



DIE VERBAND TUSSEN VERSKILLENDE BEPALINGS VAN LIGGAAMSAMESTELLING BY ELITE MANLIKE WORPE-ATLETE

**Pieter van Gent
B.A. Honneurs**

**Verhandeling voorgelê vir die nakoming van die vereistes
vir die graad Magister Artium in die Skool vir
Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap aan die
Noordwes-Universiteit (Potchefstroom Kampus)**

**Studieleier: Prof. J. Hans de Ridder
Hulpleier: Dr. Colette Underhay**

Potchefstroom

April 2007

Voorwoord

Ek wil graag van hierdie geleentheid gebruik maak om die volgende individue te bedank vir hul bydrae met hierdie studie:

My Hemelse Vader, wat vir my die krag, leiding en deursettingsvermoë gegee het in tye waar dit moeilik gegaan het. Wat my gehelp sodat hierdie studie 'n werklikheid kon wees.

*What lies behind us and what lies before us are
small matters compared to what lies within us.
- Ralph Waldo Emerson*

Prof Hans, meer as net 'n studieleier. Baie dankie vir Prof se insette, advies en leiding deur hierdie studie, en ook iemand om mee te gesels, al handel dit nie oor die studie nie.

My wonderlike ouers. Baie dankie vir jul ondersteuning, bystand, raad, geduld en finansiële bydraes. Nie enige kind kon vir beter ouers gevra het nie.

Aan Leana, die vrou in my lewe. Dankie vir al jou motivering, ondersteuning, bystand en veral geduld, nie net deur hierdie studie nie, maar deur elke dag.

Maya, my suster. Baie dankie ook vir jou insette, veral met die tweede hoofstuk. En baie dankie vir jou ondersteuning en motivering en dat ek altyd op jou knoppie kon druk as ek iets wil weet..

Baie dankie aan meneer Terseus Liebenberg, vir die beskikbaarstelling van sy atlete, asook die skakelpersoon tussen my en die oorsese atlete.

Baie dankie aan mevrou Cicilia van der Walt, vir die taalversorging van hierdie studie (018 290 7367).

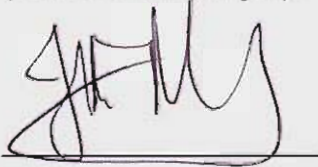
Laaste dank aan mevrou Leone Wolmarans, wat altyd bereid was om my te help en raad te gee in terme van tegniese versorging van hierdie studie.

Die Skrywer

April 2007

Verklaring

Die mede-outeur van die twee navorsingsartikels wat deel uitmaak van hierdie verhandeling, Prof. J. Hans de Ridder (studieleier), gee hiermee toestemming aan die kandidaat, Mnr. Pieter van Gent, om die twee navorsingsartikels as deel van sy verhandeling vir sy M.A.-graad in te sluit. Die bydrae (adviserend en ondersteunend) van hierdie mede-outeur was binne perke, daarom kan die kandidaat hierdie verhandeling vir eksamineringsdoeleindes indien. Hierdie verhandeling dien dus as gedeeltelike nakoming van die vereistes vir die graad Magister Artium in Sportwetenskap in die Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap in die fakulteit Gesondheidswetenskappe aan die Noordwes-Universiteit (Potchefstroomkampus).



Prof. J. Hans de Ridder
Studieleier en mede-outeur



Dr. Colette Underhay
Hulpleier en mede-outeur

Opsomming

Dit is belangrik om navorsing rakende die liggaamsamestelling van elite manlike worpe-atlete uit te brei, aangesien daar relatiewe min navorsing bestaan rondom hierdie onderwerp. Die doel van hierdie studie was om eerstens antropometriese verskille by elite manlike spiesgooiers ($n=20$), diskusgooiers ($n=4$), gewigstoters ($n=3$) en hamergooiers ($n=3$) te bepaal, en tweedens te bepaal watter veldmetode die beste korreleer met die Bod Pod (kriterium metode), vir die bepaling van persentasie liggaamsvet by elite manlike worpe-atlete. Die veranderlikes wat getoets is, is volgens die voorskrifte soos deur ISAK (2001) voorgeskryf. Die elite manlike worpe-atlete het 'n gemiddelde ouderdom van 24.43 jaar. Die gemiddelde liggaamslengte vir die groep gooiers was 185.53cm, met gewigstoters as die langste (190.9cm) en hamergooiers as die kortste (181.5cm). Spiesgooiers en diskusgooiers was onderskeidelik die ligste (92.68kg) en die swaarste (117.17kg) in terme van liggaamsmassa, en het ook statisties betekenisvol van mekaar verskil ($p<0.05$) in terme van liggaamsmassa. Die gemiddelde armspan van die totale groep gooiers was 192.81cm, met diskusgooiers wat oor die grootste armspan beskik van 199.38cm. Hamergooiers en diskusgooiers se armspan waardes het statisties betekenisvol ($p<0.05$) van mekaar verskil. Die grootste gemiddelde velvouwaarde wat verkry is, is die abdominale velvouwaarde (21.53mm), met spiesgooiers as die kleinste (17.59mm) en diskusgooiers as die grootste (32.15mm) abdominale velvou. Spiesgooiers en diskusgooiers het ook 'n statisties betekenisvolle verskil ($p<0.05$) getoon met betrekking tot die abdominale velvou. Die kleinste gemiddelde velvouwaarde is die borsvelvou waarde van 8.76mm, wat geen statisties betekenisvolle verskille ($p>0.05$) tussen die groepe gooiers aangetoon het nie. 'n Gemiddelde 6-velvouformule waarde van 14.65% is verkry, met diskusgooiers as die meeste (18.68%) en spiesgooiers as die minste (13.05%) persentasie liggaamsvet. Volgens die 7-velvouformule het diskusgooiers weereens die grootste persentasie liggaamsvet van 20.31% getoon, en spiesgooiers die kleinste waarde van 13.71%. Daar het wel 'n statisties betekenisvolle verskil ($p<0.05$) voorgekom tussen spiesgooiers en diskusgooiers se 7-velvouformule waardes. Die persentasie liggaamsvet soos bepaal deur die Bod Pod, het aangetoon dat hamergooiers oor die

grootste persentasie liggaamsvet van 18.9% beskik, en spiesgooiers oor die kleinste (13.19%). Alhoewel hamergooiers oor die grootste persentasie liggaamsvet beskik, toon die Bod Pod dat die diskusgooiers oor die grootste vetmassa (21.85kg), sowel as die grootste skraalliggaamsmassa (96.2kg) beskik. Die Lengte-Massa-Indeks (LMI) het statisties betekenisvolle verskille tussen al vier die groepe gooiers getoon, en is dus 'n swak bepaler van liggaamsamestelling by elite manlike worpe-atlete. Volgens die Bod Pod (kriterium metode) was die totale groep se persentasie liggaamsvet 14.5%. Die 6-velvouformule het 'n gemiddelde waarde van 14.65% getoon en die 7-velvouformule 'n gemiddelde waarde van 15.52%, wat onderskeidelik 'n verskil van 0.15% en 1.02% is. Die Bio-elektriese Impedansie Analise (BIA) -waarde vir die totale groep gooiers, het egter 'n verskil van 3.7% getoon, asook 'n statisties betekenisvolle verskil ($p < 0.05$) tussen die spiesgooiers se BIA waarde en die Bod Pod. Die BIA waarde van die totale groep en die Bod Pod waarde het ook 'n statisties betekenisvolle verskil ($p < 0.05$) getoon. Daar kan dus afgelei word dat die BIA metode ook 'n swak bepaler van persentasie liggaamsvet is by elite manlike worpe-atlete.

Summary

Research regarding the body composition of elite male throwing athletes is very limited and it is therefore very important to extend the field of research regarding this topic. The aim of this study was firstly to determine anthropometrical differences between elite male javelin-throwers ($n=20$), discus-throwers ($n=4$), shot-putters ($n=3$) and hammer-throwers ($n=3$), and secondly to determine which field method correlates the best with the Bod Pod (criterion method) when measuring percentage bodyfat of elite male throwing athletes. The variables that were tested were according to the prescriptions as described by ISAK (2001). The elite male throwing athletes had an average age of 24.43 years. The average stature for the whole group of throwers was 185.53cm, with shotputters being the tallest (190.9cm) and hammerthrowers the shortest (181.5cm). Javelin-throwers were the lightest (92.68kg) and discus-throwers the heaviest (117.17kg) in terms of body mass, and both javelin- and discus-throwers showed a statistical meaningful difference ($p<0.05$) regarding body mass. The average arm span of the group of throwers was 192.81cm, with the discus-throwers having the longest arm span (199.38cm) and hammer-throwers the shortest (184.4cm). The discus- and hammer-throwers had a statistical meaningful difference ($p<0.05$) regarding arm span. The largest average skinfold value was the abdominal skinfold (21.53mm), with javelin-throwers having the smallest (17.59mm) and discus-throwers having the largest (32.15mm) abdominal skinfold. The abdominal skinfold showed a statistical meaningful difference ($p<0.05$) between the javelin- and discus-throwers. The chest skinfold measured the smallest average value of 8.76mm, and showed no statistical meaningful difference ($p>0.05$) between the four groups of throwers. An average 6-skinfold equation value of 14.65% was measured for percentage bodyfat, with the discus-throwers having the largest (18.68%) value and javelin-throwers having the smallest (13.05%). According to the 7-skinfold equation, discus-throwers had, again, the largest percentage bodyfat (20.31%) and javelin-throwers the smallest value of 13.71%. Discus- and javelin-throwers showed a statistical meaningful difference ($p<0.05$) in terms of the 7-skinfold equation. The percentage bodyfat, as determined by the Bod Pod, showed

that the hammer-throwers consisted over the largest percentage bodyfat of 18.9%, and javelin-throwers the smallest (13.19%). Although hammer-throwers consists of the largest percentage bodyfat, the Bod Pod showed that discus-throwers consists of the largest fatmass (21.85kg), aswell as the largest lean body mass (92.2kg). The Body-Mass-Index (BMI) method showed statistical meaningful differences ($p < 0.05$) between all four groups of throwers, and is thus a poor determant of body composition of elite male throwing athletes. According to the Bod Pod (criteria method), the percentage bodyfat of the whole group was 14.5%. The 6-skinfold equation showed an average value of 14.65% and the 7-skinfold equation an average of 15.52%, which shows a difference of 0.15% and 1.02% respectively. However, the Bio-electrical Impedence Analysis (BIA) method showed a difference of 3.7%, and it differed statistical meaningful ($p < 0.05$) from the the javelin-throwers's BIA value and the Bod Pod. The BIA value and the Bod Pod's value for the total group, showed a stistical meaningful difference ($p < 0.05$). The conclusion therefor, is that the BIA method is also a very poor method for determining percentage bodyfat of elite male throwing athletes.

INHOUDSOPGAWE

• Voorwoord	i
• Verklaring	ii
• Opsomming	iii
• Summary	v
• Inhoudsopgawe	vii
• Lys van tabelle	x
• Lys van figure	xi
• Lys van afkortings	xii

HOOFSTUK 1

PROBLEEMSTELLING EN DOEL VAN ONDERSOEK 1

1.1 Inleiding en probleemstelling	1
1.2 Doelstellings	4
1.3 Hipotese	4
1.4 Struktuur van verhandeling	4
1.5 Bronnelys	5

HOOFSTUK 2

DIE LIGGAAMSAMESTELLINGSPROFIEL VAN ELITE- MANLIKE WORPE-ATLETE 7

2.1 Inleiding	7
2.2 Historiese oorsig van baan-en-veld atletiek	8
2.2.1 Inleiding	8
2.2.2 Historiese oorsig van spiesgooi	9
2.2.3 Historiese oorsig van gewigstoot	10
2.2.4 Historiese oorsig van diskusgooi	11
2.2.5 Historiese oorsig van hamergooi	12

2.3	Teoretiese onderbou van liggaamsamestelling by sportlui	12
2.3.1	Bod Pod (verwysingsmetode)	13
2.3.2	Velvoue (veldmetode)	16
2.3.3	Lengte-Massa Indeks (LMI) (veldmetode)	17
2.3.4	Bio-elektriese Impedansie Analise (veldmetode)	18
2.4	Die liggaamsamestelling van elite manlike worpe-atlete	19
2.5	Somatotipes van elite manlike worpe-atlete	24
2.6	Samevatting	25
2.7	Bronnelys	25

HOOFSTUK 3

ANTROPOMETRIESE	VERSKILLE	BY	ELITE-	MANLIKE	
SPIESGOOIERS,	DISKUSGOOIERS,	GEWIGSTOTERS	EN		
HAMERGOOIERS					31

Artikel- en outeurinligting	32
Opsomming	33
Inleiding	34
Ondersoekmetode	35
Proefpersone	35
Metingsprosedure	35
Dataverwerking	36
Resultate en bespreking	37
Samevatting	44
Bedankings	45
Bronnelys	46

HOOFSTUK 4

'N KORRELASIE TUSSEN DIE BOD POD EN VERSKILLENDEN	
VELDMETODES VIR DIE BEPALING VAN PERSENTASIE	
LIGGAAMSVET BY ELITE- MANLIKE WORPE-ATLETE	48

Artikel- en outeurinligting	49
Opsomming	50

Inleiding	51
Onderzoeksmetode	53
Proefpersone	53
Antropometriese en metingsprosedure	53
Dataverwerking	54
Resultate en bespreking	54
Samevatting	60
Bedankings	61
Bronnelys	62
 HOOFTUK 5	
SAMEVATTING, GEVOLGTREKKINGS EN AABEVELINGS	64
 5.1 Samevatting	64
5.2 Gevolgtrekkings	65
5.3 Aanbevelings	67
5.4 Verdere navorsing	68
5.5 Verwysings	68
 BYLAE	
A Inligting aan outeurs: SA Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike Opvoeding en Ontspanning	69
B Demografiese inligtingsvraelys en Antropometriese proforma	75

Lys van Tabele

Hoofstuk 2

- Tabel 2.4.1:** Keuringkriteria vir elite- manlike worpe-atlete volgens Gambetta (1981:41).....20
- Tabel 2.4.2:** Liggaamsamestellingseienskappe van Amerikaanse wêreldklas worpe-atlete (n=49) soos deur Morrow *et al.* (1982) gerapporteer.....21
- Tabel 2.4.3:** Die liggaamsamestelling van worpe-atlete tydens die Mexiko Stad en Montreal Olimpiese Spele (n=27) soos deur Carter en Yuhasz (1984) gerapporteer.....22
- Tabel 2.4.4:** Die liggaamsamestellingsveranderlikes van elite- manlike spiesgooiers (n=19), soos deur Kruger *et al.* (2006:43-45) gerapporteer.....23
- Tabel 2.5.1:** Die somatotipes van elite manlike worpe-atlete, soos deur Carter (1984b) weergegee.....24

Hoofstuk 3

- Tabel 1** Beskrywende statistiek van die manlike worpe-atlete: basismetings en velvoue (N=30).....37
- Tabel 2** Beskrywende statistiek van die elite manlike worpe-atlete: liggaamsamestellingskomponente (N=30).....41

Lys van Figure

Hoofstuk 2

Figuur 1	Diagramatiese voorstelling van die Bod Pod (Rowett Research Institute, 2002).....	12
-----------------	---	----

Hoofstuk 4

Grafiek 1	Beskrywende statistiek van die elite- manlike worpe-atlete: vetpersentasiemetings (N=30).....	55
Grafiek 2	'n Vergelyking tussen die Bod Pod (kriteriummetode) en veldmetodes vir die bepaling van persentasie liggaamsvet by elite- manlike spiesgooiers en diskusgooiers.....	57
Grafiek 3	'n Vergelyking tussen die Bod Pod en veldmetodes vir die bepaling van persentasie liggaamsvet by elite- manlike gewigstoters, hammergooiers en die totale groep.....	59

Lys van Afkortings

N	Aantal proefpersone
n	Aantal proefpersone in subgroep
Db	Liggaamsdigtheid
jr	Jaar
kg	Kilogram
cm	Sentimeter
mm	Millimeter
$\bar{x}$	Rekenkundige gemiddeld
SA	Standaard afwyking
SG	Spiesgooi
DG	Diskusgooi
GS	Gewigstoot
HG	Hamergooi

Hoofstuk 1

Probleemstelling en doel van die ondersoek

- 1.1 Probleemstelling
 - 1.2 Doelstellings
 - 1.3 Hipoteses
 - 1.4 Struktuur van die verhandeling
 - 1.5 Bronnelys
-

1.1 Probleemstelling

Sportlui se liggaamsamestelling is 'n aspek wat sedert die vroegste tye oefenkundiges, voedingkundiges, afrigters, mediese spesialiste en sportwetenskaplikes interesseer, aangesien liggaamsamestelling van kardinale belang is vir optimale prestasie in sport (De Ridder *et al.*, 2000:1-2). Dr. James Tanner (1964:14) het die volgende opspraakwekkende bewering gemaak: “*Physique is a factor in the sort of success that may lead to inclusion in an Olympic team or, more negatively that lack of proper physique may make it almost impossible for an athlete to reach that degree of success.*” Gevolglik is inligting aangaande sportlui se liggaamsamestelling van belang en kan dit onder andere aangewend word om veranderinge in die atleet se liggaamsamestelling en gesondheidstatus te monitor asook om die effektiwiteit van 'n oefen- of dieetprogram te verseker (Norton *et al.*, 1996). Volgens Heyward (2001:2) kan liggaamsamestellingsdata voorts gebruik word om sportlui se liggaamsmassas vir kompetisiedeelname te monitor om daardeur te verseker dat hulle in sportsoorte soos stoei en boks in die korrekte gewigsklas kwalifiseer. Die wetenskap maak dit ook moontlik om die optimale liggaamsamestelling vir suksesvolle sportdeelname te kan bepaal (Heyward & Wagner, 2004:159).

Twee komponente van liggaamsamestelling wat veral van belang is by sportlui en wat 'n direkte invloed op prestasie het, is persentasie liggaamsvet en spiermassa. In die algemeen is 'n lae persentasie liggaamsvet belangrik by sportsoorte wat spring- en hardloopvaardighede insluit, terwyl 'n groot spiermassa nodig is by onder andere sportsoorte waar hoë kraguitsette 'n vereiste is (Heyward & Wagner, 2004:159). So byvoorbeeld moet spiesgooiers gevolglik oor beide 'n lae persentasie liggaamsvet en groot spiermassa beskik, aangesien krag en eksplosiewe krag noodsaaklik is vir prestasie in dié sportsoort (Kruger *et al.*, 2006).

Liggaamsamestelling kan bepaal word deur gebruik te maak van veld- of laboratoriumtegnieke, met veldtegnieke soos velvoue wat relatief eenvoudig en prakties uitvoerbaar is (De Ridder, 2005:99-100). Hierdie laasgenoemde metode vereis egter dat die toetsafnemer oor sekere vaardighede en spesifieke ondervinding moet beskik ten einde betroubare resultate te verkry (De Ridder, 2005:99-100). Daar word tans van verskillende formules soos dié van Jackson en Pollock (1978) en Withers *et al.* (1987) gebruik gemaak om die persentasie liggaamsvet van sportlui deur middel van velvoumetings te bepaal. Hierdie is die mees algemene formules wat gebruik word by die bepaling van persentasie liggaamsvet met betrekking tot die velvoumetode. Die geldigheid om een formule te gebruik om die persentasie liggaamsvet van alle sportlui te bepaal word egter bevraagteken. Dit is daarom van belang dat verskillende vetpersentasie-bepalingsformules vir elk van die sportsoorte en items binne sportsoorte ontwikkel moet word. 'n Verdere veldtegniek wat gebruik sal word om liggaamsamestelling te bepaal, is die liggaamsmassa-indeks (LMI) (Norton *et al.*, 1996:383). Navorsers stel egter dat LMI slegs 'n ruwe indeks van liggaamsamestelling en obesiteit is en dat dit met omsigtigheid gebruik moet word (Heyward & Wagner, 2004:76). Die probleem is egter dat LMI 'n navorser nie in staat stel om onderskeid te kan tref tussen skraalliggaamsmassa en vetmassa nie, en vanweë die tekortkoming kan skraal, gesonde sportlui byvoorbeeld LMI-waardes van groter as 30 behaal wat op die normskaal as obees geklassifiseer word (Heyward & Wagner, 2004:76). Die derde indirekte tegniek wat toegepas word om liggaamsamestelling te bepaal, is Bio-elektriese Impedansie Analise (BIA) wat volgens Heyward en Wagner (2004:87) beskryf word as 'n vinnige, relatief goedkoop metode om liggaamsamestelling te bepaal. Heyward en Wagner (2004:87) wys daarop dat die BIA in sekere omstandighede voorkeur geniet bo ander veldtegnieke as

gevolg van die feit dat dié metode nie 'n besonder hoë vlak van toetsafnemervaarbaarheid vereis nie, die proses die kliënt oor die algemeen minder verontrief en sy/haar privaatheid nie daardeur binnegedring word nie. Twee groot nadele van die BIA is dat die geldigheid van die metode bevraagteken word en dat geen aanvaarbare kriteria-waardes bestaan waarvolgens die kategorisering van 'n persoon se waardes gedoen kan word nie. Laastens is dit nie geslaagd nie ten opsigte daarvan dat veranderinge in liggaamsamestelling nie voorspel kan word nie, wat daartoe lei dat persentasie liggaamsvet in skraal persone oorskat word en in obese persone onderskat word.

Die laboratoriumtegnieke wat toegepas word om persentasie liggaamsvet en skraalliggaamsmassa by sportlui te bepaal, sluit onder andere die volgende in: Bod Pod, DEXA en Hidrostatiese weging. Die Bod Pod, wat as laboratoriumtegniek in hierdie studie toegepas gaan word, is 'n hoogs gesofistikeerde lugverplasingapparaat met 'n klein algemene metingsfout (Bod Pod CTM, 2004). Die Bod Pod is daarom 'n laboratoriumtegniek wat geskik is vir kriteriumnavorsing. Die nadele van die tegniek is dat die apparaat nie in veldomstandighede gebruik kan word nie en ook besonder duur is.

