



Biomekanik i handbollsskott

*En studie om hur olika faktorer i ett skottmoment påverkar
utgången av ett stillastående kast.*

Namn: Louise Cronstedt

Klass: NA13I

Handledare: Paula Pierreville och Tor Hellberg

Abstract

Biomechanics is something that is used every day by everyone. No matter if you have an office job or if you are a lumberjack, because all kind of body activity is biomechanics.

In this report the focus is on a stationary handball throw with some connections to a javelin throw. The goal is to see which muscles and what joints are most important to get as much force as possible when you throw. This is done using tests with young handball players who throw a stationary overarm throw in three different ways to see how the trunk and the legs affect the throw. The research is done by measuring the speed of the different throws and then the results will be compared to each other.

The first way is just a normal throw, when you stand on both feet with one more forward than the other and throw the ball towards the goal and the speed sensor. The next throw is basically the same thing but you sit on your knees so that you can't use the muscles in your legs in the same way as when you stand up. Finally you sit in a special chair with the back side in a vertical position and lean your stomach against it to minimize the use of the trunk another person will lightly put his hands between the shoulder blades to ensure that the usage of the trunk muscles is minimized.

From these tests, it is easy to see that you develop more speed and force when you stand up and are able to use all the muscles of your body as a well coordinated system instead of isolating one specific muscle and for example use almost nothing but the arm and that the arm- and shoulder muscles are very limited in their contribution to the total force generated in a throw.

Nyckelord: Biomekanik, handboll, kraft, kast, avstämt skott

Innehållsförteckning

ABSTRACT	2
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
1. INLEDNING	4
1.1 BAKGRUND	4
1.2 TIDIGARE FORSKNING.....	4
1.3 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING.....	5
1.4 METOD	5
1.5 MATERIAL.....	6
1.6 AVGRÄNSNINGAR.....	6
2. AVHANDLING	8
2.1 KAST	8
2.2 UTFÖRANDE	11
2.3 RESULTAT	13
3. DISKUSSION	17
LITTERATURFÖRTECKNING	19
BILAGOR	20
<i>Tabell med resultat av kasten</i>	20
<i>Försök 2.</i>	21
<i>Länkar</i>	21
<i>Länkar till bilderna</i>	21

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Definitionen för biomekanik är principerna för rörelser som påverkar den mänskliga kroppen, alltså krafterns inverkan på levande vävnader. Man studerar och analyserar mekaniska problem i biologiska system. Undersökningar inom biomekaniken rör enligt Wikipedia (Wikipedia, 2016) allt från astronauter i tyngdlöst tillstånd till forskning om olika rörelsehandikapp samt djurs rörelsemönster och hur man gynnar olika moment inom idrotten.

Redan under antiken skrev Aristoteles en bok om djurens rörelser. Aristoteles beskriver i boken skillnaderna mellan att beskriva en rörelse och att utföra rörelsen. Den jämförelsen och att se på problemet på det sättet Aristoteles gjorde är fortfarande en central del i biomekaniska undersökningar. (Wikipedia, 2016)

Jag har valt att studera biomekanik inom handboll för att jag är intresserad av att veta hur kroppens olika biomekaniska delar skall samverka för att hela systemet skall utveckla så hög kraft som möjligt. Jag vill också veta vilka muskler som är viktiga att träna för att kunna utveckla så mycket kraft som möjligt i ett kast.

Att utveckla hög kraft i ett handbollskast är viktigt eftersom hastigheten (kraften avgör hastigheten) på bollen i kombination med precisionen i kastet är direkt avgörande för resultatet.

1.2 Tidigare forskning

Hur man ska utveckla så mycket kraft som möjligt i ett handbollskast verkar det inte finnas många undersökningar om. Däremot finns det många om överarmskast och dess biomekanik i allmänhet, så som inom baseboll- eller spjutkast.

I denna undersökning kommer jag att använda mig av närliggande forskning om kast från vilka relevanta paralleller kan dras. Forskningarna handlar om just biomekaniken i kast och vilka faktorer som påverkar kastets hastighet och kraft.

