poäng vilket innebär att ca 400 beslut skall fattas under en effektiv speltid av ca 15-20 minuter. (Elfgaard, Frobell, Heimko, Jonsson & Olsson, 2000) Elliot, Reid & Crespo (2003) kom fram till att 80% av alla slag i en tennismatch utförs på mindre än 3 meters avstånd från mittmärket på tennisplanens baslinje och att löpningarna sällan är längre än 3-6 meter. Det totala antalet löpningars distans uppgår till 900m och medeltalet av antal slag som produceras under en match på ATP-touren är 300st. Brink-Elfegoun (2007) föreläste under ett tränarmöte i Göteborg om den kommande kravprofilen för tennis och la fram följande data:

- Medelpoängen pågår mellan 5-8s
- 80% av alla slag utförs på 2,5m avstånd från baslinjens mitt
- Att spelarna förflyttar sig mellan 8-12m/poäng
- 10% av alla slag sker under sprint på mellan 2,5-4,5m och av dessa rusher är 10% längre än 4,5m.
- Under en match utförs ungefär 300-500 maximala kraftansträngningar (definition av maximal kraftprestation saknas, men troligtvis refererar Brink-Elfegoun till att ett slag räknas som ett maximalt explosivt arbete)

Tanabe & Ito (2007) fann i en studie att den horisontella rackethastigheten när racketen träffar bollen hos en hårt servande elitspelare var 38,1 +/- 3,8 m/s (ca 145km/h). Servarna på ATP-touren ligger allt som oftast mellan 190-210km/h. Tiden det tar från att bollen lämnar racketen vid en serve tills den når motståndarens racket är därmed endast några tiondelar av en sekund.

Utifrån dessa fakta kan vi urskilja olika faktorer som det ställs krav på för att bli en framgångsrik tennisspelare på elitnivå vilka är följande:

- Korta intensiva arbeten som varar <10s
- Många snabba förflyttningar på mellan 3-6 meter kombinerat med snabba riktningsändringar vilket kräver explosiv styrka och maximalstyrka.
- Stora krav på snabb återhämtning (aerob förmåga) för att kunna utföra explosiva arbeten gång på gång. Återhämtningstid mellan poäng max 25 s förutom vid sidbyten 90 s.
- Stort antal beslut som kräver hög koncentration.
- Serven, returen och tredjeslaget är de tre mest förekommande slagen.
- Mycket stort antal racketaccelerationer på upptill 145 km/h (vid serve) vilket kräver en god teknik, snabbstyrka, aerob/anaerob förmåga och rörlighet.
- Att kunna ta emot servar på upptill 240km/h och röra sig till hårda och välplacerade grundslag kräver bra reaktionsförmåga och anticipationsförmåga.

3. SYFTE DEL 1 OCH 2

Syftet med krav och kapacitetsanalys är att utifrån gjord forskning klargöra vilka krav som ställs för att nå eliten i en given idrott samt att genom olika fysiologiska tester fastställa vilken kapacitet en given idrottare eller grupp av idrottare har. Kravanalysen skall ge svar på vilka krav det ställs på en elitidrottares fysiska delkapaciteter i form av aerob, anaerob förmåga, styrka, teknik och rörlighet. Dessa svar fås genom systematisk testning av dessa förmågor på

elitidrottarna. Utifrån denna forskning kan vi utforma en kravprofil för idrotten. Kapacitetsanalysen innebär att man testar en specifik idrottare eller grupp av idrottare på samma fysiska delkapaciteter. Utifrån detta skapar man sedan en kapacitetsprofil för idrottaren/idrottarna som kan användas för att utvärdera vad som är bra och vad som behöver förbättras och tränas mer, samt jämföra deras testresultat med kravprofilen i den givna idrotten. Förhoppningsvis kan idrottare på olika nivåer med hjälp av kapacitetsprofilen utforma systematisk träning för att förbättra sina resultat och uppnå sina mål, samt i vissa fall till och med uppfylla kraven för att lyckas på elitnivå.

4. METOD DEL 1 OCH 2

4.1. BESKRIVNING AV METOD

Den metod jag använt mig av vid utformandet av krav och kapacitetsanalysen har varit att sammanställa material från föreläsningar, vetenskaplig litteratur, intervjuer och litteratursökningar på framförallt Sportdiscus och Pubmed. (se bilaga 1) Litteraturen har förutom kurslitteraturen utgjorts av en del böcker från mina tidigare studier på Högskolan Dalarna och material som jag fått från Svenska Tennisförbundet under mina 10 år som verksam tennistränare i Falu Tennisklubb samt 1,5 år som chefstränare i Borlänge Tennisklubb. Föreläsningar under kursen Träningslära 1 och 2 har utgjort grundstommen för mina muntliga källor, men även vissa inslag kommer från föreläsningar på Högskolan Dalarna. Dessutom har jag intervjuat förbundets Sportchef Mikael Stripple, förbundets fysiansvarige Fredrik Johansson och en av SALKs heltidsanställda tränare Olle Palmer.

4.2. TILLFÖRLITLIGHET OCH GENERALISERBARHET

De fakta och testdata som jag hittat för kravanalysen är främst tagna från vetenskapliga böcker, tidskrifter och originalartiklar vilket innebär att tillförlitligheten bör vara hög. Huvuddelen av materialet jag använt mig av till kapacitetsanalysen kommer från böcker, Svenska tennisförbundets hemsida, Team Stockholms hemsida, Fredrik Johanssons rapport på fysiska tester och utbildningsmaterial. De muntliga källorna kommer från föreläsningar på GIH och Högskolan Dalarna samt även från intervjuer med personer involverade i Svensk Tennis. Tillförlitligheten är där något lägre men jag vill hävda att de personer jag valt att referera till är mycket kunniga och insatta i sina respektive områden. Bredden på använda källor i kombination med intervjuer och mitt eget tenniskunnande gör att krav och kapacitetsanalysen har en relativt hög tillförlitlighet och generaliserbarhet. Svagheten är dock avsaknaden av testresultat från den yppersta eliten, de vill säga ATP-topp 100 i världen. Även publikationen av testerna som genomförts i Sverige kan förbättras avsevärt för att höga tillförlitligheten och generaliserbarheten.

5. RESULTAT KRAVANALYS

5.1. AEROB FÖRMÅGA

Aerob förmåga definieras i Wilmore & Costill (2004) som kroppens förmåga att framställa ATP för energiproduktion genom oxidativ glykolys. Denna process är främst aktiv vid långa och lågintensiva arbeten. VO₂max anges ofta som ett mått på den aeroba förmågan att producera energi till muskelarbete. I tennis som består av korta intensiva arbeten på mindre än 10 s så används framförallt anaeroba processer för energiproduktion. Dessa brukar delas in i alaktacida och laktacida processer. ATP-PCr systemet (kreatinkinase som omvandlar ADP till energirikt ATP) är alaktacid och ger muskeln mycket energi under en kort tid, till exempel vid en snabb acceleration. Viss energi kan också utvinnas alaktacid genom ADP fusion då två ADP molekyler slås ihop och bildar AMP och ATP. När detta system tömts på energi vilket sker under loppet av några sekunder tar den anaeroba glykolysen (laktacid) vid där ATP bildas utan inverkan av syre och med mjölksyra som biprodukt. Detta system producerar inte lika stora mängder ATP som det alaktacida systemet men kan verka under en längre tid och är speciellt aktivt vid löpdistanser som 400m. (Wilmore & Costill, 2004) Forskare har visat att av den totala energikonsumtionen hos en tennisspelare under effektiv speltid kommer till 80% från ATP-PCr systemet och 15% från den anaeroba glykolysen och endast 5% från aerob energiproduktion. (Kovacs, 2004)

När man läser detta kan man lätt tro att en tennisspelare inte behöver ha en särskilt hög aerob förmåga då det nästan uteslutande handlar om anaerobt arbete där huvuddelen av energin kommer från ATP-PCr systemet. Det man glömmer då är att tennismatcher faktiskt varar mellan 1 till i extrema fall 5 timmar och består av i genomsnitt 200 poäng vilket innebär att PCr systemet töms på energi gång på gång och att det under längre bolldueller ansamlas mjölksyra i musklerna. Kovacs (2004) och Renström (2002) tar upp betydelsen av att en tennisspelare på 25 s skall kunna återhämta sig (90 s vid sidbyte) nästan fullständigt för att kunna utföra ett maximalt arbete igen vilket kräver en hög aerob kapacitet. Speciellt viktigt blir detta i längre matcher där systemet skall laddas under en tidsperiod av upp till 5 timmar. Det aeroba förmågan är alltså av högsta betydelse för tennisspelare och fungerar som en form av batteriladdare som möjliggör korta intensiva arbeten under en lång tid.