Die vrae wat derhalwe deur hierdie navorsing beantwoord wil word, is eerstens hoe eliteworpe-atlete se liggaamsamestelling van mekaar verskil, en tweedens hoe persentasie liggaamsvet van elite- manlike worpe-atlete, soos bepaal met behulp van die verskillende velvouformules, met die persentasie liggaamsvet soos deur die Bod Pod (kriteriummetode) bepaal, korreleer, asook om vas te stel hoe die BIA-waardes van elite- manlike worpe-atlete korreleer met liggaamsamestelling-waardes soos deur die Bod Pod bepaal. Die voordele van hierdie studie is dat dit ten eerste sportwetenskaplikes, afrigters, voedingkundiges en mediese spesialiste in staat sal stel om meer akkurate liggaamsamestellingsbepalings van elite- manlike worpe-atlete te kan doen en tweedens aan sportwetenskaplikes, afrigters en so meer die gebreke van indirekte liggaamsamestelling-bepalingsmetodes, byvoorbeeld BIA, vir die bepaling van elite- manlike worpe-atlete se liggaamsamestelling sal uitwys.

1.2 Doelstellings

Die doel van hierdie studie is:

- Om eerstens te bepaal hoe die liggaamsamestelling van elite- manlike worpe-atlete van mekaar verskil.
- Om tweedens die persentasie liggaamsvet van elite- manlike worpe-atlete, soos deur middel van verskillende velvouformules bepaal, te korreleer met persentasie liggaamsvet soos deur die Bod Pod (kriteriummetode) bepaal.
- Om laastens vas te stel hoe die BIA-waardes van elite- manlike worpe-atlete korreleer met liggaamsamestelling-waardes, soos deur die Bod Pod bepaal.

1.3 Hipoteses

Hierdie studie is op die volgende hipoteses gegrond:

- Die antropometriese veranderlikes wat by elite- manlike worpe-atlete bepaal is, toon dat diskusgooiers die grootste liggaamsamestelling van elite- manlike worpe-atlete toon en dat diskusgooiers statisties betekenisvol verskil van die res van die gooiers met betrekking tot liggaamsamestelling.
- Die persentasie liggaamsvet, soos deur middel van Withers *et al.* (1987) se 6-velvouformule bepaal, korreleer die beste met en verskil nie statisties betekenisvol van die Bod Pod (kriteriummetode) by elite- manlike worpe-atlete nie.
- Die BIA-waardes van elite- manlike worpe-atlete korreleer swak met en verskil statisties betekenisvol van die liggaamsamestelling-waardes soos deur die Bod Pod bepaal.

1.4 Struktuur van die verhandeling

Die verhandeling sal in artikelformaat aangebied word, soos goedgekeur deur die Senaat van die Noordwes-Universiteit. Die formaat van die verhandeling sien as volg daar uit:

- Hoofstuk 1 sal uit die probleemstelling, doelstellings en hipoteses van die studie bestaan. Die bronnelys van Hoofstuk 1 sal volgens die Noordwes-Universiteit-voorskrifte (Harvard-voorskrifte) aangebied word.
- Hoofstuk 2 sal 'n literatuuroorsig bied. Die bronnelys van Hoofstuk 2 sal volgens die Noordwes-Universiteit-voorskrifte (Harvard-voorskrifte) aangebied word.
- Hoofstuk 3 sal in die vorm van 'n navorsingsartikel aangebied word onder die titel: *Antropometriese verskille by elite- manlike spiesgooiers, diskusgooiers, gewigstoters en hamergooiers*. Die bronnelys van Hoofstuk 3 sal volgens die voorskrifte van die betrokke joernaal aangebied word. Die artikel sal vir publisering in die *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike Opvoeding en Ontspanning* voorgelê word.
- Hoofstuk 4 sal in die vorm van 'n navorsingsartikel aangebied word met die titel: *'n Korrelasie tussen die Bod Pod en verskillende veldmetodes vir die bepaling van persentasie liggaamsvet by elite- manlike worpe-atlete*. Die bronnelys van Hoofstuk 4 sal volgens die voorskrifte van die betrokke joernaal aangebied word. Die artikel sal vir publisering in die *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike Opvoeding en Ontspanning* voorgelê word.
- Hoofstuk 5 sal uit die samevatting, gevolgtrekkings en aanbevelings van die studie bestaan.

1.5 Bronnelys

LIFE MEASUREMENT INC. 2004. Bod pod customer training manual. Concord, CA. 66 p.

DE RIDDER, J.H. 2005. Die grondaspekte van kinantropometrie. Potchefstroom: Noordwes-Universiteit. 105 p.

DE RIDDER, J.H., AMUSA, L.O., MONYEKI, K.D., TORIOLA, A.L., WEKESA, M. & CARTER, J.E.L. 2000. Kinanthropometry in African Sports: body composition and somatotypes of world class female African middle-, long distance and marathon runners. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, 7(1):1-13.

HEYWARD, V.H. 2001. ASEP methods recommendation: body composition assessment. *Journal of Exercise Physiology*, 4(4):1-12.

HEYWARD, V.H. & WAGNER, D.R. 2004. Applied body composition assessment. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics. 268 p.

JACKSON, A.S. & POLLOCK, M.L. 1978. Factor analysis and multivariate scaling of anthropometric variables for the assessment of body composition. *Medicine and Science in Sport*, 8(3):196-203, Autumn.

KRUGER, A., DE RIDDER, J.H., GROBBELAAR, H.W. & UNDERHAY, C. 2006. A kinanthropometric en morphological prediction functions of elite international male javelin throwers. (In M. Marfell-Jones, A. Stewart & T. Olds Eds., Kinanthropometry IX. Proceedings of the 9th international conference of the international society for the advancement of kinanthropometry (39-51). New York, NY: Routledge.)

NORTON, K., OLDS, T., OLIVE, S. & CRAIG, N. 1996. Anthropometry and sports performance. (In Norton, K. & Olds, T., eds. Anthropometrica: a textbook of body measurements for sports and health courses. Marrickville, NSW: Southwood Press. p. 287-364.)

TANNER, J.M. 1964. The physique of the Olympic athlete. London: Allen & Unwin. 126 p.

WITHERS, R.T., CRAIG, N.P., BOURDON, P.C. & NORTON, K.I. 1987. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 56(2):191-200.

Hoofstuk 2

DIE LIGGAAMSAMESTELLINGSPROFIEL VAN ELITE- MANLIKE WORPE-ATLETE

- 2.1 Inleiding
 - 2.2 Historiese oorsig van baan-en-veld-atletiek
 - 2.3 Teoretiese onderbou van liggaamsamestelling by elite-sportlui
 - 2.4 Die liggaamsamestelling van elite- manlike worpe-atlete
 - 2.5 Somatotipes van elite- manlike worpe-atlete
 - 2.6 Samevatting
 - 2.7 Bronnelys
-

2.1 Inleiding

Die bydrae wat 'n sportman of -vrou se liggaamsbou, -vorm en -samestelling (morfologie) lewer tot die sukses wat hy of sy op die sportveld behaal, is 'n aspek wat die afgelope 25 eeue reeds deur wetenskaplikes nagevors word (De Ridder, 2005:4). Alhoewel die liggaamsbou van elite-sportmanne en -vroue reeds sedert die antieke tye nagevors word, het hierdie soort ondersoeke eers werklik gedurende die afgelope vier dekades tot hul reg gekom (De Ridder, 2005:3). Volgens De Ridder (2005:8) word daar sedert die tyd van die antieke Grieke nog steeds deur wetenskaplikes gepoog om die verband aan te dui wat bestaan tussen deelnemers se morfologiese eienskappe en die sukses wat hulle op die sportveld behaal.

Navorsing deur onder andere Carter (1982; 1984a; 1984b), De Garey *et al.* (1974) en Tanner (1964) het merkwaardige bydraes gelewer tot die wetenskap wat betref die morfologiese eienskappe waarvoor elite-atlete moet beskik om die optimale deelnamevlak

te bereik. Volgens De Ridder (2005:8) was daar 'n groot toename in die aantal antropometrieëse ondersoeke wêreldwyd sedert die beskeie pogings van eertydse navorsers. In Afrika bestaan daar min navorsing rakende die liggaamsbou van elite-sportlui. In 1995 is baanbrekerswerk tydens die Afrikaspele in Harare, Zimbabwe gedoen, naamlik die “*Harare All-Africa Games Kinanthropometric Project (HAAGKiP)*” (De Ridder & Amusa, 1997). Volgens De Ridder (2005:11) was hierdie projek die eerste en ook die grootste van sy soort in die geskiedenis van Afrika. 'n Opvolgprojek wat betref HAAGKiP het plaasgevind tydens die 2003 Afrikaspele in Abuja, Nigerië, by name die “*Nigeria All-Africa Games Research Project (NAAGReP)*”. Die volgende projek, volgens De Ridder (2005:11), sal plaasvind tydens die 2007 Afrikaspele wat in Algerië gehou sal word.

2.2 Historiese oorsig van baan-en-veld-atletiek

2.2.1 Inleiding

Die antieke Olimpiese spele het sy ontstaan gekry te danke daaraan dat Koroibos, 'n kok van die stad Elis, in 776 VC 'n 600 voet lange wedloop gewen het (Lancaster, 2000). Die Antieke Olimpiese Spele is byna 12 eeue lank 4-jaarlik by Olympia gehou, en volgens Lancaster (2000) het die items geleidelik begin toeneem sodat dit teen die 5de eeu 'n 5-dagprogram was. Een van hierdie items het onder andere ingesluit vyfkamp, wat bestaan het uit diskusgooi, spiesgooi, verspring, stoei en 'n “voetwedloop”. Baan-en-veld-atletiek het die antieke Grieke se atletiekfeeste oorheers en was ook in Rome gewild, maar het gedurende die Middeleeue afgeneem (Quercetani, 1964). Volgens Quercetani (1964) het baan-en-veld-atletiek sporadies toegeneem tussen die 12de en 19de eeu. Die eerste kollegebyeenkoms het in 1864 plaasgevind tussen Oxford Universiteit en Cambridge Universiteit, waarna die Assosiasie vir Amateuratlete van Amerika in 1873 die nasie se eerste kollegebyeenkoms aangebied het.

Gedurende die negentiende eeu het 'n hele aantal lande volgens Swaddling (1999:101) die belangrikheid van fisieke oefening besef. In Frankryk het 'n Franse Baron met die

naam Pierre de Coubertin in 1892 die herinstelling van die Spele voorgestel. Die Internasionale Olimpiese Komitee (IOC) is gestig en met die goedkeuring van Koning George I van Griekeland is die eerste Moderne Olimpiese Spele in 1896 in die Griekse stad Athene gehou (Swaddling, 1999:102).

Die historiese oorsigte van spiesgooi, gewigstoot, diskusgooi en hamergooi onderskeidelik word vervolgens bespreek. Die outeur is van mening dat kennis aangaande hierdie spesifieke items die leser in staat sal stel om teen die historiese agtergrond van die spesifieke items hierdie studie beter te verstaan, asook hoe die spesifieke tegnieke vir elke item tot stand gekom het en waarom worpe-atlete oor 'n sekere liggaamsamestelling moet beskik ten einde sukses te kan behaal.

2.2.2 Historiese oorsig van spiesgooi

Volgens Payne en Payne (1976:29) is 'n lang gepunte stok deur primitiewe volkere vir selfverdediging asook jagdoeleindes gebruik. Spiesgooi het vir die eerste keer in 708 V.C. in die Antieke Olimpiese Spele verskyn (Sports Potential Inc, 2002). Lancaster (2000), sowel as McNab (1980:162) wys daarop dat spiesgooi een van die vyf items in die vyfkamp tydens dié spele uitgemaak het, alhoewel dit nie 'n spesialis-gooi-item was nie.

Die Skandinawiërs het die moderne sport *spiesgooi* tot stand gebring. In 1780 in Skandinawië het spiesgooi die eerste keer as 'n item sy verskyning gemaak, met die tegniek soos tans in gebruik van die eenhandgooi met 'n aanloop, wat te voorskyn getree het. Spiesgooi is daarna in 1906 by die Engelse Baan- en Veld-kampioenskappe ingesluit, waarna spiesgooi vir mans in 1908 in die Olimpiese Spele as erkende gooi-item ingestel is (Sports Potential Inc, 2002).

Volgens McNab (1980:164) het die reëls vir spiesgooi in die 1956 Olimpiese Spele tot stand gekom toe 'n klubvlak- Spaanse atleet ontdek het dat hy die wêreldrekord maklik kan verbeter deur van 'n nuwe diskus-tipe (rotasie) tegniek gebruik te maak. As gevolg

van hierdie Spaanse rotasietegniek was die atlete wat hierdie tegniek toegepas het, egter nie seker waar die spies sou land nie; gevolglik is hierdie rotasietegniek verbied, aangesien dit 'n groot gevaar ingehou het vir die toeskouers sowel as vir ander deelnemers (McNab, 1980:164). McNab (1980:164) is van mening dat die tydperk tot en met 1970 geen groot tegniese verandering opgelewer het nie.

In 1984, met die breek van die 100 m-merk deur die Oos-Duitse atleet Uwe Höhn, het die IAAF (International Association of Athletics Federation) nuwe reëls neergelê vir die konstruksie van die spies om te verseker dat vlugtye korter is en dat die spies se punt eerste land (International Association of Athletics Federations, 2006a). Hierdie konstruksie het dus meegebring dat afstande korter is en dat die landingsmerk makliker geïdentifiseer kan word. In 1991 is die reëls vir die konstruksie van die spies weereens verander as gevolg van 'n growwestert-ontwerp wat meebring dat die spies langer in die lug sweef. In hedendaagse kompetisies is dit nie ongewoon dat afstande van 80+ meter behaal word nie (Kruger, 2004:13). Tans hou Jan Zelezny van die Tsjeggiese Republiek die wêreldrekord met 'n afstand van 98.48 meter (International Association of Athletics Federations, 2006b).

2.2.3 Historiese oorsig van gewigstoot

Volgens McNab (1980:142) het kompeterende gewigstoot in die middel-negentiende eeu in Skotland en Ierland begin, maar Pagel en Pagel (2003:39) wys daarop dat rekords van die gooi van stene met verskillende gewigte in Skotland en Engeland so ver terug dateer as die vyftiende eeu. Vroeë verwysings noem hierdie item “gooi van die steen” of “stoot van die gewig”. Die term “gewig” is afkomstig van 'n ou Engelse metingsterm wat 16 pond (7,26 kg) benoem het, wat die hedendaagse gewig is van gewigstoot vir mans (Sports Potential Inc., 2002). 'n 7,26 kg (16 lb) staalbal waarmee gegooi is, het teen die einde van die negentiende eeu die standaard geword vir amateur- en professionele deelname (McNab, 1980:142).

Twee primêre tegnieke vir gewigstoot word tans toegepas, naamlik die 'gly'-tegniek, wat in 1951 deur Parry O'Brien ontwikkel is, en die rotasietegniek, wat deur verskeie persone ontwikkel is, maar wat deur Aleksandr Baryshnikov en Brian Oldfield bekendheid gegee is (Pagel & Pagel, 2003:40). Die Amerikaanse atleet Randy Barnes hou die huidige wêreldrekord met 'n afstand van 23.12 meter (International Association of Athletics Federations, 2006c).

2.2.4 Historiese oorsig van diskusgooi

Soos reeds aangetoon, was diskus sowel as spiesgooi, verspring, stoei en 'n 'voetwedloop' een van die items in die vyfkamp by die Antieke Olimpiese Spele (Silvester, 2003:65). Silvester (2003:65) beweer dat die atlete nie vanuit 'n sirkel gegooi het nie, maar dat hulle van 'n aanlooparea, dieselfde as vir spiesgooi, gebruik gemaak het. *Discobolus*, die bekende standbeeld wat diskusgooi uitbeeld, lewer volgens McNab (1980:150) probleme op, want die sekerheid van die tegniek is onduidelik, maar volgens Silvester (2003:65) toon die standbeeld verskeie ooreenkomste met die hedendaagse tegniek.

Met die begin van die Moderne Olimpiese Spele in 1896 is twee tegnieke toegepas (Silvester, 2003:65). Die eerste was 'n staande gooi van 'n platform af, en die tweede was 'n 'vryestyl'-tegniek. Volgens Silvester (2003:65) het die tegniek geleidelik verander vanuit 'n staande gooi, na 'n gooi binne 'n vierkantige area bedek met grond. In 1912 is die vierkantige area vervang met 'n 2,5-meter deursnitsirkel en in die 1950's is die grond vervang met sement en is dit dan ook tans die vereiste vir diskusgooi (Silvester, 2003:66). Die vereistes van die diskus met betrekking tot minimum gewig, deursnit, simmetrie en so meer het in die afgelope jare nie veel verander nie, maar die materiaal en raam wel. Jürgen Schult van Duitsland hou tans die wêreldrekord met 'n afstand van 74.08 meter wat op 6 Julie 1986 in Neubrandenburg opgestel is (International Association of Athletics Federations, 2006d).

2.2.5 Historiese oorsig van hamergooi

Hamergooi, soos gewigstoot, het tydens die sestiende eeu in Skotland en Ierland begin (Babbit, 2003:131). Skotse gooiers het in die 1850's hamers van 4-7 kg, enkel- of dubbelhandig met een of twee draaie gegooi (McNab, 1980:156). Babbit (2003:131) beweer verder dat 7-10 kg hamers in die laat 1800's vanuit 'n staande posisie gegooi is.

By die 1904 Olimpiese Spele is hamergooi as 'n item ingestel – eksklusief vir mans (Babbit, 2003:131). Afstande het stelselmatig tussen 1930 en 1950 verbeter met afmetings van 58-59 meter. In die 1950's tot die vroeë 1960's het die tegniek en oefeninge so gevorderd geraak dat die wêreldrekord verbeter is tot oor die 73-metermerk (Babbit, 2003:131). Die huidige wêreldrekord is in 1986 deur die Russiese atleet Yuriy Sedykh opgestel met 'n afstand van 86.74 meter (International Association of Athletics Federations, 2006e).

2.3 Teoretiese onderbou van liggaamsamestelling by sportlui

In laboratorium- en kliniese omgewings assesser sportwetenskaplikes liggaamsamestelling om onder andere individue wat oor uitermate lae of hoë vetpersentasies beskik, te identifiseer (Heyward, 2001:2). Heyward en Wagner (2004:4) is van mening dat akkurate en betroubare metodes bestaan vir die bepaling van liggaamsamestelling, maar dat afrigters nie hierdie metodes toepas nie en dus die atleet se gesondheid en welstand in die proses in die gedrang bring. Volgens Heyward en Wagner (2004:159), sowel as Heyward en Stolarczyk (1996:6), is data ten opsigte van liggaamsamestelling baie belangrik en kan dit onder andere vir die volgende gebruik word:

- Om veranderinge in 'n atleet se liggaamsamestelling te monitor en die doeltreffendheid van 'n oefening- of dieetprogram te bepaal.
- Vir die beraming van optimale liggaamsmassa of kompeterende liggaamsmassa vir sportsoorte soos stoei, boks, liggaamsbou en so meer.

- Om 'n atleet se gesondheidstatus te bepaal en te monitor en afwykings wat met lae liggaamsvet gepaard gaan, op te spoor en te voorkom.
- Om riglyne ten opsigte van dieetaanbevelings en oefenvoorskrifte te formuleer.
- Dit help die atleet/kliënt om gesondheidsrisiko's wat met te min of te veel liggaamsvet verband hou, te verstaan.
- Om groei, ontwikkeling, rypwording en ouderdom-verwante veranderinge in liggaamsamestelling te monitor.

Volgens Heyward (2001:2) is daar 'n aantal hoogs gesofistikeerde maar duur metodes wat toegepas kan word vir die meet van liggaamsamestelling, wat insluit “computerized tomography (CT)”, magnetieseresonansie-beelding (MRI) en neutronaktiveringsanalise. Metodes soos lugverplasing (Bod Pod), onderwaterweging en “dual-energy x-ray absorptiometry” (DEXA) word meer algemeen in navorsingsomgewings toegepas as verwysingsmetodes vir liggaamsamestelling (Heyward, 2001:2). Veldmetodes met voorspellingsvergelykings wat op atlete toegepas word, word deur Heyward en Wagner (2004:159) voorgestel as metodes wat toegepas kan word by die bepaling van persentasie liggaamsvet by sportlui. Die laboratorium- sowel as veldmetodes wat in hierdie studie toegepas is, word vervolgens bespreek.