Formeln som används för att räkna ut kraften är centralrörelse/ centripetalkraftsformeln $F = \frac{mv^2}{r}$. Denna formel grundades på föremål som rör sig i cirkelbanor och den kraft som verkar på föremålet in mot cirkelns mittpunkt. Den går att använda på kast för att en kaströrelse är som en del av en cirkel, oftast ungefär som en halvcirkel eller en fjärdedel av en cirkel.

1.3 Syfte och frågeställning

Biomekanik är något vi utnyttjar i varje rörelse vi gör. Så fort vi rör oss utvecklas kraft. Syftet med detta arbete är att ta reda på hur man i ett kast och då specifikt ett avstämt handbollskast, utvecklar så mycket kraft som möjligt. Att kastet är avstämt innebär att man inte hoppar när man skjuter, alltså att skottet sker från marken. Detta kan ske både i fart och helt stillastående och i denna undersökning kommer testerna att utföras från ett stillastående läge som i ett straffkast. Bara av att lyfta en handboll på 0,5kg utvecklas en kraft på ca 4,91N (N= Newton, enheten för kraft) vilket kan motsvara en normal bok.

Med resultaten hoppas jag kunna visa hur man kan utveckla träningen för att i kastmoment kunna få ut mesta möjliga kraft. Att visa hur träningen ska utvecklas är ett stort område och då det inte påverkar det uppställda syftet kommer det inte att redovisas i denna rapport.

Vi vill alltså ta reda på följande:

- Hur får man ut så mycket kraft som möjligt i ett stillastående handbollskast?
- Hur påverkas kraften av styrkan i ben- och bålmskler?

1.4 Metod

Genom undersökningar med en hastighetsmätare vid stillastående kast ska jag ta reda på vilken betydelse bål- och benmskler samt armlängden har för att få ett så hårt skott som möjligt. Det kommer även ske en diskussion med Kenneth Riggberger som arbetar på MIA, Malmö Idrottsakademi. Riggberger är testansvarig på MIA och har även varit elitaktiv i både friidrott och handboll samt tränat elitaktiva i dessa idrotter.

Jag kommer dessutom att studera andra sorters avstämda kast så som inom baseboll och spjut för att se om det finns relevanta paralleller att dra. De undersökningar som studerats är

mestadels *Dansk sportsmedicin* av Finn Bojsen-Møller och *Anatomi och rörelselära inom idrotten* av Rolf Wirhed.

Hela arbetet kommer mest vara en kvantitativ undersökning (med fysikaliska formler och uträkningar), men samtidigt kommer det vara en del kvalitativa inslag (samlad fakta från litteratur).

Anledningen till att undersökningen består av både en diskussion, litteraturstudie och egna tester är för att först få en bild av hur kroppen arbetar och vad som påverkar utgången av ett kast för att sedan kunna sätta ihop tester som ger relevanta och rimliga resultat. Med resultaten görs jämförelser för att se faktorerna som påverkar kastet.

1.5 Material

I undersökningarna kommer en hastighetsmätare för bollsporter användas ("Sport Speed Sensor") för att mäta hastigheten i varje kast, en gymbänk med högt ryggstöd som är ställt i vertikalt läge samt handbollar för herrar respektive för damer.

Förutom materialet som nämns ovan utnyttjas även en del litteratur som handlar om just överarmskast samt kroppens biomekanik. Litteraturen som använts mest är *Anatomi och rörelselära inom idrott* av Rolf Wirhed som är lektor vid Örebro universitet och *Biomechanics of overarm throwing* som är skriven av Deborah L. King, associate professor, department of exercise and sport science faculty på Ithaca Collage.

1.6 Avgränsningar

Det finns otroligt många olika varianter av kast, både för att det finns olika sporter med olika mål med kasten och för att det inom varje sport finns olika tekniker för att få iväg föremålet man kastar. För att ämnet inte ska bli för brett kommer undersökningen endast att beröra avstämt stillastående kast, det vill säga kast med fötterna i marken.

Även om man kan tro att armmusklerna arbetar mest i kast så är det faktiskt oftast bål- och benmuskulaturen som gör det. Men de olika muskelgrupperna har olika uppgifter. Jag vill veta hur bål- och benmuskulaturen bidrar till kraften i kastet och har fokuserat på dessa muskelgrupper i undersökningen.

