

DIE ANTROPOMETRIESE VLOERITEM-PRESTASIEDETERMINANTE VAN JONG DOGTERGIMNASTE

Annelize BESTER & Ben COETZEE

Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap, Noordwes-Universiteit, Potchefstroom,
Republiek van Suid-Afrika

ABSTRACT

*The purposes of this study were firstly, to determine the anthropometric variables that differ significantly ($p \leq 0.05$) between successful and less successful young, South-African female gymnasts who participate in the floor item and secondly, to determine the anthropometric variables that contribute to the floor item performance of those gymnasts. Twelve young, female gymnasts (13.39 ± 2.14 years) from a gymnastics club in the North-West Province of South Africa participated in the study. Only gymnasts who participated at level 6-9 and junior as well as senior Olympic level were selected to participate in the study. Sixty-one anthropometric variables were measured on the dominant side of the body according to the methods of Norton et al. (1996). Independent *t*-tests revealed that the gymnast who obtained the highest marks (top 5) during the execution of the floor item during the South African Gymnastics Championships had statistical and practical significantly larger relaxed and flexed upper arm, wrist and ankle circumferences as well as mesomorphy values than the less successful gymnasts. The cluster analysis-reduced variables were used to perform a forward, stepwise multiple regression analysis which showed that bi-trochanterion (34.86%), femur (17.07%) and bi-deltoid breadth (4.93%); front thigh skinfold (19.71%); fat percentage (7.68%); acromial-radial (4.09%) and foot length (0.05%) as well as waist (6.68%), chest (2.92%) and gluteal thigh circumference (2.02%) contributed 100% to the variance in gymnasts' floor performances. The contributions of bi-trochanterion breadth, femur breadth, gluteal thigh circumference and foot length to floor-gymnastic performance were significant. Only gluteal thigh circumference showed a negative relationship with floor-gymnastic performance. The conclusion that can therefore be drawn is that larger limb and torso circumferences, waist breadths, fat percentages and front thigh skinfolds, as well as upper arm and foot lengths are important anthropometric floor performance determinants for young, South African female gymnasts and should be included in the sports-scientific testing protocols of gymnasts.*

Key words: Gymnastics; Floor; Anthropometry; Performance; Females; Girls.

PROBLEEMSTELLING

Die literatuur maak melding van 'n heel aantal fisieke (Novak *et al.*, 1977; Bajin, 1987; Bompa, 1999; Brown, 2001), motoriese (Novak *et al.*, 1977; Bompa 1999; Brown, 2001) en antropometriese prestasiedeterminante (Caldarone *et al.*, 1986; Claessens *et al.*, 1999) wat vir gimnastiek van belang is. Ten spyte van die beskikbaarheid van literatuur wat verskillende prestasiedeterminante in gimnastiek uitwys, blyk dit dat daar geen navorsing bestaan wat die

presiese bydrae van elk van die determinante by meer gevorderde, Suid-Afrikaanse (SA) gimnaste ondersoek het nie. 'n Studie waarin al die genoemde gimnastiek-prestasiedeterminante ondersoek word, sal egter te omvattend wees vir 'n artikel van hierdie aard. Dit is in die lig hiervan dat slegs die antropometriese prestasiedeterminante vir die gimnastiek-vloeritem in die studie aandag geniet.

Die beskikbare literatuur wat handel oor die verskille wat voorkom met betrekking tot die antropometriese samestelling van suksesvolle en minder suksesvolle gimnaste het die volgende aan die lig gebring: Gimnaste wat beter prestasies in internasionale kompetisies behaal, toon betekenisvol laer liggaamsmassa-, breër torakale deursnee- en kleiner subskapulêre velvouwaardes as dié wat nie sulke topprestasies behaal nie (Pool *et al.*, 1969). Volgens Falls en Humphrey (1977) se navorsingsbevindinge het die gimnaste wat plekke behaal het op die "Association for Intercollegiate Athletics for Women Gymnastics Meet" betekenisvol laer vetpersentasies behaal as die gimnaste wat nie plekke behaal het nie. Vergelykings tussen die drie beste en drie swakste damesgimnaste wat aan die vyfde Internasionale Gimnastiekkampioenskap in 1977 deelgeneem het, het soortgelyke vetpersentasieresultate opgelewer, met die beste gimnaste wat betekenisvol laer vetpersentasie-waardes as die swakste gimnaste behaal het. Tesame hiermee het Dotan *et al.* (1980) in hul studie bevind dat talentvolle, jong gimnaste betekenisvol kleiner vetmassa-, voet- en beenlengte waardes toon as hul minder talentvolle eweknieë.

Wat navorsing oor die moontlike verband tussen verskillende antropometriese veranderlikes en gimnastiekprestasie betref, het Pool *et al.* (1969) en Claessens *et al.* (1999) bevind dat 'n betekenisvolle korrelasie bestaan tussen gimnaste se vetpersentasies, hul endomorfiewaardes en die punttellings wat hul met kompetisiedeelname behaal. 'n Korter sithoogte en voorarmlengte, sowel as kleiner dy- en groter bo-armomtrekke, word ook met beter gimnastiekprestasies geassosieer (Claessens *et al.* 1999). Pienaar en Van der Walt (1988) het in hul studie op ses- tot negejarige dogtergimnaste gevind dat 81% van die variansie met betrekking tot kompetisiepunne verklaar kan word aan die hand van 'n 14-veranderlike-regressievergelykingsmodel wat onder andere suprasternale sithoogte, transversale bors-, biakromiale en bikondilêre deursnee; boarm-, bors-, bobeen- en kuitomtrek sowel as bicepsvelvouwaarde ingesluit het. Die 8-veranderlikemodel wat onder andere liggaamsmassa, biakromiale deursnee en gespanne boarm-, bors- en bobeenomtrek ingesluit het, kon net 64% van die kompetisiepuntvariensie verklaar.

Slegs een studie kon gevind word waarin die bydrae van verskillende antropometriese veranderlikes tot itemspesifieke gimnastiekprestasies ondersoek is. Claessens *et al.* (1999) het bevind dat velvoue (biceps, triseeps, subskapulêre, crista iliaca en kuit) en endomorfie 'n betekenisvolle, negatiewe korrelasie met vloeritem-punttelling getoon het.

Uit die bogenoemde literatuurbevindinge is dit dus duidelik dat sekere van die antropometriese veranderlikes wel verband hou met algehele en itemspesifieke gimnastiekprestasies. Die meerderheid navorsing wat in dié verband bestaan, is egter slegs van toepassing op nie-Suid-Afrikaanse gimnaste en lig nie die presiese bydrae van elk van die antropometriese veranderlikes op gimnastiekprestasies uit nie. Dit is teen hierdie agtergrond dat die volgende navorsingsvrae gestel word: Ten eerste, wat is die antropometriese veranderlikes wat betekenisvol verskil tussen suksesvolle en minder suksesvolle SA-dogtergimnaste in die

vloeritem? Tweedens, wat is die antropometriese veranderlikes wat bydrae tot die prestasies (puntetoekenning) wat SA-dogtergimnaste in die vloeritem behaal? Die beantwoording van dié vrae sal moontlik afrigters en sportwetenskaplikes in staat stel om meer talentvolle gimnaste te identifiseer en ook om vas te stel wat die mees bepalende antropometriese komponente is wat aandag moet geniet tydens gimnastiekkondisionerings-programme.

Die noodsaaklikheid van 'n studie van hierdie aard word beklemtoon deur die feit dat slegs een Suid-Afrikaanse artistiese gimnas, byname Zandré Labuschagne, gedurende die afgelope 44 jaar daarin kon slaag om vir die Olimpiese Spele te kwalifiseer (News 24, 2003). Die uitwysing van antropometriese prestasiedeterminante vir die vloeritem kan dit moontlik maak om talentvolle artistiese gimnaste op 'n jong leeftyd te identifiseer en te lei tot die bereiking van topprestasies in dié item.