2.3.1 Bod Pod (verwysingsmetode)

In 1995 het Dempster en Aitkens 'n nuwe lugverplasingstelsel vir die meet van liggaamsamestelling, naamlik die Bod Pod, voorgestel wat verskeie tegnologiese beperkinge van vroeë lugverplasingstelsels oorkom het (Heyward & Wagner, 2004:33). Die Bod Pod-liggaamsamestellingstelsel wat deur Life Measurements Instruments in die VSA vervaardig word, is op lugverplasing gebaseer, en volgens Heyward en Wagner (2004:33) word hierdie metode toegepas om liggaamsdigtheid en liggaamsvolume te bepaal. Dit is gebaseer op 'n twee-kompartemente model van liggaamsamestelling (vetmassa en skraalliggaamsmassa) en gebruik die inverse verwantskap tussen drukking en volume (Boyle se wet) om liggaamsvolume van 'n onderwerp vas te stel. Sodra liggaamsvolume bepaal is, word die beginsels van lugverplasing aangelê om

liggaamsamestelling van liggaamsdigtheid te bepaal (Rowett Research Institute, 2002). Die Rowett Research Institute (2002) stel dat as volume en liggaamsmassa bepaal is, kan digtheid aan die hand van die volgende vergelyking bereken word:

$$\text{Liggaamsdigtheid} = \text{massa} / \text{volume}$$

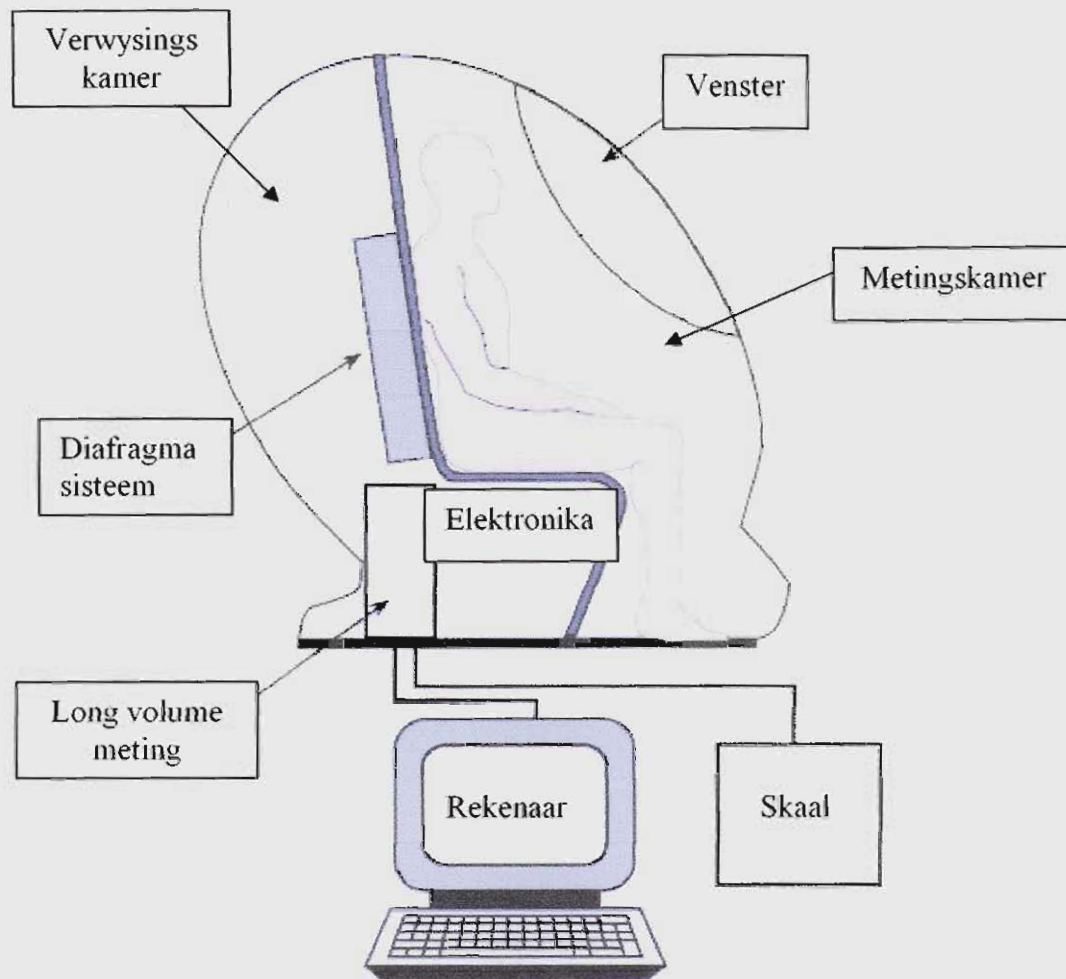
waar *massa* = liggaamsmassa (kg) en *volume* = liter (l)

Dus, die verandering in druk en volume tussen die metingskamer en die onderwerp wat teenwoordig is, kan gebruik word om die volume van die onderwerp te bereken deur gebruik te maak van Boyle se wet:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

waar *P* = Druk en *V* = Volume

Die verhouding tussen druk en volume is bereken deur gebruik te maak van Piossions se wet en Boyle se wet (hierbo aangedui). Die berekening van liggaamsvolume word gekorrigeer vir liggaamsoppervlak deur konstante en torakale volume (residuele gas) om voorsiening te maak vir die feit dat lug in die torakale holte en omliggende veloppervlak naby fisiologiese temperatuur konstant gehou word.



Figuur 1: Diagrammatiese voorstelling van die Bod Pod (Rowett Research Institute, 2002)

Die voordele, volgens Heyward en Wagner (2004), verbonde aan die Bod Pod, is dat dit as kriteriummetode by veldtoetse vir die toetsing van geldigheid toegepas kan word. Die Bod Pod is akkuraat, geldig en betroubaar. Dit kan gebruik word om vordering van sportlui te monitor en 'n lesing word vinniger verkry. Dit verskaf minimale ongemak en vrees vir die kliënt, en vereis minimale tegniese vaardigheid (De Ridder, 2005:89). 'n Verdere voordeel, volgens Collins *et al.* (2004:81), is dat die Bod Pod-protokol verskeie praktiese voordele bied deurdat dit vinnig en maklik beheerbaar is, nie-innoverend en potensieel aanvaarbaarder is as hidrostatische weging vir 'n groter hoeveelheid proefpersone.

Die nadele aan hierdie apparaat verbonde, is dat dit slegs in 'n laboratorium gebruik kan word en dit besonder duur en gesofistikeerd is (De Ridder, 2005:89). Collins *et al.* (2004:89) stel voor dat dieselfde voorbereidingspatroon (asemhaling, postuur ens.) voor elke toets moet geld.

2.3.2 Velvoue (veldmetode)

Volgens Ballor (1996:287) is ongeveer die helfte van 'n persoon se totale liggaamsvet subkutaan geleë. Daarom is De Ridder (2005:98) van mening dat velvoue op verskillende plekke op die liggaam geneem kan word en 'n verskeidenheid regressievergelykings verder gebruik kan word om 'n atleet se persentasie liggaamsvet te bepaal. Wanneer die velvoumetode toegepas word om liggaamsdigtheid te bepaal waaruit persentasie liggaamsvet bereken word, moet sekere aannames rakende die verbande tussen velvoudikte en relatiewe “vetheid” gemaak word (Heyward & Wagner, 2004:49-50):

- Die velvoumetode is 'n goeie maatstaf vir onderhuidse vet.
- Aangesien daar 'n verband bestaan tussen onderhuidse vet en totale liggaamsvet, kan die som van verskeie velvoue gebruik word om die totale liggaamsvet te bepaal.
- Daar bestaan 'n verband tussen die som van velvoue ($\sum VV$) en liggaamsdigtheid (D_b).
- Ouderdom en geslag is onafhanklike voorspellers van liggaamsdigtheid by beide mans en dames.

Die voordele van die velvoumetode, volgens Norgan (2005:1113), is dat dit eenvoudig en goedkoop is. Volgens De Ridder (2005:99-100) is dit geldig, betroubaar en akkuraat indien die korrekte meetprosedures gevolg word. Norgan (2005:1114) beweer voorts dat die velvoumetode goed vergelyk met metodes soos die DEXA en onderwaterweging. De Ridder (2005:99-100) stel dit verder dat hierdie metode uiters doeltreffend is wanneer veldnavorsing gedoen word, dit nie noodwendig in 'n laboratorium gemeet hoef te word nie en dit ook geskik is om groot groepe te meet. Die velvoumetode behels 'n lae

tegnologiese metode wat relatief maklik is om toe te pas. Volgens Heyward en Stolarckzyk (1996:23) bestaan daar 'n bepaalde verhouding tussen onderhuidse vet en totale liggaamsvet; dus kan die som van verskeie velvoue gebruik word vir die skatting van totale liggaamsvet.

Die nadele, volgens De Ridder (2005:99-100), is dat die metode vaardighede en ondervinding vereis om betroubare resultate te verkry. Die hoofrede vir onakkurate lesings, volgens Heyward en Stolarckzyk (1996:43), is die toetsafnemer se onvermoë om die korrekte metingsplek te bepaal en die korrekte meting te neem. By obese persone is dit moeilik om die velvou op te lig en indien die persoon erg obees is, kan die velvou die wydte van die tang se bek oorskry (De Ridder, 2005:99-100). Die geldigheid en betroubaarheid van die metode moet ook gereeld met behulp van TEM (Technical Error of Measurement) gekontroleer word.

2.3.3 Lengte-Massa-Indeks (LMI) (veldmetode)

Dit is belangrik om in gedagte te hou dat lengte-massa-indekse slegs 'n ruwe indeks van liggaamsamestelling en obesiteit is en dat dit met omsigtigheid gebruik moet word (Heyward & Wagner, 2004:76). Heyward en Wagner (2004:3) staaf dat die LMI-metode nie 'n individu se liggaamsamestelling in ag neem nie en dat verkeerde klassifikasies van ondergewig, oorgewig of obesiteit die resultaat kan wees as hierdie metode toegepas word. LMI onderskei nie tussen skraalliggaamsmassa en vetmassa nie; gevolglik kan skraal, gesonde sportlui byvoorbeeld LMI-waardes van >30 hê (Abernethy *et al.*, 1996:370). 'n Matige korrelasie ($r = 0.5 - 0.8$) ontstaan tussen persentasie liggaamsvet (hidrostaties en antropometries bepaal) en die LMI; gevolglik word alle LMI's net beskou as 'n meting van "swaarheid" (Abernethy *et al.*, 1996:370).

De Ridder (2005:92-93) dui die voordele aan wat met hierdie metode gepaard gaan, naamlik dat dit relatief goedkoop is, maklik en prakties uitvoerbaar is, die kliënt gemaklik voel, dit maklik is om groot populasies te meet en dat dit vir veldnavorsing gebruik kan word.

Die nadele van hierdie metode, volgens De Ridder (2005:92-93), is dat dit nie onderskei tussen skraalliggaamsmassa en vetmassa nie en dit min inligting aangaande die samestelling van liggaamsmassa verstrek. Hierdie metode is geskik as 'n indeks om obesiteit te bepaal. Vir sportlui is nie alle oormatige gewig noodwendig nadelig nie en kan 'n atleet oorgewig wees sonder om vet te wees. LMI is van beperkte waarde gedurende tydperke van groei waartydens liggaamslengte voortdurend verander. Norgan (2005:1113) sluit hierby aan deur te beweer dat die verhouding tussen LMI en liggaamsamestellingskomponente verskil ooreenkomstig geslag, ouderdom, etniesiteit en liggaamsvorm.

2.3.4 Bio-elektriese Impedansie-Analise (veldmetode)

Bogenoemde tegniek is in die vroeë 1960's deur Thomasett ontwikkel en die basiese beginsels van BIA is in hierdie tydperk neergelê (Heyward & Stolarczyk, 1996:44). Heyward en Stolarczyk (1996:44) beskryf dat met hierdie metode 'n lae volt elektriese stroom deur die liggaam gestuur word en die impedansie (Z) (of weerstand teen vloei) met behulp van 'n BIA-analiseerder gemeet word. 'n Impedansiemeting word gebruik om die totale liggaamswater (TBW) in 'n individu te kan bepaal omdat elektroliete in die water van die liggaam uitstekende geleiers van 'n elektriese stroom is (Heyward & Stolarczyk, 1996:44). Die weerstand-teenvloei, volgens Heyward en Stolarczyk (1996:44), sal groter wees in individue met 'n groot hoeveelheid liggaamsvet, omdat adipose-weefsel 'n swak geleier van 'n elektriese stroom is as gevolg van die relatief geringe waterinhoud. Omdat die waterinhoud van 'n vetvrye liggaam relatief groot (73%) is, kan vetvrye massa uit totale TBW voorspel word (Heyward & Stolarczyk, 1996:44).

Die voordele van bio-elektriese impedansie, volgens De Ridder (2005:96), asook Heyward en Stolarczyk (1996:45), is dat die metode maklik is om toe te pas met die neem van groot streekproewe en nie baie tyd in beslag neem nie. Die kliënt voel gemaklik, dit is maklik uitvoerbaar en vereis nie 'n hoë vaardigheidsvlak nie. BIA kan ook gebruik word om liggaamsamestelling van obese persone te bepaal.

Die grootste beperking wat BIA in die algemeen inhou, volgens Baumgartner (1996:85), is die beskikbaarheid van deeglik gekalibreerde, kruisgeldige voorspellingsvergelykings. Miyatake *et al.* (1999:347) noem verder dat die BIA-metode weens verskeie tegniese probleme nie geldig en betroubaar is nie. Verdere nadele, volgens De Ridder (2005:96-97), is dat die geldigheid van BIA bevraagteken word omdat geen aanvaarbare kriteriumwaardes bestaan nie. Wiskundige formules wat die basis van BIA vorm, slaag nie daarin om veranderinge in liggaamsamestelling te voorspel nie. As die kliënt voor die oomblik van meting eet, drink, oefen of 'n menstruele siklus ondergaan, kan dit die BIA-metings beïnvloed. Persentasie liggaamsvet in skraal persone word oorskat en in obese persone onderskat. Dit is 'n duur apparaat en bevat hoër standaardfout-grense as wat die meeste navorsers verkies. Die persentasie liggaamsvet en skraalliggaamsmassa-waardes wat van BIA verkry word kan alleenlik aanbeveel word indien:

- Kennis gedra word van watter formules in die rekenaar se sagteware geprogrammeer is.
- Inligting van die vervaardiger aangaande die betroubaarheid en geldigheid van die formules verkry is.
- Bepaal is of hierdie formules veralgemeenbaar en op die sportman of sportvrou van toepassing is.

2.4 Die liggaamsamestelling van elite- manlike worpe-atlete

Oor die algemeen word 'n relatief lae vetmassa verkies vir items wat spring- en hardloopvaardighede insluit om fisieke prestasie te bereik, maar in kragaktiwiteite, volgens Heyward en Stolarczyk (1996:143), is 'n groot spierkomponent van kardinale belang om optimale prestasie te behaal. Volgens Kruger (2004:17) word liggaamsamestellingsresultate met betrekking tot vetmassa dikwels aangewend om optimale liggaamsamestelling van sportlui aan te dui. Gevolglik beweer Kruger (2004:17) dat optimale vetpersentasie-waardes saamgestel kan word vir prestasie binne 'n spesifieke sportsoort, posisie of item. Norton *et al.* (1996:289) is ook van mening dat die atleet se antropometriele dimensies (liggaamsvorm, proporsionaliteit, samestelling)

veranderlikes is wat 'n rol speel in die bepaling van potensiële sukses in 'n spesifieke sportsoort.

Silvester (2003:7) beskryf die fisieke eienskappe waaroor atlete in die onderskeie worpe-items behoort te beskik om sukses op 'n hoër deelnamevlak te kan behaal:

- *Diskusgooier* – relatief groot, redelik lank, baie krag, vinnig en eksplosief.
- *Gewigstoter* – massief en kragtig, vinnig en eksplosief. Die rotasietegniek laat toe dat kragtige atlete met 'n gemiddelde lengte op wêreldvlak kan kompeteer.
- *Spiesgooier* – lenig, vinnig, soepel en eksplosief. Grootte is hier nie so belangrik soos in diskusgooi en gewigstoot nie, alhoewel lengte tot voordeel vir die atleet kan strek.
- *Hamergooier* – kragtig, rats, goeie balans, vinnig en eksplosief. Hamergooiers vereis nie die lengte van 'n gewigstoter of diskusgooier nie.

Volgens Gambetta (1981:41) word sekere kriteria ten opsigte van fisieke eienskappe aangelê tydens die keuring van elite- manlike worpe-atlete. Volgens Tabel 2.4.1 is diskusgooiers (191.69 cm) die langste, waar gewigstoters (112.29 kg) die grootste liggaamsmassa het en spiesgooiers oor die algemeen die kortste is (186.0 cm), die minste liggaamsmassa het (90.59 kg) en kleinste persentasie liggaamsvet (8.48%). Gambetta (1981) het nie norme vir hamergooiers gepubliseer nie. Die kriterium is in Tabel 2.4.1 vervat.

Tabel 2.4.1: Keuringkriteria vir elite- manlike worpe-atlete volgens Gambetta (1981:41).

Veranderlike	Diskusgooi	Spiesgooi	Gewigstoot
N	15	11	12
Ouderdom (jr)	23	21	24
Lengte (cm)	191.69	186.0	186.62
Massa (kg)	108.25	90.59	112.29

Persentasie vet (%)	13.21	8.48	14.84
----------------------------	-------	------	-------

Morrow *et al.* (1982) het in hulle studie die liggaamsamestellingseienskappe van 49 Amerikaanse wêreldklas worpe-atlete (gewigstoters en diskus-, spies- en hamergooiers) gerapporteer. Die resultate is in Tabel 2.4.2 aangedien.

Tabel 2.4.2: Liggaamsamestellingseienskappe van Amerikaanse wêreldklas worpe-atlete (N=49) soos deur Morrow *et al.* (1982) gerapporteer.

Veranderlike	Diskusgooi	Hamergooi	Spiesgooi	Gewigstoot
n	15	9	12	13
Ouderdom (jr)	23.47	24.78	21.92	23.54
Lengte (cm)	191.73	187.34	185.98	187.02
Massa (kg)	108.23	104.18	90.57	112.27
Persentasie vet (%)	13.21	15.07	8.48	14.84
Vet massa (kg)	14.41	15.91	7.65	16.71

Uit bogenoemde tabel is gevind dat diskusgooiers die langste (191.71 cm) en spiesgooiers die kortste (185.98 cm) in lengte is. Gewigstoters het oor die grootste hoeveelheid relatiewe liggaamsvet (16.71 kg) beskik, en hamergooiers oor die grootste persentasie liggaamsvet (15.07%). Spiesgooiers het die laagste waardes by elk van die onderskeie liggaamsamestellingsveranderlikes getoon. Carter en Yuhasz (1984:165) se ondersoek sluit aan by die studie van Morrow *et al.* (1982). Hul resultate het ook aangetoon dat spiesgooiers se gemiddelde velvou-waardes laer was as die van gewigstoters en diskus- en hamergooiers. Die resultate van Carter en Yuhasz (1984) word in Tabel 2.4.3 uitgebeeld.

Tabel 2.4.3: Die liggaamsamestelling van worpe-atlete tydens die Mexiko Stad en Montreal Olimpiese Spele (n=27) soos deur Carter en Yuhasz (1984) gerapporteer.

Liggaamsamestellings-veranderlikes	Spiesgooi ($\bar{x}$ en SA)	Gewigstoot Diskusgooi Hamergooi ($\bar{x}$ en SA)
Ouderdom (jare)	27.6 ± 5.2 jaar	27.3 ± 4.9 jaar
Liggaamsmassa (kg)	82.0 ± 6.4 kg	105.5 ± 11.5 kg
Triseeps-velvou (mm)	7.2 ± 2.1 mm	9.1 ± 3.0 mm
Subskapulêre velvou (mm)	8.9 ± 2.9 mm	13.4 ± 6.5 mm
Supraspinale velvou (mm)	6.4 ± 2.5 mm	12.4 ± 7.6 mm
Mediale kuit-velvou (mm)	5.9 ± 1.9 mm	9.2 ± 4.6 mm
Σ van die 4 velvoue	28.5 ± 8.0 mm	44.0 ± 19.0 mm

$\bar{x}$ = rekenkundige gemiddelde

SA = standaardafwyking

Σ van die 4 velvoue = triseeps, subskapulêr, supraspinale en mediale kuit

Die resultate soos in Tabel 2.4.3 vervat, dui daarop dat die gemiddelde ouderdomme van gewigstoters en spies-, diskus- en hamergooiers nie veel verskil nie, maar dat spiesgooiers in liggaamsmassa (82.0 kg) 23.5 kg ligter is as gewigstoters en diskus- en hamergooiers. Ten opsigte van velvou-mates is die som van vier velvoumates van gewigstoters en diskus- en hamergooiers (44.0 ± 19.0) groter as die van spiesgooiers (28.5 ± 8.0).

Kruger *et al.* (2006:43-45) rapporteer die resultate van 'n studie wat gedoen is op die kinantropometriese samestelling van elite- manlike spiesgooi-atlete. Die resultate van die studie is in Tabel 2.4.4 saamgevat.

Tabel 2.4.4: Die liggaamsamestellingsveranderlikes van elite- manlike spiesgooiers (n=19), soos deur Kruger *et al.* (2006:43-45) gerapporteer

Veranderlikes	$\bar{X}$ en SA
Ouderdom (jare)	26.4 ± 4.54 jaar
Liggaamsmassa (kg)	97.0 ± 6.77 kg
Liggaamslengte (cm)	187.5 ± 4.92 cm
Σ van die 6 velvoue	64.6 ± 24.24
Vetmassa (kg)	11.6 ± 4.12 kg
Persentasie liggaamsvet (%)	11.9 ± 3.62%

$\bar{X}$ = gemiddeld

SA = standaardafwyking

Σ van die 6 velvoue = trisepts, subskapulêr, supraspinale, abdominale, frontale dy en mediale kuit

Uit die resultate kan waargeneem word dat die vetmassa van die spiesgooiers (11.6 kg) en persentasie liggaamsvet (11.9%) hoër is as die gerapporteerde 7.65 kg en 8.48% vir spiesgooiers in Morrow *et al.* (1982) se studie. Die liggaamsmassa (97.0 kg) van die spiesgooiers in Kruger *et al.* (2006) se studie is 15 kg swaarder as die spiesgooiers in die studie van Carter en Yuhasz (1984), maar steeds is die gewigstoters en hamer- en diskusgooiers swaarder as die spiesgooiers in die studie van Kruger *et al.* (2006).

Uit bogenoemde studies kan dus afgelei word dat spiesgooiers in verhouding die kleinste liggaamsbou het van al die worpe-item-atlete. Laasgenoemde stelling is logies, want spiesgooi word nie erken as 'n item waarin liggaamsmassa en liggaamslengte 'n groot rol speel met betrekking tot prestasie nie (Morrow *et al.*, 1982:76).

