



Sparkanalys i Taekwondo

Fotarbetets betydelse för sparkhastighet

Jesper Skaneby & Karl Engström

GYMNASTIK- OCH IDROTTSHÖGSKOLAN

Examensarbete 18:2009

Tränarprogrammet 2007-2010

Handledare: Johnny Nilsson

Examinator: Kent Sahlin

Sammanfattning

Syfte och frågeställningar

Syftet med studien var att inom testgruppen undersöka hur kontakttid och belastningskaraktär påverkar sparkhastigheten i en rundspark som föregås av ett step.

1. Finns det ett samband mellan tiden mellan fotisättningarna (främre respektive bakre fot) och sparkhastigheten?
2. Hur påverkar bakre fotens kontakttid sparkhastigheten?
3. Hur påverkar den vertikala kraften på främre respektive bakre fot sparkhastigheten?
4. Hur påverkar tiden till uppnådd maximal vertikalkraft på främre respektive bakre fot sparkhastigheten?

Metod

Studien innefattar analys av en rundsparkteknik med föregående horisontell förflyttning i lateral riktning från utgångsposition. Rörelsen benämns i studien som step. Testgruppen utgjordes av 5 Svenska elit Taekwondoutövare, men pga tekniska problem begränsades gruppen till 3 personer (2 män 1 kvinna). Rörelseförloppet fasindelades i 3 huvudfaser och 2 underfaser (1-stepfas, 2.1-kontaktfas 1, 2.2-kontaktfas 2 och 3-sparkfas). Tid och sträcka i fas 1 och 3 genomfördes med hjälp av höghastighetskamera (Casio Exilim High speed, Casio computer Co. Ltd, Japan.). Vertikalkraft och tid på höger respektive vänster fot mättes med kraftplattor (DBA dual-forceplate systems, Sverige).

Resultat

Resultatet visade att det inom testgruppen inte fanns något samband mellan sparkhastighet och tid mellan fotisättningarna. Däremot fanns en tendens till att bakre fotens kontakttid påverkar sparkhastigheten (kort tid = hög sparkhastighet). Det fanns också tendenser till samband mellan hög sparkhastighet och hög maximal vertikalkraft samt tid till denna (time to peak force) på stödjefoten. Dessa tendenser sågs inte på sparkfoten.

Slutsats

Resultaten indikerar att det finns tendenser till att kort kontakttid på sparkfoten samt förmågan att under kort tid generera hög vertikalkraft på stödjefoten är av betydelse för optimering av sparkhastighet. Resultaten bör dock ses som mycket preliminära och behöver konfirmeras med studier på ett större material.

Innehållsförteckning

| | |
|---|----|
| 1 Inledning..... | 1 |
| 1.2 Bakgrund | 2 |
| 1.2.1 Förstudie..... | 2 |
| 1.2.2 Resultatsammanställning av förstudie..... | 3 |
| 1.3 Forskningsläge | 3 |
| 1.4 Syfte och frågeställningar..... | 5 |
| 2 Metod | 6 |
| 2.1 Urval..... | 6 |
| 2.2 Metod | 6 |
| 2.3 Konstruktion av sparktest..... | 6 |
| 2.4 Uppställning av testapparat..... | 9 |
| 2.5 Validitet och reliabilitet..... | 9 |
| 2.6 Bortfall | 10 |
| 3.Resultat..... | 10 |
| 3.1 Mätning av sträcka och tid som beräkningsgrund för sparkhastighet..... | 10 |
| 3.2 Mätning av vertikalkraft och kontakttid..... | 11 |
| 3.3 Sammanställning av resultat från mätningar av hela rörelseförloppet (besvarande av frågeställningar) | 12 |
| 4 Diskussion | 16 |
| 4.1 Förstudiens relevans för undersökningen..... | 16 |
| 4.2 Diskussion mätning av sträcka och tid som beräkningsgrund för sparkhastighet..... | 16 |
| 4.3 Diskussion kring mätning av vertikalkraft och kontakttid..... | 17 |
| 4.4 Diskussion kring sammanställning av resultat från mätningar av hela rörelseförloppet (besvarande av frågeställningar) | 17 |
| 4.5 Sparkmetodens utformning och validitet / reliabilitet..... | 18 |
| 4.6 Studiens relevans för framtida prestationsutvecklingsmetoder inom Taekwondo..... | 18 |
| 5 Käll- och litteraturförteckning..... | 21 |
| 5.1 Tryckta källor | 21 |
| 5.2 Elektroniska källor | 22 |
| 5.3 Källor som finns i privat ägo..... | 22 |

Tabell- och figurförteckning

| | |
|---|----|
| Tabell 1 – Resultat av direkta och indirekta sparksekvenser under VM 2009 | 3 |
| Tabell 2 – Urval av testpersoner | 6 |
| Tabell 3 – Resultat av antal frame/bilder samt tider för de olika step och sparkfaserna | 11 |
| Tabell 4 – Mätning av kraftspel och kontakttid | 11 |

| | |
|--|----|
| Figur 1 – Procentuell fördelning av direkta och indirekta sparksekvenser under VM 2009 | 3 |
| Figur 2 - Bildserie - illustration av en rundspark (Bandae dollyo chagi) | 7 |
| Figur 3 - bildserie illustration av slide step | 7 |
| Figur 4 – bildserie illustration av chassé step | 7 |
| Figur 5 - Stepfas (1) | 8 |
| Figur 6 - Ansatsfas/kontaktfas*(2) | 8 |
| Figur 7 - Sparkfas (3) | 8 |
| Figur 8 – Testapparaturens konstruktion | 9 |
| Figur 9 – Tid till maximal vertikal kraft på höger respektive vänster fot | 12 |
| Figur 10 – Maximal vertikal kraft på höger respektive vänster fot | 12 |
| Figur 11 – Tid i fas 2.1 vs sparkhastighet | 13 |
| Figur 12 – Tid i fas 2.2 vs sparkhastighet | 13 |
| Figur 13 – Maximal vertikalkraft på vänster fot vs sparkhastighet | 14 |
| Figur 14 – Maximal vertikalkraft på höger fot vs sparkhastighet | 14 |
| Figur 15 – Tid till maximal vertikalkraft på vänster fot vs sparkhastighet | 15 |
| Figur 16 – Tid till maximal vertikalkraft på höger fot vs sparkhastighet | 15 |

1 Inledning

Taekwondo beskrivs historiskt enligt WTF¹ (World Taekwondo Federation) som en av Koreas mest systematiska och vetenskapliga traditionella stridskonst (martial art). Idag innefattas hela 189 länder medlemmar i WTF. Taekwondons utveckling till sport beskrivs i studien (*Problems in the Identity and Philosophy of T'aegwondo and Their Historical Causes*) av *Steve.D.Capener* som ”*the competitionlization*” or *sportization of taegwondo*”². Vidare skriver *Capener* att de allra första Taekwondo tävlingarna ägde rum redan 1963 under Korean National Sports Festival³. Sporten fick först sin Olympiska status som en demonstrationssport vid Olympiska spelen i Seoul, Korea 1988, senare blev sporten en officiell Olympisk gren år 2000 vid Olympiska spelen i Sydney, Australien. Konkurrensen om de Olympiska platserna bör betraktas som hård då grenen endast har 128 plaster i jämförelse med Judo 368, boxning 286 och brottning 266 platser⁴. Baserat på resultat fem år tillbaks i tiden från mästerskapstävlingarna världsmästerskapen, World cup och Olympiska spelen kan följande nationer betraktas som ledande nationer: Korea, Iran, USA, Spanien, Mexico och Kina.

Som Olympisk gren har sporten ett regelverk som är utformat av WTF's tekniska kommitté. De tävlande tar poäng genom sparkar och slag mot en grenspecifik kampväst (hugo) samt med endast sparkar mot huvudskydd och ansikte. Regelverket tillåter även fullkontakt, enligt WTF's regelverk beskrivs knock out (KO) detta som när matchdomare bedömer att en tävlande ej kan fortsätta matchen då tävlande blivit träffad av en regelrätt teknik⁵. Taekwondo beskrivs i den vetenskapliga artikeln (*A profile of Olympic Taekwondo competitors*) skriven av *bl.a. M.Kazemi* Taekwondo som en sport som kännetecknas av dess snabba och höga sparkar. Studien identifierade 102 tävlande vid Olympiska spelen i Sydney 2000 där resultaten bl.a. påvisade att så mycket som 98% av alla poäng orsakades av en sparkteknik⁶.

I en djupare grenspecifik beskrivning karakteriseras spelarens grundställning som varierande individuellt men uppträder dock oftare med lateral karaktär dvs. spelaren står med sidan till i förhållande till motspelaren. Spelarna förflyttar sig vanligast horisontellt lateralt.