METODE VAN ONDERSOEK

Navorsingsontwerp

'n Eenmalige dwarsdeursnee-opname is vir die doel van die studie uitgevoer.

Die proefpersone

'n Groep van 12 jong, provinsiale dogtergimnaste ($\bar{X} = 13.39 \pm 2.14$ jaar) van 'n gimnastiekklub in die Noordwes-Provinsie (SA) is vir die studie gebruik. Slegs gimnaste wat op vlak 6-9 sowel as op junior en senior Olimpiese vlak kompeteer, is vir die doel van die studie gebruik. Dié groep is onder andere saamgestel uit een gimnas wat aan die Olimpiese Spele van 2004 deelgeneem het.

Die toetsingsprosedure

Die studie (met die nommer 04M13) is deur die Noordwes-Universiteit se Etiekkomitee goedgekeur. Die gimnaste en hulle ouers is ingelig oor die toetsprosedures en ingeligtetoestemming-vorms is deur beide die genoemde partye onderteken voordat die toetsings 'n aanvang geneem het. Die gimnaste se demografiese, persoonlike en oefengewoontes, beseringsinsidensie, aktiwiteitsdeelnamevlak en fisiekevoorbereiding-inligting is deur middel van 'n demografiese en algemene inligtingsvraelys ingesamel.

Elk van die proefpersone is gedurende die week van deelname aan hul primêre gimnastiekkompetisie (Suid-Afrikaanse Gimnastiekkampioenskap) aan die ondergenoemde metings onderwerp. Die volgende antropometriese veranderlikes is volgens die metodes van Norton *et al.* (1996) aan die dominante kant van die liggaam gemeet:

Absolute liggaamsgrootte

Die volgende veranderlikes is onder hierdie kategorie bepaal: liggaamsmassa; liggaamslengte; sithoogte; armspan; kop-, nek-, ontspanne boarm-, gespanne boarm-, voorarm-, gewrig-, bors-, middel-, heup-, bo-dy-, mid-dy-, kuit- en enkelomtrek; biakromiale, transversale bors-, anterior-posterior-(AP)-bors-, bi-iliokristale, humerus-, gewrigs-, hand- en femurdeursnee; boonsteledemaat-, arm-, voorarm-, hand-, ondersteledemaat-, dy-, been- en voetlengte.

Somatotipering

Die somatotipering van gimnaste het gefokus op die beoordeling van hul endo-, meso- en ektomorfiewaardes. Aangesien somatotipe bereken word deur van 'n aantal antropometriese veranderlikes gebruik te maak, is laasgenoemde ook hier aangeraak: liggaamslengte; triseps-, subskapulêre, kuit- en supraspinale velvou; humerus- en femurdeursnee; gespanne boarm- en kuitomtrek; sowel as liggaamsmassa. Die laasgenoemde veranderlikes is in die formule van Carter en Heath (1990) ingesluit om somatotipering te bepaal.

Relatiewe liggaamsgroottes

Relatiewe liggaamsgroote is bepaal deur 'n verskeidenheid metings, naamlik: armspan; sithoogte; arm-, vooram-, hand-, dy-, been- en voetlengte; biakromiale, transversale bors-, AP-bors-, bi-iliokristale, humerus- en femurdeursnee; kop-, nek-, ontspanne boarm-, gespanne boarm-, voorarm-, gewrig-, bors-, middel-, heup-, bo-dy-, mid-dy-, kuit- en enkelomtrek; triseps-, subskapulêre, biseps-, iliospinale, supraspinale, abdominale, frontale dy- en mediale kuitvelvou. Liggaamsmassa-indeks (LMI) is bepaal deur die liggaamsmassa (kg) van elke gimnaste te deel deur die vierkantswortel van die liggaamslengte (m) van elke gimnaste (Heyward & Stolarczyk, 1996).

Liggaamsamestelling

Vetmassa, spiermassa en skeletmassa is onder hierdie kategorie geanaliseer. Vir die bepaling van vetmassa is die triseps-, kuit- en subskapulêre velvou gebruik. Liggaamslengte, femur-, humerus-, gewrig- en enkeldeursnee is gebruik vir die bepaling van skeletmassapersentasie, terwyl liggaamsmassa, liggaamslengte, arm-, dy- en kuitomtrek, sowel as die triseps-, dy- en kuitvelvou, vir die bepaling van spiermassapersentasie gebruik is. Vetpersentasie, spiermassapersentasie en skeletmassapersentasie is bepaal volgens die formules van onderskeidelik Slaughter *et al.* (1988), Lee *et al.* (2000) en Martin *et al.* (soos aangehaal deur Drinkwater & Mazza, 1994).

Statistiese verwerking

Die Statistica-statistiekverwerkingspakket (StatSoft, 2005) wat op die Noordwes-Universiteit-netwerk beskikbaar is, is gebruik om die data te verwerk. Ten eerste is die beskrywende statistiek (gemiddeldes, minimum en maksimum waardes sowel as standaardafwykings) van die verskillende veranderlikes bereken. Dit is opgevolg met 'n analise wat die gimnaste in 'n rangorde geplaas het volgens die vloeritempunte wat hul tydens die Suid-Afrikaanse Gimnastiekkampioenskap behaal het. Ten einde te kompenseer vir die verskillende vlakke waarop die gimnaste deelgeneem het, is daar 'n ekstra 1.125 punte per vlak vir elke vlak hoër as vlak 6 toegeken. Die punte is gebruik om die gimnaste in 'n rangorde te plaas volgens die prestasies wat in die sprongitem behaal is. Die gimnaste met die hoogste punt is eerste geplaas en die gimnaste met laagste punt laaste. Dit is opgevolg met 'n onafhanklike t-toets wat gebruik is om te bepaal of daar wel betekenisvolle verskille tussen die vyf hoogste geplaaste gimnaste en die res van die gimnaste is. Praktiese betekenisvolheid van dié genoemde verskille is hierna deur middel van effekgroottes (EG) bepaal waar $EG = (M_1 - M_2)/s$ (Thomas & Nelson, 2001). M_1 is die gemiddeld van die eerste groep, M_2 is die gemiddeld van die tweede groep en s is die standaardafwyking. Thomas en Nelson (2001) het voorgestel dat die gepoelde standaardafwyking (S_p) gebruik word

$$s_p = \sqrt{\frac{s_1^2(n_1 - 1) + s_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Hier is s_1^2 = die variansie van die eerste groep, s_2^2 = die variansie van die tweede groep, n_1 = die aantal gimnaste in die eerste groep en n_2 = die aantal gimnaste in die tweede groep. Effekgroottes (uitgedruk as Cohen se d-waarde) kan as volg geïnterpreteer word: 'n EG van min of meer 0.8 is groot, 'n EG van min of meer 0.5 is gemiddeld en 'n EG van min of meer 0.2 is klein. Effekgroottes is slegs bereken by die veranderlikes wat statisties betekenisvolle verskille getoon het. Vervolgens is 'n trosontledinganalise op die verskillende antropometriese veranderlikes uitgevoer om daardeur die mees bepalende veranderlikes vir die vloeritem uit te sonder. Die trosontleding is opgevolg met 'n voorwaartse, stapsgewyse meervoudige regressie-analise om die bydrae van elk van die trosontleding-geïdentifiseerde veranderlikes tot vloeritem-gimnastiekprestasie vas te stel. Die aangepaste punte wat elk van die gimnaste in die vloeritem behaal het, is as die afhanklike veranderlikes vir die meervoudige regressie-analise gestel. Die vlak van betekenisvolheid is op kleiner as en gelyk aan 0.05 gestel.