2.5 Somatotipes van elite- manlike worpe-atlete

Carter (1996:148) stel dat somatotipering 'n metode is wat toegepas word vir die verduideliking en assessering van die bou en vorm van die liggaam aan die hand van drie komponente: *endomorfie* (relatiewe vetheid), *mesomorfie* (relatiewe muskulo-skeletale robuustheid) en *ektomorfie* (relatiewe slankheid/uitgestrektheid). Volgens De Ridder (2005:62) verleen die unieke kombinasie van drie aspekte van 'n persoon se liggaamsbou, in 'n driesyfer-waarde, aan die konsep *somatotipering* sy uniekheid en kragtigheid. Verder, volgens De Ridder (2005:62), beskryf die driesyfer-waarde aan die antropometris watter tipe liggaamsbou die persoon het en hoe die persoon voorkom.

Tabel 2.5.1: Die somatotipes van elite- manlike worpe-atlete, soos deur Carter (1984b) weergegee.

Item	N	Somatotipe
Gewigstoot en diskus- en hamergooi	28	3.2-7.1-1.1
Spiesgooi	13	2.3-5.9-2.1

Uit Tabel 2.5.1 kan afgelei word dat gewigstoot- en diskus- en hamergooi-atlete oor 'n groter endomorfie-waarde (3.2) beskik as dié van spiesgooiers (2.3). Spiesgooiers beskik ook oor 'n kleiner mesomorfiese komponent (5.9) as die gewigstoot- en diskus- en hamergooi-atlete (7.1). Gewigstootatlete en diskus- en hamergooiers se somatotipe is tipies endomorfiese mesomorwe, wat beteken dat die mesomorfiese komponent dominant is en die endomorfiese komponent groter is as die van ektomorwe. Die somatotipe van spiesgooiers dui op die van 'n gebalanseerde mesomorf. Dit beteken dat die mesomorfie dominant is en ektomorfie en endomorfie met minder as 'n halwe eenheid van mekaar verskil. Hierdie somatotipes stem ooreen met die bevindinge in 2.4. Die somatotipes dui daarop dat gewigstoot- en diskus- en hamergooi-atlete groter in liggaamsamestelling (spier- en vetkomponente) is as spiesgooi-atlete.

2.6 Samevatting

Die rede waarom wetenskaplikes navorsing oor die liggaamsamestelling van elite sportlui doen, is om te bepaal watter bydrae die morfologie van 'n sportman/vrou lewer ten opsigte van prestasie. Navorsing deur onder andere Carter (1982; 1984a; 1984b), De Garey *et al.* (1974) en Tanner (1964) het merkwaardige bydraes gelewer tot die wetenskap wat betref die morfologiese eienskappe waaroor elite-atlete moet beskik om die optimale deelnamevlak te bereik. Die studies wat gedoen is oor die morfologie van elite- manlike worpe-atlete bestaan uit relatief klein groepe, en die implikasie is dat die navorsingsbevindings in hierdie opsig redelik beperk is. Literatuur rakende die liggaamsamestellingsprofiel van elite- manlike worpe-atlete was ook besonder beperk, wat beteken dat daar 'n leemte in die navorsing bestaan aangaande hierdie spesifieke tipe atlete.

Hierdie studie handel oor die liggaamsamestellingsprofiel van elite- manlike worpe-atlete. Die navorsing wat met hierdie studie gepaard gaan, lewer 'n uiters belangrike bydrae tot die veld van kinantropometrie, spesifiek oor die liggaamsamestellingsprofiel van elite- manlike worpe-atlete, asook tot die betroubaarheid en geldigheid van die toepas van veldtegnieke vir die bepaling van liggaamsamestelling by hierdie groep sportlui.

2.7 Bronnelys

ABERNETHY, P., OLDS, T., EDEN, B., NEILL, M. & BAINES, L. 1996. Anthropometry, health and body composition. (*In* Norton, K. & Olds, T. eds. *Anthropometrica*. Sydney: UNSW Press. p. 365-392.)

BABBIT, D. 2003. Hammer. (*In* Silvester, J., ed. *Complete book of throws*. Champaign, IL.: Human Kinetics Publishers. p. 131-157.)

BALLOR, D. 1996. Exercise training and body composition changes. (*In* Roche, A.F., Heymsfield, S.B. & Lohman, T.G. eds. *Human body composition*. Champaign, IL.: Human Kinetics. p. 287-304.)

- BAUMGARTNER, R.N. 1996. Electrical impedance and total body electrical conductivity. (*In Roche, A.F., Heymsfield, S.B. & Lohman, T.G. eds. Human body composition. Champaign, IL.: Human Kinetics. p. 79-107.*)
- CARTER, J.E.L. 1982. Body composition of Montreal Olympic athletes. (*In Carter, J.E.L., ed. Physical structure of Olympic athletes. Part 1. Basel: Karger Press. p. 107-116.*)
- CARTER, J.E.L. 1984a. Age and body size of Olympic athletes. (*In Carter, J.E.L., ed. Physical structure of Olympic athletes. Part 2, Kinanthropometry of Olympic athletes. Basel: Karger Press. p. 53-79.*)
- CARTER, J.E.L. 1984b. Somatotypes of Olympic athletes from 1948 to 1976. (*In Carter, J.E.L., ed. Physical structure of Olympic athletes. Part 2. Kinanthropometry of Olympic athletes. Basel: Karger Press. p. 80-109.*)
- CARTER, J.E.L. 1996. Somatotyping. (*In Norton, K. & Olds, T. ed., Anthropometrika. Sydney: UNSW Press. p. 148-170.*)
- CARTER, J.E.L. & YUHASZ, M.S. 1984. Skinfolds and body composition of Olympic athletes. (*In Carter J.E.L., ed. Physical structure of Olympic athletes. Part 2. Kinanthropometry of Olympic athletes. Basel: Karger Press. p. 144-182.*)
- COLLINS, AL., SAUNDERS, S.S., MCCARTHY, H.D., WILLIAMS, J.E. & FULLER, N.J. 2004. Within- and between-laboratory precision in the measurement of body volume using air-displacement plethysmography and its effect on body composition assessment. *International Journal of Obesity and Related Disorders*, 28(1):80-90, Jan.
- DE GARAY, A.L., LEVINE, L. & CARTER, J.E.L. 1974. Genetic and anthropological studies of Olympic athletes. New York: Academic Press. 236 p.

DE RIDDER, J.H. 2005. Die Grondaspekte van Kinantropometrie. Potchefstroom: Noordwes-Universiteit. 105 p.

DE RIDDER, J.H. & AMUSA, L.O. 1997. The Harare All-Africa Games Kinanthropometric Project (HAAGKiP). *ICSSPE Bulletin*, 23:27-28.

GAMBETTA, V. 1981. Track and field coaching manual. West Point, NY: Leisure Press. 208 p.

HEYWARD, V.H. 2001. ASEP methods recommendation: body composition assessment. *Journal of Exercise Physiology*. 4(4):1-12.

HEYWARD, V.H. & STOLARCZYK, L.M. 1996. Applied body composition assessment. Champaign, IL: Human Kinetics. 221 p.

HEYWARD, V.H. & WAGNER, D.R. 2004. Applied body composition assessment. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics. 268 p.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. 2006a. What is athletics – track and field. <http://www.iaaf.org/theSport/whatisathletics/trackandField/disc=jt/> Datum van gebruik: 29 Apr. 2006.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. 2006b. All records – javelin throw – men. <http://www.iaaf.org/statistics/records/gender=M/allrecords/discipline=JT/index.html>. Datum van gebruik: 29 Apr. 2006.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. 2006c. All records – shot put – men. <http://www.iaaf.org/statistics/records/gender=M/allrecords/discipline=SP/index.html>. Datum van gebruik: 16 Mei. 2006.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. 2006d. All records – discus throw – men. <http://www.iaaf.org/statistics/records/gender=M/allrecords/discipline=DT/index.html>. Datum van gebruik: 17 Mei. 2006.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. 2006e. All records – hammer throw – men. <http://www.iaaf.org/statistics/records/gender=M/allrecords/discipline=HT/index.html>. Datum van gebruik: 17 Mei. 2006.

KRUGER, A. 2004. 'n Kinantropometriese en assimetriese profiel van internasionale manlike elite-spiesgooiers. Potchefstroom: Noordwes-Universiteit. (Verhandeling – M.A.) 97 p.

KRUGER, A., DE RIDDER, J.H., GROBBELAAR, H.W. & UNDERHAY, C. 2006. A kinanthropometric and morphological prediction functions of elite international male javelin throwers. (*In* Marfell-Jones, M., Stewart, A. & Olds, T., *ed.* Kinanthropometry IX. Proceedings of the 9th international conference of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry. New York, N.Y.: Routledge. 156 p.)

LANCASTER, M. 2000. The origins and facts about running and track. <http://www.athleticscholarships.net/history-of-track-and-field.htm>. Datum van gebruik: 4 Mei, 2006.

MCNAB, T. 1980. The complete book of athletics. London: R.R. Donnelley & Sons Company. 208 p.

MIYATAKE, N.M., NONAKA, K.N. & FUJII, M. 1999. A new air displacement plethysmograph for the determination of Japanese body composition. *Diabetes, obesity and Metabolism*, 1(6):347-351, Nov.

MORROW, J.R., DISCH, J.G., WARD, P.E., DONOVAN, T.J., KATCH, V.L. WELTMAN, A.L. & TELLEZ, T. 1982. Anthropometric, strength and performance

characteristics of American world class throwers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 22(1):73-79, Mar.

NORGAN, N.G. 2005. Laboratory and field measurements of body composition. *Public health nutrition*, 8(7):1108-1122, Okt.

NORTON, K., OLDS, T., OLIVE, S. & CRAIG, N. 1996. Anthropometry and sport performance. (In Norton, K. & Olds, T. eds. *Anthropomtrica*. Sydney: UNSW Press, p. 287-352.)

PAGEL, K. & PAGEL, R. 2003. Shot Put. (In Silvester, J., ed. *Complete book of throws*. Champaign, IL.: Human Kinetics Publishers. p. 39-64.)

PAYNE, H. & PAYNE, R. 1976. *Athletics – Throwing*. Hampshire: BAS Printers. 63 p.

QUERCETANI, R.L. 1964. A World History of Track and Field Athletics from 1864-1964. (In *Columbia Electronic Encyclopedia*. 6th ed.) <http://www.bartleby.com/65/tr/trackNfi.html>. Datum van gebruik: 28 Apr. 2006.

ROWETT RESEARCH INSTITUTE. 2002. Body composition. http://www.rowett.ac.uk/edu_web/sec_pup/body_comp.pdf. Datum van gebruik: 6 Okt. 2006.

SILVESTER, J. 2003. Discus. (In Silvester, J., ed. *Complete book of throws*. Champaign, IL.: Human Kinetics Publishers. p. 65-97.)

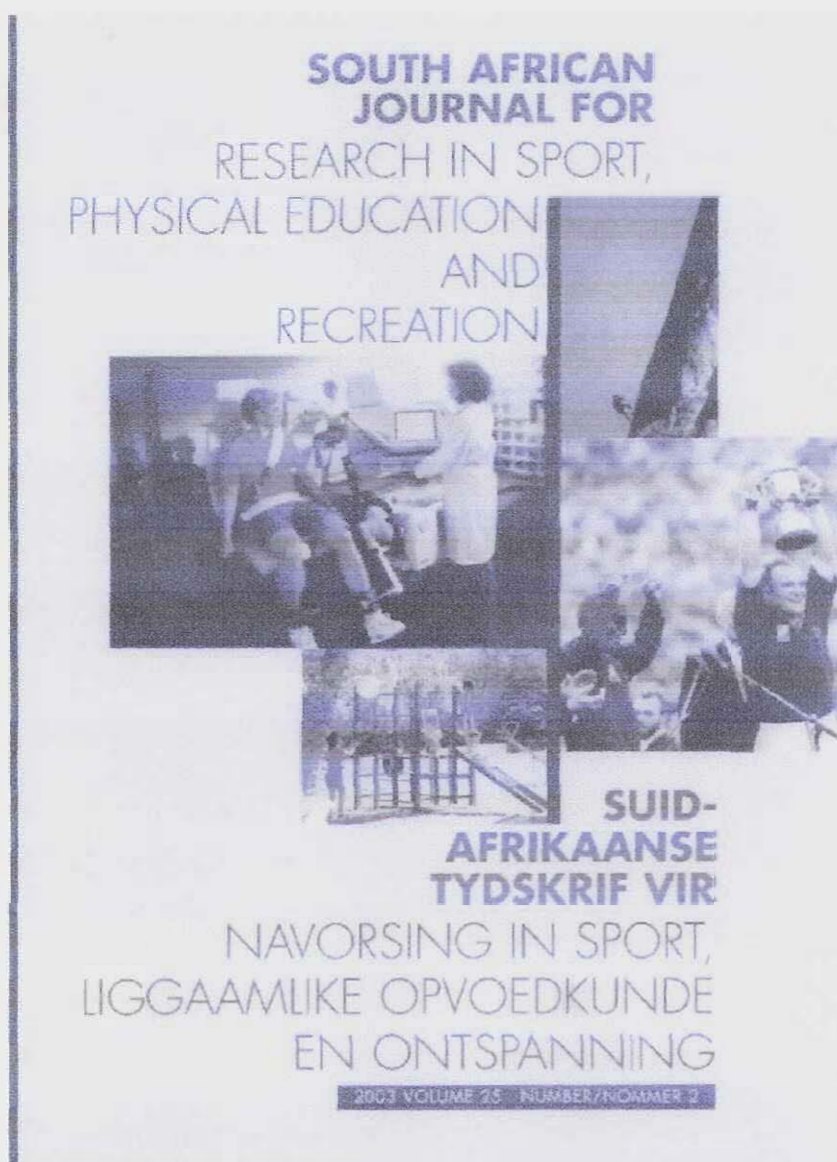
SPORTS POTENTIAL INCORPORATED. 2002. The history of javelin. <http://www.sportspotential.com/cgi-bin/results/sport.cgi?fileId=1680&sportId=579&type=r&show=1&pf=1>. Datum van gebruik: 5 Mei, 2006.

SWADDLING, J. 1999. The Ancient Olympic games. 2nd ed. Austin: University of Texas Press. 112 p.

TANNER, J.M. 1964. The physique of the Olympic athlete. London: Allen & Unwin. 126 p.

Hoofstuk 3

*ANTROPOMETRIESE VERSKILLE BY ELITE- MANLIKE
SPIESGOOIERS, DISKUSGOOIERS, GEWIGSTOTERS EN
HAMERGOOIERS.*



**ANTROPOMETRIESE VERSKILLE BY ELITE- MANLIKE SPIESGOOIERS,
DISKUSGOOIERS, GEWIGSTOTERS EN HAMERGOOIERS**

**ANTHROPOMETRIC DIFFERENCES IN ELITE MALE JAVELIN
THROWERS, DISCUS THROWERS, SHOT PUTTERS AND HAMMER
THROWERS**

Pieter AF VAN GENT, JH (Hans) DE RIDDER & Colette UNDERHAY

Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap, Noordwes-Universiteit
(Potchefstroomkampus), Potchefstroom, 2520, Republiek van Suid-Afrika

Studieveld: Sportwetenskap (Kinantropometrie)

Mnr Pieter van Gent (BA MBW, Hons
BA)

Skool vir Biokinetika, Rekreasie en
Sportwetenskap
NWU- Potchefstroomkampus
Privaatsak X6001
Potchefstroom
2520

Tel: 018 299 4628
Faks: 018 299 4650
E-pos: 12294373@nwu.ac.za

Prof J Hans de Ridder

Tel: 018 299 1791
Faks: 018 299 1825
E-pos: Hans.DeRidder@nwu.ac.za

Dr Colette Underhay

Tel: 018 299 1791
Faks: 018 299 1825
E-pos: Hans.DeRidder@nwu.ac.za

Artikel voorgelê aan die “Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike
Opvoedkunde en Ontspanning”

ANTROPOMETRIESE VERSKILLE BY ELITE- MANLIKE SPIESGOOIERS, DISKUSGOOIERS, GEWIGSTOTERS EN HAMERGOOIERS.

Pieter AF VAN GENT, JH (Hans) DE RIDDER & Colette UNDERHAY

*Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap, Noordwes-Universiteit
(Potchefstroomkampus), Potchefstroom, 2520, Suid-Afrika*

ABSTRACT

The aim of this study was to determine anthropometric differences of elite male throwing athletes. Thirty elite male throwing athletes, which include javelin, discus, hammer-throwers and shot-putters, with an average age of 24.43 ± 5.17 years were measured for body composition. Nine skin folds were measured according to the international protocol as prescribed by Marfell-Jones et al. (2006) and the Bod Pod protocol according to the Bod Pod Customer Training Manual (CTM) (2004). The skin fold equations used to measure percentage body fat were those of Withers et al. (1987) and Jackson and Pollock (1978). The average stature of the whole group was 185.53 ± 6.39 cm, with the shot-putters being the tallest (190.90 ± 6.27) and the hammer-throwers the shortest (181.50 ± 4.36). The average body weight of the group of throwers was 97.74 ± 12.92 , with discus-throwers being the heaviest (117.17 ± 7.42 kg). Discus-throwers also had the longest arm reach with a value of 199.38 ± 11.03 cm. The chest skin fold was the smallest amongst all the groups with an average value of 8.76 ± 4.06 mm. The largest skin fold value was the abdominal skin fold with a value of 21.53 ± 11.65 mm. The abdominal and iliac-crest skin folds showed a statistically meaningful difference between javelin and discus-throwers. The midaxilla skin fold showed a statistically meaningful difference between hammer-throwers and javelin-throwers, and the medial calve skin fold showed a statistically meaningful difference between javelin-throwers and shot-putters. The body composition components showed that discus-throwers had the highest percentage value of body fat with both the 6-skinfold ($18.68 \pm 6.63\%$) and the 7-skinfold ($20.31 \pm 5.45\%$) equations. According to the Bod Pod, hammer-throwers had the highest percentage of body fat ($18.90 \pm 6.87\%$), but discus-throwers had the biggest fat mass (21.85 ± 8.56 kg), as well as the highest lean body mass (96.20 ± 8.89 kg) component of all four groups. The BMI method showed an average body fat percentage of $28.33 \pm 2.93\%$. The conclusion is that discus-throwers are the largest in terms of body composition of all four groups of elite male throwing athletes.

Key words: javelin, shot put, discus throw, hammer throw, Body-mass index, skin folds, Bod Pod.

INLEIDING

Sportmanne en sportvroue wat op internasionale vlak meeding, vertoon gewoonlik 'n eiesoortige liggaamsgrootte-, liggaamsvorm en liggaamsamestelling oftewel morfologiese eienskappe wanneer hulle met die normale populasie vergelyk word. Volgens Ackland (2006:29) bevoordeel bogenoemde eienskappe sportmanne en -vroue wat betref hulle deelname aan kompetisies en maak dit dikwels die verskil tussen wen en verloor. Norton *et al.* (1996:289) stel dit duidelik dat, alhoewel die morfologie van sportmanne en -vroue 'n belangrike vereiste vir prestasie is, 'n reeks faktore, onder andere die fisiologiese, biomeganiese, sielkundige en vaardigheidseienskappe voorkom wat 'n rol speel en wat ook van sportsoort tot sportsoort verskil. Liggaamsbou is dus nie die enigste bepalende faktor as dit kom by prestasie nie, en Ackland (2006:29) is van mening dat sukses in internasionale kompetisie multifaktoriaal is. Die morfologie van sportmanne en -vroue is egter 'n faktor wat bepaald 'n rol speel ten opsigte van sukses in 'n spesifieke sportsoort. Veral op topvlak ontwikkel sportlui 'n eiesoortige morfologie, en sportsoorte vereis dat hierdie morfologiese eienskappe teenwoordig moet wees ten einde sukses in 'n spesifieke sportsoort te kan behaal (Carter & Ackland, 1994).

Met betrekking tot antropometriele studies op deelnemers aan atletiek is Kruger *et al.* (2006:39) daarvan oortuig dat onderskeid getref moet word tussen baan- en velditems. Velditems bestaan verder uit worpe- en spronge-items. Worpe-itematlete sluit dié in wat aan gewigstoot, diskusgooi, hamergooi en spiesgooi onderskeidelik deelneem. Spronge-items bestaan uit verspring, driesprong, hoogspring en paalspring onderskeidelik. Navorsing wat al gedoen is oor die liggaamsamestelling van elite- manlike worpe-atlete (Carter, 1982, 1984a, 1984b; Carter & Yuhasz, 1984; Morrow *et al.*, 1982; De Garay *et al.*, 1974) bestaan uit relatief klein groepe, wat navorsingsbevindinge beperk ten opsigte van die antropometrie van elite- manlike worpe-atlete. Onlangse navorsing is ook in hierdie opsig beperk; dus kom 'n groot leemte in die literatuur voor met betrekking tot die antropometrie, en spesifiek die liggaamsamestelling van elite- manlike worpe-atlete. Daarom is studies soos hierdie een, wat die morfologiese eienskappe van elite-sportmanne navors, van kardinale belang want volgens Kruger *et al.* (2006:39) help dit

om meer kennis in te win rakende die morfologiese samestelling van diegene wat in 'n spesifieke sportsoort presteer.

Die doelstelling van hierdie studie is dus:

- Om antropometriese verskille van elite- manlike worpe-atlete saam te stel en om die statistiese betekenisvolheid van verskille tussen die vier groepe gooiers aan te toon en te bespreek.

ONDERSOEKMETODE

Proefpersone

'n Eenmalige dwarsdeursnitopname is gebruik om data vir hierdie studie in te samel. Dertig ($N=30$) elite- manlike worpe-atlete met 'n gemiddelde ouderdom van 24.43 jaar is getoets. Die groep proefpersone het bestaan uit twintig (20) spiesgooiers, vier (4) diskusgooiers, drie (3) hamergooiers en drie (3) gewigstoters. Vyftien (15) proefpersone was van Suid-Afrika afkomstig en die ander vyftien (15) van Noorweë, Swede, Estonia, Noord Ierland, Tsjeggiese Republiek, Brittanje, Latvia, Frankryk en Finland onderskeidelik. Die proefpersone is as elite geklassifiseer op grond van nasionale en internasionale deelname, sowel as hul posisie op die wêreldranglys. Al die gooiers het reeds op nasionale en/of internasionale vlak meegeding.