¹ The World Taekwondo Federation, <http://www.wtf.org> (Acc. 2009-12-06)

² S.D.Capener “*Problems in the Identity and Philosophy of T'aegwondo and Their Historical Causes*”, <http://www.bluewavetkd.com/images/GoalSheets/capeneressay.pdf#search=%22Dr.%20Steven%20D.%20Capener%22> (Acc. 2006-10-15)

³ Ibid.

⁴ Chinese Olympic Committee, <http://en.beijing2008.cn/sports/>, (Acc. 2009-12-05)

⁵ The World Taekwondo Federation, *Competition rules, art. 17*, http://www.wtf.org/wtf_eng/site/rules/competition.html (Acc. 2009-12-05)

⁶ M.Kazemi, J.Waalen, C.Morgan, AR. White, *A profile of Olympic Taekwondo competitors*, Journal of Sports Science and Medicine (2006) CSSI, s.114-121

1.2 Bakgrund

Bakgrunden till denna studie grundar sig på en hypotes: att flera av de attacker, som genomförs på högsta internationella nivå, föregås av en för-rörelse (pre-motion). För-rörelsen som är en del av spelarens rörelsemönster/fotarbete kan ha som syfte att dels dölja eller maskera den huvudsakliga tekniken. Fotarbetets karaktär kan också variera beroende på spelarnas taktiska syften. Aktivt fotarbete kan förändra spelarens position mer frekvent, dels i syfte om att distrahera motspelarens distansuppfattning men också i syfte om att positionera spelaren mer offensivt genom förflyttningar i offensiv riktning. Teknikmässigt fyller fotarbetet en funktion då för-rörelsen direkt kan kombineras med spark med syfte att förlänga distansen i en sparkduell. Vidare tror vi att för-rörelsen också fyller en viktig roll biomekaniskt. Det är rimligt att tro att lårets sträckmuskulatur (främst vastusmuskulaturen) och glutenerna på stödbenets sida genom den s.k. ”stretch-shortening” effekten bidrar till att en större mängd kraft skapas i den koncentrisk frångående fasen av sparken.⁷

1.2.1 Förstudie

För att säkerställa hypotesens relevans har en förstudie konstruerats. Genom att analysera åtta finaler från VM i Taekwondo 2009 har vi kunnat kartlägga hur frekvent fotarbete i form av för-rörelser uppträder i kombination med spark. Metoden som använts har bestått av en videoanalys. De åtta finalerna har analyserats i Dartfish online version 5.5 (Dartfish Inc.USA). I videoanalysen har varje sparkmoment analyserats i programmets slow-motion funktion. I analysen har vi definierat direkt-spark dvs. en spark utan för-rörelse. I definitionen av vad som betraktas som en för-rörelse har vi valt att avgränsa oss. Det vi valt att undersöka är när för-rörelsen syftar till att skapa en distansförminskning eller en distansförlängning i förhållande till motspelarens position, i den inledande duellsituationen. Vidare i detta arbete har vi valt att benämna ovanstående beskrivning som en indirekt-spark. Preciseringsen innehåller även det moment som vi subjektivt betraktat som inledande duellsituation, dvs. de moment som inleder till poängförsök från en eller från båda spelarna, i en situation där en eller båda spelarna sparkar med avsikt att träffa den andra motspelaren. För att definiera spark har vi valt att ytterligare avgränsa oss till de sparkar som riktats över knähöjd samt där sparkbenets utsparksfas, sträckningsrörelse där underbenet extensionsrörelse i knäleden, när en vinkel mellan 120° - 180° (grader), se figur 1.

⁷ A. Thorstensson, *Biomekanik – Bas för idrotts och arbetsteknik*, (Stockholm:1992), s.63

1.2.2 Resultatsammanställning av förstudie

Tabell 1 - Resultat av direkta och indirekta sparksekvenser under VM 2009

| Viktklass | -54 | | -58 | | -63 | | -68 | | -74 | | -80 | | -87 | | 87 | |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nation | AFG | KOR | MEX | ESP | IRN | KOR | IRN | MEX | CAN | KOR | USA | ESP | TUR | ITA | MAI | KOR |
| Direkt | 17 | 21 | 15 | 12 | 5 | 5 | 16 | 8 | 18 | 10 | 19 | 14 | 21 | 21 | 11 | 12 |
| Indirekt | 14 | 14 | 5 | 4 | 6 | 4 | 1 | 5 | 4 | 9 | 1 | 0 | 6 | 10 | 4 | 3 |
| Totalt | 31 | 35 | 20 | 16 | 11 | 9 | 17 | 13 | 22 | 19 | 20 | 14 | 27 | 31 | 15 | 15 |

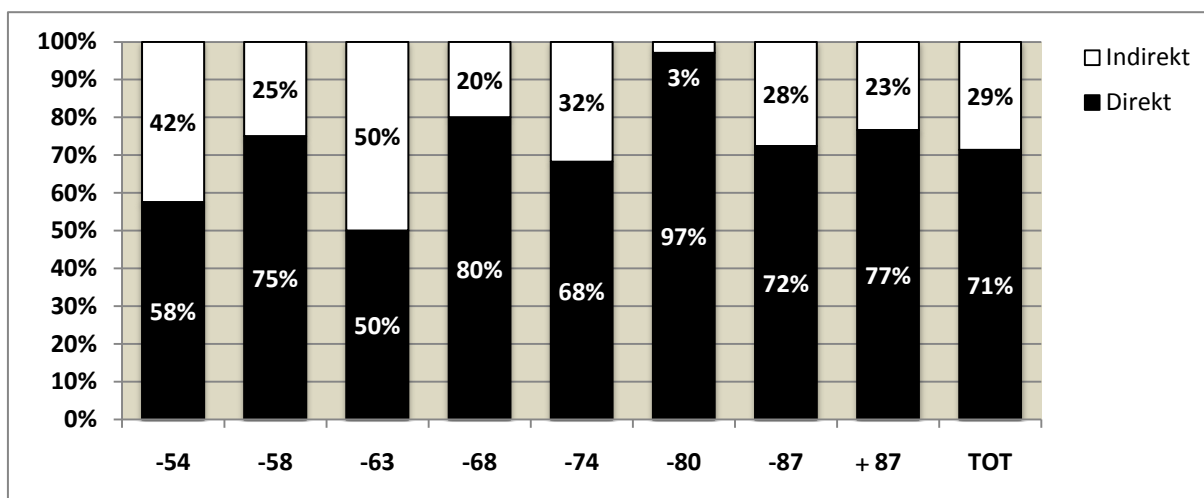


Fig 1. – Procentuell fördelning av direkta och indirekta sparksekvenser under VM 2009

Resultaten visar tydligt att frekvensen av de direkta sparksekvenserna är mest vanligt förekommande (71%) medan en relativt stor del (29%) av sparksekvenserna föregås av ett eller flera motoriska förflyttningar, dvs. indirekta sparksekvenser. -63 kg var den viktklass där flest indirekta moment identifierades (50%) och -80 kg den viktklass där indirekta moment förekom minst (3%). I övrigt var variationsmönstret relativt obetydliga mellan viktklasserna.

1.3 Forskningsläge

Det är tydligt att en hel del generell biomekanisk forskning har gjorts. Det har dock till en början varit svårt att hitta relevant litteratur som belyste vårt specifika forskningsområde. Den första sökningen genererade i relativt många träffar varav få var relevanta för delar av vår undersökning. Nämnvärt är också att relativt många populärvetenskapliga artiklar fanns. Vi har dock valt att bortse från dessa då de tenderar att sakna vetenskaplig grund. Valet av databaser (Sport Discus och PubMed) baserades huvudsakligen på tidigare goda utfall inom

området ”*taekwondo*” samt ”*physiology*” och andra relaterade idrottsvetenskapliga sökord. Då materialet var alltför tunt för att gott nog belysa vårt område har vi valt att komplettera med generell idrottsvetenskaplig litteratur samt söka artiklar på andra Internetbaserade sökmotorer (www.google.com). I denna sökning har vi använt oss av tidigare erfarenheter samt information från kollegor i branschen (för författarna tidigare känd forskning). Samtliga artiklar som använts finns i författarens ägo. Omfattningen på de studier vi hittat är stor men vissa segment är väl relevanta för undersökningen.