BESPREKING VAN DIE RESULTATE

Ten eerste die beskrywende statistiek, die statisties (onafhanklike t-toets) sowel as prakties betekenisvolheid (effekgroottes) van verskille tussen die vyf hoogste geplaaste gimnaste en die res van die dogtergimnaste met betrekking tot ouderdom en liggaamsamestelling weergegee (Tabel 1).

TABEL 1. BESKRYWENDE STATISTIEK VIR OUDERDOM EN LIGGAAMSAMESTELLING VAN JONG DOGTERGIMNASTE (N=12)

Veranderlikes	Suksesvol		Minder suksesvol		Verskille en betekenisvolheid van verskille	Effek-grootte
	\bar{X}	SA	\bar{X}	SA		
Ouderdom (jaar)	14.00	2.48	12.77	1.80	1.23	-
Massa (kg)	45.57	12.44	38.44	4.59	7.13	-
LMI (kg/m ²)	19.41	3.23	17.35	0.82	2.06	-
Skraalliggaamsmassa (kg)	38.12	9.48	32.70	3.44	5.42	-
Som van 6 velvoue (mm)	56.61	14.73	48.91	8.54	7.70	-
Vetpersentasie (%)	15.94	2.76	14.82	1.85	0.84	-
Vetmassa (kg)	7.45	3.09	5.74	1.32	1.71	-
Endomorfe	2.59	0.62	2.29	0.36	0.31	-
Mesomorfe	4.84	0.64	3.69	0.99	1.15*	1.3 ⁺⁺⁺
Ektomorfe	2.87	1.35	3.69	0.66	-0.82	-
Spiersmassa (kg)	19.98	3.92	17.84	1.37	2.14	-
Spiersmassa (%)	44.56	3.35	46.62	2.91	-2.07	-
Skeletmassa (kg)	6.23	0.73	5.55	0.70	0.68	-
Skeletmassa (%)	14.13	2.16	14.45	0.83	-0.32	-

\bar{X} = Gemiddeld

SA = Standaardafwyking

*p ≤ 0.05

+++ = Groot effek-grootte

Die beskrywende statistiek sowel as die betekenisvolheid van verskille (onafhanklike t-toets) tussen die vyf hoogs geplaaste gimnaste en die res van die dogtergimnaste met betrekking tot velvoue word in Tabel 2 weergegee.

TABEL 2. BESKRYWENDE STATISTIEK VIR DIE VELVOUE VAN JONG DOGTERGIMNASTE (N=12)

Veranderlikes	Totale gimnastiek-groep		Suksesvol		Minder suksesvol		Verskille en betekenisvolheid van verskille
	\bar{X}	SA	\bar{X}	SA	\bar{X}	SA	
Trisepsvelvou (mm)	9.13	2.11	9.50	2.39	8.86	2.04	0.64
Bisepsvelvou (mm)	5.03	1.36	4.84	1.21	5.16	1.54	-0.32
Midaksilêre velvou (mm)	5.14	1.24	5.73	1.61	4.71	0.78	1.02
Subskapulêre velvou (mm)	6.28	1.22	6.81	1.70	5.89	0.62	0.92
Pektorale velvou (mm)	4.62	1.12	4.51	1.19	4.70	1.15	-0.19
Abdominale velvou (mm)	8.17	3.20	9.13	4.13	7.49	2.46	1.64
Crista illiaca-velvou (mm)	10.58	3.96	12.48	4.26	9.21	3.39	3.27
Supraspinale velvou (mm)	6.10	1.98	6.96	2.33	5.49	1.58	1.47
Frontale dyvelvou (mm)	14.60	4.22	15.53	5.11	13.93	3.74	1.60
Mediale kuitvelvou (mm)	8.36	1.50	8.82	1.59	8.03	1.46	0.79

\bar{X} = Gemiddeld

SA = Standaardafwyking

Die beskrywende statistiek, die statisties (onafhanklike t-toets) sowel as prakties betekenisvolheid (effekgroottes) van verskille tussen die vyf hoogste geplaaste vyf gimnaste en die res van die dogtergimnaste met betrekking tot omtrekke word in Tabel 3 weergegee.

TABEL 3. BESKRYWENDE STATISTIEK VIR OMTREKKE VAN JONG DOGTERGIMNASTE (N=12)

Veranderlikes	Totale gimnastiek-groep		Suksesvol		Minder suksesvol		Verskille en betekenisvolheid van verskille	Effek-grootte
	\bar{X}	SA	\bar{X}	SA	\bar{X}	SA		
Kopomtrek (cm)	52.87	1.13	53.01	1.08	52.76	1.24	0.25	-
Nekomtrek (cm)	29.20	1.70	30.01	2.04	28.63	1.26	1.38	-
Ontspanne boarm-omtrek (cm)	22.94	2.69	24.73	3.28	21.66	1.25	3.07*	1.4 ⁺⁺⁺
Gespanne boarm-omtrek (cm)	24.86	2.51	26.69	2.88	23.56	1.10	3.13*	1.0 ⁺⁺⁺
Voorarmomtrek (cm)	22.10	1.92	23.21	2.00	21.31	1.53	1.90	-
Gewrigsomtrek (cm)	14.53	0.91	15.22	0.64	14.03	0.75	1.19*	0.8 ⁺⁺⁺
Mesosternale borsomtrek (cm)	71.06	18.83	79.33	7.69	65.15	22.65	14.18	-
Middelomtrek (cm)	60.90	4.24	62.79	5.70	59.54	2.48	3.25	-
Heupomtrek (cm)	77.54	6.54	80.48	8.41	75.44	4.36	5.04	-
Dyomtrek gluteaal (cm)	46.15	5.08	48.26	6.96	44.64	2.95	3.62	-
Dyomtrek (cm)	42.61	4.97	44.84	7.06	41.01	2.24	3.83	-
Kuitomtrek (cm)	30.58	3.40	32.26	4.78	29.37	1.39	2.89	-
Enkelomtrek (cm)	19.58	1.34	20.68	1.24	18.79	0.73	1.89*	0.8 ⁺⁺⁺

 \bar{X} = Gemiddeld

SA = Standaardafwyking

*p ≤ 0.05

+++ = Groot effekgrootte

Die beskrywende statistiek sowel as die betekenisvolheid van verskille (onafhanklike t-toets) tussen die vyf hoogste geplaaste gimnaste en die res van die dogtergimnaste met betrekking tot lengtes en hoogtes word in Tabel 4 weergegee.

TABEL 4. BESKRYWENDE STATISTIEK VIR LENGTES EN HOOGTES VAN JONG DOGTERGIMNASTE (N=12)

Veranderlikes	Totale gimnastiekgroep		Suksesvol		Minder suksesvol		Verskille en betekenisvolheid van verskille
	\bar{X}	SA	\bar{X}	SA	\bar{X}	SA	
Liggaamslengte (cm)	150.07	7.64	152.08	8.60	148.64	7.21	3.44
Sithoogte (cm)	116.26	4.46	118.30	5.29	114.80	3.44	3.50
Armspan (cm)	151.80	7.61	154.86	8.73	149.61	6.47	5.25
Akromiale-radiale lengte (cm)	27.23	2.12	27.30	1.50	27.19	2.59	0.11
Radiale stillion-lengte (cm)	21.95	1.43	22.10	1.58	21.85	1.43	0.25
Midstillion-daktillion-lengte (cm)	17.36	0.71	17.68	0.86	17.13	0.52	0.55
Iliospinale bokshoogte (cm)	47.80	4.99	50.00	6.50	46.24	3.24	3.76
Troganterion bokshoogte (cm)	41.53	3.81	41.96	4.79	41.21	3.32	0.75
Troganterion-tibiale laterale lengte (cm)	38.16	2.95	38.79	3.62	37.71	2.57	1.08
Tibiale laterale tot vloer-hoogte (cm)	40.66	3.04	40.07	3.00	41.09	3.22	-1.02
Tibiale med-sphy-lengte (cm)	33.78	1.90	33.50	2.50	33.98	1.54	-0.48
Voetlengte (cm)	22.61	1.04	23.07	1.39	22.29	0.63	0.78

\bar{X} = Gemiddeld

SA = Standaardafwyking

Die beskrywende statistiek sowel as die betekenisvolheid van verskille (onafhanklike t-toets) tussen die vyf hoogste geplaaste gimnaste en die res van die dogtergimnaste met betrekking tot breedtes word in Tabel 5 weergegee.