Die metingsprosedures

Die metings by die worpe-atlete is gedurende Januarie tot September 2006 tydens hul jaarlikse afseisoen-oefenkampe wat in Potchefstroom plaasgevind het, geneem. Vraelyste is gebruik om demografiese inligting van die proefpersone te verkry, asook 'n inligtingsbrief wat die metingsprosedure aan die proefpersone verduidelik. Die proefpersone het ook 'n ingeligtetoestemmingsvorm ingevul en was vry om te eniger tyd aan die toetse te onttrek.

Die antropometriese metings wat in hierdie studie gebruik is, is geneem volgens die tegnieke soos deur Marfell-Jones *et al.* (2006) beskryf. Die veranderlikes wat in hierdie studie gebruik is, is liggaamslengte, liggaamsmassa; trisepts-, subskapulêre, bors-, mid-aksillêre, supra-spinale, ilio-kristale, abdominale-, frontale dy- en mediale kuit-velvou. Die velvou-metings is twee maal uitgevoer, en die gemiddeld van die twee waardes is verkry wat vir verdere dataverwerking gebruik is. Die formule van Withers *et al.* (1987) wat die som van ses velvoue ($\sum 6$ velvoue) betrek, sowel as die formule van Jackson en Pollock (1978), wat die formule van die som van sewe velvoue ($\sum 7$ velvoue) betrek, is gebruik as aanduiding van onderhuidse vet: trisepts-, subskapulêre, bors-, mid-aksillêre, supra-spinale, ilio-kristale, abdominale, frontale dy- en mediale kuit-velvou. Albei formules is gebruik om onderhuidse vet by die worpe-atlete te bepaal. Die proefpersone is versoek om in die anatomiese posisie (Marfell-Jones, 1996:5) te staan sodat die metings geneem kon word, waarna die proefpersoon die Bod Pod betree het.

Die Bod Pod is gebruik om 'n meer akkurate aanduiding van worpe-atlete se persentasie liggaamsvet te verkry. Die atleet is versoek om sy blaas te ledig en so min as moontlik klere aan te hê wanneer die Bod Pod betree word. Alle juwele is ook afgehaal en 'n baaimus is oor die kop getrek. Die atleet is versoek om so stil as moontlik te sit terwyl die Bod Pod die lesing neem. Twee lesings is geneem, en die gemiddelde waarde is gebruik om persentasie liggaamsvet te bepaal. Die atleet het ten slotte 'n bio-elektriese impedansie-analise-evaluering ondergaan om 'n verdere aanduiding te kry van sy persentasie liggaamsvet. Die OMRON BF 302-apparaat is gebruik. Die atleet het regop gestaan en die apparaat met albei hande en reguit arms voor hom uitgestrek, vasgehou terwyl die lesing geneem is. Die LMI-metode is ook toegepas om 'n aanduiding van die atleet se lengte-massa-verhouding te kry.

Dataverwerking

Die Statistica-dataverwerkingspakket 7 (Statsoft, 2005) vir Windows wat op die Noordwes-Universiteit se rekenaar netwerk beskikbaar is, is gebruik om die data te verwerk.

Ten eerste is die beskrywende statistiek van die verskillende veranderlikes bereken. Dit is opgevolg met 'n Eenrigtingvariensie-analise, en 'n TUKEY post-hoc-toets is gebruik ($p < 0.05$) om die statistiese betekenisvolheid tussen die verskillende groepe gooiers aan te toon.

RESULTATE EN BESPREKING

Die beskrywende statistiek vir die basismetings en die velvoue wat gemeet is by die manlike worpe-atlete, soos per deelname-item en ook die groep as 'n geheel, word in Tabel 1 gerapporteer en daarna bespreek. Die statistiese betekenisvolheid ($p < 0.05$) tussen die atlete in die verskillende items vir elkeen van die veranderlikes word ook in Tabel 1 aangetoon en daarna bespreek.

Tabel 1: Beskrywende statistiek van die manlike worpe-atlete: basismetings en velvoue (N=30).

Veranderlikes	Groep	N	$\bar{x}$	S.A.	p-waarde
Ouderdom (jare)	1. SG	20	24.60	5.27	0.531
	2. DG	4	27	6.38	
	3. GS	3	21.33	4.04	
	4. HG	3	23	4.00	
	Totale groep	30	24.43	5.17	
Liggaamslengte (cm)	1. SG	20	184.38	5.84	0.096
	2. DG	4	190.30	6.27	
	3. GS	3	190.9	8.06	
	4. HG	3	181.5	4.36	
	Totale groep	30	185.53	6.39	
Liggaamsmassa (kg)	1. SG ⁽²⁾	20	92.68	8.86	0.002*
	2. DG ⁽¹⁾	4	117.17	7.42	
	3. GS	3	101.97	18.49	
	4. HG	3	101.34	13.85	

	Totale groep	30	97.74	12.92	
Armspan (cm)	1. SG	12	191.33	6.56	0.028*
	2. DG ⁽⁴⁾	4	199.38	11.03	
	3. GS	3	198.47	13.21	
	4. HG ⁽²⁾	3	184.4	3.41	
	Totale groep	22	192.81	9.04	
Triceps-velvou (mm)	1. SG	20	11.32	4.66	0.407
	2. DG	4	13.83	5.50	
	3. GS	3	15.7	4.77	
	4. HG	3	13.57	4.37	
	Totale groep	30	12.32	4.75	
Subskapulêre velvou (mm)	1. SG	20	12.52	4.71	0.158
	2. DG	4	18.88	4.47	
	3. GS	3	19.4	15.44	
	4. HG	3	17.13	9.67	
	Totale groep	30	14.52	6.93	
Borsvelvou (mm)	1. SG	20	7.94	4.11	0.493
	2. DG	4	10.33	4.08	
	3. GS	3	10.1	4.29	
	4. HG	13	10.83	3.89	
	Totale groep	30	8.76	4.06	
Mid-aksillêre velvou (mm)	1. SG ⁽⁴⁾	20	13.19	6.47	0.031*
	2. DG	4	21.10	6.13	
	3. GS	3	19	12.55	
	4. HG ⁽¹⁾	3	24.33	13.87	
	Totale groep	30	15.94	8.52	

Supraspinale velvou (mm)	1. SG	20	12.31	6.35	0.711
	2. DG	4	15.98	9.33	
	3. GS	3	15.4	8.53	
	4. HG	3	16.27	15.03	
	Totale groep	30	13.5	7.68	
Iliokristale velvou (mm)	1. SG ⁽²⁾	20	13.74	7.75	0.048*
	2. DG ⁽¹⁾	4	24.33	13.47	
	3. GS	3	19.37	6.98	
	4. HG	3	22.37	15.53	
	Totale groep	30	16.57	9.81	
Abdominale velvou (mm)	1. SG ⁽²⁾	20	17.59	7.71	0.019*
	2. DG ⁽¹⁾	4	32.15	13.17	
	3. GS	3	26.27	14.12	
	4. HG	3	28.93	21.12	
	Totale groep	30	21.53	11.65	
Frontale dy velvou (mm)	1. SG	20	12.02	4.17	0.409
	2. DG	4	15.78	7.89	
	3. GS	3	15	3.48	
	4. HG	3	12.23	1.99	
	Totale groep	30	12.84	4.59	
Mediale kuit velvou (mm)	1. SG ⁽³⁾	20	7.98	3.81	0.023*
	2. DG	4	10.55	5.60	
	3. GS ⁽¹⁾	3	13.7	1.92	
	4. HG	3	11.23	0.72	
	Totale groep	30	9.22	4.10	

1. SG = Spiesgooi
2. DG = Diskusgooi
3. GS = Gewigstoot
4. HG = Hamergooi

* = $p < .05$

Uit Tabel I kan waargeneem word dat die gemiddelde ouderdom van die gooiers 24.43 jaar is, waarvan die diskusgooiers die oudste (27.00 jaar) groep is en gewigstoters die jongste (21.33 jaar). Die vier groepe gooiers se ouderdomme het nie statisties betekenisvol van mekaar verskil nie ($p>0.05$). Die gemiddelde liggaamslengte vir die groep gooiers is 185.53 cm, met die gewigstoters wat as die langste groep gooiers (190.9 cm), en die hamergooiers wat die kortste liggaamslengte (181.5 cm) van die vier groepe gooiers gehad het. Die vier groepe gooiers se liggaamslengte het nie statisties betekenisvol ($p>0.05$) van mekaar verskil nie. Wat liggaamsmassa betref, het die diskusgooiers die grootste waarde van 117.17 kg getoon, terwyl spiesgooiers die kleinste liggaamsmassa van 92.68 kg gehad het. Die diskusgooiers en spiesgooiers se liggaamsmassa het wel statisties betekenisvol ($p<0.05$) van mekaar verskil. Die gemiddelde armspan van die proefgroep is 192.81 cm, met die diskusgooiers wat die langste armspan van 199.38 cm gehad het en die hamergooiers wat die kortste armspan van die vier groepe (184.4 cm) gehad het. Die armspan van die diskusgooiers was statisties groter as dié van die hamergooiers ($p<0.05$). Dus was die diskusgooiers die oudste sowel as die swaarste groep gooiers, en hulle het ook die langste arms van die vier groepe gooiers gehad. Die hamergooiers was die kortste en het die kortste arms gehad. Spiesgooiers was die ligste van die vier groepe gooiers.

Die spiesgooiers het, soos verwag, by al nege die velvoue (trisepts, subskapulêre, bors, mid-aksillêre, supraspinale, iliokristale, abdominale, dy en kuit) die kleinste waardes getoon. Die gewigstoters het by drie van die nege velvoue (trisepts, subskapulêre en kuit) die grootste waardes getoon met die hamergooiers wat ook by drie van die nege velvoue (bors, mid-aksillêre en supraspinale) die grootste waardes getoon het. Laastens het die diskusgooiers, soos bogenoemde twee groepe, ook by drie van die nege velvoue (iliokristale, abdominale en rontale dy) die grootste velvouwaardes getoon. Wat die abdominale velvou betref, het statisties betekenisvolle verskille tussen die spiesgooiers en diskusgooiers ($p<0.05$) voorgekom. Naas die abdominale velvou het daar tussen die spiesgooiers en diskusgooiers ook 'n statisties betekenisvolle verskil ($p<0.05$) ten opsigte van die iliokristale velvou voorgekom. Spiesgooiers en hamergooiers het statisties betekenisvol ($p<0.05$) van mekaar verskil wat betref die mid-aksillêre velvou, en

spiesgooiers het verder ook statisties betekenisvol ($p < 0.05$) van gewigstoters verskil ten opsigte van die mediale kuit-velvou. In al bogenoemde gevalle was die spiesgooiers statisties betekenisvol kleiner ($p < 0.05$) as die genoemde groepe gooiers. Wat betref die trisepts-, subskapulêre, bors-, supraspinale en frontale dy-velvou het daar egter geen betekenisvolle verskille tussen die vier groepe gooiers voorgekom nie ($p > 0.05$).

Tabel 2 bevat die beskrywende statistiek van die liggaamsamestellingskomponente wat by elite- manlike worpe-atlete gemeet is soos per deelname-item en ook by die groep as 'n geheel en word dan vervolgens bespreek. Die statistiese betekenisvolheid ($p < 0.05$) tussen die atlete in die verskillende items word ook in Tabel 2 aangetoon en word daarna bespreek.

Tabel 2: Beskrywende statistiek van die elite- manlike worpe-atlete: liggaamsamestellingskomponente (N=30).

Veranderlikes	Groep	N	$\bar{x}$	S.A.	p-waarde
Σ van 6 velvoue (mm)	1. SG	20	73.74	27.48	0.154
	2. DG	4	107.15	43.72	
	3. GS	3	105.47	40.84	
	4. HG	3	99.37	52.49	
	Totale groep	30	83.92	34.87	
% vet – 6-velvouformule	1. SG	20	13.05	4.29	0.156
	2. DG	4	18.68	6.63	
	3. GS	3	17.63	7.11	
	4. HG	3	16.92	8.39	
	Totale groep	30	14.65	5.52	
Σ van 7 velvoue (mm)	1. SG ⁽²⁾	20	88.31	35.51	
	2. DG ⁽¹⁾	4	136.38	47.29	

	3. GS	3	124.83	54.54	0.048*
	4. HG	3	129.4	69.98	
	Totale groep	30	102.48	44.99	
% vet – 7- velvouformule	1. SG ⁽²⁾	12	13.71	4.87	0.037*
	2. DG ⁽¹⁾	4	20.31	5.45	
	3. GS	3	18.1	7.15	
	4. HG	3	18.61	8.26	
	Totale groep	22	15.52	5.83	
% vet – BOD POD	1. SG	20	13.19	5.63	0.216
	2. DG	4	18.58	6.87	
	3. GS	3	13.37	1.66	
	4. HG	3	18.9	8.32	
	Totale groep	30	14.5	6.02	
BOD POD – vetmassa (kg)	1. SG ⁽²⁾	20	11.98	5.5	0.024*
	2. DG ⁽¹⁾	4	21.85	8.56	
	3. GS	3	13.83	4.13	
	4. HG	3	19.47	11.89	
	Totale groep	30	15.05	7.65	
BOD POD – (LLM)	1. SG ⁽²⁾	20	81.08	5.24	0.013*
	2. DG ^(1,4)	4	96.2	8.89	
	3. GS	3	88.13	14.34	
	4. HG ⁽²⁾	13	80.63	3.77	
	Totale groep	30	84.73	9.13	
LMI	1. SG ^(2,4)	20	27.22	1.78	0.002*
	2. DG ^(1,3)	4	32.40	2.32	
	3. GS ⁽²⁾	3	27.87	3.61	

	4. HG ⁽¹⁾	3	30.79	4.27	
	Totale groep	30	28.33	2.93	

SG = Spiesgooi,

DG = Diskusgooi,

GS = Gewigstoot,

HG = Hamergooi

* = $p < .05$

Σ van 6 velvoue = trisepe, subskapulêre, supraspinale, abdominale, frontale dy, mediale kuit

Σ van 7 velvoue = Bors, mid-aksilêr, trisepe, subskapulêr, abdominaal, frontale dy, iliookristaal.

Uit Tabel 2 is dit duidelik dat die gemiddelde persentasie liggaamsvet van die groep gooiers, soos deur die 6-velvouformule bepaal, 14.65% is, met die diskusgooiers wat oor die grootste waarde van 18.68% en spiesgooiers wat oor die kleinste waarde van 13.05% beskik het. Geen statisties betekenisvolle verskil ($p > 0.05$) het tussen die groepe gooiers voorgekom wat betref die Σ van die 6 velvoue of die vetpersentasie van die 6-velvouformule nie. Volgens die 7-velvouformule het diskusgooiers ook oor die grootste persentasie liggaamsvet beskik (20.31%), met die spiesgooiers oor die kleinste waarde van 13.71%, en 'n groepswarede-gemiddelde van 15.52%. Die spiesgooiers en die diskusgooiers het statisties betekenisvol van mekaar verskil ($p < 0.05$) wat betref die 7-velvouformule, sowel as die Σ van die 7 velvoue waar die spiesgooiers in beide gevalle statisties betekenisvol kleiner was as die diskusgooiers.

Volgens die Bod Pod, wat as kriteriummetode toegepas is, is 'n gemiddelde vetpersentasie van 14.5% verkry vir die groep gooiers. Hamergooiers het die grootste waarde van 18.9% getoon met spiesgooiers wat die kleinste waarde van 13.19% getoon het wat betref die Bod Pod-metings. Geen statisties betekenisvolle verskil het tussen die vier groepe gooiers voorgekom wat betref die vetpersentasiemetings van die Bod Pod nie ($p > 0.05$). 'n Statisties betekenisvolle verskil ($p < 0.05$) het egter tussen spiesgooiers en diskusgooiers voorgekom wat vetmassa in kilogram betref, soos deur die Bod Pod bepaal, met spiesgooiers wat oor 'n gemiddelde waarde van 11.98 kg beskik het en diskusgooiers oor 'n gemiddelde waarde van 21.85 kg. Die gemiddelde vetmassa van die totale groep

gooiers was 15.05 kg. Alhoewel diskusgooiers oor die grootste persentasie liggaamsvet beskik het volgens die Bod Pod, het hulle ook oor die grootste skraalliggaamsmassa van 96.2 kg beskik. Die spiesgooiers het statisties betekenisvol verkil van diskusgooiers, en die diskusgooiers het ook statisties betekenisvol van hamergooiers verskil ($p < 0.05$) wat betref die skraalliggaamsmassa. Die LMI-metode het statisties betekenisvolle verskille ($p < 0.05$) tussen al vier die groepe getoon. Die afleiding kan dus gemaak word dat hierdie metode 'n onakkurate bepaler van liggaamsamestelling by gooiers is.

SAMEVATTING

Die doel van hierdie studie was om 'n antropometriese profiel van elite- manlike worpe-atlete saam te stel, en om die statistiese betekenisvolheid van verskille tussen die vier groepe gooiers aan te toon en te bespreek. Eerstens is die beskrywende statistiek van die verskillende veranderlikes bereken, wat opgevolg is met 'n Eenrigtingvariensie-analise en 'n TUKEY post-hoc-toets om die statistiese betekenisvolheid tussen die verskillende groepe gooiers aan te toon.

Die resultate van die basismetings en velvoue toon duidelik dat diskusgooiers oor die grootste liggaamsamestelling beskik vergeleke met ander worpe-atlete. Diskusgooiers was die swaarste, en spiesgooiers die kortste en ligste van die hele groep gooiers. Diskusgooiers se armspan was groter as die van ander worpe-atlete. Alhoewel gewigstoters langer as diskusgooiers was, kan afgelei word dat, met betrekking tot basismetings, diskusgooiers die grootste in liggaamsamestelling is.

Volgens die liggaamsamestellingskomponente wat gemeet is, het die diskusgooiers se $\sum$ van 6 velvoue-waardes en $\sum$ van 7 velvoue-waardes die grootste vertoon, sowel as die 6-velvouformule- en 7-velvouformule-waardes. Die persentasie liggaamsvet van die Bod Pod toon egter anders, met hamergooiers wat die grootste persentasie liggaamsvet getoon het. Diskusgooiers se vetmassa en skraalliggaamsmassa, soos deur die Bod Pod gemeet, het in beide gevalle die grootste vertoon. Die LMI het groot verskille tussen al vier

groepe gooiers getoon, wat beteken dat dit 'n onakkurate metode is vir die bepaling van liggaamsamestelling by elite- manlike worpe-atlete.

BEDANKINGS

- Ten slotte wil ek vir mnr. Terseus Liebenberg bedank vir sy moeite met die verkryging van die atlete, asook die beskikbaarstelling van sy spiesgooi-atlete vir hierdie studie.
- Ek wil ook al die atlete, plaaslik en internasionaal, bedank vir hul tyd en opoffering vir hul deelname aan hierdie studie.

BRONNELYS

ACKLAND, T.R. 2006. Built for success: Homogeneity in elite athlete morphology. In M. Marfell-Jones; A. Stewart & T. Olds (Eds.), *Kinanthropometry IX. Proceedings of the 9th international conference of the international society for the advancement of kinanthropometry* (29-37). New York, NY: Routledge.

BOD POD CUSTOMER TRAINING MANUAL (CTM). 2004. Life Measurement Inc. Concord, CA, USA.

CARTER, J.E.L. 1982. Body composition of Montreal Olympic athletes. In J.E.L. Carter (Ed.), *Physical structure of Olympic athletes*. (107-116). Basel : Karger Press.

CARTER, J.E.L. 1984a. Age and body size of Olympic athletes. In J.E.L. Carter (Ed.), *Physical structure of Olympic athletes. Part II. Kinanthropometry of Olympic athletes* (53-79). Basel : Karger Press.

CARTER, J.E.L. 1984b. Somatotypes of Olympic athletes from 1948 to 1976. In J.E.L. Carter (Ed.), *Physical structure of Olympic athletes. Part II. Kinanthropometry of Olympic athletes* (80-109) Basel : Karger Press.

CARTER, J.E.L. & ACKLAND, T.R. 1994. *Kinanthropometry in aquatic sports: A study of world-class athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.

CARTER, J.E.L. & YUHASZ, M.S. 1984. Skinfolds and body composition of Olympic athletes. In J.E.L. Carter (Ed.), *Physical structure of Olympic athletes. Part II. Kinanthropometry of Olympic athletes* (144-182). Basel : Karger Press.

DE GARAY, A.L., LEVINE, L. & CARTER, J.E.L. 1974. *Genetic and anthropological studies of Olympic athletes*. New York: Academic Press.

JACKSON, A.S. & POLLOCK, M.L. 1978. Factor analysis and multivariate scaling of anthropometric variables for the assessment of body composition. *Medicine and Science in Sport and Exercise*. 8:196-203.

KRUGER, A., DE RIDDER, J.H., GROBBELAAR, H.W. & UNDERHAY, C. 2006. A kinanthropometric en morphological prediction functions of elite international male javelin throwers. (In M. Marfell-Jones, A. Stewart & T. Olds (Ed.), *Kinanthropometry IX. Proceedings of the 9th international conference of the international society for the advancement of kinanthropometry* (39-51). New York, NY: Routledge.)

MARFELL-JONES, M. 1996. Essential anatomy for anthropometrists. In K. Norton & T. Olds (Eds.), *Anthropomtrica* (4-24). Sydney: UNSW Press.

MARFELL-JONES, M.; OLDS, T.; STEWART, A. & CARTER, J.E.L. 2006. *International standards for anthropometric assessment*. (2nd ed.). Australia: ISAK.