Som tidigare nämnts förflyttar sig en Taekwondospelare vanligast horisontellt lateralt, något som även *G.Markovic* konstaterar genom utformningen av det grenspecifika test för fotarbete som genomfördes i studien (*Fitness Profile of Elite Croatian Female Taekwondo Athletes*), testet benämndes som ”*side-step test*” med syfte att mäta lateral agility⁸. *Lanzoni* m.fl. klassificerar även olika step i studien (*Footwork techniques used in table tennis*). *Lanzoni* definierar Slide step – då främre foten flyttas först och den bakre glider efter, samt Chassé step – då bakre foten i princip byter plats med främre fotens utgångsposition.⁹ (se figur 4)

Utifrån dessa observationer har vi valt att vidare definiera Taekwondon’s grenspecifika fotarbete till step. *Markovic* beskriver även vikten av stretch-shortering cycle (SSC) som än mer viktigt för Taekwondo än maximal power i koncentrisk (concentric-only) rörelser.¹⁰ Även *Moore* m.fl. beskriver i studien (*Acute effects of augmented eccentric loading on jump squat performance*) att snabba och kraftfulla excentriska kontraktioner kan resultera i en förhöjd muskelspindelaktivering genom en förändrad myosin reflex, och därmed resulterar detta i en mer kraftskapande koncentrisk aktionsrörelse¹¹. Stretch-shortening som (SSC) förklaras av *I.G.Faturos* m.fl. i studien (*Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength.*) att de flesta forskare och tävlingsaktiva är eniga om att plyometrisk träning är den metod som är lämpligast då målet är att förbättra atletens explosivitet och dynamiska prestation speciellt då

⁸ G. Markovic, M. Misigoj-Durakovic, S. Trninic, *Fitness Profile of Elite Croatian Female Taekwondo Athletes*, Coll. Antropol. 2005:29 (1) s.93–99

⁹ Malagoli Lanzoni Ivan, Lobiatti Roberto, Merni Franco, *Footwork techniques used in table tennis: a qualitative analysis*, University of Bologna, Faculty of Exercise and Sport Science, Italy.

¹⁰ G. Markovic, M. Misigoj-Durakovic, S. Trninic, *Fitness Profile of Elite Croatian Female Taekwondo Athletes*, Coll. Antropol. 2005:29 (1) s.93–99

¹¹ C.A Moore, W.Lawrance, W.Weiss, K.Brian Shilling, C.Andrew Fry, Li.Yuhua, *Acute effects of augmented eccentric loading on jump squat performance*, Journal of Strength and Conditioning Research. 2007, 21(2), 372-377, Exercise Neuromechanics Laboratory, University of Memphis, Memphis, Tennessee 38152.

det involverar stretch-shortening¹². Begreppet ”agility” definieras av *Draper* m.fl. som ”förmågan att kontrollera komplexa rörelser som riktningförändringar i hög hastighet” eller ”då hastighet förändrar riktning”.¹³ *Sheppard* m.fl. visade dessutom att resultatet att olika former av agility träningsmetoder under en träningsperiod påvisade förbättrade resultat såväl i sprint som hopp resultat. Dessa agility träningsmetoder innehöll till största delen förflyttningar genom fotarbete där även riktningförändringar i lateral riktning förekom.¹⁴ Vår förstudie har även påvisat att flera av de indirekta sparkmomenten under matcherna utfördes genom kontrung, dvs. att en av spelarna använde sig av ett sidstep som reaktion för att kontra eller för att undvika motspelarens attack. Detta moment har vi valt att härleda till ”*reactive agility*”. I studien (*Classifications training and testing*) definierar *Sheppard JM* begreppet som ”*när hela kroppsmassan ändrar hastighet eller riktning i reaktion av stimuli*”¹⁵.

1.4 Syfte och frågeställningar

Syftet med studien var att inom testgruppen undersöka hur kontakttid och belastningskaraktär påverkar sparkhastigheten i en rundspark som föregås av ett step.

1. Finns det ett samband mellan tiden mellan fotisättningarna (främre respektive bakre fot) och sparkhastigheten?
2. Hur påverkar bakre fotens kontakttid sparkhastigheten?
3. Hur påverkar den vertikala kraften på främre respektive bakre fot sparkhastigheten?
4. Hur påverkar tiden till uppnådd maximal vertikalkraft på främre respektive bakre fot sparkhastigheten?

¹² I.G.Faoturos, A.Z. Jamurtas, D. Leontsini, K. Taxisildaris, N. Aggelousis, N. Kostapoulos, and P. Buckenmeyer, *Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength*. J. Strength Cond. Res. 14:470-476. 2000.

¹³ J.A. Draper, M.G. Lancaster, *The 505 test – A test for agility in the horizontal plane*, *Journal of science and medicine in sport* 1885:17(1), s.15-18

¹⁴ J.M. Sheppard, W.B. Young, T.L.A. Doyle, T.A. Sheppard, R.U. Newton, *An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed*, *Journal of science and medicine in sport* 2006:9, s.342-349

¹⁵ Sheppard JM, Young WB. Agility literature review: *classifications training and testing*. J Sport Sci 2006;24(9):915—28.

2 Metod

2.1 Urval

Valet av testpersoner bestod av Taekwondo elitspelare på totalt fem (4 män, 1 kvinna) personer i det nationella toppskiktet. Samtliga testpersoner var eller har varit landslagsaktiva i Svenska Taekwondo landslaget. Ålder, kön och vikt varierade i gruppen (se tabell 2).

Tabell 2 – Urval av testpersoner

| TP | Kön | Viktklass | Födelseår |
|----|------------|-----------|-----------|
| 1 | Kvinna (W) | W62 | 1987 |
| 2 | Man (M) | M63 | 1991 |
| 3 | Man (M) | M63 | 1992 |
| 4 | Man (M) | M58 | 1989 |
| 5 | Man (M) | M68 | 1970 |

2.2 Metod

Som tidigare nämnts genomfördes en förstudie för att testa studiens relevans. Därefter genomfördes en käll- och litteratursökning (se bilaga 1) för att underbygga och förklara studiens resultat. För att uppfylla syftet och besvara frågeställningarna utformades ett specifikt sparktest som inkluderade ett lateralt step som innefattade mätning av vertikal kraft på vänster respektive höger fot samt kontakttid. Mätning av hela sparktestet (total sträcka) har utförts genom filmning av rörelseförloppet. I videoanalysen användes en höghastighetskamera där tiden beräknades efter antalet bilder. Referenspunkter mättes ut och markerades väl synliga i bild. Genom att skriva ut bilderna och mäta mot referenspunkterna (skala) bestämdes sträckan. Formeln $V(m/s)=S(m)/T(s)$ användes för att beräkna medelhastigheten.

Mätningarna har analyserats genom filmning med höghastighetskamera (Casio Exilim High speed, Casio computer Co.Ltd, Japan) samt genom två kraftplattor kopplade till en dator (DBA dual force plate systems, Sverige).

2.3 Konstruktion av sparktest

Testet har utformats så att testperson (TP) från stillastående position med valfri fot fram genomförde ett sidstep där landningen i steppet skedde med en fot på vardera kraftplatta. Steppet följdes av en rundspark (se figur 2) i midjehöjd mot en uppmonterad sparkspade.

Avståndet mellan plattorna och sparkspaden samt höjd på denna reglerades genom förtest utan mätning. Detta för att säkerställa att distanserna var relevanta för TP:s längd och individuella tekniska utförande.

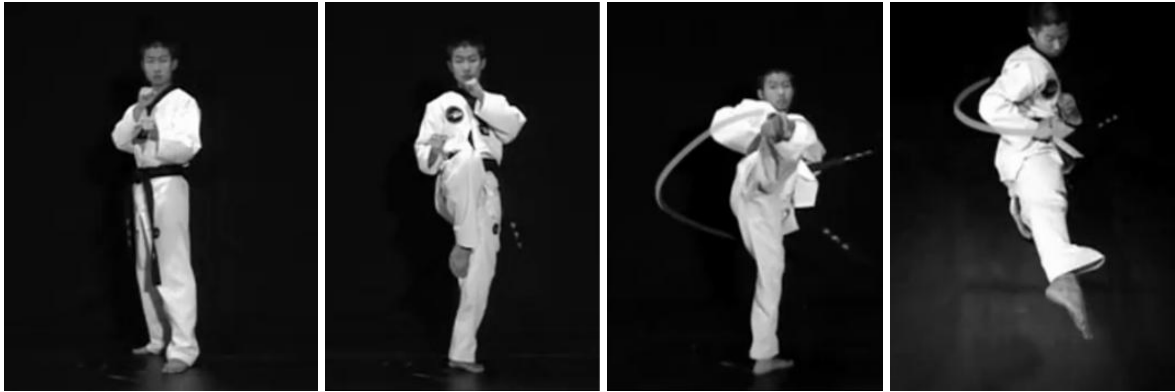


Fig. 2: Bildserie - illustration av en rundspark (Bandaedollyo chagi)



Fig. 3 - bildserie illustration av slide step



Fig. 4 – bildserie illustration av chassé step

I analysen av sparkarna fasindelades rörelseförloppet i tre faser, där fas 2 delades in i två underfaser:



Fig 5. Stepfas (1): Från det ögonblick TP:s bakre fot lämnar underlaget till dess att densamma får kontakt med kraftplattan (datainsamling genom mätning med höghastighetskamera).