Olika tester på elitspelare har visat att VO₂max hos tennisspelare kan variera från 44 mL/kg/min till 69 mL/kg/min. (Kovacs, 2007) Vi kan därmed konstatera att tennisspelare i vissa fall har lika hög aerob kapacitet som långdistanslöpare. Troligtvis så är baslinjespelare mer aerobt tränade än attack och serve volley spelare men då detta faller utanför denna studies område kan vi inte fastställa detta på vetenskaplig grund. I boken *Physiological tests for elite athletes* (Gore, 2000) från Australiens Sport Institut använder man sig av Beep-testet för att skatta VO₂max hos sina spelare utifrån en skala. De skattade värdena där på män varierar från 50-65 mL/kg/min.

5.2. ANAEROB FÖRMÅGA

Som sagts i föregående avsnitt om aerob förmåga så tar en tennisspelare 95% av sin energi från anaeroba processer varför denna förmåga är av högsta betydelse för prestationen. Dock är återbildandet av ATP vid vila i högsta grad beroende av en hög aerob kapacitet. (Kovacs,

2004) Vi konstaterade också att 80% av den anaeroba energin kom från de alaktacida processerna varför det är rimligt att påstå att de vi behöver påverka genom träning av anaeroba processer är en förbättrad alaktacid förmåga. Det effektivaste sättet att träna detta system är genom styrke och snabbhetsträning där idrottaren försöker utveckla så hög effekt (W) som möjligt. Wilmore & Costill (2004) menar vidare att träning av ATP-PCr systemet sker vid maximala kraftansträngningar som varar 5-6s. De vill säga att en tennisspelare skall koncentrera sig på att förbättra den alaktacida processen genom styrke och snabbhetsträning och att mindre fokus skall ligga på att förbättra den laktacida processens förmåga då det är ganska ovanligt att tennisspelare uppnår höga laktatvärden under matcher. Kovacs (2007) redovisar att laktatvärdena vid början av en match befann sig på 2,13 +- 0.32 mmol/L ökade sedan till 5,05 +- 1,04 mmol/L vid sjätte sidbytet för att sedan öka successivt mot matchens slut. När laktatvärdena stiger över 7-8 mmol/L börjar den tekniska och taktiska prestationen försämrans. Även om tennisspelare tar bara ca 15% av sin energi från de anaeroba laktacida processerna så är det viktigt att ha en god förmåga att snabbt göra sig av med och buffra mjölksyra i långa matcher och efter långa dueller. Det är även rimligt att anta att en större del av energin än 15% tas från laktacida processer under långa och tuffa matcher. Wilmore & Costill (2004) tar upp sambandet mellan aerob och anaerob förmåga och menar att en god aerob förmåga höjer laktattröskeln och kroppens förmåga att göra sig av med mjölksyra. En god buffringsförmåga medför att tröttheten infinner sig senare, de vill säga vid högre laktatvärden. Det går att koppla till det Tonkonogi (2007) benämner koordinationsuthållighet vilket innebär att man kan bibehålla en god teknik i uttröttat tillstånd. Tonkonogi (2008) definierar trötthet som oförmåga att bibehålla en viss arbetsintensitet. Tröttheten påverkar tekniken negativt genom att effektutvecklingen (W) avtar vilket leder till sämre fotarbete och lägre rackethastighet. Koordinationsuthållighet är även kopplad till styrkeuthållighet som är förmågan att under lång tid utföra rörelser med bibehållen styrkenivå.

Slutsatserna man kan dra av detta är att även om fokus hos en tennisspelare skall ligga på att vara snabba och utveckla hög effekt (W) vilket innebär träning av den alaktacida processen behöver de även träna den laktacida processen. Detta för att kunna buffra mjölksyra och bli koordinationsuthålliga och styrkeuthålliga vilket är särskilt viktigt i långa och tuffa matcher. Ett bra exempel på detta är 2008 års Wimbledonfinal som varade i över 4 timmar.

Eftersom alaktacid arbete är starkt kopplat till styrka och effekt (W) kommer jag att presentera de testvärden jag funnit i avsnitt 5.3. Nedan anger jag några värden på laktacid förmåga från en studie på 8 nationellt rankade collegespelare i NCAA Division 1.

- Wingate-peak (watt/kg) 10,62.
- Wingate-mean (watt/kg) 8,35.
- Wingate-minimum (watt/kg) 5,89.
- Push-ups 37,00st
- Sit-ups (1 min) 42,88st
- Spidersprint (s) 16.50.

(Kovacs, Pritchett, Wickwire, Matthew-Green & Bishop, 2007)

Skall också tilläggas att det är väldigt svårt att få ett exakt mått på den anaeroba förmågan vilket jag inte kommer att gå in närmare på i detta arbete.

5.3. STYRKA

Styrka definieras som att med hjälp av muskelkontraktion motstå eller övervinna en yttre kraft. Styrkan kan vidare delas upp i maximalstyrka, snabbstyrka och explosivstyrka. Maximalstyrka är förmågan att utveckla maximal kraft i en eller flera muskelgrupper. Ett mått på den maximala styrkan kan vara 1 RM (repetition maximum) Snabbstyrka är förmågan att utföra snabba rörelser mot ett litet eller inget motstånd och är kopplat till snabbhet. Explosivstyrka är musklernas förmåga att utveckla så hög kraft på så kort tid som möjligt i en viss rörelse. Mäts i effekt (W) och personer som kan uppnå högre effekt är andra är relativt sin kroppsvikt starkare. De råder ett samband mellan dessa olika former av styrka och alla är starkt kopplade till snabbhet och anaeroba alaktacida processer. (Tonkonogi, 2007)

Om vi tittar på tennis som består av upprepade maximala kraftansträngningar i form av snabba accelerationer på mellan 3-6m, snabba rotationer, kast och slagrörelser mot ett litet motstånd (racketen) så tyder det på att det råder ett samband mellan prestationen i tennis och explosivstyrka (W) samt snabbstyrka. Stone, Moir, Glaister & Sanders (2002) undersökte i en avhandling om det fanns en koppling mellan accelerationssnabba spelare i amerikansk fotboll och maximalstyrka. Undersökningen visade att de accelerationssnabba spelarna också hade högre värden på maximalstyrkan (1 RM) än de mindre accelerationssnabba. Sett till tennis där accelerationssnabbhet är av stor betydelse för prestationen kan vi dra slutsatsen att tennisspelare behöver vara starka maximalt för att kunna utveckla hög effekt (W) och därmed accelerera snabbt. I överkroppen där en tennisspelare jobbar mot ett litet motstånd (racketen) är snabbstyrkan avgörande vilket enligt mig och beprövad erfarenhet inte är lika starkt kopplat till maximalstyrka. Därför är kraven på maximalstyrka mindre i överkropp. Även viktigt att komma ihåg att tennis är en dynamisk idrott där kraft utvecklas under plyometriska förhållanden (snabba övergångar excentriskt och koncentriskt muskelarbete) med hjälp av stretch-shortening (SSC). Styrketräning skall därför i högsta möjliga grad syfta till att förbättra explosivstyrka och snabbstyrka under dessa förhållanden. I tabell 1 följer en sammanställning av de testresultat jag funnit som jag anser vara kopplade till styrka. Medicinbollskasten är utförda med 2 kg medicinboll, vertikalhopp med infrarött ljus och sprint med fotoceller. För utförliga beskrivningar av testerna hänvisar jag till de angivna källorna.

Tabell 1: Styrketestresultat för tennisspelare på elitnivå.