Gruppen som testerna utförs på består av totalt tolv killar och tjejer i åldrarna 17 till 19 år.
Alla spelar handboll i klubbtag samt går på handbollsgymnasiet i Malmö.

2. Avhandling

2.1 Kast

Ett stillastående handbollskast kan till viss del jämföras med ett spjutkast. Dock finns det vissa skillnader mellan spjutkast och handbollskast förutom att man inom handboll kastar en boll och inte ett spjut. Inom handbollen vill man till exempel ta ett mindre steg för att vara så lång som möjligt så att man kan kasta över försvararna. Man vill inte heller kasta lika mycket uppåt som man gör i spjut eller visa i vilken riktning kastet ska avfyras.

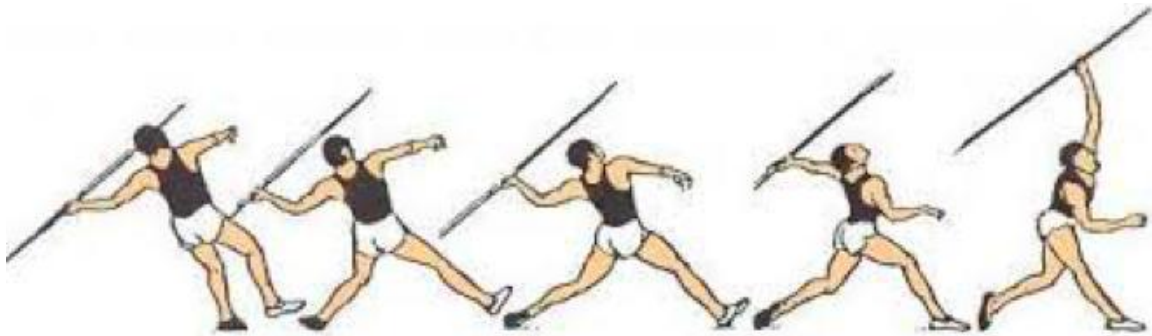


Bild 1: Spjutkast steg för steg. I bilden visas ett bra spjutkast och man ser tydligt att benet ska vara spikrakt i själva kastmomentet och att armen ska komma efter påslag av höft och axel.

En högerhänt kastare ska i det sista steget leda rörelsen med vänster höft och höger axel skall komma sist. För att få ett bra stäm och minimal kraftförlust i kastet krävs det att isättningsbenet är som ett stålrör och att eftergiften i knäleden är minimal. Resten av kroppen ska vara som ett elastiskt gummiband, ju hårdare gummiband (starkare bål) desto högre kraft utvecklas det, säger Kenneth Riggberger (2015) som är testansvarig på Malmö idrottsakademi. Med maximal utsträckning av "gummibandet" blir det en förlängning av bland annat den stora bröstmuskeln, pectoralis major, vilket innebär att armen dras en längre väg. Följden av detta blir ett större vridmoment. En längre hävstång (i kast är armen hävstången) medför att det vridande momentet blir större och på så sätt utvecklas en högre kraft än med en kortare hävstång.

Bilden på nästa sida visar ett fall då hävstångseffekten syns väldigt tydligt.

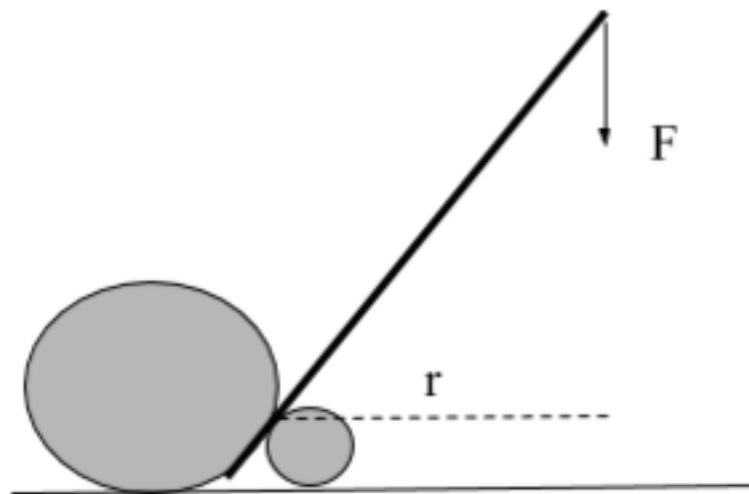


Bild 2: Hävstångseffekten. Här ser vi en bild på en sten som ska rubbas med hjälp av en stång. Ena änden är placerad sådan att den är under den stora stenen och över den lilla. I andra änden verkar en kraft nedåt och när den kraften blir tillräckligt stor kommer stenen att lyftas från sin plats.