Fig 6. Ansatsfas/kontaktfas* (2): Från stepfasens slut till dess att TP:s bakre fot lämnar kraftplattan. (datainsamling genom mätning med kraftplattor)



Fig 7. Sparkfas (3): Från Ansatsfasens slut till dess att TP träffar målet (datainsamling genom mätning med höghastighetskamera).

Kontaktfas 1 (2.1): Tiden mellan 1:a och 2:a fotisättningen som registreras av kraftplattan

Kontaktfas 2 (2.2): Tiden mellan 2:a fotisättningen till sparkfoten lämnar underlaget

* Kontakttiden definieras som den totala tid sparkfoten har kontakt med kraftplattan (dvs. Kontaktfas 1 + Kontaktfas 2).

2.4 Uppställning av testapparatur

Testapparaturen byggdes enligt nedanstående ritning:

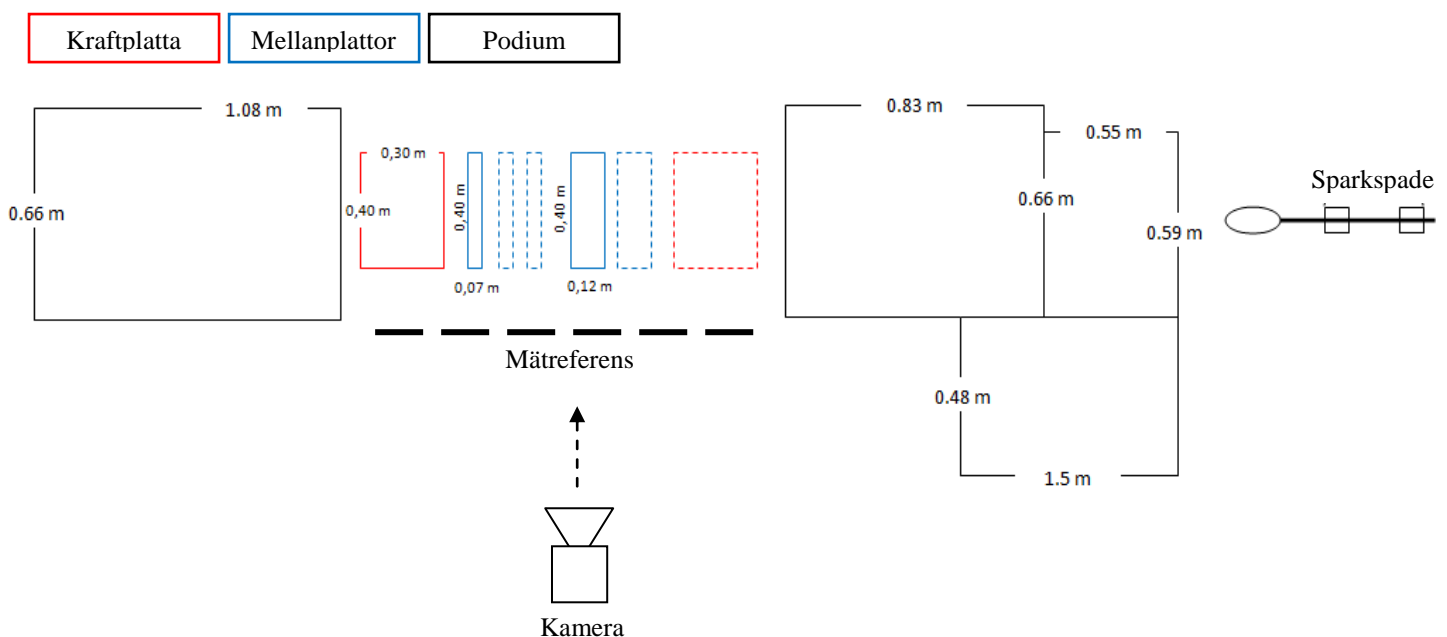


Fig. 8 – Testapparaturens konstruktion

2.5 Validitet och reliabilitet

För att säkerställa god validitet och reliabilitet har vi begärt en kalibreringsrapport från tillverkaren av kraftplattorna (DBA systems, Sverige). Studien visade att mätprecisionen i kraftplattorna vid mätning av "dual vertical force" (två separata plattor för mätning av kraft i höger respektive vänster fot) var +/- 1%, vilket bör betraktas som hög precision.¹⁶ Mätningen utfördes med 1000 samples/sekund. För mätning av tiden i step och sparkrörelse har vi använt en höghastighetskamera (Casio Exilim) med prestanda och bildvisning i 300 bilder/sekund,

¹⁶ Rapport, Kalibrering av DBA kraftplatta, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Kalibrering av kraftplatta (Borås 2006-05-10)

detta för att minimera bortfall i tidsmätning genom ”*frame-by-frame*” metod. För att så långt som möjligt höja studiens reliabilitet standardiserades testproceduren genom för-tester, där varje person testade ut individuell distans och utförande. Mätning av sträcka skedde i efterhand. Rutinerna följdes sedan under de skarpa testerna (testprotokoll i författarens ägo). För att ytterligare stärka reliabiliteten utförde varje testperson tre sparkar. Det bästa tidsresultatet från varje testperson användes sedan i sammanställningen. Då avsikten med studien var att mäta tid, sträcka och vertikalkraft bör uppfattar vi validiteten som god.

2.6 Bortfall

Av de fem personer som testades var två kraftmätningar icke godkända, bortfallet i kraftmätning kan således bestämmas till 40%. Då kraftspel och kontakttid var fundamentala komponenter i frågeställningen togs beslut att exkludera de tvåtestpersonernas fulla resultat (kraftmätning och video) ur resultatsammanställningen. Den statistik som redovisas är beräknad på de tre personer med fullgoda mätvärden i samtliga faser.

3.Resultat

3.1 Mätning av sträcka och tid som beräkningsgrund för sparkhastighet

Mätningarna med höghastighetskameran samt den manuella beräkningen av varje persons förflyttningssträcka visade att den person vars step tog kortast tid också uppnådde högst hastighet i sin sparkfas. Beträffande stepfasens hastighet visade det sig dock att den person med högst hastighet i stepfas inte uppnådde högst hastighet i sparkfas. I tabell 3 redovisas data från mätningarna av fas 1 och 3.

Tabell 3 – Resultat av antal frames/bilder samt tider för de olika step och sparkfaserna.

| | TP/spark | 1a | 4c | 5b |
|------------|-------------|-------|-------|-------|
| F1 | Film nr. | 7 | 31 | 32 |
| | Bilder | 50 | 24 | 21 |
| | Tid (s) | 0,16 | 0,08 | 0,07 |
| | Sträcka (m) | 0,612 | 0,266 | 0,234 |
| F3 | Bilder | 74 | 75 | 70 |
| | Tid(s) | 0,24 | 0,25 | 0,23 |
| | Sträcka | 2,208 | 2,288 | 2,234 |
| TOT | Bilder | 172 | 134 | 134 |
| | Tid (s) | 0,511 | 0,453 | 0,445 |
| | Sträcka | 2,820 | 2,554 | 2,468 |

3.2 Mätning av vertikalkraft och kontakttid

Nedan redovisas resultatet från mätningarna av fas 2:

Tabell 4 – Mätning av kraftspel och kontakttid

| | TP nr | 1 | 4 | 5 |
|-----------|---|-------|-------|-------|
| F2 | Kön | W | M | M |
| | Viktklass | -62 | -58 | -68 |
| | Sparkben | R | R | R |
| | Vertikal maximal vertikalkraft på höger fot (N) | 301 | 1051 | 1270 |
| | Tid till maximal vertikalkraft på höger fot (s) | 0,070 | 0,033 | 0,063 |
| | Total kontakttid på höger fot (s) | 0,113 | 0,120 | 0,148 |
| | Vertikal maximalkraft på vänster fot (N) | 513 | 530 | 632 |
| | Tid till maximal vertikalkraft på vänster fot (s) | 0,103 | 0,130 | 0,110 |
| | Total kontakttid på vänster fot (s)* | X | X | X |
| | Kontakttid fas 2.1 (s) | 0,057 | 0,032 | 0,068 |
| | Kontakttid fas 2.2 (s) | 0,054 | 0,091 | 0,077 |

*Mätning irrelevant då stödjebenet (LL) under hela sparken har kontakt med underlaget.