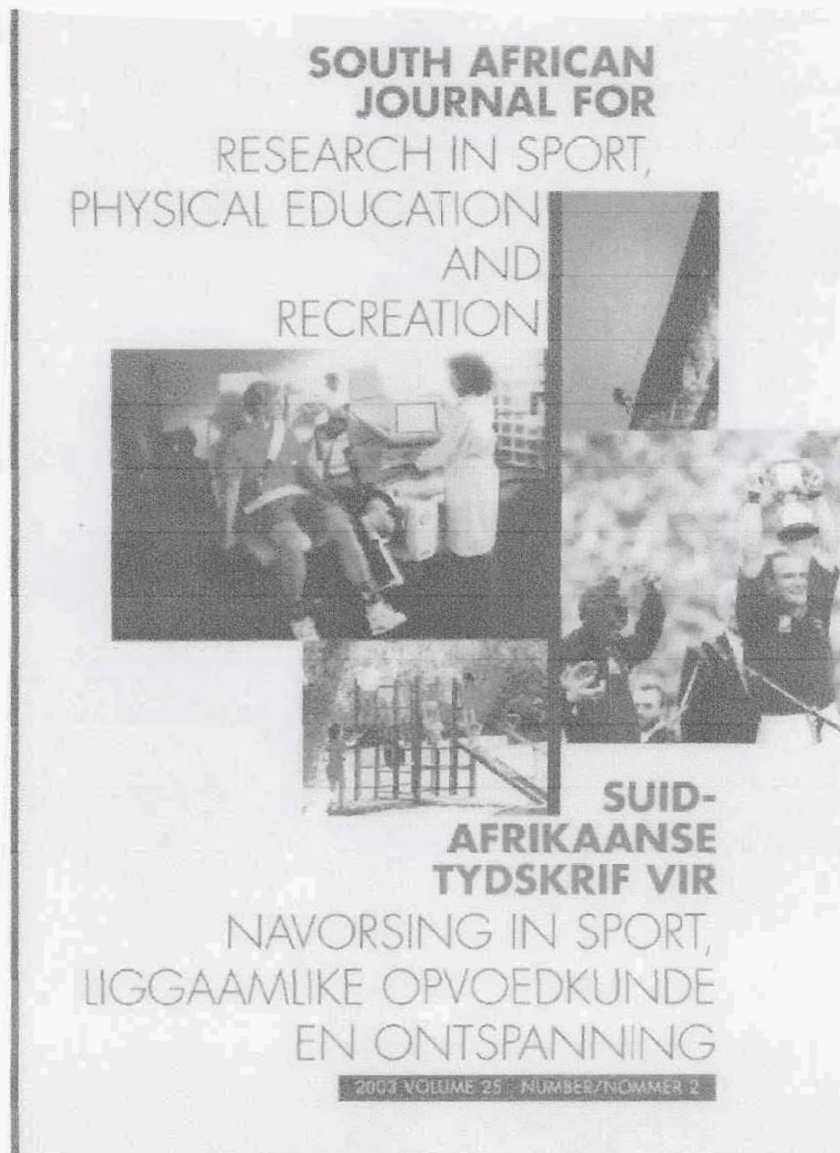
MORROW, J.R., DISCH, J.G., WARD, P.E., DONOVAN, T.J., KATCH, V.L. WELTMAN, A.L. & TELLEZ, T. 1982. Anthropometric, strength and performance characteristics of American world class throwers. *The Journal of Sports Medicine*. 22:73-79.

NORTON, K., OLDS, T., OLIVE, S. & CRAIG, N. 1996. Anthropometry and sport performance. In Norton, K. & Olds, T. eds. *Anthropomtrica*. Sydney: UNSW Press, 287-352.

WITHERS, R.T., CRAIG, N.P., BOURDON, P.C. & NORTON, K.I. 1987. Relative body fat and athropometric prediction of body density of male athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 56(2):191-200.

Hoofstuk 4

*'N KORRELASIE TUSSEN DIE BOD POD EN VERSKILLEND
VELDMETODES VIR DIE BEPALING VAN PERSENTASIE
LIGGAAMSVET BY ELITE-MANLIKE WORPE-ATLETE*



**'N KORRELASIE TUSSEN DIE BOD POD EN VERSKILLEND
VELDMETODES VIR DIE BEPALING VAN PERSENTASIE LIGGAAMSVET
BY ELITE- MANLIKE WORPE-ATLETE**

**A CORRELATION BETWEEN THE BOD POD AND DIFFERENT FIELD
METHODS FOR DETERMINING PERCENTAGE BODY FAT IN ELITE MALE
THROWING ATHLETES**

Pieter AF VAN GENT, J Hans DE RIDDER & Colette UNDERHAY

Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap, Noordwes-Universiteit
(Potchefstroomkampus), Potchefstroom, 2520, Republiek van Suid-Afrika

Studieveld: Sportwetenskap (Kinantropometrie)

Mnr Pieter van Gent (BA MBW, Hons
BA)

Prof J Hans de Ridder

Tel: 018 299 1791

Skool vir Biokinetika, Rekreasie en
Sportwetenskap

Faks: 018 299 1825

E-pos: Hans.DeRidder@nwu.ac.za

NWU- Potchefstroomkampus

Dr Colette Underhay

Privaatsak X6001

Tel: 018 299 1791

Potchefstroom

Faks: 018 299 1825

2520

E-pos: Hans.DeRidder@nwu.ac.za

Tel: 018 299 4628

Faks: 018 299 4650

E-pos: 12294373@nwu.ac.za

Artikel voorgelê aan die “Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike
Opvoedkunde en Ontspanning”

**'N KORRELASIE TUSSEN DIE BOD POD EN VERSKILLENDEN
VELDMETODES VIR DIE BEPALING VAN PERSENTASIE
LIGGAAMSVET BY ELITE- MANLIKE WORPE-ATLETE**

Pieter VAN GENT, J.H. (Hans) DE RIDDER & Colette UNDERHAY

*Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap, Noordwes-Universiteit
(Potchefstroomkampus), Potchefstroom, 2520, Suid-Afrika*

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the correlation between the Bod Pod (criteria method) and different field methods for determining percentage body fat in elite male throwing athletes. Thirty elite male throwing athletes with an average age of 24.43 ± 5.17 years were measured and nine skinfolds, body mass and stature were measured according to the international protocol as prescribed by Marfell-Jones et al. (2006). The Bod Pod protocol according to the Bod Pod Customer Training Manual (2004) was applied. The BIA method was also applied to determine percentage bodyfat. The skinfold equations used to measure percentage bodyfat were those of Withers et al. (1987) and Jackson and Pollock (1978). The percentage bodyfat, as measured by the Bod Pod, was 14.5% for the total group, with hammer-throwers having the largest bodyfat percentage of 18.9% and javelin-throwers the smallest, with a value of 13.19%. Discus-throwers, measured with both the 6- and 7-skinfold method, registered the largest bodyfat percentage of 18.68% and 20.31% respectively. Javelin-throwers also measured the smallest percentage bodyfat values according to both skinfold methods. The BIA showed that discus-throwers had the largest percentage bodyfat (23.98%), but shotputters (15.83%) had the smallest values of all four the groups. The 6-skinfold method was the most accurate method when measuring percentage bodyfat of javelin and discus throwers, when compared to the Bod Pod (criterion method), but showed a statistically meaningful difference with javelin-throwers when compared to the Bod Pod. The BIA method, however, showed that it compared better with the Bod Pod when measuring percentage bodyfat of shotputters and hammer-throwers, than the skinfold methods. The average comparison between the Bod Pod and the field methods showed that the 6-skinfold method compared best with the Bod Pod and should therefore be used when measuring percentage bodyfat of elite male throwing athletes.

Keywords: javelin, shot put, discus throw, hammer throw, Body-mass index, skinfolds, Bod Pod.

INLEIDING

Sportlui se liggaamsamestelling interesseer oefenkundiges, dieetkundiges, afrigters, mediese spesialiste en sportwetenskaplikes sedert die vroegste tye, aangesien liggaamsamestelling van kardinale belang is vir optimale sportprestasie (De Ridder *et al.* 2001:1-2). Dr James Tanner het in 1964 die volgende opspraakwekkende bewering gemaak: *“Physique is a factor in the sort of success that may lead to inclusion in an Olympic team or, more negatively that lack of proper physique may make it almost impossible for an athlete to reach that degree of success.”* (Tanner, 1964:14.) Gevolglik kan inligting aangaande sportlui se liggaamsamestelling onder andere aangewend word om veranderinge in die atleet se liggaamsamestelling en gesondheidstatus te monitor, die effektiwiteit van ’n oefen- of dieetprogram te verseker en so meer (Norton *et al.* 1996). Dit is dan ook moontlik om die optimale liggaamsamestelling vir verskillende sportsoorte, items en posisies te kan bepaal. So sal die gemiddelde persentasie liggaamsvet van ’n sportman of sportvrou dus afhang van die tipe sport en ook die spelposisie binne ’n sportsoort of die item waaraan die sportman of sportvrou meeding (Heyward & Wagner, 2004).

Twee komponente van liggaamsamestelling wat van belang is, veral by sportlui, is vetpersentasie en spiermassa. In die algemeen is ’n lae vetpersentasie belangrik by sportsoorte wat spring- en hardloopvaardighede insluit, terwyl ’n groot spiermassa nodig is by sportsoorte waar hoë kraguitsette ’n vereiste is (Heyward & Wagner, 2004). So byvoorbeeld moet spiesgooiers oor beide ’n lae vetpersentasie en groot spiermassa beskik, aangesien krag en eksplosiewe krag noodsaaklik is vir prestasie in hierdie sportsoort (Kruger *et al.*, 2006:39).

Liggaamsamestelling kan bepaal word deur veldtegnieke of laboratoriumtegnieke toe te pas. Veldtoetse soos velvoue is relatief eenvoudig en prakties uitvoerbaar (De Ridder, 2005:92). Verskillende formules soos dié van Jackson en Pollock (1978) en Withers *et al.* (1987) word tans gebruik om die persentasie liggaamsvet van sportlui te bepaal deur van velvoue gebruik te maak. Die kwessie of dit geldig is om dieselfde formule, byvoorbeeld vir langafstandatlete, rugbyspelers en spiesgooiers en so meer te gebruik, word egter bevraagteken. Daarom is dit belangrik dat vetpersentasieformules vir sportsoorte en selfs vir deelnemers aan spesifieke items ontwerp moet word wat

spesifiek vir daardie sportsoort gebruik kan word, eerder as 'n algemene formule vir sportlui in die breë. Tweedens word die liggaamsmassa-indeks (LMI) as veldtegniek gebruik om liggaamsamestelling te bepaal (Norton *et al.*, 1996). Dit is belangrik om te onthou dat LMI slegs 'n ruwe indeks van liggaamsamestelling en obesiteit is en dat dit met omsigtigheid gebruik moet word (Heyward & Wagner, 2004). Die probleem is dat die LMI nie onderskei tussen skraalliggaamsmassa en vetmassa nie; gevolglik kan skraal, gesonde sportlui byvoorbeeld LMI-waardes van (>30) hê wat dui op obesiteit (Heyward & Wagner, 2004).

Laastens kan laboratoriumtoetse soos die Bod Pod gebruik word om persentasie liggaamsvet en skraalliggaamsmassa te bepaal. Die Bod Pod is 'n hoogs gesofistikeerde lugverplasingsapparaat met 'n klein algemene metingsfout (1%-2%), teenoor byvoorbeeld 'n ander tegniek soos Bio-elektriese impedansie wat oor 'n heelwat hoër metingsfout beskik ($\pm 6-8\%$) (Bod Pod CTM, 2004). Die Bod Pod is dus 'n kriteriummetode wat geskik is vir navorsing. Die nadele daarvan is dat die apparaat nie op die veld gebruik kan word nie en besonder duur is.

Die vrae wat derhalwe met hierdie navorsing beantwoord wil word, is eerstens hoe persentasie liggaamsvet van elite- manlike worpe-atlete, soos met die verskillende velvouformules bepaal, met die persentasie liggaamsvet soos deur die Bod Pod (kriteriummetode) bepaal, korreleer, en tweedens om vas te stel hoe die BIA-metode van hierdie populasie met persentasie liggaamsvet, soos deur die Bod Pod bepaal, korreleer. Die doel van die studie is om ten slotte te bepaal watter velvouformule die akkuraatste bepaler van vetpersentasie by elite- manlike worpe-atlete is, asook wat die korrelasie tussen LMI en vetpersentasie is, soos deur die Bod Pod bepaal.

Die doel van hierdie navorsingsartikel was dus:

- 1.1 Om te bepaal watter velvouformule vir die bepaling van persentasie liggaamsvet by elite- manlike worpe-atlete die beste met persentasie liggaamsvet korreleer, soos deur die Bod Pod bepaal, wat as kriteriummetode beskou word, asook om te bepaal wat die korrelasie is tussen die persentasie liggaamsvet, soos deur die Bod Pod bepaal, en die LMI by elite- manlike spiesgooiers.

ONDERSOEKMETODE

Proefpersone

'n Eenmalige dwarsdeursnitopname is gebruik om data vir hierdie studie in te samel. Dertig (N=30) elite- manlike worpe-atlete met 'n gemiddelde ouderdom van 24.43 jaar is getoets. Die groep proefpersone het bestaan uit twintig (20) spiesgooiers, vier (4) diskusgooiers, drie (3) hamergooiers en drie (3) gewigstoters. Vyftien (15) proefpersone was uit Suid Afrika afkomstig en die ander vyftien (15) uit Noorweë, Swede, Estonia, Noord Ierland, Tsjeggiese Republiek, Brittanje, Latvia, Frankryk en Finland onderskeidelik. Die proefpersone is as elite geklassifiseer op grond van nasionale en internasionale deelname, sowel as hul posisie op die wêreldranglys. Al die gooiers het reeds op nasionale en/of internasionale vlak meegeding.

Antropometrie en metingsprosedures

Die metings by die worpe-atlete is gedurende Januarie tot September 2006 tydens hul jaarlikse afseisoen-oefenkampe wat in Potchefstroom plaasgevind het, geneem. Vraelyste is gebruik om demografiese inligting van die proefpersone te verkry asook 'n inligtingsbrief wat die metingsprosedure aan die proefpersone verduidelik. Die proefpersone het ook 'n ingeligtetoestemmingsvorm ingevul en was vry om te eniger tyd aan die toetse te onttrek.

Die antropometriese metings wat in hierdie studie gebruik is, is volgens die tegnieke soos deur Marfell-Jones *et al.* (2006) beskryf. Die veranderlikes wat in hierdie studie gebruik is, is liggaamslengte, liggaamsmassa; trisepts-, subskapulêre, bors-, mid-aksillêre, supra-spinale, ilio-kristale, abdominale-, frontale dy- en mediale kuit-velvou. Die velvou-metings is twee maal uitgevoer, en die gemiddeld van die twee waardes is verkry wat vir verdere dataverwerking gebruik is. Die formule van Withers *et al.* (1987) wat die som van ses velvoue ($\sum 6$ velvoue) betrek, sowel as die formule van Jackson en Pollock (1978), wat die formule van die som van sewe velvoue ($\sum 7$ velvoue) betrek, is gebruik as aanduiding van onderhuidse vet: trisepts-, subskapulêre, bors-, mid-aksillêre, supra-spinale, ilio-kristale, abdominale, frontale dy- en mediale kuit-velvou. Albei formules is gebruik om onderhuidse vet by die worpe-atlete te

bepaal. Die proefpersone is versoek om in die anatomiese posisie (Marfell-Jones, 1996:5) te staan sodat die metings geneem kon word, waarna die proefpersone die Bod Pod betree het.

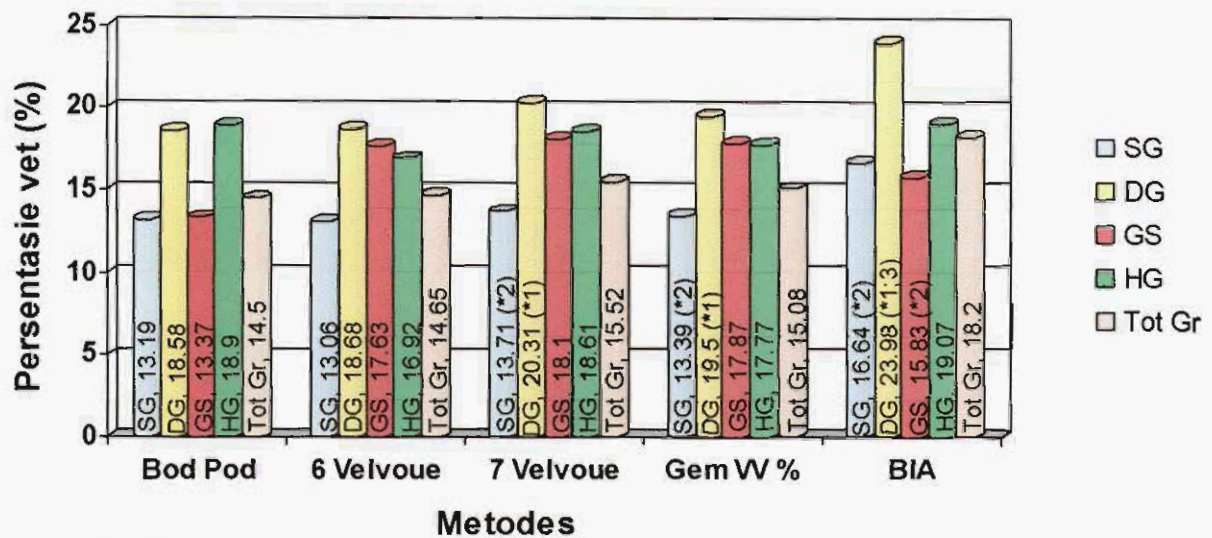
Die Bod Pod is gebruik om 'n meer akkurate aanduiding van worpe-atlete se persentasie liggaamsvet te kry. Die atleet is versoek om sy blaas te ledig en so min as moontlik klere aan te hê wanneer die Bod Pod betree word. Alle juwele is ook afgehaal en 'n baaimus is oor die kop getrek. Voorts is die atleet versoek om so stil as moontlik te sit terwyl die Bod Pod die lesing neem. Twee lesings is geneem en die gemiddelde waarde is gebruik om persentasie liggaamsvet te bepaal. Die atleet het ten slotte 'n bio-elektriese impedansie-analise-evaluering ondergaan om 'n verdere aanduiding te kry van sy persentasie liggaamsvet. Die OMRON BF 302-apparaat is gebruik. Die atleet het regop gestaan en die apparaat met albei hande en reguit arms voor hom uitgestrek, vasgehou terwyl die lesing geneem is. Die LMI-metode is ook toegepas om 'n aanduiding te kry van die atleet se lengte-massa-verhouding.

Dataverwerking

Die Statistica-dataverwerkingspakket 7 (Statsoft, 2005) vir Windows wat op die Noordwes-Universiteit se rekenaarnetwerk beskikbaar is, is gebruik om die data te verwerk. Ten eerste is die beskrywende statistiek van die verskillende veranderlikes bereken. Dit is opgevolg met 'n Eenrigtingvariensie-analise, en 'n TUKEY post-hoc-toets is gebruik ($p < 0.05$) om die statistiese betekenisvolheid tussen die verskillende groepe gooiërs aan te toon.

RESULTATE EN BESPREKING

Grafiek I bevat die beskrywende statistiek van persentasie liggaamsvet soos deur die Bod Pod gemeet, asook verskillende veldmetodes. Die vetpersentasies word gerapporteer soos per deelname-item asook vir die totale groep as 'n geheel.

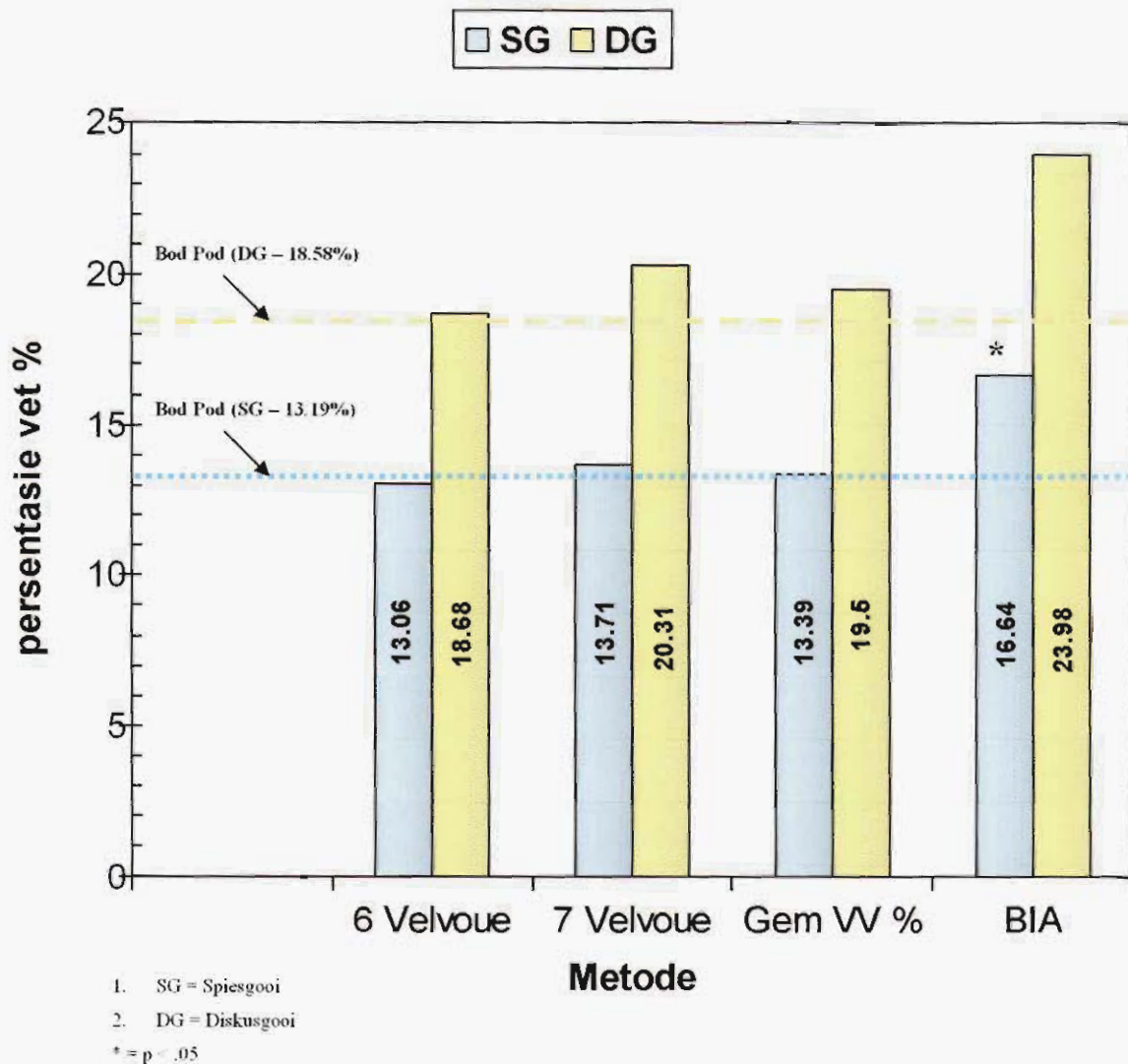


1. SG = Spiesgooi
 2. DG = Diskusgooi
 3. GS = Gewigstoot
 4. HG = Hamergooi
 5. TG = Totale groep
- * = $p < 0.05$

Grafiek 1: Beskrywende statistiek van die elite- manlike worpe-atlete: vetpersentasiemetings (N=30).