Tänk dig att du har en kort hävstång ($r = 0,2\text{m}$) enligt bilden och trycker med en kraft på 50N . Enligt formeln $M = F \cdot r$ (där r är det vinkelräta avståndet mellan axeln och kraftens verkningspunkt) kommer det vridande momentet att bli 10Nm . Med en längre hävstång ($r = 0,5\text{m}$) och samma kraft (50N) kommer det vridande momentet bli 25Nm vilket är mer än dubbelt så stort som med den kortare hävstången. (Wirhed, *Anatomi och rörelselära inom idrotten*, 1984, s.25). När stenen sedan lyfts en bit kan man tänka sig att ett föremål t.ex. en boll sitter i den änden på stången som tryckts nedåt, detta kan liknas vid förspänningen i bröst- och bålmskler innan man kastar. Om man släpper stången kommer stenen att söka sig nedåt mot marken igen och det kommer medföra att bollen i andra änden får en rörelse som är nästan exakt samma rörelse som i ett kast.

Impulsen till föremålet som kastas är produkten av kraften och tiden kraften verkar. Det betyder att tiden som en kraft verkar är avgörande för hur stor impulsen blir, det vill säga hur stor förändringen av föremålets rörelsemängd blir. I praktiken betyder detta att det är viktigt att slutföra kastet fullständigt (inte avbryta det för tidigt) om man vill ha ett kraftfullt kast. Förutom det måste man dessutom koppla in alla kroppsdelar för att få ut så mycket som möjligt av kastet. I diagrammet på nästa sida av Deborah L. King från sin rapport

Biomechnaics of overarm throwing (King), visas hur allt från höften till handleden spelar in i ett vanligt överarmskast.

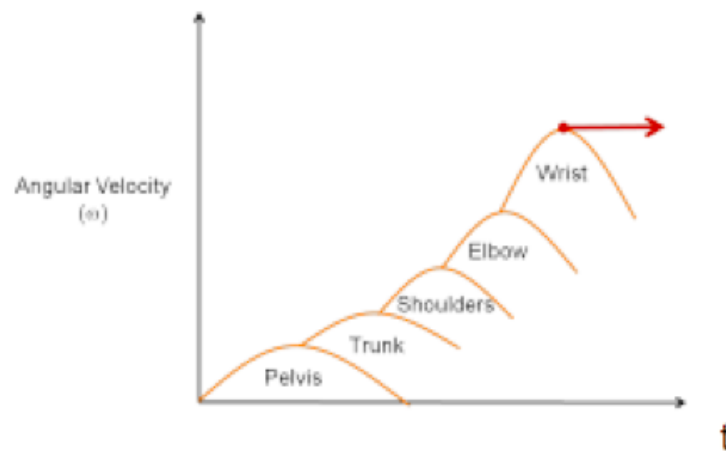


Bild 3: Diagram med muskler och leders inverkan i ett kast. I diagrammet visas det hur allt från höften till handleden påverkar utgången av ett kast utifrån tiden kraften verkar (tiden är det horisontella planet, x-axeln, i diagrammet). Angular velocity på y-axeln är hastigheten på varje kroppsdel med rotation som ger en sluthastighet i kastets riktning.

Hastigheten föremålet man kastar får är summan av kastarens egen hastighet och den hastighet som ges av kastaren till föremålet som kastas. Det är i detta moment som det är väsentligt att man sätter i ett rakt ben och omvandlar den egna hastigheten till hastighet i föremålet (Bojsen-Møller, 2007). Utifrån detta kan slutsatsen dras att kraften i kastet blir högre när man kommer i fart, men för att arbetet inte ska bli för brett utgår vi från ett stillastående kast.