Vergelykings tussen die vyf hoogste geplaaste gimnaste in die vloeritem en die res van die gimnaste toon dat die suksesvolle gimnaste betekenisvol hoër waardes in vyf uit die 61 (8.20%) antropometriese veranderlikes as die minder suksesvolle gimnaste behaal het. Dit het die volgende ingesluit: ontspanne en gespanne boarm-, gewrigs- en enkelomtrek, sowel as mesomorfie.

TABEL 5. BESKRYWENDE STATISTIEK VIR BREEDTES VAN JONG DOGTERGIMNASTE (N=12)

Veranderlikes	Totale gimnastiek-groep		Suksesvol		Minder suksesvol		Verskille en betekenisvolheid van verskille
	\bar{X}	SA	\bar{X}	SA	\bar{X}	SA	
Biakromiale breedte (cm)	33.43	2.18	34.12	3.15	32.94	1.19	1.18
Bi-iliokristale breedte (cm)	22.70	1.74	23.23	1.98	22.31	1.60	0.92
Transversale borsbreedte (cm)	25.67	9.80	30.19	14.77	22.44	1.26	7.75
A-P-borsdiepte (cm)	15.13	0.58	15.30	0.45	15.00	0.66	0.30
Humerusbreedte (cm)	5.98	0.27	6.15	0.17	5.86	0.27	0.29
Gewrigbreedte (cm)	4.88	0.27	5.04	0.20	4.76	0.26	0.28
Handbreedte (cm)	6.85	0.40	7.11	0.43	6.67	0.28	0.44
Femurbreedte (cm)	8.26	0.57	8.60	0.63	8.02	0.42	0.58
Enkelbreedte (cm)	6.31	0.27	6.38	0.21	6.26	0.31	0.12
Voetbreedte (cm)	7.12	0.88	7.48	1.17	6.86	0.57	0.62
Bideltoëid-breedte (cm)	36.25	2.89	37.75	3.67	35.19	1.77	2.56
Bitrojanteriese breedte (cm)	26.28	2.56	27.70	2.88	25.26	1.89	2.44

 \bar{X} = Gemiddeld

SA = Standaardafwyking

Pienaar en Van der Walt (1988) het reeds in 1988 getoon dat gespanne boarmontrek een van die antropometriese veranderlikes is wat in 'n regressievergelyking ingesluit kan word om kompetisiepunte by ses- tot negejarige dogtergimnaste te voorspel. So ook het verskeie navorsers gevind dat gimnaste wat oor groter bo-armontreкке beskik beter gimnastiek-prestasies behaal en aan hoër vlakke van gimnastiek deelneem (Claessens *et al.* 1999; Caldaroni *et al.*, 1986). Scanlan *et al.* (1999) wys daarop dat 'n direkte verband tussen gespanne bo-armontrek ($r = 0.45$), gespanne boarm-dwarsdeursneeoppervlakte ($r = 0.45$) sowel as mesomorfie ($r = 0.44$) en maksimale bolyfkrag by dames bestaan. In nog 'n studie is gevind dat gespanne armontrek betekenisvol met bolyfkrag korreleer (Mayhew *et al.*, 1989). Na aanleiding van laasgenoemde kan daar dus die aanname gemaak word dat groter boarmontreкке en mesomorfie-waardes as belangrike antropometriese veranderlikes vir die generering van maksimale bolyfkrag bestaan. Beweginguitvoerings van onder andere die opdruk tot 'n handstand, v-sitposisie, handstand-pirouette en tuimelbewegings in die vloeritem word volgens Sands *et al.* (2003) bevoordeel deur die generering van hoër maksimale bolyfkragwaardes. Gimnaste wat dus oor hoër boarmontrek- en mesomorfiewaardes beskik behoort dus suksesvoller te wees in die uitvoering van bewegings wat maksimale bolyfkrag vereis.

Tuimelbewegings maak 'n groot deel van die vloeritem uit aangesien daar van gimnaste vereis word om ten minste drie tot vier tuimelreekse tydens kompetisiedeelname uit te voer (USA Gymnastics, 2005). Een tuimelreeks bestaan uit 'n verskeidenheid van bewegings wat salto's en tolbewegings in verskillende rigtings insluit (USA Gymnastics, 2005). Volgens Richards (2006) is eksplosiewe beenspierkrag van die absolute belang vir die suksesvolle uitvoering van die laasgenoemde tuimelreeksbewegings. Daar kan dus verwag word dat enkelontrek betekenisvol groter waardes by die suksesvolle vergeleke met die minder

suksesvolle gimnaste sal toon, in die lig van die navorsingsresultaat dat daar 'n positiewe korrelasie tussen die enkeldeursnee van junior dogtersportlui en hulle been-eksplousiewe kragwaardes bestaan (Ray & Khanna, 1991). Aangesien enkeldeursnee 'n bepaler van enkelomtrek is, kan die aanname gemaak word dat groter enkelomtrek-waardes suksesvolle gimnaste meer sal bevoordeel met betrekking tot die tuimelbewegings wat eksplousiewe krag vereis vergeleke met die minder suksesvolle gimnaste.

Die gewrig speel 'n primêre rol in die uitvoering van die handstand, v-sitposisie en handoorslag, arabiersprong en flik-flak, wat almal bewegings is wat met deelname aan die vloeritem uitgevoer word. Die gevolg is dat die gewrig wat die skakel tussen die hand en die arm vorm, baie sterk ontwikkel moet wees. Die gewrig moet in die meeste gevalle in staat wees om die gimnaste se hele liggaamsgewig met die uitvoering van die laasgenoemde bewegings te verplaas. Die voorarmfleksore is meerendeels op die metakarpale en karpale bene van die hand ingeplant (Behnke, 2006), wat beteken dat verdikking in die spierstrukture vanweë hoë impakkrigte moontlik tot groter gewrigsomtrekke by suksesvolle gimnaste aanleiding kan gee.

Aangesien gewrigsdeursnee (wat onder andere 'n bepaler van gewrigsomtrek is) in samehang met ander deursnee gebruik word om skeletmassa indirek te bereken, kan verwag word dat die suksesvolle gimnaste betekenisvol groter gewrigsomtrekke sal toon as minder suksesvolle gimnaste. Dit word veronderstel in die lig van die feit dat navorsing getoon het dat aanvangsouderdom vir gimnastiekdeelname tesame met liggaamslengte, LMI, liggaamsmassa, skraalliggaamsmassa en liggaamsvet 'n positiewe effek op dogtergimnaste se beenminerale digtheid (BMD) het (Markou *et al.*, 2004). Die suksesvolle gimnaste in die studie toon 'n jonger aanvangsouderdom vir gimnastiekdeelname (5.06 ± 1.38 teenoor 5.91 ± 1.35 jaar), 'n langer gemiddelde liggaamslengte (152.08 ± 8.60 teenoor 148.64 ± 7.21 cm), 'n groter LMI (19.41 ± 3.23 teenoor 17.35 ± 0.82 kg/m²), 'n groter liggaamsmassa (45.52 ± 12.44 teenoor 38.44 ± 4.59 kg) en skraalliggaamsmassa (38.12 ± 9.48 teenoor 32.70 ± 3.44 kg), sowel as 'n groter gemiddelde liggaamsvetmassa (7.45 ± 3.09 teenoor 5.74 ± 1.32 kg) as hul minder suksesvolle eweknieë, wat dus hulle BMD en skeletdeursnee sal bevoordeel.