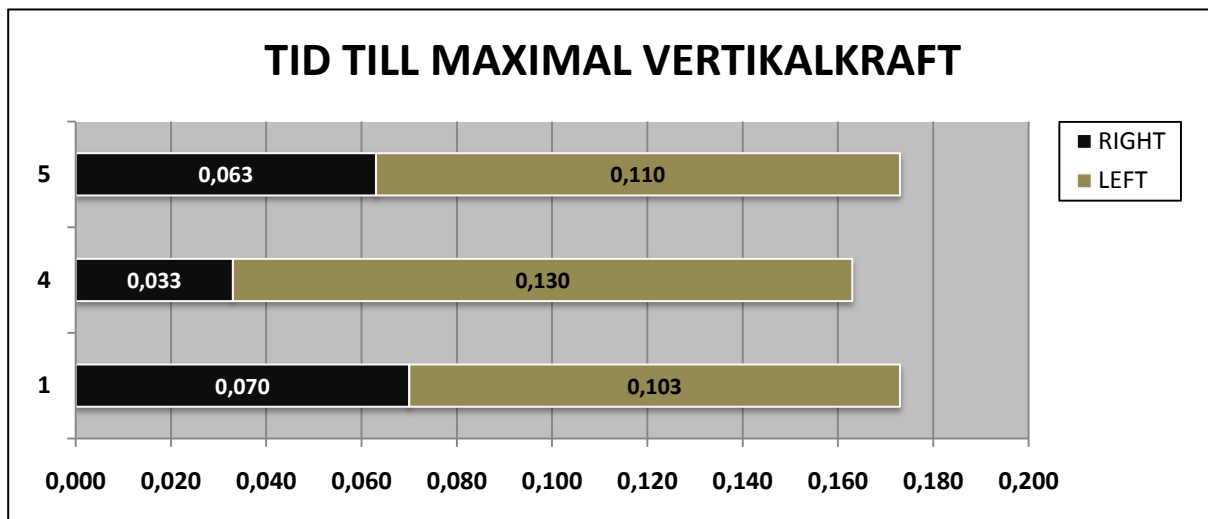


Fig. 9 – Tid till maximal vertikal kraft på höger respektive vänster fot.

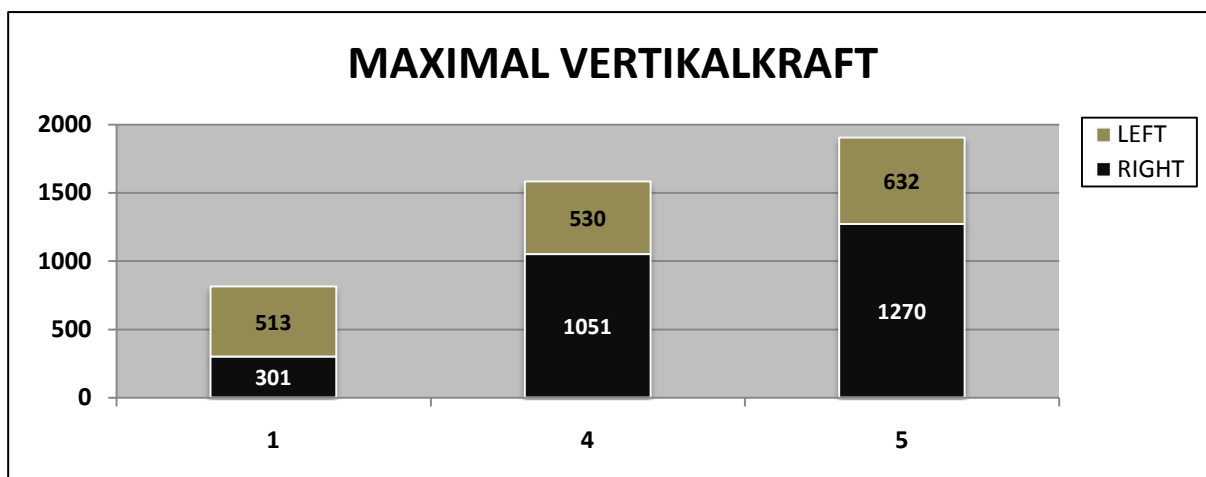


Fig. 10 – Maximal vertikal kraft på höger respektive vänster fot.

3.3 Sammanställning av resultat från mätningar av hela rörelseförloppet – besvarande av frågeställningar

Resultatet har tydligt visat att tiden mellan första och andra fotisättning (fas 2.1) inte medför en högre sparkhastighet då de två personer som uppnår högst hastighet i sparken (fas 3) är långsammast i fas 2.1 (fig 11). Således kan den första frågeställningen besvaras med att det inte går att urskilja något samband mellan tiden mellan fotisättningarna (främre respektive bakre fot) och sparkhastigheten.

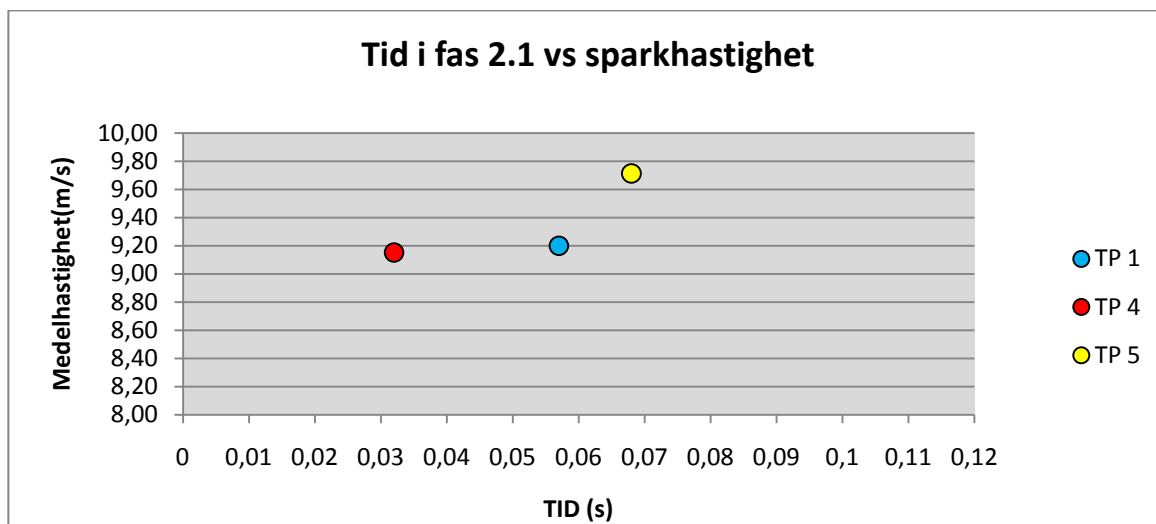


Fig. 11 – Tid i fas 2.1 vs sparkhastighet

Däremot kan ett visst samband urskiljas mellan tiden i fas 2.2 (från stödfotens kontaktögonblick till sparkfasens början) och sparkhastigheten (se fig 12). Detta då de två personerna med kortast tid i denna fas också uppnår högst hastighet. Som svar på den andra frågeställningen kan vi därmed bekräfta att det finns ett samband mellan bakre fotens totala kontakttid och sparkhastigheten.

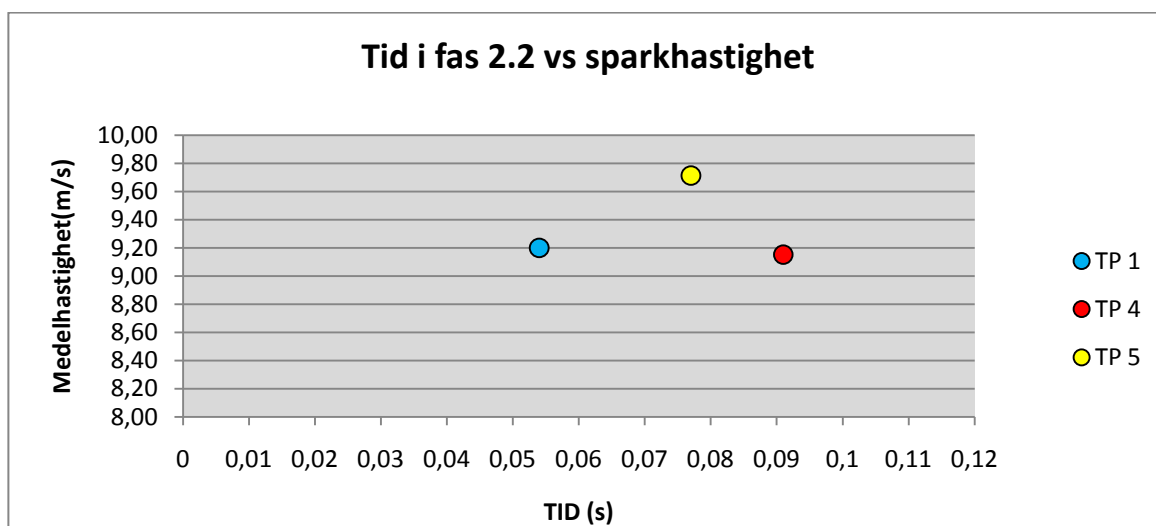


Fig. 12 – Tid i fas 2.2 vs sparkhastighet

Vidare visar resultatet att den person som uppnår högst vertikal kraft också har högst hastighet (fig 13 och 14). Sambandet är tydligast på vänster fot (stödjefoten). Det kan alltså bekräftas att det inom testgruppen finns ett samband mellan maximal vertikal kraft och sparkhastighet inte minst på stödjefoten (frågeställning 3). Det bör också lyftas fram att

kraftkurvorna visar att endast den person med högst sparkhastighet har en tydlig registrering av kraft från excentriskt muskelarbete strax innan den koncentriska fasen (då bakre foten påbörjar sparken).