Explosivstyrka		Snabbstyrka	
Sprint 5 m		Medicinnboll över huvud	
USA College div. 1	1,07s	Australien AIS män	11,88m
Australien AIS män	1,08s	Australien VIS män	11,34m
Australien VIS män	1,08s	Medicinnboll bålrotation	Vänster arm
Sprint 10 m		Australien AIS män	16,25m
USA College div. 1	1,79s	Australien VIS män	15,40m
Australien AIS män	1,83s	Medicinnboll bålrotation	Höger arm
Australien VIS män	1,83s	Australien AIS män	16,68m
Vertikalhopp med armswing		Australien VIS män	15,49m
Australien AIS män	66,4cm	Maximalstyrka	
Australien VIS män	64,1cm	Gripen	
Stående längdhopp med armswing		USA College div. 1	
USA College div. 1	2,42m	Dominant hand	53,13kg
		Icke dominant hand	46,00kg

AIS=Australian institute of sport

VIS= Victorian institute of sport

Alla värden angivna som medelvärden

(Efter: Kovacs, Pritchett, Wickwire, Matthew-Green & Bishop, 2000; Gore, 2000)

5.4. TEKNIK

Definitionen på teknik som jag använder i detta arbete lyder enligt följande:

Teknik = En grenspecifik koordinerad rörelse-sekvens vars syfte är att utveckla kraft (F) med ett visst prestationsmål som är beroende av individuella mentala och fysiologiska förutsättningar kopplade till de fysiska delkapaciteterna uthållighet, rörlighet, styrka, snabbhet och koordination (främst anpassningsförmåga) där betydelsen av respektive delkapacitet är beroende av vilken rörelseuppgift man skall utföra och dess svårighetsgrad.

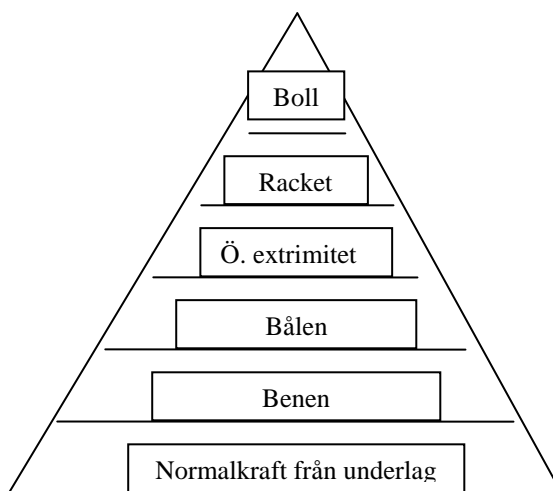
Prestationsmålet för tekniken i tennis är att med minsta möjliga kraftinsats (från muskler) skapa så hög effekt (W) som möjligt för att uppnå hög rackethastighet. (Elliott, Reid & Crespo, 2003) För att kunna utnyttja detta på ett funktionellt sätt måste spelaren befinna sig på "rätt ställe" vid rätt tidpunkt, (anticipation) reagera snabbt (reaktionssnabbhet) på stimuli vilket i tennis är bollen och slå slaget med god precision och ren träff i racketen. Dessutom måste spelaren ha förmåga att ta rätt beslut på kort tid. I en undersökning av Nielsen & Mcpherson (2001) fick de fram att professionella tennisspelare i match tar rätt beslut i 80% av alla situationer men att bara 51% av dessa slag klassificeras som hårda slag. De vill säga att även om en bra tekniks prestationsmål är att uppnå hög rackethastighet med minsta möjliga kraftinsats så är det inte lika med framgång om denna förmåga inte sätts in i det sammanhang som råder under tävling. Detta kräver situationanpassning vilket är spelarens förmåga att anpassa den grenspecifika rörelsesekvensen (t.ex. forehand eller backhandvolley) till miljöns krav. Exempel på olika krav i miljön kan vara höjden på bollen i förhållande till nätet, position i banan, väder, vind, underlag, typ av motståndare mm. (Eriksson & Hallgren, 2004)

Wirhed (1984) pratar i sin bok *Anatomi och rörelselära inom idrotten* om begreppen impuls och rörelsemängd. Detta grundar han på Newtons ekvation $Ft = mv$ där F = Kraft i newton (N), t = under vilken tid kraften utvecklades (s), m = massa (kg) och v = hastighet (m/s). En bra tennisteknik handlar i stort om att bygga upp en så stor rörelsemängd (kgm/s) som möjligt i racketen och sedan överföra denna rörelsemängd till den ankommande bollen i form av en impuls (Ns). Eftersom det råder ett samband mellan impuls och rörelsemängd kommer en större rörelsemängd i racketen att resultera i att den ankommande bollen påverkas av en större impuls och därmed får en högre hastighet enligt följande matematiska samband; $F \cdot \Delta t \text{ racket} = mv \text{ boll (efter kollision)} - mv \text{ boll. (innan kollision)}$ Med kollision menar jag racketens kollision med bollen. De vill säga att om vi vet med vilken kraftimpuls bollen påverkas, bollens massa och utgångshastighet så kan vi dra slutsatsen att bollens hastighet efter racketens påverkan kommer att vara högre om kraftimpulsen är stor och får verka under lång tid.

I Elliot, Reid & Crespo (2003) delar man upp rörelsemängden som tennisspelaren skapar i horisontell och vertikal rörelsemängd. Serve kräver generellt mera vertikal rörelsemängd (testa att slå en serve utan att böja knäna) medan ett grundslag i midjehöjd som slås med relativt lite skruv kräver mera horisontell rörelsemängd (kroppstyngden flyttas från bakre foten till den främre). Vid racketens kollision med bollen handlar det om att använda summan av den horisontala och den vertikala rörelsemängden som spelaren skapat och överföra denna till racketen för att skapa en så stor motriktad kraftimpuls (rackethastighet) på den ankommande bollen precis i träff ögonblicket vilket varar i 0,003-0,006s. (Kovacs, 2007)

Genom att flektera knäna och skjuta ifrån från underlaget skapar spelaren horisontell och vertikal rörelsemängd som förs över till bålen, vidare till överkroppen, till armen, handleden, racketen och till sist bollen. (Se figur 1)

I varje steg jobbar muskler från varje kroppsdel vilket innebär att en större och större rörelsemängd byggs upp. Detta kallas för muskelstegringsprincipen och om de olika sekvenserna samverkar på optimalt sätt kommer det generera hög rackethastighet. Eftersom benen och bålen är stora muskelgrupper så är dessa mycket avgörande för vilken rackethastighet spelaren kommer att uppnå. (Elliot, Reid & Crespo, 2003)



Figur 1: Muskelstegringsprincipen för tennis (Elliot, Reid & Crespo s 53, 2003)

Att utnyttja den rörelsemängd spelaren byggt upp i varje kroppsdel på optimalt sätt innebär att omvandla rörelsemängden till vinkelhastighet utifrån följande matematiska samband; $H = I \cdot \omega$ (H = impulsmoment eller spinn, I = tröghetsmoment och ω = vinkelhastighet) På så vis kommer spelaren att successivt accelerera varje kroppsdel utifrån muskelstegringsprincipen och uppnå maximal hastighet på racketen i träffögonblicket. (Wirhed, 1984 ; aa.)



Figur 2: Tre olika spelare på ATP och WTA-touren som genom att minska tröghetsmoment i träff skapar högre rackethastighet. (<http://www.tennismindgame.com/tennis-technique.html>)

Med denna teoribakgrund kan vi dra slutsatsen att hög vinkelhastighet uppnås om tröghetsmomentet minskas. I figur 2 kan vi se hur alla tre spelare har minskat sitt tröghetsmoment för att öka rackethastigheten i träffen. Armarna flekterade och nära intill kroppen, jämför med en konståkare som gör en piruett. I figur 3 ser vi hur spelaren bygger upp en stor rörelsemängd i början av slaget genom att flektera benen för att utnyttja normalkraften (F_n) från underlaget. Vi ser också att tröghetsmomentet är stort i den vänstra bilden för att sedan minskas i den högra bilden då spelaren träffar bollen.