In 'n verdere ontleding is 'n trosontleding gedoen om die antropometriese veranderlikes wat met mekaar in verband staan, uit te sonder en te elimineer. Die antropometriese veranderlikes van die dogtergimnaste is deur middel van die trosontleding verminder vanaf 61 na 26 veranderlikes wat die volgende ingesluit het: frontale dyvelvou en triseps-velvou; gluteale dy-, mesosternale, bors-, gewrig-, gespanne bo-arm-, kuit-, middel-, mid-dy- en kopomtrek; troganterion-tibiale laterale, midstillion-daktillion, voet- en akromiale-radiale lengte; transversale bors en bitroganteriese deursnee; bideltoëd- en femurbreedte; A-P-borsdiepte; sithoogte; troganterion en iliospinale bokshoogte; spiermassa- en vetmassapersentasie; som van die ses velvoue, sowel as ektomorffie.

In 'n daaropvolgende stap is 'n voorwaartse, stapsgewyse, meervoudige regressie-analise uitgevoer met dieselfde trosontleding-geïdentifiseerde, antropometriese veranderlikes wat as die onafhanklike veranderlikes ingevoer is, terwyl die vloeritem-puntetelling as die afhanklike veranderlike ingesleutel is. Resultate van dié analise word in Tabel 6 en Figuur 1 weergegee.

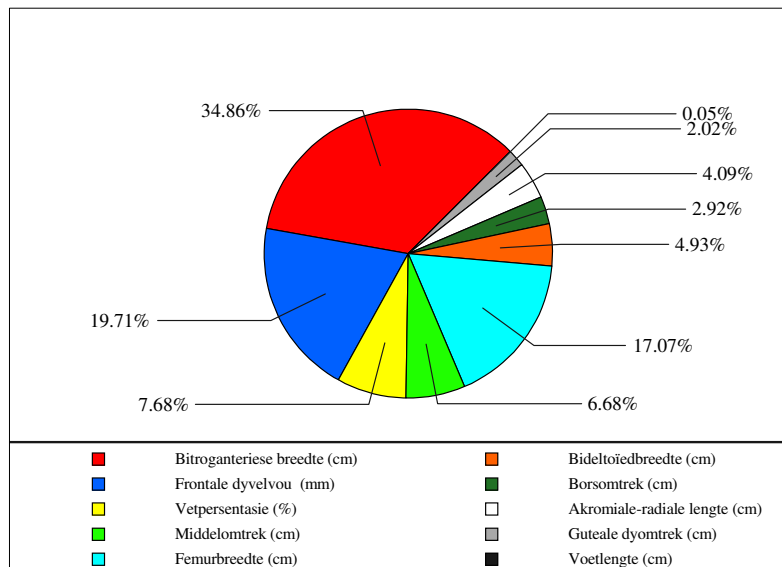
TABEL 6: RESULTATE VAN DIE VOORWAARTSE, STAPSGEWYSE, MEERVOUDIGE REGRESSIE-ANALISE OM AAN TE DUI WATTER ANTROPOMETRIESE VERANDERLIKES DIE MEESTE TOT VLOERITEM-GIMNASTIEKPRESTASIE BY JONG DOGTERGIMNASTE BYDRAE

Veranderlike	Beta in	Meervoudige R ²	R ² -verandering	p-vlak
Bitroganteriese breedte (cm)	2.2267	0.3486	0.3486	0.0433*
Frontale dyvelvou (mm)	-2.0524	0.5457	0.1971	0.0796
Vetpersentasie (%)	0.8213	0.6225	0.0768	0.2378
Middelomtrek (cm)	-1.8603	0.6892	0.0668	0.2598
Femurbreedte (cm)	1.4512	0.8600	0.1707	0.0353*
Bideltoëdbreedte (cm)	0.1271	0.9093	0.0493	0.1602
Borsomtrek (cm)	-0.3048	0.9385	0.0292	0.2403
Akromiale-radiale lengte (cm)	0.4344	0.9793	0.0409	0.0928
Gluteale dyomtrek (cm)	-0.2411	0.9995	0.0202	0.0112*
Voetlengte (cm)	-0.2174	1.0000	0.0005	0.0058*

R = Korrelasie

*p ≤ 0.05

Die persentasie bydrae van elk van die antropometriese veranderlikes tot vloeritem-puntetelling is vervolgens deur middel van die r²-veranderingwaardes wat vanuit die meervoudige regressie-analise verkry is, grafies voorgestel (Figuur 1).



FIGUUR 1. PERSENTASIE BYDRAE VAN ELK VAN DIE VOORWAARTSE, STAPSGEWYSE, MEERVOUDIGE REGRESSIE-ANALISE-GEÏDENTIFISEERDE VERANDERLIKES TOT VLOERITEMGIMNASTIEKPRESTASIE BY JONG DOGTERGIMNASTE

Volgens bogenoemde resultate word die punte wat deur die gimnaste in die vloeritem behaal is, die meeste beïnvloed (71.64%) deur die gimnaste se bitroganteriese breedtes (34.86%), frontale dyvelvoue (19.71%) en femurbreedtes (17.07%). Verder verklaar vetpersentasie (7.68%), middelomtrek (6.68%), bideltoëdbreedte (4.93%), akromiale-radiale lengte (4.09%), borsomtrek (2.92%), gluteale dyomtrek (2.02%) en voetlengte (0.05%) die res van die variansie (28.37%). Die bitroganteriese en femurbreedte, gluteale dyomtrek en voetlengte het betekenisvol ($p \leq 0.05$) tot die vloeritem-puntetelling bygedra. Slegs gluteale dyomtrek het negatief met vloeritem-gimnastiekprestasie gekorreleer.

Navorsing deur Ray en Khanna (1991) het bevind dat daar 'n direkte positiewe korrelasie tussen bitroganteriese breedte, femurbreedte en eksplosiewe beenkrag by junior dogtersportlui bestaan. Bitroganteriese en femurbreedte het onderskeidelik die grootste en derde-grootste bydrae tot vloeritem-puntetelling gelewer. Om die moontlike verband tussen bitroganteriese en femurbreedte en eksplosiewe beenkrag in dié studie te bevestig, is die korrelasiekoëffisiënte van die verband tussen die eksplosiewe beenkragtoetswaardes (tweebeen- vertikale sprongtoets, dominante eenbeen- vertikale sprongtoets en vertikale sprongtoets na arabiersprong-flik-flak), wat in 'n ander deel van die gimnastiekprojek verkry is, en die bitroganteriese en femurbreedtes van die gimnaste bereken. Nie-betekenisvolle r -waardes van onderskeidelik $r = 0.53$ en $r = 0.55$ het tussen die eenbeen- vertikale sprongtoets sowel as die vertikale sprongtoets na arabiersprong-flik-flak en bitroganteriese breedte- waardes na vore gekom. Hoë betekenisvolle korrelasies is gevind met betrekking tot die verband tussen femurbreedte en tweebeen- vertikale sprongwaardes ($r = 0.80$, $p = 0.002$) sowel as tussen femurbreedte en die dominante eenbeen- vertikale sprongwaardes ($r = 0.79$, $p = 0.002$). Groter bitroganteriese en femurbreedtes kan dus moontlik met hoër eksplosiewe beenkragwaardes verband hou.

Pool *et al.* (1969) het reeds in 1969 die verband tussen gimnaste se eksplosiewe beenkragwaardes (soos bepaal deur middel van die vertikale sprongtoets) en vloeritempunte aangetoon. Hulle het betekenisvolle korrelasies tussen die laasgenoemde twee veranderlikes gevind (Pool *et al.*, 1969). In aansluiting hierby het Bajin (1987) ook tot die gevolgtrekking gekom dat gimnaste wat beter waardes in onderskeidelik die horisontale en vertikale sprongtoets behaal, moeiliker vaardighede in die vloeritem kon uitvoer. Gimnaste wat dus oor groter bitroganteriese en femurbreedtes beskik, behoort dus vanweë 'n sterk positiewe verband tussen dié antropometriese metings en been-eksplosiewe krag beter in die vloeritem te presteer.