När man kastar har kroppen utvecklat ett försvarssystem för att skydda armbågsleden från översträckning. Detta sker genom att handen vrider sig i slutet av kastet så att tummen pekar nedåt. Ett undantag kan vara handledskast, alltså när man inte är ute efter att skapa så hög kraft som möjligt. Vridningsprocessen sker naturligt för att triceps (den bakre muskeln i överarmen) är starkare i ett inbromsningsläge än vad biceps (den främre muskeln i överarmen) är. Ett handbollskast ligger ofta på hastigheter runt 80km/h men under EM i Danmark 2014 så var det hårdaste skottet på hela 113km/h och det sköts av den svenske landslagsspelaren Johan Jakobsson. Vid självaste "släpp momentet" i kastet har handen samma hastighet som bollen och därför är uppbromsningen och vridmomentet i armen väldigt viktigt för att inte skada sig. Det som är bra är att kroppen själv sköter processen.

2.2 Utförande

Innan testet startar mäter alla medverkande sin kastarm, från armhålan till fingerspetsarna genom att personen lägger sin arm över ett bord med en tumstock på så att noll är i kanten av bordet. Personen sträcker ut sin arm över tumstocken så att nollan är i armhålan. Efter detta får alla personerna lägga tre vanliga stående straffar, tre sittandes på knä och tre stycken sittandes i en gym bänk med ryggstödet mot magen medan en av de andra personerna lätt håller en hand i ryggen så att personen som ska kasta inte kan koppla in magmuskulerna på samma sätt.



Bild 4: Stående kast. På bilden visas det stående kastets utgångsläge med det främre benet rakt, spänning i bålen genom att lätt luta sig bakåt och armen hämtas långt bak. Alla muskler som påverkar kraften i ett kast samverkar.



Bild 5: Knästående kast. Båda knäna i marken och lätt lutning bakåt för att koppla in bålen samt att armen hämtas långt bak. Syftet är att i så stor utsträckning som möjligt koppla bort benen.



Bild 6: Sittande kast. Sittandes i en stol med ryggstödet i vertikalt läge. När testerna gjordes var det även en person som lätt tryckte personen som skulle kasta emellan skulderbladen. Syftet är att koppla bort både ben- och bålmskler så att i princip endast axel- och armmuskler används.

Hastigheten på alla skott mäts med hastighetsmätaren. Med hävarmens längd, bollens vikt och hastighet räknas sedan kraften i varje kast ut med hjälp av centralrörelse/centripetalkraftsformeln $F = \frac{mv^2}{r}$. Sedan jämförs resultaten från de olika teknikerna och man kan då se hur mycket bål- och benstyrkan påverkar kraften i ett kast. Detta ger svaret på den andra av de två frågeställningarna.

2.3 Resultat

I tabellerna nedan är hastigheterna ett medelvärde för varje persons olika kast, under rubriken ”Bilagor” finns resultaten på varje kast per person.

	Armlängd = r (m)	Stående kast = v1 (km/h)	Hastighet m/s	Kraft=F (N)
A -tjej	0,68	72,70	20,19	224,90
B -tjej	0,69	74,30	20,64	231,50
C - tjej	0,70	71,00	19,72	208,37
D -tjej	0,76	64,70	17,97	159,34
E -tjej	0,75	81,70	22,69	257,42
F -tjej	0,73	55,70	15,47	122,94
G -tjej	0,78	70,00	19,44	181,69
H -kille	0,82	94,00	26,11	376,45
I- kille	0,80	90,30	25,08	356,14
J -kille	0,80	89,70	24,92	349,22
K -kille	0,84	79,30	22,03	259,99
L -kille	0,74	69,70	19,36	227,92
Medel -tjej	0,73	70,01	19,45	198,02
Medel - kille	0,80	84,60	23,50	313,95
Max -tjej	0,78	81,70	22,69	257,42
Max -kille	0,84	94,00	26,11	376,45
Min -tjej	0,68	55,70	15,47	122,94
Min -kille	0,74	69,70	19,36	227,92

Tabell 1: stående kast. I tabellen redovisas varje persons armlängd, medelhastigheten på deras stående skott i km/h och m/s samt den utvecklade kraften i skotten. Det finns även ett medelvärde uträknat samt max och min för tjejernas respektive killarnas kast.