Avslutningsvis kan vi säga att en tennisspelare med god teknik har lärt sig att utnyttja principerna för muskelstegring och tröghetsmoment på ett effektivt sätt för att skapa hög rackethastighet. I en serve kan rackethastigheten uppgå till 145km/h (Tanabe & Ito, 2007) vilket innebär mycket höga vinkelhastigheter i bål, armbågsled och handled. Även i grundslagen är det höga vinkelhastigheter som är avgörande för racket hastigheten men då mera i höftled, bål och handled. Med tanke på att tennis är en dynamisk sport som ställer stora krav på situationsanpassning är det svårt att ange några exakta vinklar i leder vid olika faser i utförandet av ett tennisslag. Dessutom kommer spelare A sätt att utnyttja principerna för muskelstegring och tröghetsmoment inte vara exakt lika som för spelare B. Jämför vinklarna på armbågslederna (figur 2 och 3) hos de olika tennisspelarna i träffögonblicket. Genom att förbättra de fysiska delkapaciteterna på ett för tennis så fördelaktigt sätt som möjligt kan spelaren ytterligare höga sin prestationsnivå (se nästa sida)

- Förbättra sin koordinativa förmåga vilket ytterligare optimerar tekniken och därmed också rackethastigheten samt snabbheten på banan.
- Sin aeroba och anaeroba förmåga för att kunna utföra många maximala kraftprestationer.
- Sin styrka/snabbhet för att accelerera racketen och förflytta sig på tennisbanan
- Sin rörlighet för att utnyttja elastisk energi (främst i höfter, bål och axelled)
- Dessutom förbättra sin taktik/speluppfattning för att använda dessa förmågor på ett optimalt sätt i en tennismatch.



Figur 3: Stort tröghetsmoment vs litet tröghetsmoment
<http://www.revolutionarytennis.com/apply8.html>

I tabell 1 presenterar jag några viktiga generella data gällande teknik tagna från studier på spelare på elitnivå. För beskrivning av de olika faserna i tennisslagen se avsnitt 8.4.2.

Tabell 2: Data på teknik för tennis

Serve

Knäflektion i förberedelsefas: $110^\circ \pm 10^\circ$
 Maximal utåttrotation i axelled i slagfas: $165^\circ \pm 10^\circ$
 Vinkel mellan överarm och bål i träff-fas $100^\circ \pm 10^\circ$
 Bollträffpunkt: Precis framför eller 0,2m till vänster om främre fot. Sett bakifrån på högerhänt spelare

Forehand toppspinn

Bålrotation i förberedelsefas: $110^\circ \pm 10^\circ$
 Bålrotation i träff-fas: $10^\circ \pm 20^\circ$ beroende av grepp
 Racketbana: tidig slagfas 20° till 50° vid träff-fas $\pm 10^\circ$
 Racketvinkel i träff-fas: $90^\circ - 5^\circ$

(Efter: Elliot, Reid & Crespo, 2003)

Forehand volley

Splitstep eller inte
 Knäflektion vid volley i bröst höjd: $135^\circ \pm 10^\circ$
 Axelrotation från slagfas till träff-fas: $50^\circ \pm 10^\circ$
 Stabil handled i träff-fas förutom vid stoppvolley
 Bollträffen sker precis innan landning på främre ben

Backhand toppspinn

Racketrotation från utgångsställning till början av slagfas: $200^\circ \pm 20^\circ$ (beroende av grepp)
 Racketvinkel i träff-fas: $90^\circ \pm 5^\circ$

5.5. RÖRLIGHET

Rörlighet definieras som förmågan att utföra rörelser med stor amplitud (Tonkonogi, 2007). Utifrån de krav jag beskrev under teknikavsnittet om att kunna rotera höften och bålen för att skapa rackethastighet samt att kunna utåt rotera i axelled drar jag slutsatsen att det är viktigt att rörlighetsträna dessa leder. Wirhed (2003) tog under en föreläsning upp begreppen hypermobilitet och normalrörlighet. Utifrån sin kunskap i biomekanik menade han att en viss hypermobilitet i axelled är prestationshöjande därför att racketen då kan accelereras under längre tid från tidig slagfas till träff-fas. I övriga leder räcker det med ledrörlighet jämförbar med "normalpopulationen".

I tabell 2 ser vi också att ATP-spelares maximala utåttrotation i slagfasen är $165^\circ \pm 10^\circ$. En undersökning på 20 professionella tennisspelare visade att den dominanta armens inåttrotation är mindre jämfört med dominanta armens utåttrotation som är större. I den icke-dominanta

armen är skillnaden mellan inåt och utåt rotation mindre. (Schmidt-Wiethoff, Rapp, Mauch, Schneider, Appell, 2004) Ellenbecker, Ellenbecker, Roctert, Teixeira-Silva, Keuter & Sperling (2007) undersökte om det gick att finna några signifikanta skillnader mellan inåt och utåt rotation i höfterna hos 64 manliga elittennisspelare. De fanns skillnader i 15% av fallen för inåtrotsrotation och i 9% av fallen för utåtrotsrotation mellan den dominanta (forehand och serve sidan) och icke-dominanta sidan (backhand). Sett till värdena i tabell 3 verkar det som att tennisspelare är hypermobila i utåtrotsrotation i den dominanta armen och orörliga i inåtrotsrotation i samma arm. För rörlighet i höfterna verkar det inte finns några signifikanta skillnader mellan dominanta och icke-dominanta sidan. För bålen saknar jag data.

Eftersom tennis är en dynamisk idrott med många inslag av stretch-shortening (SSC) menar jag att rörlighetsträning med dynamiska/balistiska töjningar är att föredra. Spelar man tennis med avslappnad teknik innebär själva spelet att man ”töjer ut” muskulaturen vid förspänningen i början av slagfasen. Säkerligen finns det speciellt utformade rörlighetsövningar för att höja prestationen hos tennisspelare men det faller utanför detta arbetsområde.

Tabell 3: Värden från två undersökningar på rörlighet hos elittennisspelare.

Inåtrotsrotation axelled	Utåtrotsrotation axelled	Inåtrotsrotation höft	Utåtrotsrotation höft
D medel: 43,8°	D medel: 89,1°	D: 27° ± 9,8	D: 37° ± 9,3
D max: 66,9°	D max: 126,5°	I: 26° ± 8,2	I: 36° ± 9,3
D min: 18,8°	D min: 68,4°		
I medel: 60,8°	I medel: 81,2°		ROM I: 64° ± 14,1
I max: 75,4°	I max: 100,2°		ROM D: 62° ± 14,2
I min: 46,6°	I min: 53,6°		
	ROM I: 142,9	I = Icke dominant	
	ROM D: 132,9	D = Dominant	

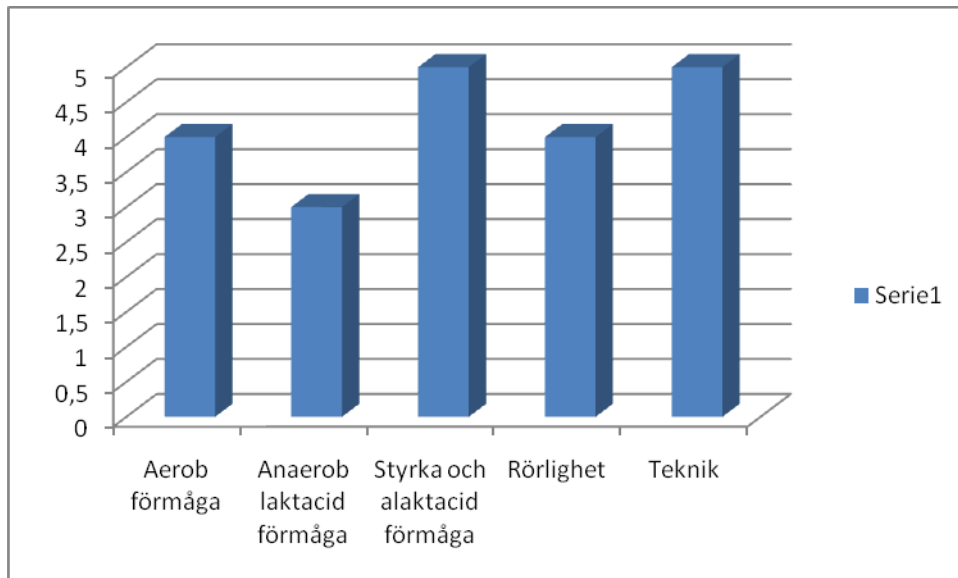
(Efter: Schmidt-Wiethoff, Rapp, Mauch, Schneider, Appell, 2004; Ellenbecker, Ellenbecker, Roctert, Teixeira-Silva, Keuter & Sperling, 2007)