Frontale dyvelvou het as die tweede-belangrikste vloeritem-prestasiedeterminant na vore gekom, terwyl vetpersentasie ook 'n klein bydrae (7.68%) tot vloeritem-puntetelling gelewer het. Dit is egter vreemd dat frontale dyvelvou, wat onder andere gebruik word om vetpersentasie te bereken (Withers *et al.*, 1987), en vetpersentasie positief gekorreleer het met vloeritemprestasies, aangesien verskeie navorsers getoon het dat gimnaste met hoër vetpersentasies swakker presteer in gimnastiek (Claessens *et al.*, 1999; Norton *et al.*, 1996). Die navorsingsbevinding is moontlik te wyte aan die feit dat die suksesvolle gimnaste in hierdie studie verder gevorder is wat hulle liggaamsontwikkeling en groei betref, vergeleke met die minder suksesvolle gimnaste. Hulle is dus ook die groep wat vanweë hul meer gevorderde ontwikkeling en biologiese ryping 'n hoër vetpersentasie toon vergeleke met die meer onvolwasse, minder suksesvolle gimnaste. Volgens Brown (2001) bereik meer volwasse

en groter gymnaste dikwels meer sukses as hulle minder volwasse en kleiner eweknieë vanweë hul beter ontwikkelde en afgeronde vaardigheidsvlakke. Brown (2001) stel dit ook dat internasionale afrigters nie meer so gesteld op liggaamsgrootte is nie, solank 'n gimnas haar liggaam in die regte posisie kan plaas en bewegings korrek kan uitvoer. Dit sal egter beteken dat die laasgenoemde groep harder sal moet werk om hulle krag:liggaamsmassa-verhoudings te verhoog.

Die middelomtrek het 'n bydrae van 6.68% tot vloeritempuntetelling gelewer. Vanuit 'n vergelyking tussen die suksesvolle en minder suksesvolle gymnaste in Tabel 1 is dit duidelik dat die suksesvolle gymnaste telkens hoër velvoumates in die abdominale area as die minder suksesvolle gymnaste behaal het. Meer vetweefsel in die abdominale area sal tot groter middelomtrek-waardes lei, wat 'n verklaring mag bied vir die uitwys van middelomtrek as 'n antropometriese prestasiedeterminant. Soos reeds genoem, sal die suksesvolle gymnaste hoër vetpersentasies toon, wat ook hoër velvouwaardes impliseer, vanweë hul meer volwasse ontwikkeling.

Wat borsomtrek betref, wys navorsing daarop dat die vermoë van dames om borsopdruk-oefeninge uit te voer, op grond van hulle borsomtrekke voorspel kan word (Reynolds *et al.*, 2006). Dié verband is ook bevestig deur Mayhew *et al.* (1989), wat getoon het dat borsomtrek 'n betekenisvolle korrelasiekoëffisiënt van 0.49 met dames se bolyfkragswaardes toon. Terselfdertyd het hulle ook bevind dat bideltoëdbreedte betekenisvol ($r = 0.36$) met die bolyfkragswaardes van dames korreleer (Mayhew *et al.*, 1989). Daar kan verwag word dat borsomtrek wel 'n invloed op die laasgenoemde kragbepalingsoefeninge sal hê aangesien die borsomtrekmeting onder andere deur die grootte van die pectoralis major- en latissimus dorsi-spiergroepe bepaal word. Gymnaste wat oor groter borsomtrekwaardes beskik, behoort dus groter pectoralis major- en latissimus dorsi-spiergroepe te toon, wat moontlik tot verhoogde bolyfkragswaardes sal aanleiding gee. Dieselfde geld vir die bideltoëdbreedte van gymnaste aangesien die deltoïed-spiergroep die superior aspek van die skouergewrig bedek en dus ook tot groter bideltoëdbreedtes kan lei.

Om die verband tussen die laasgenoemde veranderlikes te staaf, is 'n verdere analise met addisionele data van die gimnastiekprojek gedoen. Die spreidings-L-handstandopdruktoets is tydens dié projek gebruik om maksimale bolyfkragswaardes te bepaal. 'n Nie-betekenisvolle en betekenisvolle korrelasiekoëffisiënt van onderskeidelik $r = 0.32$ en $r = 0.84$ ($p = 0.001$) is met die vergelyking tussen die spreidings-L-handstandopdruktoets-, borsomtrek en bideltoëdbreedte-waardes van dié gymnaste gevind. Dit beteken dus dat onderskeidelik 10.24% en 70.56% van die variansie in maksimale bolyfkragswaardes verklaar kan word aan die hand van die borsomtrek en bideltoëdbreedte-waardes van die gymnaste.

Hoewel borsomtrek dus inderdaad 'n bydrae tot maksimale bolyfkragswaardes by gymnaste lewer, is die verband heelwat kleiner as wat eers vermoed is. Ten spyte hiervan wil dit nog steeds voorkom of borsomtrek wel as 'n belangrike antropometriese prestasiedeterminant beskou kan word vanweë die noodsaaklikheid van maksimale bolyfkragswaardes vir die uitvoering van bewegings in die vloeritem (Stark, 1991). Anders as in die geval van borsomtrek blyk dit dat bideltoëdbreedte wel 'n groot bydrae tot bolyfkragswaardes by die gymnaste in dié studie lewer. Die belang van hierdie veranderlike vir die behaling van gimnastiekprestasies kan dus nie onderskat word nie. Die gymnaste wat meer sukses in die vloeritem behaal, sal dus die

gimnaste wees wat die grootste borsomtrekke en bideltoëddeursneë toon, moontlik vanweë die kragvoordeel wat dit tot gevolg het.

Akromiale-radiale (boarm-) lengte van die gimnaste het ook 'n positiewe bydrae (4.09%) tot prestasies in die vloeritem gemaak. Dit is moeilik om die resultaat te verklaar. Dit is wel moontlik dat die meer volwasse en groter liggaamsbou van die suksesvolle gimnaste weer eens daartoe aanleiding gegee het dat langer boarm lengtes as 'n belangrike prestasiedeterminant na vore gekom het.

Die laaste twee veranderlikes (gluteale dyomtrek en voetlengte) wat uit die voorwaartse, stapsgewyse meervoudige regressie-analise na vore gekom het se gesamentlike bydrae tot vloerprestasie is baie klein (2.07%), maar tog statistiese betekenisvol. Die feit dat gluteale dyomtrek negatief met vloeritem-prestasie gekorreleer het, is baie moeilik om te verklaar. 'n Aantal redes kan egter hiervoor gegee word. Ten eerste kon die hoë variasie tussen die waardes van die verskillende gimnaste die resultate van die meervoudige regressie-analise negatief beïnvloed het. So byvoorbeeld het die individuele gluteale dyomtrekwaardes tussen 41.30 cm (minimum) en 57.00 cm (maksimum) gevarieer, met 'n standaardafwyking van 5.08 cm. Tweedens toon 'n verdere analise dat sekere gimnaste wat die beste puntetellings in die vloeritem behaal het, baie klein gluteale dyomtrekwaardes getoon het. So byvoorbeeld het die gimnaste wat die vyfde-hoogste puntetelling behaal het, 'n omtrek van 41.95 cm getoon, terwyl die een wat die derde-hoogste telling behaal het, 'n omtrekwaarde van 42.15 cm getoon het. Die twee topgimnaste met betrekking tot vloeritem-puntetelling het metings van onderskeidelik 54.2 en 57 cm getoon, wat duidelik daarop dui dat daar diskrepansie betreffende die bes presterende gimnaste se dyomtrekwaardes bestaan. Die laasgenoemde diskrepansie kon daartoe gelei het dat die resultate van die meervoudige regressie-analise skeefgetrek is vanweë die klein groep proefpersone wat in die studie gebruik is.