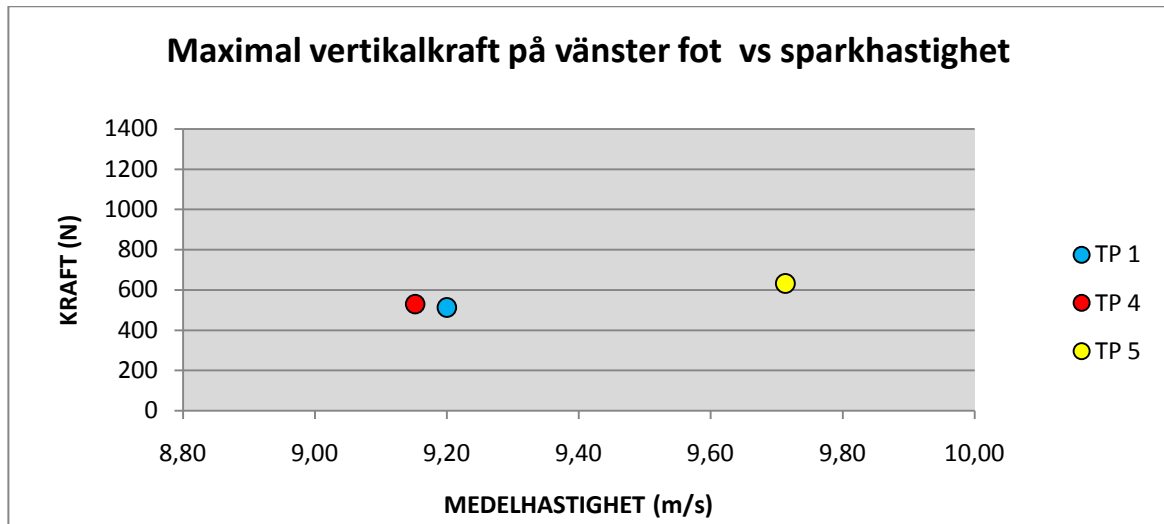


Fig. 13 – Maximal vertikalkraft på vänster fot vs sparkhastighet

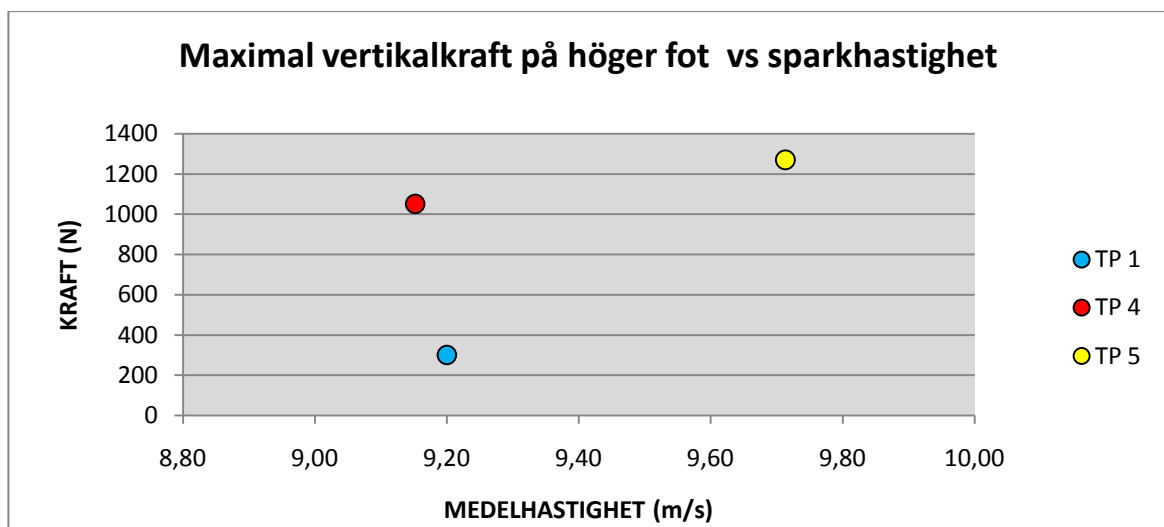


Fig. 14 – Maximal vertikalkraft på höger fot vs sparkhastighet

Gällande tid till maximal uppnådd vertikalkraft (fig 15 och 16) på främre respektive bakre fot visar resultatet att de två personer med högst sparkhastighet har kortast tid till peak force på vänster fot (stödjefoten). Samma samband går ej att se på höger fot (sparkfoten) då personen med kortast tid uppnår lägst sparkhastighet. Svaret på den fjärde frågeställningen blir alltså att det finns ett samband mellan tid till maximal vertikalkraft på stödjefoten men ej på sparkfoten.