	Armlängd = r (m)	Knästående kast = v ² (km/h)	Hastighet m/s	Kraft=F (N)
A -tjej	0,68	62,00	17,22	163,57
B -tjej	0,69	66,00	18,33	182,67
C - tjej	0,70	62,00	17,22	158,90
D -tjej	0,76	60,00	16,67	137,12
E -tjej	0,75	69,70	19,36	187,40
F -tjej	0,73	46,30	12,86	84,96
G -tjej	0,78	62,30	17,31	144,06
H -kille	0,82	88,00	24,44	274,94
I- kille	0,80	85,00	23,61	262,96
J -kille	0,80	79,00	21,94	225,73
K -kille	0,84	69,70	19,36	167,33
L -kille	0,74	61,30	17,03	146,97
Medel -tjej	0,73	61,19	17,00	151,24
Medel - kille	0,80	76,60	21,28	215,59
Max -tjej	0,78	69,70	19,36	187,40
Max -kille	0,84	88,00	24,44	274,94
Min -tjej	0,68	46,30	12,86	84,96
Min -kille	0,74	61,30	17,03	146,97

Tabell 2: knästående kast. Tabellen visar varje persons armlängd, medelhastigheten på deras knästående skott i km/h och m/s samt den utvecklade kraften i skotten. Det finns även ett medelvärde uträknat samt max och min för tjejernas respektive killarnas kast.

	Armlängd = r (m)	Sittande kast = v3 (km/h)	Hastighet m/s	Kraft=F (N)
A -tjej	0,68	47,70	13,25	96,82
B -tjej	0,69	51,00	14,17	109,07
C - tjej	0,70	53,00	14,72	116,11
D -tjej	0,76	45,70	12,69	79,46
E -tjej	0,75	55,30	15,37	118,12
F -tjej	0,73	40,70	11,30	65,59
G -tjej	0,78	47,70	13,24	84,28
H -kille	0,82	70,30	19,53	175,46
I- kille	0,80	66,30	18,42	159,99
J -kille	0,80	62,70	17,42	142,19
K -kille	0,84	51,30	14,26	90,78
L -kille	0,74	47,30	13,15	87,63
Medel -tjej	0,73	48,73	13,53	95,64
Medel - kille	0,80	59,58	16,55	131,21
Max -tjej	0,78	55,30	15,37	118,12
Max -kille	0,84	70,30	19,53	175,46
Min -tjej	0,68	40,70	11,30	65,59
Min -kille	0,74	47,30	13,15	87,63

Tabell 3: sittande kast. Här visas varje persons armlängd, medelhastigheten på deras sittande skott i km/h och m/s samt den utvecklade kraften i skotten. Det finns även ett medelvärde uträknat samt max och min för tjejernas respektive killarnas kast.

De resultat som kom fram av testerna var väntade. Av egen erfarenhet kan man tänka sig vid vilket tillfälle det skulle utvecklas högst kraft. Det är när man står och kan koppla in alla kroppens muskler, följt av när man sitter på knä och inte kan använda benmusklerna men fortfarande kan utnyttja bålen och till sist när man sitter med magen tryckt mot en stol så att man varken kan koppla in ben eller bål. Det man heller inte får glömma är att alla resultaten kan påverkas av hur bra eller dåligt varje individ behärskar tekniken i kast.

	Skillnad i % i kraft från knästående till stående	Skillnad i % i kraft från sittande till knästående
A -tjej	37,49%	69,20%
B -tjej	26,73%	67,47%
C - tjej	31,14%	36,85%
D -tjej	16,21%	72,56%
E -tjej	37,36%	58,66%
F -tjej	44,71%	29,52%
G -tjej	26,12%	70,93%
H -kille	36,92%	56,69%
I- kille	35,43%	64,37%
J -kille	54,71%	58,75%
K -kille	55,38%	84,32%
L -kille	55,08%	67,72%
Medel -tjej	31,40%	57,88%
Medel -kille	44,82%	64,96%
Max -tjej	44,71%	72,56%
Max -kille	55,38%	84,32%
Min -tjej	16,21%	29,52%
Min -kille	35,43%	56,69%

Tabell 4: Procentskillnad. Tabellen visar kraftskillnaden i procent mellan knästående till stående och sittande till knästående.