6. DISKUSSION DEL 1

Utifrån de resultat jag presenterat under avsnitt 5 skattas betydelsen av de olika delkapaciteternas betydelse för prestationen i tennis. I figur 4 ser vi att de delkapaciteter som är av störst betydelse för tennis är styrka (framförallt explosiv styrka som är starkt kopplad till alaktacid förmåga) och teknik. Eftersom tennis är en finmotorisk sport med många komplicerade rörelse-sekvenser som skall utföras i varierande miljöer under höga krav på effektutveckling (W) och koordination är det naturligt att dessa kapaciteter skall skattas högst (Kovacs, 2007; Elliot, Reid & Crespo, 2003; Eriksson & Hallgren, 2004)

Om styrka och teknik är avgörande för prestationen i tennis är aerob förmåga och rörlighet också mycket viktiga delkapaciteter för att kunna prestera högklassig tennis. Den aeroba förmågan syftar till att återhämta kroppen i vilopauser vilket Renström (2002) och Kovacs (2004) bekräftar. Rörligheten i höftled och axelled är av stor betydelse för att generera hög rackethastighet och kunna alstra elastisk energi. (Schmidt-Wiethoff, Rapp, Mauch, Schneider,

Appell, 2004; Ellenbecker, Ellenbecker, Roctert, Teixeira-Silva, Keuter & Sperling, 2007; Elliot, Reid & Crespo, 2003) Den anaeroba laktacida förmågan är också viktig även om tennisspelare inte uppnår några skyhöga laktatvärden. Saknas förmågan att buffra mjölksyra kan spelare i långa och tuffa matcher tappa tekniken. (Kovacs, 2007; Tonkonogi, 2007)



Figur 4: Skattning av de olika fysiska delkapaciteternas betydelse för prestationen i tennis på en skala 1-5. 1=Oviktig 2=Mindre viktig 3=Viktig 4= Mycket viktig 5=Avgörande för prestationen

7. DEL 2 KAPACITETSANALYS

BAKGRUND VILKA TESTER HAR GENOMFÖRTS

I Sverige har tester inom tennis haft lite plats och det har ofta saknats referensvärden samt varit oklart vad syftet med testerna varit. I Sv. tennisförbundets utbildningsmaterial från år 2000 beskriver man till exempel olika former av "idioten" som snabbhetstest då de egentligen är förmåga att utveckla/bibehålla effekt (anaerob förmåga) och rörelsemönster (koordination) på banan som testas. Många tränare har plockat olika tester som de själva genomfört eller från olika böcker och det har inte funnits några riktlinjer från förbundet på vilka tester som är relevanta för vår idrott. Det har saknats och saknas fortfarande ett enhetligt grenspecifikt testbatteri som testar de olika fysiska delkapaciteterna med referensvärden för olika åldersgrupper. I min informationssökning på området fann jag att det genomförs tester på klubbnivå, på idrottsgymnasierna och på förbunds nivå. Team Stockholm plockar de elitsatsande juniorerna från klubbarna i stockholmsregionen och genomför tester på Bosön. I tabell 4 nedan ger jag läsaren en översikt på de tester som används, på vilken nivå de används samt vilken fysisk delkapacitet de testas. Testerna beskrivs sedan mera ingående under resultatdelen avsnitt 8.1.-8-5. då jag också presenterar en del testresultat.

Tabell 4: Tester på klubbnivå, idrottsgymnasier, förbunds nivå och Team Stockholm.

Test	På vilken nivå	Huvudsakligt syfte	Ålder
Wilsontestet	Främst klubbnivå	Anaerob och koordination	alla
Spidersprint	Idrottsgymnasier, klubb	Anaerob och koordination	alla
Sit-ups	Idrottsgymnasier, klubb	Styrkeuthållighet	alla
Push-ups	Idrottsgymnasier, klubb, team s.	Styrkeuthållighet	alla
20-yard dash	Idrottsgymnasier	Accelerationssnabbhet	alla
Sideways shuffle	Idrottsgymnasier	Snabbhet i sidled	alla
Hexagon	Idrottsgymnasier, klubb	Koordination	alla
Vertikalhopp med armswing	Idrottsgymnasier, klubb, förbund	Explosivstyrka (W)	alla
Sit and reach	Idrottsgymnasier, klubb, förbund	Rörlighet	alla
Löpning 2400m	Idrottsgymnasier	Aerob förmåga	alla
Bänkpress	Team Stockholm	Styrkeuthållighet	14år→
Gripen höger/vänster	Team Stockholm	Maximalstyrka	15år→
Chins	Team Stockholm, förbund	Maximal/styrkeuthållighet	15år→
Dips	Team Stockholm, förbund	Maximal/styrkeuthållighet	15år→
Brutalbänk	Team Stockholm, förbund	Styrkeuthållighet	alla
Harres	Team Stockholm	Anaerob och koordination	alla
Squat-jump	Team Stockholm	Explosivstyrka (W)	alla
Countermovement jump	Team Stockholm	Explosivstyrka (W)	alla
Countermovement jump (a)	Team Stockholm	Explosivstyrka (W)	alla
5m acceleration	Team Stockholm, förbund	Accelerationssnabbhet	alla
10m acceleration	Team Stockholm, förbund	Accelerationssnabbhet	alla
20m acceleration	Team Stockholm, förbund	Accelerationssnabbhet	alla
Cooper 2000/3000m	Team Stockholm, förbund (3000m)	Aerob förmåga	12-14år
150m kon-test 2gångar	Team Stockholm	Anaerob förmåga	15år→
VO2max test	Förbund	Aerob förmåga	alla
Stående längdhopp, (a)	Förbund	Explosivstyrka (W)	alla
5st jämfotahopp på rad	Förbund	Explosivstyrka (W)	alla
Beepetestet	Idrottsgymnasier, klubb	Aerob förmåga	alla
Maximala enbenshopp h v.	Förbund	Explosivstyrka koordination	alla
Sidledshopp ett ben 30s	Förbund	Styrkeuthållighet	alla
Inåttrotation spelarm	Förbund	Rörlighet	alla
Sittande rotation	Förbund	Rörlighet	alla
Deep squat	Förbund	Rörlighet	alla
Hamstrings	Förbund	Rörlighet	alla

(Efter: <http://www.tennisstockholm.se/Default.aspx?tabid=141>;
<http://www.tennisgymnasiet.se/pdf/fystester.htm>; Johansson, 2008; Palmer, 2008)

8. RESULTAT KAPACITETSANALYS

Vid genomförande av fysiologiska tester för alla idrotter är det viktigt att tänka på följande saker:

- 1) Testen skall vara relevant för idrotten
 - 2) Testen skall vara specifik för idrotten
 - 3) Testen skall ha hög validitet
 - 4) Testen skall ha en hög precision och reliabilitet
 - 5) Testerna skall genomföras under standardiserade förhållanden
 - 6) Resultat som erhålles skall vara lätta att förstå och gå att omsätta i praktiken
 - 7) Etiska överväganden och tydlig information
- (Gore, 2000)

Av de tester som genomförts i Sverige där jag fått ta del av resultaten så är det förbundets tester som bäst uppfyller kriterierna ovan även om informationen om testernas genomförande är delvis otydlig. Johansson (2008) presenterar testbatteriet i sin rapport som gjorts på uppdrag av SOK och som har sin utgångspunkt i fysprofilen. Han visar där att han i stort tagit hänsyn till kriterierna ovan och Stripple (2008) framhäver särskilt vikten av att testerna ska vara relevanta, specifika och att resultaten som erhålles ska vara lätta att förstå och gå att omsätta i praktiken. Detta möjliggörs i genomförandet av så kallade "Base Camps". Dessa "Base Camps" ska icke förväxlas med testtillfällena som ligger till grund för resultaten i rapporten.

