

SOMATOTIPERINGSPROFIELE VAN MANLIKE EN VROULIKE SUID-AFRIKAANSE KRUIPSLAGSWEMMERS

Ben COETZEE

*Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap, Potchefstroomse Universiteit vir
Christelike Hoër Onderwys, Potchefstroom, Republiek van Suid-Afrika*

ABSTRACT

The first aim of this study was to determine the somatotype profiles of 16 South African male (\bar{X} =18.96±3.28 years) and 10 South African female swimmers (\bar{X} =17.00±2.34 years) who finished in the 10 top places in the different crawl stroke events at the South African Swimming Championships of 2001. The second aim of this study was to compare the somatotype profiles of South African swimmers with the profiles of 91 male (\bar{X} =21.30±3.01 years) and 64 female crawl swimmers (\bar{X} =19.6±2.9 years) who participated in the 1991 FINA World Championships of Swimming (Carter et al., 1994). The somatotype profiles of the swimmers were determined by making use of the Heath-Carter anthropometric somatotype method (Carter, 1996). The descriptive statistics were calculated, after which an independent t-test was used to determine the somatotype differences between the two groups of swimmers. The results showed that the male South African crawl swimmers had an average somatotype value of 2.2±0.6-4.4±0.9-3.3±1.0, compared with the international swimmers, who had an average value of 1.8±0.4-4.8±0.9-3.2±0.8. Endomorphy was the only variable that differed statistically significantly ($p<0.01$) between the two groups of swimmers. The average somatotypes were 3.3±0.7-3.3±0.9-3.1±1.1 and 2.8±0.7-3.7±0.9-3.2±0.9 for the South African and international female crawl swimmers respectively. Analysis of the separate somatotype components showed that the South African swimmers were significantly higher ($p<0.05$) in endomorphy than the international swimmers. The international swimmers of both genders had higher mesomorph and smaller endomorph values, compared with the South African swimmers. The conclusion that can be drawn from this study is that South African senior male crawl swimmers fall into the ectomorphic mesomorph somatotype category, which is exactly the same as the somatotype category of their international peers. The South African female crawl swimmers have a central somatotype, which differs from the international swimmers, who fall into the balanced mesomorph somatotype category.

Key Words: Kinanthropometry; Somatotype; Crawl swimmers.

INLEIDING

Die verband tussen die liggaamsbou en sportprestasies van sportlui is 'n prominente navorsingsveld wat al heelwat navorsingsresultate opgelewer het (Thorland *et al.*, 1983; Grimston & Hay, 1986; Norton *et al.*, 1996). Dit was veral laat in die 1970's dat navorsing oor die somatotipering van sportlui toenemend in die literatuur begin verskyn het (Sprague, 1976). Somatotipe of liggaamsbou verwys na die kwantifisering van die vorm en samestelling

van die menslike liggaam en word uitgedruk deur middel van 'n driegetalwaarde, wat onderskeidelik die endo-, meso- en ektomorfiëse komponente van die liggaam weergee (Carter, 1996). Die driegetalwaardes is 'n opsomming van die morfologiese samestelling van die liggaam, onafhanklik van liggaamslengte en is bruikbaar in die voorlopige beraming van die liggaamsbou in die geheel. Endomorfië verwys na die relatiewe vetheid, mesomorfië verwys na die relatiewe muskuloskeletale robuustheid en ektomorfië na die relatiewe liniariteit van die liggaam (Carter, 1996).

Carter (1970) bevind dat suksesvolle deelnemers aan dieselfde sportitems min of meer ooreenstemmende somatotipes en liggaamsvorme toon, met ooreenkomste wat toeneem na gelang die deelnamevlak hoër word. Daar is al verskeie studies ten opsigte van die somatotipering van swimmers uitgevoer (Sprague, 1976; Grimston & Hay, 1986; Siders *et al.*, 1993). Volgens Burrell en Thiart (1982) kan die belang van somatotiperingsbepalings by swimmers nie genoeg beklemtoon word nie, aangesien dit in verband staan met hulle krag, uithouvermoë en soepelheid. Volgens die meeste van die navorsing wat bestudeer is, val suksesvolle manlike kruipslagswimmers se somatotipering binne 'n ektomorfiëse-mesomorf-gradering van 2-5-3, en in sommige gevalle ook in die gebalanseerde-mesomorf-kategorie van 3-5-3. Vroulike swimmers word egter volgens die literatuur anders as mans gesomatotipeer (Hebbelink *et al.*, 1975; Vervaecke & Persyn, 1981; Carter & Marfell-Jones, 1994). Die meerderheid studies wat ten opsigte van suksesvolle vroulike kruipslagswimmers uitgevoer is, toon dat hulle somatotipe binne die sentrale, gebalanseerde-mesomorf-kategorie van 3-4-3 val, met 'n hoër aantal swimmers in die ektomorfiëse as in die endomorfiëse kategorie (Hebbelink *et al.*, 1975; Vervaecke & Persyn, 1981; Carter, 1984; Gualdi-Russo & Graziani, 1993; Carter & Marfell-Jones, 1994).