3. Diskussion

När ett stillastående kast genomförs kan man inte utnyttja fart genom löpning eller hopp till att föra över kraft till kastet, utan man får istället försöka skapa en hög kraft bara genom benen, bålen och armen. För att då få en så hög kraft som möjligt måste man utnyttja alla kroppsdelar maximalt. Stämbenet ska vara som ett järnspett och resten av kroppen som ett gummiband som kommer efter med höft, bål, skuldra, armbåge och handled i tur och ordning. Alltså för att få ut så mycket kraft som möjligt i ett stillastående kast krävs det att en serie muskelgrupper samverkar i rätt ordningsföljd och ges tid att verka (se bild 3).

I tabellen på sida 16 kan man även se att den procentuella ökningen är större när man går från sittande till knästående (kastaren kopplar in bålmuskulaturen) än när man går från knästående till stående (kastaren kopplar förutom bålmuskulaturen även in benmuskulaturen). Av detta kan man se att bålen vid ett stillastående kast ger mer än vad benen gör vilket svarar på den andra frågeställningen. Men i ett skott där man kommer med fart kan man tänka sig att benen utgör en viktigare roll än i avstämnda kast. Detta för att benmuskulaturen då måste bromsa upp hela kroppens fart och omvandla denna till kraft som påverkar bollen. För detta krävs starka benmuskler.

För avstämnda skott kan det alltså hjälpa extra mycket att vara stark i bålen och därför är det bra att träna den extra. Men samtidigt är det ju alla muskler tillsammans som gör så att det utvecklas mest kraft och högst fart i skottet och därför rekommenderas det starkt att alla kroppens delar bör tränas för ett ultimatum resultat.

I samma tabell kan man se stora avvikelser på vissa personer, till exempel D –tjej. Den procentuella skillnaden i kraft från sittande till knästående är högst av alla, 72 %, medan skillnaden från knästående till stående är minst av alla, 16 %. Detta kan bero på en eftergift i knäleden, alltså att knät böjer sig i skottläget. Som det nämndes i avhandlingen är ett spikrakt ben en av huvudpunkterna i avstämnda kast. Men uppenbarligen använder D sin bål väldigt bra eftersom ökningen från sittandes till knäståendes var så stor.

En av de svåraste sakerna med undersökningen var att hitta en övning där hela benmuskulaturen kopplas bort men man fortfarande kan utnyttja bålen maximalt. När man

sitter på knä, som försökspersonerna gjorde i det knästående kastet, kan man fortfarande utnyttja lårmusklerna till en viss del men man kan också utnyttja bålen väldigt bra. När man sitter på en stol som vanligt kopplas i och för sig benen bort helt men samtidigt kan man inte ta hjälp av bålens fulla styrka. För att verkligen kunna koppla in magmuskulaturen valde jag att göra det andra kastet i en knästående position och inte sittandes.

Om testet skulle utvecklas ytterligare skulle man kunna mäta alla deltagarnas ben- och bålstyrka. Man hade även kunnat titta på rörligheten i axelleden och se hur den påverkar kastet. Inom biomekanik finns det så många olika faktorer som kan påverka utfallet av det man gör, styrka, rörlighet, teknik, hävarmen och listan fortsätter. Om hävarmarnas längd skiljer sig från varandra och allt annat är lika (alltså lika stark, samma teknik och lika rörlig) kan man se hävarmens betydelse för kraften i ett kast. Om man till exempel jämför E –tjej och G –tjej i tabell 1,2 och 3 kan man se att även om G har en längre arm än E så kastar E hårdare. Detta beror på att E uppskattningsvis är strakare i både bål och ben än vad G är (detta arbete innehåller inte en undersökning av bål- och benstyrka och därför är detta en subjektiv bedömning av situationen).