Landslagsjuniorerna har under förbundets ledning under perioden januari 2007 – maj 2008 genomfört 3 stycken testomgångar. Totalt har 83 stycken spelare deltagit, 43 pojkar och 40 flickor i åldrarna 1985-1997. En testomgång ser ut enligt följande:

08:00

- Registrering av längd och vikt samt standardiserad uppvärmning inför testerna

08:30

- VO₂max/Cooper test 3000 meter

13:00

- Sprinttester 5, 10, 20 meter

13:45

- 1 jämfotahopp max med armsving
- 1 jämfotahopp max vänster/höger ben
- Vertikalhopp
- 5 jämfotahopp
- Sidledshopp ett ben

15:15

- Chins
- Bänkpress/push-ups
- Dips

- Brutalbänken

På klubbnivå och på idrottsgymnasierna finns inga testresultat samt hur testomgångarna har genomförts publicerat. Idrottsgymnasierna har skapat ett testprotokoll med utgångspunkt från fysprofilen och på (<http://www.tennisgymnasiet.se/pdf/fystester.htm>) kan man läsa mer om deras testupplägg.

Team Stockholm genomför sina tester på Bosön med kunnig personal och testresultaten finns publicerade på deras hemsida. Däremot finns inget publicerat om hur testomgångarna har genomförts mer än att det börjat med att väga och mäta testdeltagarna. Vid studiebesök på Bosön tisdagen den 4 november 2008 presenterades deras helhetsupplägg för fysiologiska tester vilket är:

- Planering, genomförande av tester
- För utvärdering av genomförd och kommande träning
- Resultatsammanställning och analys av data
- Tolkning och rådgivning till tränare och aktiva
- Uppföljning

Utifrån detta finns det stora belägg för att testerna Team Stockholm genomfört på Bosön fyller kriterierna som Gore (2000) tar upp men jag har ännu inte fått tag på någon ansvarig som kan intyga detta.

Testernas reliabilitet, validitet, relevans och specificitet går alltid att ifrågasättas och jag kommer under avsnitt 9 att diskutera dessa frågor.

8.1. AEROB FÖRMÅGA

8.1.1. Vilka tester, dess syfte och hur de genomförs

1) VO₂max test. Syfte att mäta den maximala syreupptagningsförmågan i ml/min/kg. Testen genomförs för tennis på löpband och syreupptag mäts med hjälp av mätutrustning.

2) Coopertest 2000/3000m. Samma syfte som ovanstående men skillnaden är att man med hjälp av en tabell får ett skattat värde på VO₂max baserad på ålder och löptid.

3) Beepetest. Mäter VO₂max där start och stopp i löpningen involveras. Avståndet mellan vändpunkterna är konstant men intensiteten ökas med hjälp av att tiden minskas. När man inte hinner till vändpunkten innan "Beepet" så har man nått sitt VO₂max. Man får då ett värde och utifrån det skattas VO₂max.

4) Löpning 2400/5000m. Test som kan ge en indikation om en adepts VO₂max men som inte är standardiserade. Används i träningssyfte.

8.1.2. Testresultat aerob förmåga samt jämförelse med kravanalys

De tester som genomförts på aerob förmåga där resultat har publicerats är VO₂max test och Coopertest. (se tabell 5) Förbundet genomför VO₂max test på löpband och Coopertest 3000m. Team Stockholm genomför Coopertest för 2000m för 12-14år och Coopertest 3000m för 15-16år. Löpning 5000m används på klubbnivå främst i träningssyfte och på idrottsgymnasierna används löpning 2400m (1,5mile) som uthållighetstest. Inga värden finns publicerade på dessa tester.

Tabell 5: Testresultat aerob förmåga.

Testdeltagare	VO ₂ max test	Coopertest 3000m	Coopertest 2000m
Förbund, juniorer	Killar, tjejer	Killar, tjejer	
Födda 1985-1997	59,35 (46,3-65,78)	13,03min (10,63-14,96)	
Team Stockholm			
Pojkar 12 år			Medel 07,46min
Pojkar 13 år			Medel 07,50min
Pojkar 14 år		Medel 11,58min	
Flickor 12 år			Medel 08,50min
Flickor 13 år			Medel 08,10min
Flickor 14 år		Medel 14,03min	

(Efter: <http://www.tennisstockholm.se/Default.aspx?tabid=244>; Johansson, 2008)

De resultat vi kan jämföra med kravanalysen är VO₂max och som vi ser ligger värdena mellan 46,3-65,78 mL/min/kg vilket går att jämföra med Kovacs (2007) 44-69mL/min/kg och Gore (2000) 50-65mL/min/kg. Slutsatsen är att de svenska elitjuniorerna ligger bra till på aerob kapacitet om man ser till VO₂max testerna på löpband med mätutrustning.

8.2. ANAEROB FÖRMÅGA

8.2.1. Vilka tester, dess syfte och hur de genomförs

1) Wilsontestet. Fyra olika tester där spelaren får ett mått på kvaliteten på sitt rörelsemönster på banan (koordination) och den anaeroba kapacitetens alaktacida och laktacida del. För mer detaljerad beskrivning se Elfgaard, Frobell, Heimklo, Jonsson & Olsson (2000 s 120)

2) Spidersprint. Placera ut fem bollar på tennisbanan enligt följande: v. singellinje/baslinje kryss; v. singellinje/servlinje kryss; servelinje/mittlinje kryss; h. singellinje/servelinje kryss; h. singellinje baslinje kryss). Starten sker från mittmärket och en boll i taget hämtas in i medsols ordning och läggs ner bakom start- och målplatsen på en tennisracket. Test av koordination och anaeroba kapacitetens alaktacida och laktacida del.

3) Harres test. Känt test som används flitigt i fysprofilen. Testar samma delkapaciteter som testerna ovan. För mer detaljerad beskrivning se (<http://www.webforum.nu/printthread.php?t=152775>)

4) 150meterstest. Syfte att mäta den totala anaeroba kapaciteten. Sex koner placeras ut med 5 meters avstånd mellan varje kon. Adepten startar vid kon 1 och skall därefter runda kon 2 och springa tillbaka till kon 1 och därefter runda kon 3 och springa tillbaka och så vidare. Testet pågår mellan 30-40 s och påminner därmed om Wingate testet.

8.2.2. Testresultat anaerob förmåga samt jämförelse med kravanalys

För de tre första testerna finns inga värden publicerade och de används främst på idrottsgymnasierna samt klubbnivå. 150 meterstestet har använts av Team Stockholm 15-16 åriga killar/tjejer och följande medeltider erhöles på två försök med okänd vilotid:

- Killar 15år Försök 1: 34,2s Försök 2: 37,0s
- Tjejer 15 år Försök 1: 38,8s Försök 2: 39,0s
- Killar 16 år Försök 1: 34,7s Försök 2: 37,0s
- Tjejer 16 år Försök 1: 38,1s Försök 2: 38,2s

(<http://www.tennisstockholm.se/Default.aspx?tabid=244>)

Svårt att dra några slutsatser genom att jämföra med Wingate resultaten på College spelarna i division 1 eftersom det är två olika tester med olika utförande även om syftet är detsamma. Dock skulle forskning kunna genomföras för att finna samband.

8.3. STYRKA

8.3.1. Vilka tester, dess syfte och hur de genomförs

Ett 20 tal tester har genomförts varav 12 av dessa har mätt förmågan att utveckla kraft över tid (W). 5 tester mäter styrkeuthållighet och 2 tester maximal eller styrkeuthållighet beroende av antal reps och 1 test maximalstyrka i handen. Styrkeuthållighet hör egentligen till anaerob laktacid förmåga men i Sverige verkar de placeras under styrka. Jag kommer nedan kort att presentera de tester där det finns jämförelsevärden från kravanalysen. För mera detaljerade förklaringar och förklaring av övriga tester hänvisar jag till Team Stockholms hemsida (<http://www.tennisstockholm.se/Default.aspx?tabid=141>) och fysansvarige Fredrik Johansson då vissa tester inte förklaras ingående i hans rapport.

1) Vertikalhopp/Countermovement med armswing. Syftet är att mäta explosivstyrkan (W). Testet innebär att adepten från stående position flekterar i knäled och gör ett maximalt upphopp med armswing. Felkällorna kan här vara stora beroende av om hoppet mäts manuellt eller med hjälp av infraröd matta. Även när mattan används är det viktigt att landningen standardiserats. Förbundet har mätt manuellt och Team Stockholm okänd mätmetod.