Studies wat ten opsigte van vroulike Afrika-swimmers uitgevoer is, het egter getoon dat hulle binne die sentrale gebalanseerde kategorie van 3.5-3.8-2.8 val (De Ridder *et al.*, 2000). Dit wil dus uit die beskikbare literatuur voorkom of swimmers uit Afrika (wat onder andere ook Suid-Afrikaanse swimmers insluit) se somatotiperingsprofiële van dié van internasionale swimmers verskil.

Uit die literatuurstudie wat uitgevoer is, is gevind dat daar nie data oor die somatotiperingsprofiële van Suid-Afrikaanse (SA) swimmers bestaan nie. Die vrae wat derhalwe met dié navorsing beantwoord wil word, is eerstens hoe die somatotiperingsprofiële van manlike en vroulike elite-kruipslagswimmers wat op nasionale vlak deelneem daarna uitsien en tweedens hoe die somatotiperingsprofiële van elite Suid-Afrikaanse kruipslagswimmers vergelyk met die somatotiperingsprofiële van internasionale kruipslagswimmers.

Beantwoording van dié vrae kan moontlik 'n leemte vul wat betref die aard van verskille en/of ooreenkomste wat tussen elite Suid-Afrikaanse en internasionale kruipslagswimmers bestaan. Die somatotiperingsprofiële van SA-swimmers kan dan ook nuttig by die identifisering van talentvolle swimmers aangewend word.

METODE

Navorsingsontwerp

'n Eenmalige dwarsdeursnit-navorsingsontwerp is vir die doel van die studie gebruik.

Insamelingsprosedures en keuse van proefpersone

Manlike en vroulike SA- en internasionale senior kruipslagswemmers is vir die studie gebruik. Die nodige inligting van die SA-kruipslagswemmers is by die Suid-Afrikaanse Swemkampioenskap van 2001 ingesamel, te Johannesburg by die Ellisparkswembad. Daar is van 16 manlike (18.69 ± 3.28 jaar) en 10 vroulike (17.0 ± 2.4 jaar) SA-kruipslagswemmers se data gebruik gemaak. Slegs nasionale senior swemmers wat die 10 topplekke in die verskillende kruipslagiteme behaal het, is vir die doel van die studie gebruik. Die inligting van die internasionale kruipslagswemmers is verkry uit die swemmers wat aan die Fina Swem-wêreldkampioenskappe van 1991 deelgeneem het (Carter *et al.*, 1994). Daar is gebruik gemaak van 91 manlike (21.30 ± 2.7 jaar) en 64 vroulike (19.6 ± 2.9 jaar) internasionale kruipslagswemmers.

Meetmetodes

Demografiese en algemene inligtingsvraelys

Demografiese inligting, algemene inligting sowel as inligting oor die deelnamevlak van eliteswemmers is deur middel van die vraelys ingesamel. Die volgende kinantropometriese metings is volgens die metodes van Norton *et al.* (1996) geneem. Die apparaat wat gebruik is om elk van die metings te neem word ook genoem.

Ligaamsmassa

Die metings is geneem met behulp van 'n draagbare elektroniese skaal, tot die naaste 0.1 kg.

Liggaamslengte

'n Stadiometer met 'n loodregte bord is gebruik om die lengtemates mee te neem, tot die naaste 0.1 cm.

Deursneemates

Die humerus- en femurdeursneemates is met behulp van 'n klein Harpenden beenglykaliber geneem.

Velvoue

Triseps-, subskapulêre-, supraspinale- en die mediale kuitvelvoue is deur middel van 'n Harpenden velvoutang met 'n konstante druk van 10 g/mm^2 , bepaal. Velvoue is tot die naaste 0.2 mm geneem.

Omtrekke

Gespanne armomtrek en die kuitomtrek is met behulp van 'n Lufkin metaal-maatband bepaal, tot die naaste 0.1 cm.