Grafiek 1 beeld uit dat die Bod Pod 'n gemiddelde persentasie liggaamsvet van 14.5% getoon het vir die totale groep en dat geen statisties betekenisvolle verskille ($p > 0.05$) voorgekom het tussen die Bod Pod-waardes van die 4 groepe gooiers nie. Volgens die vetpersentasie-waardes van die Bod Pod het hamergooiers oor die grootste persentasie liggaamsvet, naamlik van 18.9% beskik, en spiesgooiers oor die kleinste persentasie liggaamsvet-waarde van 13.19%. Die gemiddelde persentasie liggaamsvet volgens die 6-velvouformule is 14.65%, met die diskusgooiers wat die grootste waarde (18.68%) getoon het, en die spiesgooiers met die kleinste waarde van 13.06%. By die 6-velvouformule het daar ook geen statisties betekenisvolle verskille ($p < 0.05$) tussen die vier groepe gooiers voorgekom nie. Wat die 7-velvouformule betref, het die totale groep gooiers 'n gemiddelde waarde van 15.52% geregistreer, wat hoër as die Bod Pod en die 6-velvouformule se gemiddelde waardes was. Die diskusgooiers het weereens die grootste vetpersentasie (20.31%) gehad en die spiesgooiers die kleinste waarde van 13.71%. By die 7-velvouformule het 'n statisties betekenisvolle verskil

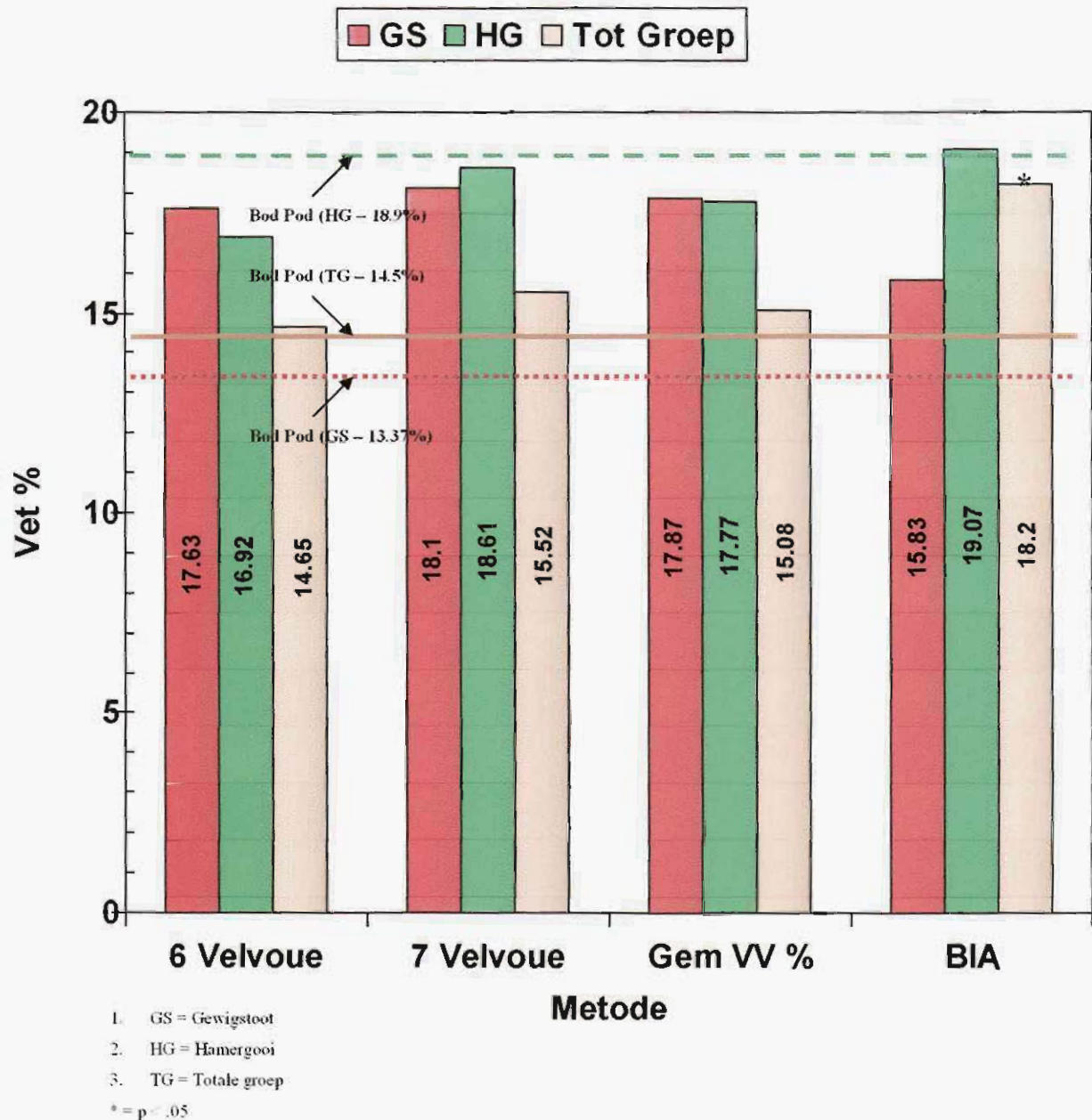
($p < 0.05$) tussen die spiesgooiers en diskusgooiers voorgekom. Die gemiddelde velvou-vetpersentasie-waarde ($\sum 6VV + \sum 7VV/2$) het getoon dat diskusgooiers die grootste waarde van 19.5% en spiesgooiers die kleinste waarde van 13.39% getoon het, met 'n totalegroep-waarde van 15.08%, wat hoër is as die waarde wat by die Bod Pod (14.5%) verkry is. Die spiesgooiers en diskusgooiers het ook statisties betekenisvol ($p < 0.05$) van mekaar verskil, soos die geval was by die 7-velvouformule. Die BIA-metode het getoon dat diskusgooiers die grootste waarde van 23.98%, maar gewigstoters die kleinste waarde van 15.83% getoon het. Spiesgooiers en diskusgooiers het statisties betekenisvol van mekaar verskil ($p < 0.05$), en die diskusgooiers het ook statisties betekenisvol van die gewigstoters verskil.



Grafiek 2: 'n Vergelyking tussen die Bod Pod (kriteriummetode) en veldmetodes vir die bepaling van persentasie liggaamsvet by elite-manlike spiesgooiers en diskusgooiers.

Uit Grafiek 2 blyk dit duidelik dat spiesgooiers se vetpersentasie-waarde volgens die 6-velvouformule (13.06%) die beste korreleer met die waarde van die Bod Pod (13.19%) met 'n verskil van 0.13%. By spiesgooiers is die BIA-vetpersentasie statisties betekenisvol ($p < 0.05$) hoër as dié van die Bod Pod, wat daarop dui dat die BIA-metode die onbetroubaarste is van die gekose veldmetodes. Wat die 6-velvou, 7-velvou en gemiddelde velvou vetpersentasies betref, het nie een statisties betekenisvol ($p > 0.05$) van die vetpersentasie van die Bod Pod vir spiesgooiers verskil nie. Uit

Grafiek 2 kan dus waargeneem word dat die 6-velvouformule die beste met die Bod Pod korreleer, en dat dit dus gebruik kan word. Diskusgooiers se vetpersentasiewaarde (18.68%) volgens die 6-velvouformule korreleer, soos die spiesgooiers, die beste met die waarde van die Bod Pod (18.58%) met 'n verskil van slegs 0.10%, en geen statisties betekenisvolle verskille ($p < 0.05$) het voorgekom nie. By die 7-velvouformule verskil die diskusgooiers (20.31%) 1.73% van die Bod Pod-waarde, maar dit is nie statisties betekenisvol nie. Die gemiddelde BIA-waarde vir diskusgooiers was 23.98%, en dit korreleer swak met die Bod Pod en verskil met meer as 3% van die Bod Pod, hoewel nie statisties betekenisvol nie.



Grafiek 3: 'n Vergelyking tussen die Bod Pod en veldmetodes vir die bepaling van persentasie liggaamsvet by elite- manlike gewigstoters, hamergooiers en die totale groep

Grafiek 3 dui aan dat gewigstoters se BIA-waarde van 15.83% die beste korreleer met die Bod Pod-waarde (13.37%). Gewigstoters se 6-velvouformule-waarde van 17.63%, en 7-velvouformule-waarde van 18.1% verskil met 4.26% en 4.73% onderskeidelik, maar geen statisties betekenisvolle verskille kom voor tussen bogenoemde velvoumetodes en die Bod Pod nie. Die gemiddelde velvou-waarde van 17.87% by

gewigstoters verskil met 4.5% van die Bod Pod-waarde, maar dit is ook nie statisties betekenisvol nie.

By die hamergooiers korreleer die BIA-waarde van 19.07% die beste met die waarde van die Bod Pod (18.9%). Die 6-velvouformule-waarde van 16.92% verskil met 1.98%, maar verskil nie statisties betekenisvol nie. Die 7-velvouformule-waarde van hamergooiers (18.61%) korreleer beter met die Bod Pod-waarde (18.9%) as die 6-velvouformule. By die vetpersentasie-waardes van die totale groep korreleer die 6-velvouformule (14.65%) die beste met die Bod Pod-waarde van 14.5%, wat 'n verskil van 0.15% beteken. Die totale groep se 7-velvouformule-waarde van 15.52% korreleer ook goed met dié van die Bod Pod. Geen statisties betekenisvolle verskille ($p < 0.05$) het voorgekom tussen die 6-velvouformule, 7-velvouformule en die Bod Pod nie.

Die BIA-waarde van die totale groep (18.2%) korreleer swak met die Bod Pod (14.5%), wat 'n 3.7%-verskil toon. Alhoewel die verskil tussen BIA en die Bod Pod se individuele waardes nie so groot vertoon soos die velvouformules en die Bod Pod nie, kom 'n statisties betekenisvolle verskil ($p < 0.05$) wel tussen die BIA en die Bod Pod se totalegroep-waardes voor, wat beteken dat die BIA-metode nie vir al vier die groepe die betroubaarste veldmetode is nie.

SAMEVATTING

Die doel van hierdie studie was om te bepaal watter veldmetode die beste met die Bod Pod (kriteriummetode) by die bepaling van persentasie liggaamsvet van elite- manlike worpe-atlete korreleer. Op hierdie wyse word die afrigter, sportwetenskaplike, voedingkundige en ens. in staat gestel om die atleet se vetpersentasie met die betroubaarste veldmetode te monitor en die nodige aanbevelings te doen ten opsigte van dieetprogramme, oefenprogramme en so meer, aangesien laboratoriumtegnieke soos die Bod Pod nie altyd beskikbaar is nie.

Deur die verskillende metodes toe te pas en dit met die Bod Pod te vergelyk, is gevind dat die 6-velvouformule by spiesgooiers en diskusgooiers die beste met die Bod Pod korreleer. By gewigstoters en hamergooiers korreleer BIA die beste met die Bod Pod,

maar by die totalegroep-waardes korreleer die 6-velvouformule die beste met die Bod Pod.

Volgens Heyward en Wagner (2004:87) het die BIA-metode 'n algemene metingsfout van $\pm 3\text{-}4\%$ by die bepaling van persentasie liggaamsvet by volwassenes. Die resultate van hierdie studie staaf bogenoemde stelling, want die totalegroep-waardes tussen die Bod Pod en BIA verskil met 3.55%. Die BIA-metode het statisties betekenisvol verskil, wat beteken dat hierdie metode die onbetroubaarste veldmetode is by die bepaling van persentasie liggaamsvet by elite- manlike worpe-atlete.

Ten slotte word aanbeveel dat die 6-velvouformule van Withers *et al.* (1987) gebruik moet word by die bepaling van persentasie liggaamsvet by elite- manlike worpe-atlete, omdat hierdie metode die beste korreleer met die Bod Pod, wat as kriteriummetode toegepas is.

BEDANKINGS

- Ten slotte wil ons mnr. Terseus Liebenberg bedank vir sy moeite met die verkryging van die atlete, asook die beskikbaarstelling van sy spiesgooi-atlete vir hierdie studie.
- Ons wil ook al die atlete, plaaslik en internasionaal, bedank vir hul tyd en opoffering vir hul deelname aan hierdie studie.

BRONNELYS

BOD POD CUSTOMER TRAINING MANUAL (CTM). 2004. Life Measurements Inc. Concord, CA, USA.

DE RIDDER, J.H. 2005. *Die grondaspekte van kinantropometrie*. 3de Uitgawe. Potchefstroom (NW): Noordwes-Universiteit.

DE RIDDER, J.H., AMUSA, L.O., MONYEKI, K.D., TORIOLA, A.L. & CARTER, J.E.L. 2001. Kinanthropometry in African Sports: Body composition and somatotypes of world class female African middle-, long distance and marathon runners. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, 7(1): 1-13.

HEYWARD, V.H. & WAGNER, D.R. 2004. *Applied body composition assessment*. (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.

JACKSON, A.S. & POLLOCK, M.L. 1978. Factor analysis and multivariate scaling of anthropometric variables for the assessment of body composition. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 8:196-203.

KRUGER, A., DE RIDDER, J.H., GROBBELAAR, H.W. & UNDERHAY, C. 2006. A kinanthropometric en morphological prediction functions of elite international male javelin throwers. In M. Marfell-Jones, A. Stewart & T. Olds (Ed.), *Kinanthropometry IX. Proceedings of the 9th international conference of the international society for the advancement of kinanthropometry* (39-51). New York, NY: Routledge.

MARFELL-JONES, M. 1996. Essential anatomy for anthropometrists. In K. Norton & T. Olds (Eds.), *Anthropometrica*. (4-24). Sydney: UNSW Press.

MARFELL-JONES, M.; OLDS, T.; STEWART, A. & CARTER, J.E.L. 2006. *International standards for anthropometric assessment*. (2nd ed.). Australia: ISAK.

NORTON, K., OLDS, T., OLIVE, S. & CRAIG, N. 1996. Anthropometry and sports performance. In K. Norton & Y. Olds (Eds.), *Anthropometrika: a textbook of body measurements for sports and health courses*. (289-352). Marrickville, NSW: Southwood Press.

TANNER, J.M. 1964. *The physique of the Olympic athlete*. London: Allen & Unwin.

WITHERS, R.T., CRAIG, N.P., BOURDON, P.C. & NORTON, K.I. 1987. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 56:191-200.

Hoofstuk 5

SAMEVATTING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

- 5.1 Samevatting
 - 5.2 Gevolgtrekkings
 - 5.3 Aanbevelings
 - 5.4 Verdere navorsing
 - 5.5 Verwysings
-

5.1 Samevatting

Die doel van hierdie studie was om eerstens die antropometriese verskille wat by elite- manlike spiesgooiers, diskusgooiers, gewigstoters en hamergooiers voorkom, te identifiseer en 'n liggaamsamestellingsprofiel saam te stel ten opsigte van hoe die verskillende gooiers verskil rakende die item waarin hulle meeding. Tweedens was die doel van die studie om te bepaal wat die korrelasie tussen die Bod Pod en verskillende veldmetodes vir die bepaling van vetpersentasie by elite- manlike worpe-atlete is. Die probleem, doel en hipoteses van hierdie studie is volledig in Hoofstuk 1 vervat.

Hoofstuk 2 bevat 'n literatuuroorsig in verband met die liggaamsamestellingsprofiel van elite- manlike worpe-atlete asook 'n teoretiese onderbou van liggaamsamestelling by elite-sportlui. Dit wil voorkom of daar relatief min navorsing bestaan met betrekking tot die liggaamsamestelling van worpe-atlete. Dit het ook duidelik uit die literatuur geblyk dat 'n sportman of sportvrou se liggaamsamestelling 'n besonder belangrike rol speel ten einde sukses in 'n spesifieke sport of item te kan bepaal, maar dat dit nie die enigste bepalende faktor is wat prestasie bepaal nie.

Hoofstuk 3 is in die vorm van 'n navorsingsartikel aangebied en rapporteer die resultate wat gevind is met betrekking tot die verskille tussen elite- manlike worpe-atlete ten opsigte van die verskillende items waarin meegeding word. Hipotese 1 is in hierdie artikel ondersoek. Beskrywende statistiek is gebruik om die antropometriesse profiel van elite- manlike worpe-atlete te bepaal. Hipotese 1 word bevestig deur die basismetings wat geneem is wat getoon het dat, alhoewel diskusgooiers korter is as gewigstoters, hulle swaarder en langer armspan gehad het as gewigstoters, spiesgooiers en hamergooiers, maar dat diskusgooiers nie statisties betekenisvol verskil het van spiesgooiers met betrekking tot die 6-velvouformule nie. Die 7-velvouformule het ook goed gekorreleer met die waarde wat verkry is deur die Bod Pod, maar die LMI-metode het egter getoon dat dit 'n baie swak metode is vir die bepaling van liggaamsamestelling by elite- manlike worpe-atlete.

Hoofstuk 4 is ook as 'n navorsingsartikel aangebied en rapporteer die resultate in verband met die verskille wat gevind is tussen die Bod Pod (kriteriummetode) en verskillende veldmetodes by die vetpersentasie-bepaling van elite- manlike worpe-atlete. Beide hipotese 2 en hipotese 3 is in hierdie artikel ondersoek. Hipotese 2 stel dat die persentasie liggaamsvet, soos aan die hand van Withers *et al.* (1987) se 6-velvouformule bepaal, die beste korreleer en statisties nie betekenisvol van die Bod Pod (kriteriummetode) by elite- manlike worpe-atlete verskil nie. Die resultate in hierdie artikel bevestig dat die 6-velvouformule van Withers *et al.* (1987) die beste met die Bod Pod korreleer, maar dat daar geen statisties betekenisvolle verskille tussen die twee metodes voorgekom het nie. Die derde hipotese stel dat die LMI- en BIA-waardes van elite- manlike worpe-atlete swak korreleer en statisties betekenisvol verskil van die liggaamsamestelling-waardes soos deur die Bod Pod bepaal. Die resultate uit hierdie studie bevestig dat die LMI- en BIA-metodes swak korreleer met die Bod Pod, maar dat daar wel statisties betekenisvolle verskille voorgekom het.

5.2 Gevolgtrekkings

Die gevolgtrekkings van hierdie studie word gemaak aan die hand van die hipoteses wat gestel is:

Hipotese 1 stel dat diskusgooiers die grootste liggaamsamestelling van elite-manlike worpe-atlete toon, en dat diskusgooiers statisties betekenisvol verskil van die res van die gooiers ten opsigte van liggaamsamestelling.

Aan die hand van die resultate wat verkry is met betrekking tot die verskillende veranderlikes wat by elite- manlike worpe-atlete gemeet is, word die eerste gedeelte van die hipotese deur die basismetings bevestig. Van al vier die groepe gooiers was diskusgooiers die swaarste, en spiesgooiers die ligste. Diskusgooiers het ook die langste armspan van die vier groepe gooiers getoon. Alhoewel gewigstoters langer as diskusgooiers was, kan daar ten opsigte van die basismetings afgelei word dat diskusgooiers die grootste liggaamsamestelling het van al vier die groepe gooiers. Ten opsigte van die liggaamsamestellingskomponente het diskusgooiers, volgens die 6-velvouformule, die grootste persentasie liggaamsvet-waarde van 18.68% getoon en spiesgooiers die kleinste waarde (13.05%). Diskusgooiers het ook volgens die 7-velvouformule die grootste persentasie liggaamsvet-waarde getoon, en spiesgooiers die kleinste waarde. Met betrekking tot die 6-velvouformule het diskusgooiers nie statisties betekenisvol van spiesgooiers verskil nie; dus verskil die resultate van die tweede gedeelte van die hipotese. Hipotese 1 kan dus gedeeltelik aanvaar word.

Hipotese 2 stel dat die 6-velvouformule van die persentasie liggaamsvet, soos aan die hand van Withers *et al.* (1987) bepaal, die beste korreleer, en statisties nie betekenisvol van die Bod Pod (kriteriummetode) by elite- manlike worpe-atlete, verskil nie.