2) Stående längdhopp med armswing. Samma syfte som vertikalhopp med skillnaden att man mäter den horisontella förflyttningen istället för den vertikala. Mäts manuellt

3) Sprinttest 5 och 10 meter. Syftet är att mäta accelerationssnabbheten på kort sträcka. Genomförs med fotoceller för att få så exakt tid som möjligt. Startar från stillastående position.

4) Gripen. Med hjälp av en handdynamometer mäts den maximala styrkan i handfleksion.

8.3.2. Testresultat styrka samt jämförelse med kravanalys

Tabell 6: Testresultat styrka

Testdeltagare	Vertikalhopp	S. Längdhopp	Sprint 5m	Sprint 10m	Gripen
Förbund, junior	Killar, tjejer	Killar, tjejer			Kg H/ V
Födda 1985-1997	37,07cm (26-54,5)	2,02m (1,40-2,47)			
Team Stockholm					
Pojkar 12 år			1,1s	1,92s	
Pojkar 13 år			1,07s	1,91s	
Pojkar 14 år			1,0s	1,9s	
Pojkar 15 år	37,4cm		0,99s	1,76s	41 39
Pojkar 16 år	37,6cm		1,05s	1,81s	45 46
Flickor 12 år			1,12s	1,99s	
Flickor 13 år			1,07s	1,89s	
Flickor 14 år			1,0s	1,81s	
Flickor 15 år	34,0cm		1,06s	1,86s	35 45
Flickor 16 år			1,15s	2,00s	29 29

(Efter: <http://www.tennisstockholm.se/Default.aspx?tabid=244>; Johansson, 2008)

Om vi jämför testresultaten på vertikalhopp, stående längdhopp och gripen med tabell 1 ser vi att våra juniorer ligger ganska långt efter den vuxna eliten. Det ser jag som ganska naturligt och det skulle naturligtvis var mer intressant att jämföra med junioreliten runt om i världen. Däremot verkar skillnaden på sprint 5 och 10m inte vara så stor. Kan ha att göra med bristfällig standardisering av test och mätutrustning, samt att testresultaten från Kovacs, Pritchett, Wickwire, Matthew-Green & Bishop (2000) och Gore (2000) är gjorda på college spelare och inte den yppersta eliten.

8.4. TEKNIK

8.4.1. Vilka tester, dess syfte och hur de genomförs

På delkapaciteten teknik finns det inga tester publicerade i Sverige. Troligtvis på grund av att det är svårt att mäta vad som är bra funktionell teknik. Däremot finns det ett mycket bra utbildningsmaterial med boken *Tennisteknik* av Larsson (2001) i spetsen.

I klubbarna jag varit involverad använder man sig inte systematiskt av rörelseanalysprogram som Dartfish och Cswing, främst beroende av brist på tid och resurser. Vid intervju med Palmer (2008) i SALK, som är en elitsatsande klubb, nämnde han heller inget om några tekniktester. Det jag vet är att rörelseanalys används i pedagogiskt syfte runt om i klubbarna i landet. Förbundet använder Cswing i många sammanhang och även i utbildningen av sina spelare. Dessutom finns det ett material som Svenska tennisförbundet tagit fram som heter Grand Slam tennismärken. De går att jämföra med simningens simborgarmärken. Är baserat på de fyra olika Grand Slam turneringarna och det finns fem olika nivåer. Syftet är att juniorer i åldrarna 9-13 år skall inspireras att utveckla sin teknik och det får genomgå ett antal grundmotoriska och tennisteknik tester. Jag själv har använt detta material flitigt under mina år som tränare och har fått mycket positiv respons från elever och föräldrar.

8.4.2. Rörelseanalys

Eftersom det inte finns några tester finns det naturligtvis inte heller några resultat publicerade. Därför har jag valt att under detta avsnitt presentera bildserier för serve, forehand och tvåhandsbackhand. Serierna utgår ifrån slagens olika faser vilka är förberedelse, slag, träff och avslutningsfas. Grundläggande är principerna om situationsanpassning och utnyttjande av rörelsemängd genom muskelstegring i kombination med tröghetsmoment som presenterades under avsnitt 5.4.



1. Vikt på bakre benet.

2. Axeldiagonal tippas bakåt. Böj knän och fram med höft.

3. Tryck ifrån med bena och påbörja kaströrelse.

4. Genomför kaströrelse accelerera racket genom att minska tröghetsm.

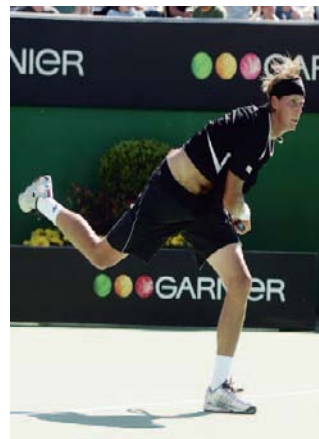
Förberedelsefas bild 1 och 2

Slagfas bild 3 och 4



5. Maximal rackethastighet träff något framför kroppen.

Träff-fas bild 5



6. Öka tröghetsmoment för att bromsa rörelsen.

Avslutningsfas bild 6



1. Tidig sidvridning.

2. Stort tröghetsmoment
Tyngden på bakre benet.

3. Trycker ifrån med bakre benet
Höften börjar roteras framåt.

Förberedelsefas bild 1 och 2

Slagfas bild 3



4. Maximal rackethastighet och
litet tröghetsmoment.

5. Fortsätt rotera och racketen
fortsätter sin bana framåt uppåt.

6. Tyngdpunkten helt överflyttad till
främre fot och bromsa rörelse.

Träff-fas bild 4

Avslutningsfas bild 5 och 6



1. Tidig förberedelse

2. Axel och höft mot nätet
och fötterna brett isär

3. Snabba rotation och
muskelstegring ger effekt

4. Fullfölj swingen

Förberedelsefas bild 1

Slagfas bild 2

Träff-fas bild 3

Avslutningsfas bild 4

Figur 5: Teknikanalys Serve, Forehand och Tvåhandsbackhand.

(Efter: <http://www.tennis.se/files/{B389A7AA-6B48-4E23-B84D-ED099E7A9763}.pdf>)

8.5. RÖRLIGHET

8.5.1. Vilka tester, dess syfte och hur de genomförs

De som utfört tester på rörlighet är främst förbundet. Dock saknas det förklaringar i Johansson (2008) på vad testerna mäter och hur testerna genomförs. Tennisgymnasierna genomför sitt and reach test och på klubbnivå verkar det inte som rörlighetstester utförs i någon större skala. I de klubbar jag varit involverad är det i sådana fall sitt and reach som utförts.

1) Sit and reach. Ett rörlighetstest där adepten i sittande ställning, med raka ben försöker att sträcka sig framåt så långt som möjligt. När man fötterna blir resultat 0cm, när man längre än till fötterna blir värdet t.ex. +5 och när man inte fötterna blir värdet t.ex. -7. Syfte att mäta rörlighet i rygg, muskler på baksida lår och vadmuskler.

2) Inåttrotation spelarmen. Syfte att mäta rörligheten i axelleden. Saknas information om hur testet genomförs.

3) Deep squat. Troligtvis knäböj med trästav över huvud. Syfte att mäta den aktiva rörligheten i baksida lår och vaderna. Förklaring saknas

4) Sittande rotation. Troligtvis bålrotation med syfte att mäta rörlighet i bålen

5) Hamstrings. Troligtvis att mäta rörlighet i hamstrings. Syfte och förklaring saknas.

8.5.2. Testresultat rörlighet samt jämförelse med kravanalys

Inga resultat finns här publicerade vilket visar att det troligtvis är ett outforskat område i Sverige där det krävs mycket arbete för att ta fram referensvärden. En möjlighet är ju att använda de referensvärden som jag presenterat under avsnitt 5.5. som jämförelse vid testning i Sverige.

9. DISKUSSION DEL 2

Helhetsuppfattningen av den testverksamhet som genomförs i Sverige på tennisspelare är att det finns mycket som kan förbättras angående testernas reliabilitet och validitet. Framförallt tyder publikationen av testerna på att det saknas tydliga ramar för hur testerna skall standardiseras och hur de ska publiceras. Det är troligtvis brist på tid och resurser som är orsaken till den bristfälliga publikationen. Johansson (2008) visar dock att det inom förbundet finns en strategi för att systematiskt bygga upp en "bank" av testvärden som kan användas som referens i framtiden. Nedan går jag igenom, delkapacitet för delkapacitet, de olika testernas specificitet och relevans för tennis.