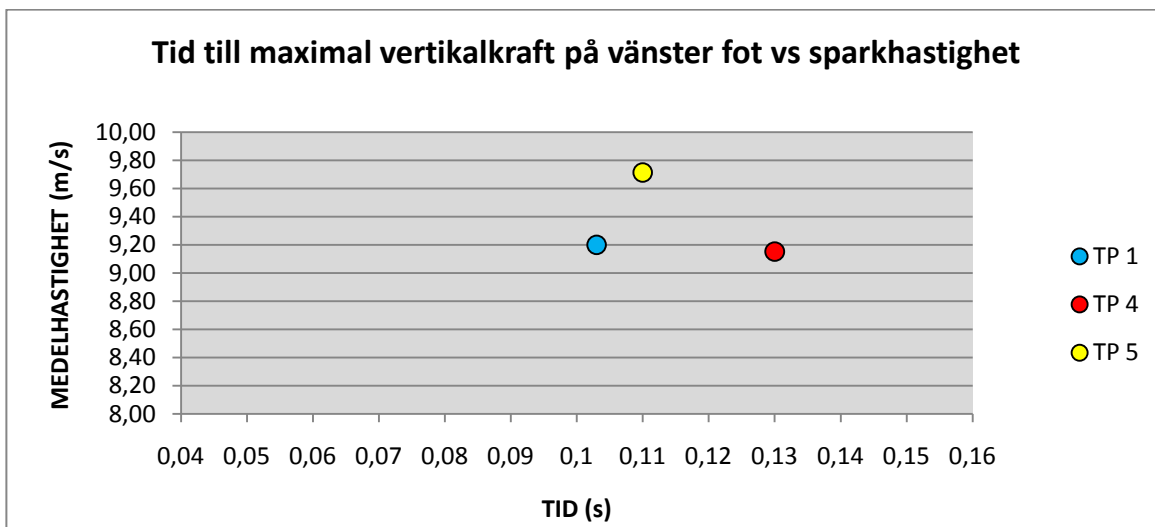


Fig. 15 – Tid till maximal vertikalkraft på vänster fot vs sparkhastighet

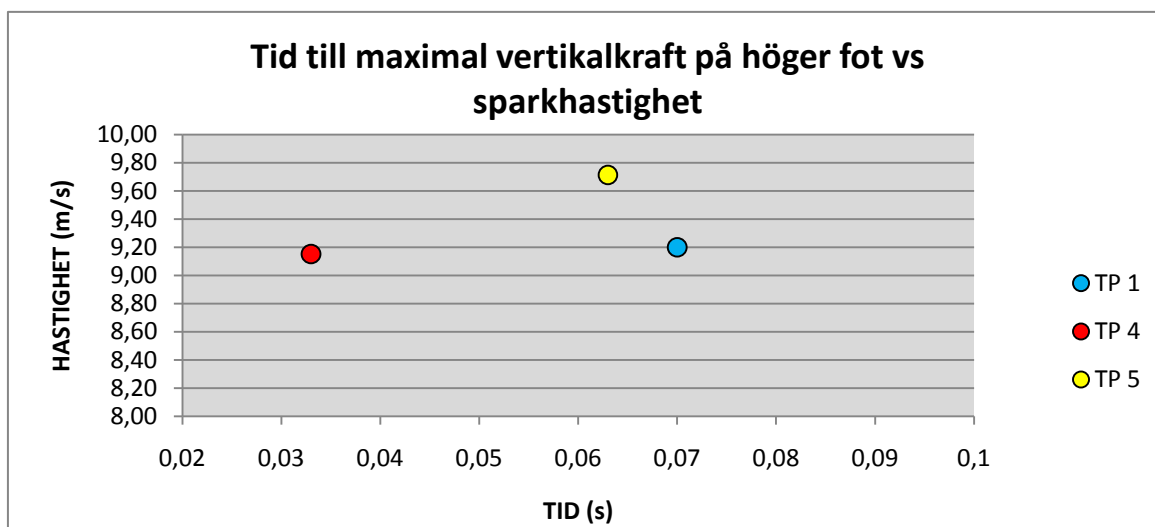


Fig. 16 – Tid till maximal vertikalkraft på höger fot vs sparkhastighet

4 Diskussion

4.1 Förstudiens relevans för undersökningen

Syftet med förstudien var att undersöka frågeställningen om att kombinationen av step och spark även förekom på högsta internationella nivå. Resultatet påvisade endast förhållandet mellan direkt spark eller indirekt spark under ett mindre antal matcher. Resultat gav oss även en indikation i att det finns en stor variation i förhållandet mellan direkta och indirekta moment, något som kan bero på nationell motorisk inskolning eller vald taktisk spelstil beroende på motspelarens taktik. Sammanfattningsvis fann vi en tydlig dominans av direkta moment i förhållande till indirekta moment i förstudien, det är dock viktigt att belysa att denna förstudie ej kartlade vilka av dessa moment som resulterade i mest vunna poäng, något som kan vara intressant för framtida forskning. Värt att nämna är att Korea (som blev bästa nation under VM 2009) med fyra finalister hade ett snitt på 38% indirekta sparkmoment mot det totala snittet (samtliga 16 finalister) på 28%. Tre Koreaner av fyra hade till och med över 40% indirekta moment. Resultatet visar att Korea som nation (i finalsammanhang) hade en relativt hög frekvens i användandet av lateralt step i kombination med spark.

4.2 Mätning av sträcka och tid som beräkningsgrund för sparkhastighet

Filmupptagningarnas högupplösning ledde till att analysen av tid (frame by frame) gjordes direkt i kameran. Ett tillräckligt sofistikerat videoanalysprogram hade varit att föredra främst ur arbetssynpunkt och även för att effektivisera analysmetoden genom ytterligare mätning och skalningsfunktioner. Vår första tanke var att snabbheten i steppet avsevärt skulle påverka hastigheten i den efterföljande sparken. Även om testerna innehöll en mindre mängd data för att kunna identifiera en klar korrelation gav testerna ändå en hint om att snabbheten i steppet inte påverkade sparkhastigheten. Intressant var dock identifieringen av två olika tekniker av laterala förflyttningar som av *Lanzoni* m.fl. definieras som ”*Slidestep*” och ”*Chassé step*”, båda teknikerna kunde vi identifiera i denna studie. Mest intressant var att användandet av ”chassé” steppet (som mer liknar ett kort hopp) tenderade att bidra till högre kraft på sparkfoten, kortare tid till peak force på stödfoten samt kortare tid i fas 2.2. Dessa parametrar var enligt resultatet just de som tenderade att påverka sparkhastigheten positivt.

4.3 Mätning av vertikalkraft och kontakttid

Resultaten från kraftmätningarna gav oss en hel del information om vilka faktorer som spelar in på sparkhastigheten. En tidig hypotes vi hade var att tiden mellan första och andra fotisättning var viktig. Det visade sig dock att tiden mellan stödfotens isättning och sparkfasens början var ett mer relevant mått. Detta kan bland annat kopplas till biomekaniska principer om stämkraft och viktöverföring (som även kan ses i t.ex. längdhopp)¹⁷. Det handlar alltså om att tyngdpunkten på så kort tid som möjligt måste förflyttas förbi kontaktpunkten (foten) så att kraften som genereras från den bakre foten riktas mot målet. Detta tidsmått bedömde vi som mycket intressant att undersöka vidare. I inledningen nämndes ytterligare ett biomekaniskt fenomen nämligen stretch-shortening i knästräckarmuskulatur (vastus i synnerhet). Här hittade vi ett klart samband med sparkhastigheten, då det är fysiologiskt erkänt enligt *Thorstensson*¹⁸ och *Moore*¹⁹ att den energi som laddas upp i elastiska komponenter kort efter kan utnyttjas i en koncentrisk rörelse.

4.4 Sammanställning av resultat från mätningar av hela rörelseförloppet – besvarande av frågeställningar

Resultatet visade att det inom testgruppen inte fanns några tendenser till samband mellan sparkhastighet och tid mellan fotisättningarna. Det visade sig dock att bakre fotens kontakttid kan påverka sparkhastigheten (kort tid = hög sparkhastighet). Vi såg också tendenser till ett samband mellan hög sparkhastighet och hög maximal vertikalkraft samt tid till denna (time to peak force) på stödjefoten. Dessa samband gick inte att identifiera på sparkfoten.

Mot bakgrund av resultaten tror vi att en kort kontakttid på sparkfoten samt förmågan att under kort tid generera hög vertikal på stödjefoten är av betydelse för optimering av sparkhastighet.

¹⁷ A. Thorstensson, *Biomekanik – Bas för idrotts och arbetsteknik*, (Stockholm:1992), s.13

¹⁸ A. Thorstensson, *Biomekanik – Bas för idrotts och arbetsteknik*, (Stockholm:1992), s.63

¹⁹ C.A Moore, W.Lawrance, W.Weiss, K.Brian Shilling, C.Andrew Fry, Li.Yuhua, *Acute effects of augmented eccentric loading on jump squat performance*, Exercise Neuromechanics Laboratory, University of Memphis, Memphis, *Journal of Strength and Conditioning Research*.2007, 21(2), s.372-377

4.5 Sparkmetodens utformning och validitet / reliabilitet

Urvalet av testpersoner till denna sparkstudie begränsades p.g.a. arbetets omfattning och tidsperspektiv. Ålder, kön, vikt och längd var av varierade karaktär i testgruppen, ingen hänsyn har tagits till dessa variationer då syftet med studien inte varit att undersöka skillnader mellan grupper utan hur kontaktid och belastningskaraktär korrelerar med sparkhastighet.

Bortfallet av resultatet kan identifieras som TP:s oförmåga att träffa plattorna korrekt så att valida mätningar kunde registreras. Tidsbristen blev en begränsande faktor då vi inte hade möjlighet att återupprepa testerna tillräckligt många gånger för att få korrekta mätningar på samtliga personer. Utifrån den bedömningen tror vi att testuppsättningen kan modifieras i syfte om att säkerställa att TP på ett så naturligt sätt som möjligt kan utföra definierad teknik. Valet av definierad rundspark bedömer vi utifrån ett subjektivt perspektiv som den sparkteknik som uppträder mest frekvent i tävlingssammanhang. Syftet med utformningen av sparktestet var att testpersonen skulle på ett så naturligt sätt som möjligt utföra ett sidstep i kombination med en rundspark och på kortast möjliga tid dvs. att så snabbt som möjligt träffa sparkmålet. Testpersonen fick heller ingen instruktion om huruvida han/hon skulle utföra tekniken eller steppet för att optimera resultatet. TP kunde själv positionera sig i förhållande till utrustning under sparktestet i syfte om att kunna skapa en naturlig distans till träffmål. Denna valmöjlighet kan ha lett till att TP kunde välja en positionering i form av distans till träffmålet där sparkutförandet utfördes i ett begränsat eller ökat rörelseamplitud, beroende på avstånd till träffmålet.

4.6 Studiens relevans för framtida prestationsutvecklingsmetoder inom Taekwondo

I inledningen nämndes ytterligare ett biomekaniskt fenomen nämligen stretch-shortening i knästräckarmuskulatur, vastusmuskulaturen i synnerhet och då främst i stödbenets landningsfas (då knät böjs strax innan sträckning till spark) men också i glutterna då höften stäcks i sparken. Här såg vi tendenser till samband med sparkhastigheten, då det är erkänt b.l.a. av *Thorstensson*²⁰ och *Moore*²¹ att den energi som laddas upp i elastiska komponenter

²⁰ A. Thorstensson, *Biomekanik – Bas för idrotts och arbetsteknik*, (Stockholm:1992), s.63

kort efter kan utnyttjas i en koncentrisk rörelse. Detta är ett starkt argument för att tillämpa plyometriska träningsmetoder för den grenspecifika idrotten, då lateralt step förekommer som indirekt förflyttning till ett explosivt kraftmoment.