Die resultate van hierdie navorsingsartikel bevestig hipotese 2 gedeeltelik. Die gemiddelde waarde van die 6-velvouformule van Withers *et al.* (1987) vir die totale groep verskil met 0.15% van die gemiddelde vetpersentasie-waarde soos deur die Bod Pod verkry, en korreleer dus die beste van die veldmetodes wat in hierdie studie toegepas is. By gewigstoters en hamergooiers korreleer die BIA-metode die beste met die Bod Pod, maar by die totalegroep-waardes korreleer die 6-velvouformule die beste met die Bod Pod. Die p-waarde tussen die 6-velvouformule en die Bod Pod is groter as 0.05; dus kom daar geen statisties betekenisvolle verskille tussen hierdie twee metodes voor nie. Hipotese 2 kan dus gedeeltelik aanvaar word.

Hipotese 3 stel dat die BIA-waardes van elite- manlike worpe-atlete swak korreleer en statisties betekenisvol verskil van die liggaamsamestelling-waardes soos deur die Bod Pod bepaal.

Die BIA-metode toon 'n verskil van 3.7% van die vetpersentasie-waarde soos deur die Bod Pod verkry. Van al die veldmetodes wat in hierdie studie toegepas is, verskil die gemiddelde waarde van die BIA die meeste van die Bod Pod en korreleer dus die swakste onder die veldmetodes. Statisties betekenisvolle verskille het ook voorgekom tussen die BIA-waarde van die spiesgooiers en die Bod Pod, asook tussen die totale groep se BIA-waarde en die Bod Pod. Volgens Heyward en Wagner (2004:87) het die BIA-metode 'n algemene metingsfout van $\pm 3-4\%$ by die bepaling van persentasie liggaamsvet by volwassenes. Die resultate van hierdie studie staaf bogenoemde stelling, want die totalegroep-waardes tussen die Bod Pod en BIA verskil met 3.55%. Hipotese 3 kan dus ten volle aanvaar word.

5.3 Aanbevelings

Uit die resultate wat hierdie studie opgelewer het, blyk dit duidelik dat verskille voorkom tussen die liggaamsamestelling van spiesgooiers, diskusgooiers, gewigstoters en hamergooiers. Dit blyk dat die verskillende items (gewigstoot en diskus-, spies- en hamergooi) verskillende vereistes ten opsigte van liggaamsamestelling stel. Weens die resultate wat in hierdie studie verkry is, is dit duidelik dat beide die 6-velvou- en die 7-velvoumetode die akkuraatste metodes is vir die bepaling van persentasie liggaamsvet by elite- manlike worpe-atlete. Sportwetenskaplikes, voedingkundiges, afrigters en so meer word na aanleiding van die resultate van hierdie studie aanbeveel om die betroubaarste veldmetode, wat velvoue en die 6-velvouformule blyk te wees, toe te pas om die persentasie liggaamsvet van sportlui te monitor ten einde die nodige aanbevelings te kan maak met betrekking tot die atleet se oefenprogram, dieetprogram en so meer, aangesien die laboratoriummetode (Bod Pod) wat in hierdie studie toegepas is, nie vrylik beskikbaar is nie.

5.4 Verdere navorsing

Ten einde 'n volledige profiel van die liggaamsamestelling van elite- manlike worpe-atlete te verkry word die volgende aanbevelings vir verder navorsing aan die hand gedoen:

- Dat worpe-atlete se volledige spiermassa en skeletale massa bepaal moet word, asook die invloed wat dit op die prestasie van worpe-atlete het.
- Dat liggaamsamestelling met kraguitsette wat tydens verskeie kragoefeninge gelewer word, vergelyk moet word.
- Dat 'n volledige liggaamsamestellingsprofiel, sowel as 'n fisieke profiel (krag, eksplosiewe krag) van elite- manlike worpe-atlete saamgestel moet word, en die invloed daarvan op prestasie nagevors moet word.
- Laastens, dat die verskillende veldmetodes met die Bod Pod op verskillende populasies, byvoorbeeld elite-sportlui in verskillende sportsoorte toegepas moet word om sodoende die beste velvouformule vir daardie sportlui te identifiseer.

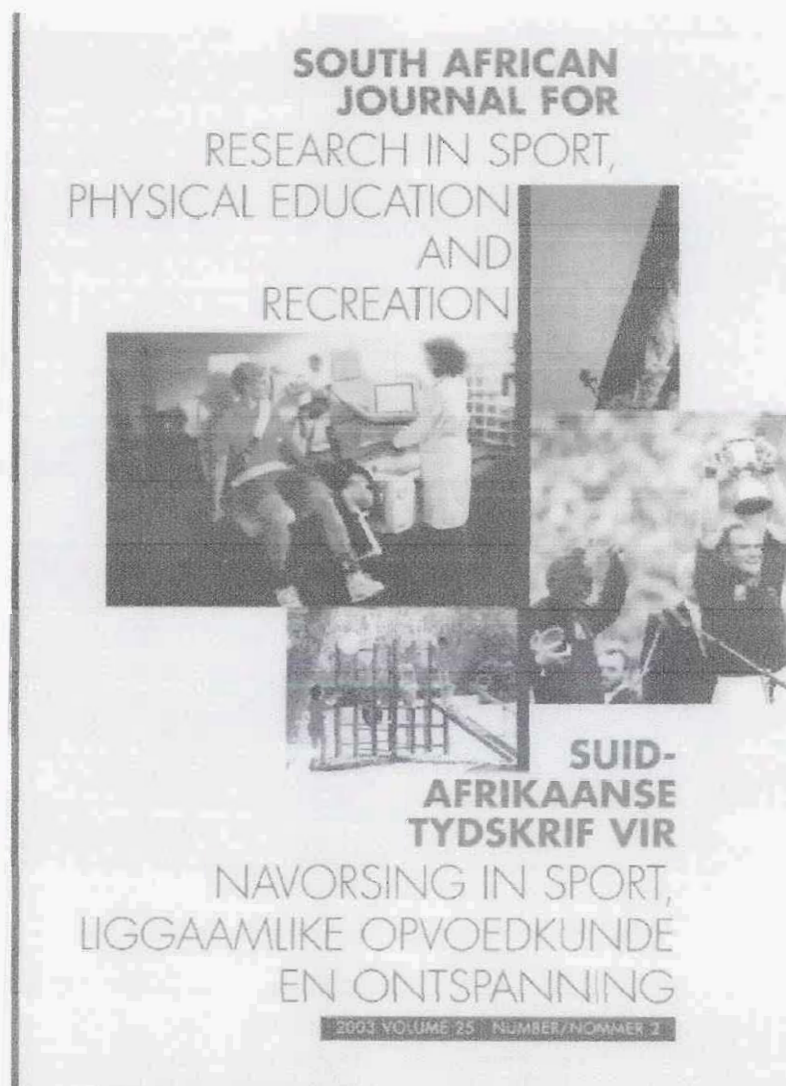
5.5 Verwysings

HEYWARD, V.H. & WAGNER, D.R. 2004. Applied body composition assessment. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics. 268 p.

WITHERS, R.T., CRAIG, N.P., BOURDON, P.C. & NORTON, K.I. 1987. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *European journal of applied physiology*, 56(2):191-200.

Bylaag A

Inligting aan outeurs: SA Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike Opvoeding en Ontspanning



INLIGTING AAN OUTEURS

Die *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike Opvoedkunde en Ontspanning* word gepubliseer deur die Universiteit Stellenbosch. Bydraes op die terreine van Sportwetenskap, Bewegingsopvoedkunde, Rekreasiekunde, Oefenkunde en Dansstudies sal vir publikasie oorweeg word. Die voorgelegde manuskrip sal deur 'n Resensieredakteur ge-administreer word en deur twee of meer referente geëvalueer word. Die beslissing oor die geskiktheid van 'n bepaalde artikel vir publikasie berus by die Redaksionele Komitee.

VOORLEGGING

Manuskripte moet in **een-en-'n-half**-spasiëring getik en in laserkwaliteit in "Times New Roman" met 12-punt-lettergrootte op A4-papier gedruk word. 'n Maksimum van 20 bladsye (tabelle, figure, verwysings, ens. ingesluit) sal toegelaat word. Die oorspronklike kopie (duidelik aangedui) en vier eksemplare moet gestuur word aan:

Die Redakteur
S.A. Tydskrifvir Navorsing in Sport,
Liggaamlike Opvoedkunde en Ontspanning
Departement Sportwetenskap
Privaatsak XI
7602 Matieland
Republiek van Suid-Afrika

Redaksionele kantoor
Tel: 021-808 4915/4724
Faks: 021-808 4817
E-pos: floris@sun.ac.za

LW. Artikels kan ook per e-pos ingedien word

VOORWAARDES

'n Getekende verklaring rakende oorspronklikheid moet die manuskrip vergesel. Ten tye van die voorlegging moet die outeur 'n geskrewe verklaring indien dat die artikel nie voorheen gepubliseer is nie en ook nie tans elders vir publikasie voorgelê word nie. Indien die artikel uit 'n Magistertesis of Doktorale proefskrif voortvloei, vereis

navorsingsetiek dat die student as eerste outeur dien, ongeag wie die artikel geskryf het. Manuskripte moet TAALVERSORG wees en die naam, adres en telefoonnommer van die taalversorger moet verskaf word met die voorlegging. Na ontvangs van 'n geskrewe bevestiging van die Redakteur dat die artikel vir publikasie in die Tydskrif aanvaar is, moet 'n finale uitdruk van die manuskrip en 'n virusvrye disket aangebied word. Die "DOC"-lêer op die disket moet in MS WORD, "Office 97" of "2000" verskaf word (sien Figure). Dit kan ook per e-pos as 'n aangehegde lêer gestuur word.

VOORBEREIDING VAN DIE MANUSKRIP

Titelblad

Die eerste bladsy van elke manuskrip moet die *titel* in Afrikaans en Engels bevat, asook die *name* (titel, eerste naam en ander voorletters, van) van die outeur(s), die *telefoonnommers* (werk en huis), *faksnommer*, *e-posadres* (indien beskikbaar) en die *studieveld*. Die volledige posadres van die eerste outeur en die inrigting waar die werk uitgevoer is, moet verskaf word. 'n Beknopte titel van nie meer as 45 karakters (spasies ingesluit) word benodig vir gebruik as lopende opskrif ("running heading").

Uittreksel

Elke manuskrip moet vergesel wees van 'n uittreksel (*abstract*) van ongeveer 150-200 woorde in Engels as 'n enkelparagraaf met een-en-'n-half-spasiering. 'n Lys van drie tot sewe Engelse **sleutelwoorde** ("keywords") is noodsaaklik vir indekseringsdoeleindes en moet onderaan die uittreksel getik word.

Slegs Afrikaanse artikels moet 'n bykomende *langer* opsomming (500-1000 woorde) in Engels insluit met die Engelse titel van die artikel vooraan. Dit moet net voor die bronnelys op 'n nuwe bladsy begin.

Teks

Die titel van die artikel moet, sonder die name van die outeurs, gesentreer bo-aan die teks verskyn. Gaan voort met die teks en verseker dat die tegniese uitleg (opskrifte, sy-opskrifte, ens.) ooreenkom met die van die jongste uitgawe van hierdie Tydskrif. Gebruik net een spasie tussen sinne.

Tabelle en figure

Elke tabel en figuur moet met *Arabiesse* syfers (1,2, ens.) genummer wees. Tabelle moet 'n opskrif *bo-aan* hê en figure benodig 'n byskrif *onderaan* wat nie deel van die figuur moet uitmaak nie. **Nota:** Maak gebruik van die desimale PUNT (nie die desimale komma nie).

Verwysings

In die *teks* moet die Harvard-verwysingsmetode gebruik word deur die naam van die outeur te noem en die datum tussen hakies te plaas, *byvoorbeeld:* Daly (1970); King en Leathes (1986); McGuines *et al.* (1985) of (Dale, 1970:18) wanneer die naam van die outeur nie in die sin self gebruik word nie. Wanneer meer as een outeur genoem word, word hulle chronologies gerangskik. Let daarop dat *et al.* in die teks gebruik word wanneer daar meer as twee outeurs is, maar nooit in die verwysingslys nie.

Lys van verwysings

Slegs die bronne waarna in die teks verwys word, moet alfabeties volgens die van van die outeur (in hoofletters) in die verwysingslys, met die opskrif 'Verwysings' (hoofletters), opgeneem word. Die verwysingslys begin op 'n nuwe bladsy.

Wanneer daar na artikels in *TYDSKRIFTE* verwys word, moet die vanne en voorletters (hoofletters) van al die outeurs aangegee word, publikasiedatum (tussen hakies), die volledige titel van die artikel, die volledige naam van die tydskrif (kursief), die volume-nommer, die reeksnommer (weglating slegs as die betrokke tydskrif nie reeksnommers het nie) tussen hakies, gevolg deur 'n dubbelpunt, spasie, en die eerste en laaste bladsynommer met 'n koppelteken tussenin.

Voorbeeld:

VAN WYK, G.J. & AMOORE, J.N. (1995). Die bepaling van momentwaardes van spanning in die ekstensor spiere van die kniegewrig tydens fleksie en ekstensie. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike Opvoedkunde en Ontspanning*, 18(1): 77-97.

In die geval van *BOEKE* as verwysingsbron, moet die naam van outeur of redakteur (Red.) aangegee word, gevolg deur die datum van uitgawe tussen hakies, die titel van die boek (kursief) soos dit op die *titelblad* verskyn, die druknommer tussen hakies, die

plek van uitgawe (in die geval van die VSA, sluit die afkorting vir die staat in hoofletters in), gevolg deur 'n dubbelpunt, en die uitgewer se naam.

Voorbeeld:

JEWETT, A.E.; BAIN, L.L. & ENNIS, C.E. (1995). *The curriculum process in physical education* (2nd ed). Madison, WI: Brown & Benchmark.

Vir 'n HOOFSTUK in 'n boek word die bladsynommers van die hoofstuk tussen hakies (nie kursief nie) na die titel van die boek gegee. Verdere voorbeelde en besonderhede kan in die jongste uitgawe van die Tydskrif geraadpleeg word.

Voorbeeld:

DE RIDDER, J.H. (1999) Kinanthropometry in exercise and sport. In L.O. Amusa; A.I. Toriola & I.U. Onyewadume (Eds.), *Physical education and sport in Africa* (235-263). Ibadan (Nigeria): LAP Publications.

Wanneer na TESISSE of PROEFSKRIFTE verwys word, word geen kursiewe lettering gebruik nie omdat dit ongepubliseerde werk is.

Voorbeeld:

BOSHOF, A.J. (1981). *Die geskiedenis van die Departement van Liggaamlike Opvoedkunde aan die Universiteit van Stellenbosch (1936-1975)*. Ongepubliseerde M-tesis. Stellenbosch: Universiteit van Stellenbosch.

Wanneer daar na ELEKTRONIESE BRONNE verwys word, geld dieselfde reëls as by 'n gedrukte medium (waar beskikbaar). Die elektroniese verwysings volg op die bibliografiese verwysing. 'n Webbladsy sal byvoorbeeld die volgende inligting bevat: Naam van outeur(s) (indien bekend), jaartal van publikasie of laaste hersiening, titel van werk tussen aanhalingstekens, titel van webbladsy in kursiewe letters, URL ("Uniform Resource Locator") of webadres tussen tekshakies (geen punt volg op die adres nie) en datum van soektog. Kyk byvoorbeeld na "How to cite information from the internet and the world wide web" by <http://www.apa.org/journals/webref.html> vir spesifieke voorbeelde. Om na 'n webadres in die teks te verwys word slegs die adres

genoem. Let op dat na die persoonlike kommunikasie, soos e-pos, net in die teks verwys word en dat dit nie in die lys van verwysings opgeneem word nie.

Voorbeeld van Webwerf:

Ackerman, E. (1996). "Writing your own Web Pages." *Creating Web Pages*. Hyperlink [<http://www.mwc.edu/ernie/writeweb.html>]. Retrieved 22 October 1999.

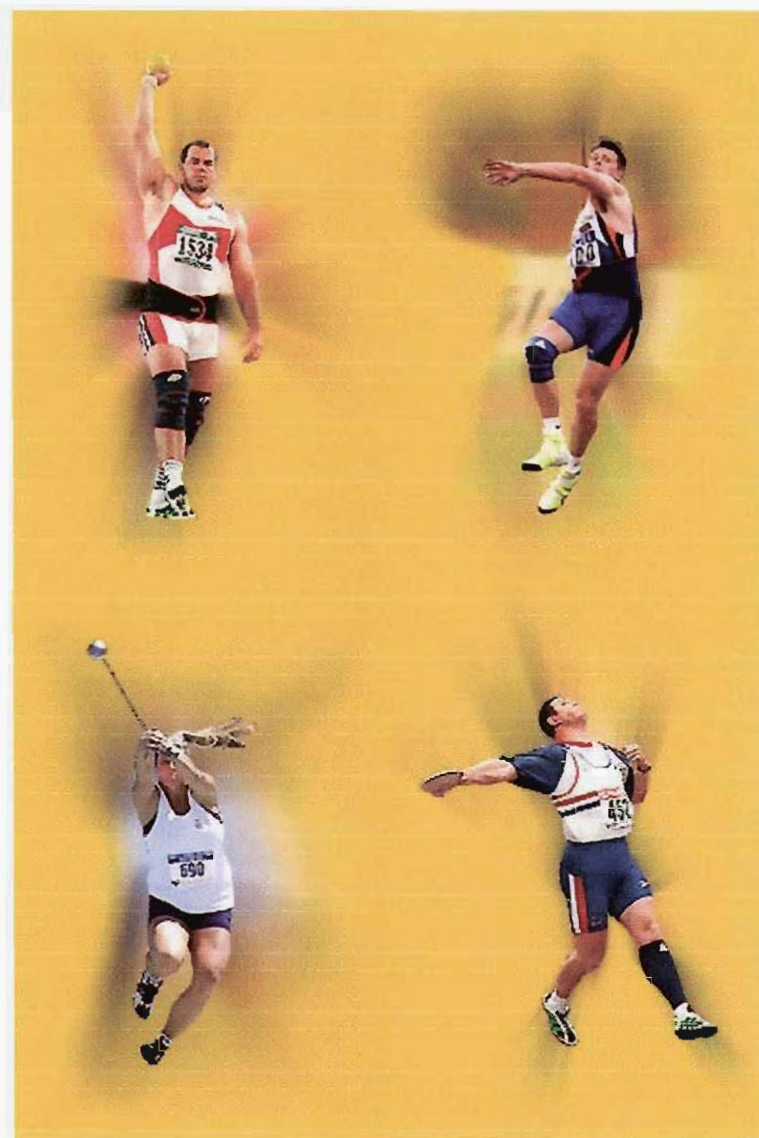
ADMINISTRASIE

Ten einde te verseker dat die proses nie vertraag word nie, word u versoek om asseblief die bogenoemde voorskrifte noukeurig na te volg. Artikels wat nie aan die voorskrifte voldoen nie, sal sonder evaluering aan die outeur teruggestuur word. Outeurs is verantwoordelik vir die verkryging van kopiereg en reproduksieregte ten opsigte van alle figure. Die oorspronklike manuskripte en illustrasies sal een maand na publikasie venietig word tensy dit aangevra word.

'n Komplementêre kopie van die tydskrif en vyf stelle oordrukke van die artikel sal gratis aan die korresponderende outeur gestuur word. Bladfooie van R80 per bladsy moet na ontvangs van 'n rekening aan die redakteur betaal word.

Bylaag B

Ingeligte toestemmingsvorm, Demografiese inligtingsvraelys en Antropometriese proforma





NORTH-WEST UNIVERSITY
YUNIBESITI YA BOKONE-BOPHIRIMA
NOORDWES-UNIVERSITEIT

Dear Athlete

RESEARCH STUDY – BODY COMPOSITION OF FIELD ATHLETES

Body composition of athletes has interested sportscientists, coaches, dieticians and medical specialists since early times, because body composition plays a very important role in athletic performance. By determining an athlete's body composition, it can show the athlete various aspects for example the effectiveness of a training program, current health state regarding the percentage of body fat etc. The purpose of this study is to determine an athlete's total body fat percentage by using various skinfold measurement formulas and compare it by using the Bod Pod (an air displacement body composition machine) to equip future coaches, sportscientists etc. with a more accurate prediction of body fat percentage when using the skinfold method. This study will be conducted by the School of Biokinetics, Recreation and Sport Science (BRS) from the North-West University (Potchefstroom campus).

Information regarding the study

1. The purpose of this study is to determine total body fat percentage by using various skinfold measurement formulas and compare it by using the Bod Pod (an air displacement body composition machine) to equip future coaches, sportscientists etc. with a more accurate prediction of body fat percentage when working with elite throwing athletes.
2. Body weight and percentage body fat will be measured. Each athlete will be measured individually. Measurements will be taken with the athlete wearing a speedo swim short or a thigh length tight with no shirt, shoes, socks and jewellery. Privacy is considered to be essential and the individual will be measured by a male sportscientist.
3. Only highly professional sportscientists will be used for the measurements and the athlete's results will be kept confidential. Feedback will be given to you as athlete and coach in the form of a report.
4. Your co-operation and support in this regard would be highly appreciated
5. For any enquiries or questions, contact Pieter on 082 856 8701.

Thanking you in advance

Pieter van Gent
(Sportscientist and masters-degree student)

Professor Hans de Ridder
(Study leader: School for BRS, NWU)

I, _____, the participating athlete, hereby agree voluntarily to take part in this research study.

Signature (Athlete): _____ Date: _____



NORTH-WEST UNIVERSITY
YUNIBESITI YA BOKONE-BOPHIRIMA
NOORDWES-UNIVERSITEIT

Demographic information

Name: _____

Age: _____

Sport: _____ Event: _____

Gender: _____

Current World Ranking: _____

Best World Ranking: _____

Country: _____

Years as professional: _____

Anthropometric Measurements

	1st	2nd	Mean
Body mass (kg)			
Stature (cm)			
Arm span (cm)			
Triceps			
Sub-scapular			
Chest			
Mid-axilla			
Supra-spinale			
Iliac-crest			
Abdomen			
Frontal thigh			
Medial calfe			

Laboratory measurements

	% FAT	FAT (kg)	Lean Mass
Bod Pod			
BIA			
BMI			