Aerob förmåga. VO₂max test på löpband är på grund av dess höga reliabilitet och validitet ett relevant test för tennisspelare. Dock skulle testet kunna göras mer specifikt. Ett exempel på det kunde vara att använda sig av ett mobilt system där start/stopp involveras i löpningen och hänsyn tas till förhållandet mellan vila/ansträngning. Krävs dock mycket forskning för att ta fram ett sådant test. Beepetestet är därför enligt mig ett mera realistiskt alternativ för att göra

testet mer tennisspecifikt. Coopertestet och tester på 2400m och 5000m är bra som allmänna tester på den aeroba förmågan och en ”sporre” för juniorer i klubbarna att förbättra sin uthållighet. Bra att ha som rutin att använda pulsklocka.

Anaerob förmåga. Wilsontestet och Spidersprint är ett bra pedagogiskt instrument. Testet är tennisspecifikt samt en ”sporre” för juniorer på klubbnivå att förbättra sitt rörelsemönster i kombination med den anaeroba (främst laktacid) förmågan på banan. Dock har dess syfte misstolkas och många tränare tror att det är ett snabbhetsstest. Tveksamt om det ska användas på alla åldrar, mer relevant att testa koordination/teknik med mindre laktacida inslag i 10-12års åldern. Harres test är erkänt test som är relevant för tennis då det förutom anaerob förmåga mäter rörlighet och koordination. 150 meterstestet är enligt mig bättre att byta ut mot Wilsontestet då detta är mer tennisspecifikt och det därför är viktigare att skapa referensdata på detta test som då skulle kunna används på ett bättre sätt ute i klubbarna.

Styrka. Många tester används på området styrka och de flesta mäter explosivstyrka (W) vilket är bra då denna förmåga är högst relevant för tennis. Dock saknar jag tester på snabbstyrka som kast med medicinboll och kast med liten boll. Till de mest relevanta testerna hör accelerationstesterna på 5, 10m och vertikalthopp samt stående längdhopp med armswing. Detta för att man jobbar mycket med korta löpningar samt vertikal och horisontalarbete i tennis. Säkerligen går det att göra dessa tester mer specifika men då saknas det genast referensvärden och mycket forskning krävs för att utforma testerna. Gripen fyller ett syfte eftersom det råder ett samband mellan maximalstyrka och effektutveckling. På 17-18åriga juniorer och seniorer skulle det vara relevant med fler tester på maximalstyrka.

Teknik. Ett ännu outforskat område där det säkerligen finns mycket som kan göras. Med dagens rörelseanalysteknik finns det stora förutsättningar att utforma standardiserade tennisteknikspecifika tester som mäter rackethastighet, vinkelhastighet och vissa medelvinklar vid kritiska punkter i de olika slagfaserna. Med enklare medel skulle det även gå att utforma olika precisionstester. Grand Slam Märkena är en bra start på utformandet av tekniktester.

Rörlighet. Finns en hel del forskning på ROM i axelled och höftled för tennis vilket skulle kunna användas som referensvärden då det saknas i Sverige. Sit and reach testet känns lite O-relevant då det saknar reliabilitet såväl som validitet. Utåtrotation i axelled känns mer relevant att mäta än inåtrotation i axelled då utåtrotation ofta är en begränsande faktor för att kunna serva hårt. De andra tre testerna saknas det för mycket information om för att kunna dra några slutsatser.

10. FORTSATT FORSKNING

Finns mycket forskning gjord på tennis i utlandet. Det som saknas är att tillämpa forskningen som ett medel för att utveckla tennisspecifika tester med referensvärden. Detta beror på att många elitpelare inte vill avslöja sina testvärden. Ett kontroversiellt förslag kunde vara att besluta att alla på topp 100 listan på ATP och topp 50 på ITF juniorränkning ska testas en gång per år på tennisspecifika standardiserade tester och att deras resultat skall publiceras som ett medelvärde. Detta kan sedan användas av de olika länderna för att utforma sina testbatterier och leda till utveckling av sporten.

11. KÄLL OCH LITTERATURFÖRTECKNING

Vetenskapliga böcker, tidskrifter och originalrapporter.

- Todd S. Ellenbecker, Gail M. Ellenbecker, E. Paul Roetert, Rogerio Teixeira-Silva, Greg Keuter & Fabio Sperling (2007) Descriptive profile of hip rotation range of motion in elite tennis players and professional baseball pitchers, *American Journal of Sports-medicine*; 35: sid.1371.
- Bruce Elliot, Machar Reid & Miguel Crespo (2003) *Biomechanics of advanced tennis*, International tennis federation, Spain.
- Niklas Eriksson & Frej Hallgren (2004) *Tränarens syn på teknik: En studie inom golf och tennis*, Högskolan Dalarna.
- Christopher John Gore (2000) *Physiological tests for elite athletes*, Human Kinetics, United States of America.
- Fredrik Johansson (2008) *Effekten på kapacitetsprofilen efter implementering av strategi för fysiska tester och träning*, Svenska tennisförbundet, Stockholm.
- Mark S. Kovacs (2004) Energy system-specific training for tennis, *Strength and Conditioning Journal*; 26(5): sid.10-13.
- Mark S. Kovacs (2007) Tennis: Training the competitive athlete, *Sports Medicine*; 37(3): sid.189-198.
- Mark S. Kovacs, Robert Pritchett, P. Jason Wickwire, J. Matthew-Green & Phillip Bishop (2007) Physical performance changes after unsupervised training during the autumn/spring semester break in competitive tennis players, *British Journal of Sports-medicine*; 41: sid.705-710.
- Tjai. M. Nielsen & Sue. E. Mcpherson (2001) Response selection and execution skills of professionals and novics during singles tennis competition, *Perceptual and Motor Skills*; 93: sid.541-555.
- Per A.F.H. Renström (2002) *Tennis: Handbook of Sports-medicine and Science*, Blackwell publishing company, Oxford UK.
- R. Schmidt-Wietkoff, W. Rapp, F. Mauch, T. Schneider & H.J. Appell (2004) Shoulder rotation characteristics in professional tennis players, *International Journal of Sports-medicine*; 37(3): sid.189-198.
- M.H. Stone, G. Moir, M. Glaister & R. Sanders (2002) How much strength is necessary, *Physical Therapy in Sport*; 3: sid.88-96.
- Satoru Tanabe & Akira Ito (2007) A three-dimensional analysis of the contributions of upper limb joint movements to horizontal racket head velocity at ball impact during tennis serving, *Sports Biomechanics*; 6(3): sid.418-433.
- Michail Tonkonogi (2007) *Grundläggande träningslära och testlära*, Gymnastik och Idrottshögskolan, Stockholm.
- Jack H. Wilmore & David L. Costill (2004) *Physiology of sport and exercise*, Human Kinetics, Hong Kong.

Material från Svenska Tennisförbundet.

- Lars Elfgaard, Rickard Frobell, Anders Heimklo, Håkan Jonsson & Christer Larsson (2000) *Tränarkurs 2*, Elanders Grafiska AB, Malmö.
- Ernst Larsson (2001) *Tennisteknik*, Elanders Grafiska AB, Malmö.

Internet Källor.

- <http://www.tennismindgame.com/tennis-technique.html>
- <http://www.revolutionarytennis.com/apply8.html>
- <http://www.tennisstockholm.se/Default.aspx?tabid=141>
- <http://www.tennisgymnasiet.se/pdf/fystester.htm>
- <http://www.tennisstockholm.se/Default.aspx?tabid=244>
- <http://www.webforum.nu/printthread.php?t=152775>
- <http://www.tennis.se/files/{B389A7AA-6B48-4E23-B84D-ED099E7A9763}.pdf>

Muntliga Källor.

- Thibault Brink-Elfegoun (2007) *Tennistränarsymposium med Svenska tennisförbundet*, Göteborg.
- Olle Palmer (2008) *Intervju om fysiologiska tester inom klubben*, Stockholm.
- Mikael Stripple (2008) *Intervju krav och kapacitetsprofil*, Stockholm.
- Rolf Wirhed (2003) *Föreläsning idrottsmekanik och rörelselära*, Högskolan Dalarna.