Hoewel voetlengte se bydrae tot vloeritem-puntetelling slegs 0.5% was, is dit ook betekenisvol. Die resultaat is moontlik toe te skryf aan die verband wat tussen voetlengte en been-eksplosiewe krag bestaan (Davis *et al.*, 2006). Weereens kan die laasgenoemde verband getoets word deur die *r*-waarde tussen die gimnaste se voetlengtes en tweebeen-vertikale sprongwaardes wat vanuit die gimnastiekprojek bepaal is te bereken. 'n Betekenisvolle *r*-waarde van 0.76 ($p = 0.004$) is tussen die laasgenoemde veranderlikes gevind. Dié verband kan moontlik toegeskryf word aan 'n langer hefboomarm en kontaktyd met die grond wat deur 'n langer voet teweeggebring word. Dit het alles tot gevolg dat 'n groter enkelwringkrag in die vertikale rigting gegenerer kan word.

GEVOLGTREKKING

Die resultate van die onafhanklike *t*-toets het ten eerste getoon dat die jong, suksesvolle (vyf hoogste geplaaste) dogtergimnaste in die vloeritem betekenisvol hoër ($p \leq 0.05$) waardes met betrekking tot onspanne en gespanne boarm-, gewrigs- en enkelomtrek sowel as mesomorfe vergeleke met die minder suksesvolle gimnaste getoon het. Tweedens het die voorwaartse, stapsgewyse meervoudige regressie-analise getoon dat bitroganteriese breedte (34.86%), frontale dyvelvou (19.71%), femurbreedte (17.07%), vetpersentasie (7.68%), middelomtrek (6.68%), bideltoëdbreedte (4.93%), akromiale-radiale lengte (4.09%), bors- (2.92%) en gluteale dyomtrek (2.02%) sowel as voetlengte (0.05%) 'n 100%-bydrae tot die prestasies

(puntetoekenning) wat SA-dogtergimnaste in die vloeritem behaal, lewer. Die bitrogeriese en femurbreedte, gluteale dyomtrek en voetlengte het betekenisvol ($p \leq 0.05$) bygedrae tot die vloeritem-puntetelling. Slegs gluteale dyomtrek het negatief met vloergimnastiekprestasie gekorreleer.

Die finale gevolgtrekking wat dus uit dié studie gemaak kan word, is dat verskeie antropometriese veranderlikes wel as belangrike determinante van prestasies in die gimnastiek-vloeritem kan dien. Die antropometriese veranderlikes wat veral van belang is as prestasiedeterminante is: ledemaat- en rompomtrekke; heupbreedte, vetpersentasie en die dyvelvou, sowel as boarm- en voetlengte. 'n Moontlike verklaring vir die uitwysing van laasgenoemde antropometriese veranderlikes as prestasiedeterminante kan geleë wees in die matige tot sterk verbande wat voorkom tussen die antropometriese metings en die vermoë om krag en eksplosiewe krag te genereer. Hiermee tesame toon die data van dié studie dat gimnaste wat meer suksesvol is in die vloeritem oor die algemeen 'n langer gimnastiekdeelnametyd toon en wat hul liggaamlike ontwikkeling betref, meer volwasse as die minder suksesvolle gimnaste is. Dié gimnastiekdeelnametyd- en ryppwordingsverskille tussen die twee genoemde populasies het alles tot gevolg dat die suksesvolle gimnaste groter antropometriese liggaamsmetings as hul minder suksesvolle eweknieë toon.

Die antropometriese vloeritem-prestasiedeterminante wat in die studie na vore gekom het, moet dus in ag geneem word met die fisieke kondisionering van gimnaste wat in die vloeritem spesialiseer. Voorts moet sportwetenskaplikes dié antropometriese prestasiedeterminante ook in die gimnastiek-toetsprotokolle wat gebruik word insluit sodat talentvolle gimnaste reeds op 'n vroeë ouderdom getoets en geïdentifiseer kan word.

Dit is in die lig van die laasgenoemde resultate en bespreking dat tekortkominge van die studie sowel as aanbevelings vir die opheffing van dié tekortkominge onder die soeklig geplaas word. Ten eerste kan aanbeveel word dat 'n groter getal gimnaste in studies van hierdie aard gebruik word. Die relatief klein groepgroottes kon daartoe gelei het dat uitskieters die gemiddelde waardes van die antropometriese veranderlikes beïnvloed het. Voorts kon die klein groepgroottes die statistiese betekenisvolheid van resultate beïnvloed het. Tweedens kan aanbeveel word dat gimnaste van dieselfde ouderdomsgroepe eerder saam gegroep word om sodoende die effek van ouderdom op die verband tussen die onderskeie antropometriese veranderlikes en gimnastiekprestasie te bepaal. Derdens sal dit raadsaam wees om 'n uitgebreide studie te onderneem waarin die invloed van verskillende antropometriese veranderlikes op elk van die oorblywende gimnastiekitems (balk, brug en spronge) sowel as algehele gimnastiekprestasie te bepaal. Ter afsluiting kan aanbeveel word dat hierdie studie as 'n loodstudie beskou word en die studieontwerp as 'n voorbeeld gebruik word om dié studie uit te brei en op 'n groter groep gimnaste toe te pas. Dit sal verseker dat die resultate dan as verteenwoordigend van jong, SA-dogtergimnaste in die hele land kan wees.

SUMMARY

The anthropometric floor item performance determinants of young female gymnasts

Although the available literature mentions a variety of physical, motor and anthropometric performance determinants for gymnastics, nobody has yet attempted to establish the

performance determinants of more advanced, young, South African (SA) female gymnasts. Due to the comprehensiveness of a multifactorial investigation where all the gymnastics performance determinants are included, the aim of this study was only to focus on the anthropometric performance determinants of one item in artistic gymnastics, namely the floor item. The purposes of this study were, therefore, firstly to determine the anthropometric variables that differ significantly ($p \leq 0.05$) between successful and less successful young, SA female gymnasts in the floor item and secondly, to determine the anthropometric variables that contribute to the performance of young, SA female gymnasts in the floor item.

Twelve young, female gymnasts (13.39 ± 2.14 years) from a gymnastics club in the North-West Province of South Africa participated in the study. Only gymnasts who participated at level 6-9 and junior as well as senior Olympic level were selected to participate in this study. Sixty-one anthropometric variables were measured on the dominant side of the body according to the methods of Norton *et al.* (1996). Firstly, the descriptive statistics (means and standard deviations) of the gymnastics population were calculated. This was followed by an analysis which intended to arrange the gymnasts in a ranking order according to the floor performances (marks) that were achieved during the South African Gymnastics Championships. Due to differences in the participation level, data was normalised by making use of correction factors. The analysis was succeeded by an independent t-test in which the gymnasts who achieved the top five positions in the ranking were compared with the rest of the gymnasts. The practical significance of differences was determined by calculating effect sizes. Thereafter, a cluster analysis of the different anthropometric variables was done to detect clusters of measures that appear to tap similar abilities. In the next step, a forward stepwise multiple regression analysis was performed to determine the contributions of each of the cluster analysis' reduced anthropometric variables to the performances (marks) that each gymnast had obtained during the South African Gymnastics Championships. The level of significance was set at $p \leq 0.05$.