Då förstudien även påvisade att flera av de indirekta sparkmomenten skede som en defensiv reaktionsrörelse valde vi att härleda dessa moment till "*reactive agility*", detta begrepp tror vi är högst grenspecifikt för Taekwondo och bör appliceras i framtida grenspecifika teststudier. Detta fenomen tycker vi också kan kopplas till tidigare resonemang kring tyngdöverföringen på stödbenet. Vi tror att denna faktor är fundamental för optimering av sparkhastighet och att bålstyrkan kan vara viktig för utveckling av denna fas 2.2 (från stödfotens kontaktögonblick till sparkfasens början). Genom mätning av muskelaktivitet i bålen med EMG (Elektromyografi) skulle det vara möjligt att undersöka hur tiden i fas 2.2 korrelerar med muskelaktivering i olika muskler. Detta har bland annat gjorts av *Dr. Wilderman m.fl.* som i sin studie mätte muskelaktivitet i flera benmuskler under ett lateralt step.²²

Vidare indikerade våra mätningar tydliga motoriska olikheter i steputförandet mellan testpersonerna. Utifrån den informationen ser vi en god anledning till fortsatt forskning inom området, dels i syfte om att kunna säkerställa fysiologiska fördelar med tillämpning av specifikt motoriskt utförande i Taekwondon men också för att kunna optimera tidig motorisk inläring. Vidare tror vi att effektiviteten i en spark bestäms av personens förmåga att "rikta" kraften mot målet som i vissa faser av sparken står i horisontell riktning. Faktorer som därmed också bör beröras är bland annat friktionskraften som rimligtvis är en viktig faktor i såväl step som sparkmoment. Isättningsvinkeln på foten blir en viktig faktor för bestämmande av friktionskraft. Friktionskoefficienten varierar mellan olika material och är sannolikt större om testpersonen på en Taekwondomatta bär skor med gummerade sulor²³ (vilket ofta ses i träningsomgångar samt i det test vi utfört). I tävlingssammanhang är spelaren barfota och dessutom ofta tejpade. Dessa faktorer finner vi intressant, att med hjälp av mer sofistikerad kraftmätningssutrustning, undersöka vidare.

²¹ C.A Moore, W.Lawrance, W.Weiss, K.Brian Shilling, C.Andrew Fry, Li.Yuhua, *Acute effects of augmented eccentric loading on jump squat performance*, *Exercise Neuromechanics Laboratory, University of Memphis, Memphis*, Journal of Strength and Conditioning Research. 2007, 21(2),s. 372-377

²² DR. Wilderman, SE. Ross, DA. Padua, *Thigh Muscle Activity, Knee Motion, and Impact Force During Side-Step Pivoting in Agility-Trained Female Basketball Players*, Journal of Athletic Training 2009;44(I):14-25

²³ A. Thorstensson, *Biomekanik – Bas för idrotts och arbetsteknik*, (Stockholm:1992), s.36-38

Mätningarnas relevans kan bli av ännu mer utvecklande värde för de specifika matchmomenten då framtida testutformningar även tar hänsyn till den allra första rörelsen. Spelarens allra första rörelse kan fungera som en bidragande faktor och stimuli för motspelarens reaktion och tajming och därmed påverka såväl motspelarens taktiska val och resultat i kontringseffektiviteten. Med fortsatt forskning i området tror vi även att det finns stor möjlighet att hitta relevant information som även berör andra idrotter som innehar ett liknande fotarbete som karakteriserar Taekwondons.

5 Käll- och litteraturförteckning

5.1 Tryckta källor

Capener.S.Dr -*Problems in the Identity and Philosophy of T'aegwondo and Their Historical Causes*, Vol.35 No.4 Winter 1995 pp.80-94

Draper.J.A, Lancaster.M.G, *The 505 test – A test for agility in the horizontal plane*, *Journal of science and medicine in sport* 1885:17(1), s.15-18

Faoturos.I.G, Jamurtas.A.G, Leontsini.D, Taxisildaris.K, Aggelousis.N, Kostapoulos.N, and Buckenmeyer.P, - *Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength*. *J. Strength Cond. Res.* 14:470-476. 2000.

Grayham.J.F,- *Agility training*. In: Brown.L.E, Ferrigno.V.A, Santana.J.C, (Ed.): -*Training for Speed, Agility and Quickness*, (Human Kinetics, Champaign, IL, 2000)

Kazemi.M, Waalen.J, Morgan.C , White.A.R,- *A profile of Olympic Taekwondo competitors*, *Journal of Sports Science and Medicine* (2006) CSSI, s.114-121

Lanzoni.I.M, Lobietti.R, Merni.F.,- *Footwork techniques used in table tennis: a qualitative analysis*, University of Bologna, Faculty of Exercise and Sport Science, Italy.

Markovic.G, Misigoj-Durakovic.M, Trninic.S,- *Fitness Profile of Elite Croatian Female Taekwondo Athletes*, *Coll. Antropol.* 2005:29 (1) s.93–99

Moore.C.A, Lawrance.W, Weiss.W, Brian Shilling.K, Andrew Fry.C, Yuhua.L,- *Acute effects of augmented eccentric loading on jump squat performance*, *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2007, 21(2), 372-377, Exercise Neuromechanics Laboratory, University of Memphis, Memphis, Tennessee 38152.

Sheppard.J.M, Young.W.B, Doyle.T.L.A, Sheppard.T.A, Newton.R.A,- *An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed*, *Journal of science and medicine in sport* 2006:9, s.342-349

Sheppard .J.M, Young WB. *Agility literature review: - classifications, training and testing*. *J Sport Sci* 2006;24(9):915-28.

Thorstensson A, *Biomekanik – Bas för idrotts och arbetsteknik*, (Stockholm:1992)s.63

Wilderman.Dr, Ross.D.A, Padua.D.A, - *Thigh Muscle Activity, Knee Motion, and Impact Force During Side-Step Pivoting in Agility-Trained Female Basketball Players*, *Journal of Athletic Training* 2009;44(1):14-25

5.2 Elektroniska källor

Chinese Olympic Committee, <http://en.beijing2008.cn/sports/>, (Acc. 2009-12-05)

The World Taekwondo Federation, <http://www.wtf.org> (Acc. 2009-12-06)

The World Taekwondo Federation, Competition rules, art. 17,
http://www.wtf.org/wtf_eng/site/rules/competition.html (Acc. 2009-12-05)

5.3 Källor som finns i privat ägo

Skaneby, Jesper, Engström, Karl, Gymnastik- och idrottshögskolan (GIH), Stockholm
Föreläsningsmanus: Testprotokoll Taekwondo 12/12 2009

Bilaga 1

Litteratursökning

Syfte och frågeställningar

Syftet med studien var att inom testgruppen undersöka hur kontakttid och belastningskaraktär påverkar sparkhastigheten i en rundspark som föregås av ett step.

- 1 Finns det ett samband mellan tiden mellan fotisättningarna (främre respektive bakre fot) och sparkhastigheten?
- 2 Hur påverkar bakre fotens kontakttid sparkhastigheten?
- 3 Hur påverkar den vertikala kraften på främre respektive bakre fot sparkhastigheten?
- 4 Hur påverkar tiden till uppnådd maximal vertikalkraft på främre respektive bakre fot sparkhastigheten?

Vilka sökord har du använt?

"Tae kwon do", "vertical force", "kick power", "power", "kick", "force", "lateral deficit", "Croatia", "physiological", "characteristics", "speed"

Var har du sökt?

Vi har valt att söka efter litteratur i Sport Discus och PubMed. Vi har också kontaktat tillverkaren för DBA force platform och fått tillgång till en forskningsstudie beträffande utrustningens mätprecision.

Sökningar som gav relevant resultat

Sport Discus: "Tae kwon do" and "vertical force" and "kick" and "power" - 0 träffar

Sport Discus: "Tae kwon do" and "lateral deficit" - 0 träffar

Sport Discus: "Tae kwon do" and "power" - 45 träffar, 0 relevanta

Sport Discus: "Tae kwon do" and "force" - 30 träffar, 1 relevant

PubMed: "Tae kwon do" and "Croatia" - 20 träffar, 1 relevant

Sport Discus: "Tae kwon do" and "physiological" and "characteristics" - 7 träffar, 1

relevant

Sport Discus: "Tae kwon do" and "speed" – 12 träffar, 0 relevanta

PubMed: "Tae kwon do" and "force" – 43 träffar, 0 relevanta

Kommentarer

Det är tydligt att en hel del generell biomekanisk forskning har gjorts. Det har dock varit svårt att hitta relevant litteratur som belyser vårt specifika forskningsområde. denna sökning genererade relativt många träffar varav 3 var relevanta för delar av vår undersökning. Nämnvärt är också att relativt många populärvetenskapliga artiklar fanns. Vi valde dock att bortse från dessa då de tenderar att sakna vetenskaplig grund. Valet av databaser (Sport Discus och PubMed) baserades huvudsakligen på goda tidigare utfall inom området "taekwondo" samt "fysiologi". Då materialet var alltför tunt för att gott nog belysa vårt område valde vi att komplettera med generell idrottsvetenskaplig litteratur samt söka artiklar på internet (www.google.com). I denna sökning använde vi oss av tidigare erfarenheter samt information från kollegor i branschen (för författarna tidigare känd forskning). Omfattningen på de studier vi hittat är stor men vissa segment är väl relevanta för undersökningen.