Om man jämför killarnas och tjejernas medelvärde i det stående kastet (se sida 11) ser man att killarnas medelvärde i utvecklad kraft är lite mer än 100 Newton högre än tjejernas. Det kan bland annat bero på att killar som tränar i regel är starkare än tjejer. Men det skulle också kunna bero på att killar redan från tidig ålder kastar mer när de leker än vad tjejer ofta gör. Man kan se stor skillnad mellan tjejer och killar efter träningar. Killar stannar oftast kvar och trixar eller tränar på nya skott en stund efter träningen medan tjejerna oftast går och duschar direkt eller sätter sig och pratar med kompisar. Därmed får killarna oftast mer bollkänsla och blir mer kastvana än vad tjejerna blir. Detta stämmer inte för exakt varje person men genom att observera tjejers respektive killars beteenden efter träning kan man se att det i många fall stämmer.

Litteraturförteckning

Anatomi och rörelselära inom idrotten av Rolf Wirhed 1984. Örebro: harpoon Publications AB

Biomechanics of overarm throwing av Deborah L. King

Hämtad: 2015-11-14

Biomechanic av Thompson, C.W. och Floyd, R.T. 1994

Hämtad: 2015-11-14

Dansk sportsmedicin av Finn Bojsen-Møller (även många fler har skrivit i denna tidning, men de delar jag använt mig av är skrivna endast av Bojsen-Møller), 2007

Hämtad: 2015-11-14

Jakobsson skjuter hårdast i EM: "Gäller att missa målvakten" Paul Zyra, Sveriges radio, 2014

Hämtad: 2016-02-28

Wikipedia, 2016, <https://sv.wikipedia.org/wiki/Biomekanik>

Hämtad: 2015-11-02

Bilagor

Tabell med resultat av kasten

Försök 1.

	Kastarmens längd r (cm)	Stående kast $v_{STÅ}$ (km/h)	Knästående kast $v_{KNÄ}$ (km/h)	Sittande kast v_{SITT} (km/h)
A -tjej	68,0	68 77 73	61 63 62	50 46 47
B -tjej	69,0	70 71 82	65 67 66	53 52 48
C -tjej	70,0	73 70 70	62 63 61	53 54 52
H -kille	81,5	90 97 95	85 90 88	70 72 69
I -kille	79,5	90 83 98	85 88 82	66 67 66
J -kille	80,0	90 87 92	77 79 81	63 63 62

Försök 2.

D -tjej	76,0	59 67 68	57 58 65	44 52 41
E -tjej	75,0	81 84 80	69 72 68	56 56 54
F -tjej	73,0	53 57 57	44 48 47	41 42 39
G -tjej	78,0	67 72 71	63 63 61	48 51 44
K -kille	84,0	77 82 79	70 66 73	52 51 51
L -kille	74,0	63 73 73	62 60 62	44 52 46

Länkar

2015-11-14 Dansk sportsmedicin:

<http://www.dansksportsmedicin.dk/pdf/200702.pdf>

2015-11-14 Biomechanics of overarm throwing:

<https://www.thompsonhealth.com/Portals/0/Health%20Care/Sports%20Medicine/Sports%20Medicine%20Symposium/Handouts%20Biomechanics%20of%20Overarm%20Throwing.pdf>

2015-11-02 Wikipedia:

<https://sv.wikipedia.org/wiki/Biomekanik>

2015-11-14 Biomechanic:

<https://www.fgc.edu/wp-content/uploads/2011/12/biomechanics.pdf>

2016-02-28 Hårdaste skottet i EM i Polen:

<http://sverigesradio.se/sida/gruppsida.aspx?programid=179&grupp=8919&artikel=5756477>

Länkar till bilderna

Nr.1 – spjutkast

<http://www.google.se/imgres?imgurl=http://www.brianmac.co.uk/javelin/btec.jpg&imgrefurl=http://www.brianmac.co.uk/javelin/&h=151&w=496&tbnid=Lp1hDi2OYjQBKM:&docid=BHTE-FGBP7WvuM&ei=yxHVo-RLoeisAHY-bnQDA&tbn=isch&ved=0CEQQMygeMB5qFQoTCM-MhvP4j8kCFQcRLAod2HwOyg>

Nr.3 – diagram av kroppsdelar som kopplas i i kast

https://www.thompsonhealth.com/Portals/0/_Health%20Care/Sports%20Medicine/Sports%20Medicine%20Symposium/Handouts%20Biomechanics%20of%20Overarm%20Throwing.pdf