The results of the study firstly showed that the successful gymnasts in the floor item had statistical and practical significantly larger relaxed and flexed upper arm, wrist and ankle circumferences as well as mesomorphy values compared to the less successful gymnasts. The forward stepwise multiple regression analysis indicated that that bi-trochanterion (34.86%), femur (17.07%) and bi-deltoid breadth (4.93%); front thigh skinfold (19.71%); fat percentage (7.68%); acromial-radial (4.09%) and foot length (0.05%) as well as waist (6.68%), chest (2.92%) and gluteal thigh circumference (2.02%), contributed 100% to the variance in gymnasts' floor performances. The contribution of bi-trochanterion and femur breadth as well as gluteal thigh circumference and foot length to floor gymnastic performance was significant. Only gluteal thigh circumference showed a negative relationship with floor gymnastic performance.

It can therefore be concluded that larger limb and torso circumferences, waist breadths, fat percentages and front thigh skinfolds as well as upper arm and foot lengths are important anthropometric floor performance determinants for young, South African female gymnasts and should be included in the sport-scientific testing protocols of gymnasts.

VERWYSINGS

- BAJIN, B. (1987). Talent identification program for Canadian female gymnasts. In B. Petiot; J.H. Salmela & T.B. Hoshizaki (Eds.), *World identification systems for gymnastic talent* (34-44). Montreal: Sport Psyche Editions.
- BEHNKE, R.S. (2006). *Kinetic Anatomy* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- BOMPA, T.O. (1999). *Periodization: theory and methodology of training* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- BROWN, J. (2001). *Sports Talent*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- CALDARONE, G.; LEGLISE, M.; GIAMPIETRO, M. & BERLUTTI, G. (1986). Anthropometric measurements, body composition, biological maturation and growth predictions in young female gymnasts of high agonistic level. *Journal of Sports Medicine and Physical fitness*, 26(3): 263-273.
- CARTER, J.E.L. & HEATH, B.H. (1990). *Somatotyping – development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- CLAESSENS, A.L.; LEFEVRE, J. & MALINA, R.M. (1999). The contribution of anthropometric characteristics to performance scores in elite female gymnasts. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39(4): 355-360.
- DAVIS, D.S.; BOSLEY, E.E.; GRONELL, L.C.; KEENEY, S.A.; ROSSETTI, A.M.; MANCINELLI, C.A. & PETRONIS, J.J. (2006). The relationship of body segment length and vertical jump displacement in recreational athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1): 136-140.
- DOTAN, R.; GOLDBOURT, U. & BARR-OR, O. (1980). Kinanthropometric parameters as predictors for the success in young male and female gymnasts. In M. Ostyn, G. Beunen, & J. Simons (Eds.), *Kinanthropometry II* (212-214). Baltimore, MD: University Park Press.
- DRINKWATER, D.T. & MAZZA, J.C. (1994). Body composition. In J.E.L. Carter; T.R. Ackland; J.C. Mazza & W.D. Ross (Eds.), *Kinanthropometry in aquatic sports: A study of world class athletes* (102-137). Champaign, IL: Human Kinetics.
- FALLS, H.B. & HUMPHREY, L.D. (1977). Body type and composition differences between placers and nonplacers in an AIAW gymnastics meet. *The Research Quarterly*, 49(1): 39-43.
- HEYWARD, V.H. & STOLARCZYK, L.M. (1996). *Applied body composition assessment* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- LEE, R.D.; WANG, Z.; HEO, M.; ROSS, R.; JANSSEN, I. & HEYMSFIELD, S.B. (2000). Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72(3): 796-803.
- MARKOU, K.B.; PANANGIOTIS, J.; THEODOROPOULOU, A.; KONTOGIANNIS, A.; LEGLISE, M.; VAGENAKIS, A.G. & GEORGOPOULOS, N.A. (2004). The influence of intensive physical exercise on bone acquisition in adolescent elite female and male artistic gymnasts. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(9): 4383-4387.
- MAYHEW, J.L.; BALL, T.E.; BOWEN, J.C. & PRUDHOMME-LIZOTTE, J. (1989). Relationship between anthropometric dimensions and bench press strength in females. *Journal of Osteopathic Sports Medicine*, 3(3): 9-14.
- NEWS 24. (2003). “Zandré Labuschagne” *News 24.com*. Hyperlink [http://www.news24.com/News24/Olympics2004/SATeam/0,,2-1652-1657_1556423,00.html]. Afgelaai 13 Desember 2006.
- NORTON, K.; OLDS, T.; OLIVE, S. & CRAIG, N. (1996). Anthropometry and sports performance. In K. Norton & T. Olds (Eds.), *Anthropometrica* (287-352). Sydney: University of New South Wales Press.

- NOVAK, L.P.; WOODWARD, W.A.; BESTIT, C. & MELLEROWICZ, H. (1977). Working capacity, body composition, and anthropometry of Olympic female athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 17: 275-283.
- PIENAAR, A.E. & VAN DER WALT, T.S.P. (1988). Talentidentifisering by vroulike beginnergimnaste. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education & Recreation*, 11(2): 49-58.
- POOL, J.; BINKHORST, R.A. & VOS, J.A. (1969). Some anthropometric and physiological data in relation to performance of top female gymnasts. *European Journal of Applied Physiology*, 27(4): 329-338.
- RAY, D. & KHANNA, S.N. (1991). A Kinanthropometric study of leg explosive strength of female junior national kho-kho players. *Research Bi-annual for Movement*, 8(1): 24-33.
- REYNOLDS, J.M.; TORYANNO, J.G. & ROBERGS, R.A. (2006). Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3): 584-592.
- RICHARDS, J. (2006). "Talent identification in elite gymnasts: Why body size is so important?." *Coaches info service*. Hyperlink [<http://coachesinfo.com/category/gymnastics/70/>]. Afgelaai 30 Oktober 2006.
- SANDS, W.A.; McNEAL, J.R.; BORMS, J. & JEMNI, M. (2003). "Sprint characteristics of talent-selected female gymnasts age 9-11 years." *USA Gymnastics*. Hyperlink [<http://www.usa-gymnastics.org/safety-and-education/congress/2003/sss-sprintTOPs2.pdf>]. Afgelaai 27 Februarie 2004.
- SCANLAN, J.M.; BALLMANN, K.L.; MAYHEW, J.L. & LANTZ, C.D. (1999). Anthropometric dimensions to predict 1-RM bench press in untrained females. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39(1): 54-60.
- SLAUGHTER, M.H.; LOHMAN, T.G.; BOILEAU, R.A.; HORSWILL, C.A.; STILLMAN, R.J.; VAN LOAN, M.D. & BEMBEN, D.A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youths. *Human Biology*, 60: 709-737.
- STARK, C. (1991). Development of physical characteristics as precondition for achieving high sports results in gymnastics (apparatus). In G. Tenenbaum (Ed.), *Coach education: proceedings of the Maccabiah-Wingate International Congress* (155-157). Wingate Institute for Physical Education and Sport (Netanya, Israel): Emmanuel Gill Publishing House.
- STATSOFT (2005). "Statistica (data analysis software system), version 6." Hyperlink [www.statsoft.com].
- THOMAS, J.R. & NELSON, J.K. (2001). *Research methods in physical activity* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- USA GYMNASTICS (2005). The sport of gymnastics. *Women's gymnastics events*. Hyperlink [<http://www.usa-gymnastics.org/gymnastics/guide.html>]. Afgelaai 10 Mei 2006.
- WITHERS, R.T.; WHITTINGHAM, N.O.; NORTON, K.I.; LA FORGIA, J.; ELLIS, M.W. & CROCKETT, A. (1987). Relative body fat and anthropometric prediction of body density of female athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(2): 169-180.

Dr. Ben Coetzee: Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap, Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus, Potchefstroom, Republiek van Suid-Afrika. Tel.: +27 (0)18-2991803(w), +27 (0)18-2933401(h), Faks.: +27 (0)18-2992022, E-pos: 10090053@nwu.ac.za

(Vakredakteur: Prof. J.H. de Ridder)