Statistiese metodes en dataverwerking

Die Heath-Carter antropometriese somatotiperingsmetode (Carter, 1996) is gebruik om die somatotipes te bepaal. Die beskrywende statistiek van die verskillende populasies kruipslagswemmers is eers bereken, waarna daar van 'n onafhanklike t-toets gebruik gemaak is om betekenisvolle somatotiperingsverskille tussen die nasionale en internasionale kruipslagswemmers te bepaal. Die logaritmiëse funksies van die SA-swemmers se

somatotiperingsdata het 'n normaalverspreiding getoon, en op grond hiervan is daar besluit om van 'n parametrisiese statistiese metode gebruik te maak. Statistiese verwerkings is deur middel van die Statistica 1999 (StatSoft) rekenaarverwerkingspakket vir Windows gedoen.

BESPREKING VAN RESULTATE

Vervolgens word die beskrywende statistiek sowel as betekenisvolheid van verskille van dié kruipslagswemmers weergegee.

TABEL 1. BESKRYWENDE STATISTIEK EN BETEKENISVOLHEID VAN VERSKILLE IN DIE SOMATOTIPERINGSGETALLE VAN MANLIKE SA EN INTERNASIONALE KRUIPSLAGSWEMMERS

Veranderlikes	SAK (n = 16)				INT (n = 91)				Betekenis volheid t-waardes
	\bar{X}	SA	Maks	Min	\bar{X}	SA	Maks	Min	
Endomorfe	2.2	0.6	3.3	1.3	1.8	0.4	3.0	1.0	2.74*
Mesomorfe	4.4	0.9	5.9	3.1	4.8	0.9	7.0	3.1	-1.63
Ektomorfe	3.3	1.0	4.7	1.5	3.2	0.8	5.3	1.0	0.23

SAK = Suid-Afrikaanse kruipslagswemmers; INT = Internasionale kruipslagswemmers

\bar{X} = Rekenkundige gemiddelde

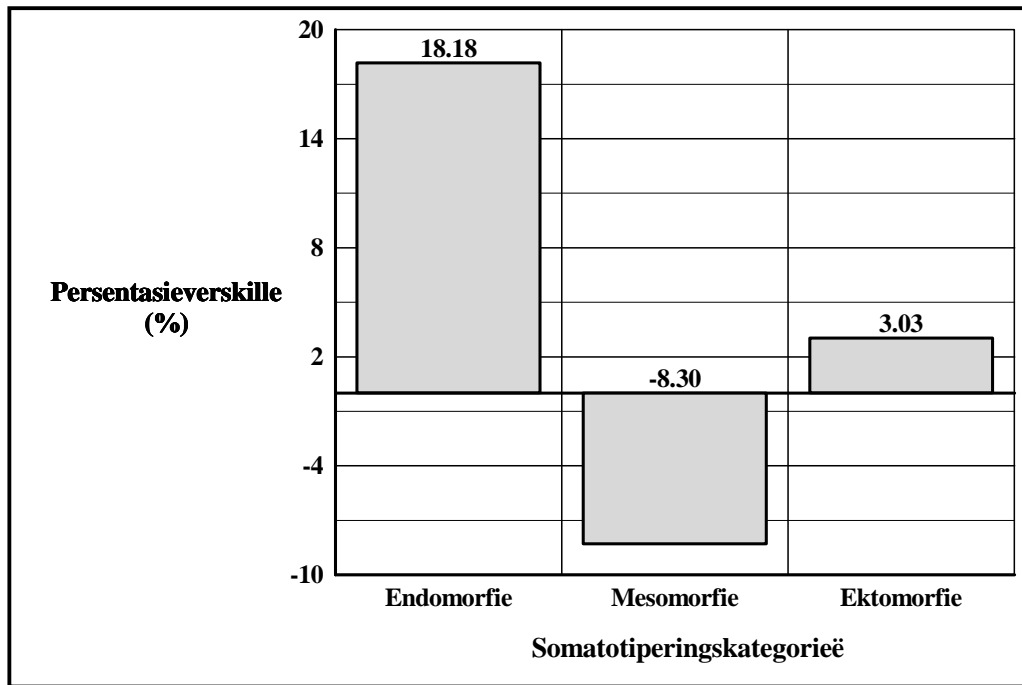
SA = Standaardafwyking

Maks = Maksimum waarde

Min = Minimum waarde

* p<0.01

Die resultate toon dat die gemiddelde somatotipe vir manlike SA-kruipslagswemmers (18.69 ± 3.28 jaar) in die ektomorfe-mesomorf-kategorie 2.2-4.4-3.3 val. Die internasionale swemmers (21.30 ± 2.7 jaar) val in dieselfde somatotiperingskategorie, hoewel hulle gemiddelde somatotiperingswaardes 1.8-4.8-3.2 is. Die onafhanklike t-toets het voorts getoon dat daar slegs 'n statisties betekenisvolle verskil ($p < 0.01$) tussen die gemiddelde endomorfe waardes van dié twee groepe swemmers is. 'n Verdere analise van die data waarin die persentasieverskille met betrekking tot die somatotiperingswaardes van die verskillende populasies kruipslagswemmers bepaal is (Figuur 1), het die volgende resultate opgelewer:



FIGUUR 1. GRAFIEK VAN DIE PERSENTASIEVERSKILLE TUSSEN DIE GEMIDDELDE SOMATOTIPERINGSWAARDES VAN MANLIKE S.A. EN INTERNASIONALE KRUIPSLAGSWEMMERS

Die SA kruipslagswemmers toon 'n groter endomorfiese komponent, vergeleke met die internasionale kruipslagswemmers, terwyl die internasionale swemmers weer op hul beurt groter waardes ten opsigte van mesomorfie toon. Die ektomorfiese waardes verskil egter baie min tussen die twee groepe.

Vervolgens word die beskryvende statistiek van die vroulike kruipslagswemmers weergegee:

TABEL 2. BESKRYWENDE STATISTIEK EN BETEKENISVOLHEID VAN VERSKILLE IN DIE SOMATOTIPERINGSGETALLE VAN VROULIKE SUID-AFRIKAANSE EN INTERNASIONALE KRUIPSLAGSWEMMERS

Veranderlikes	SAK (n = 16)				INT (n = 91)				Betekenis volheid
	\bar{X}	SA	Maks	Min	\bar{X}	SA	Maks	Min	t-waardes
Endomorfe	3.3	0.7	4.4	2.4	2.8	0.7	5.9	1.5	2.14*
Mesomorfe	3.3	0.9	4.5	2.0	3.7	0.9	6.2	1.3	-1.29
Ektomorfe	3.1	1.1	4.8	1.6	3.2	0.9	5.2	0.8	-0.39

SAK = Suid-Afrikaanse kruiseagswemmers; INT = Internasionale kruiseagswemmers

\bar{X} = Rekenkundige gemiddelde

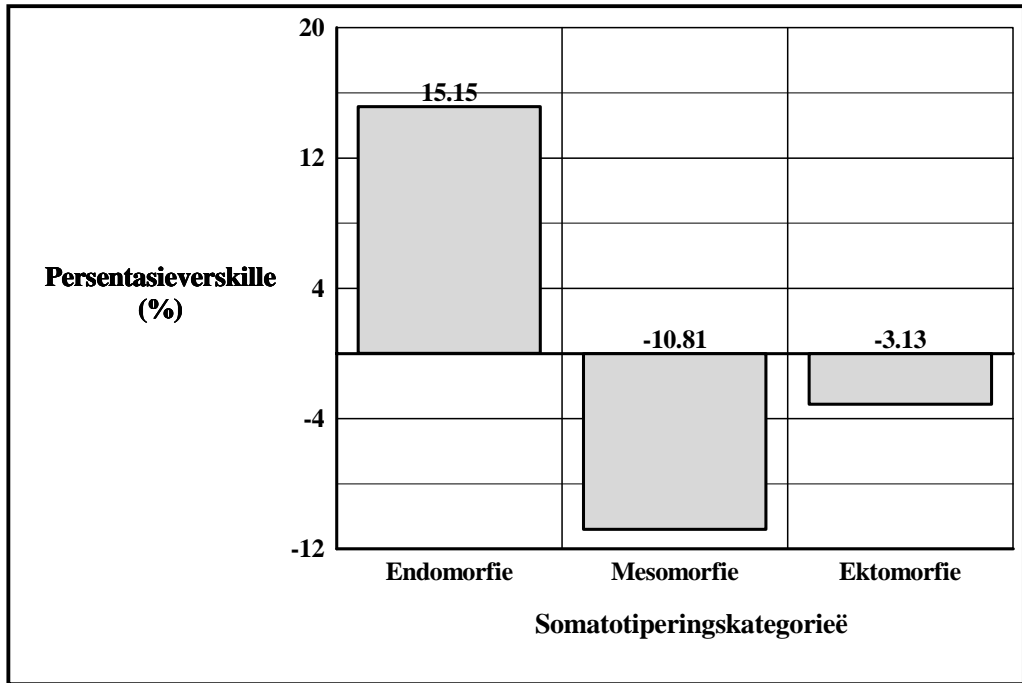
SA = Standaardafwyking

Maks = Maksimum waarde

Min = Minimum waarde

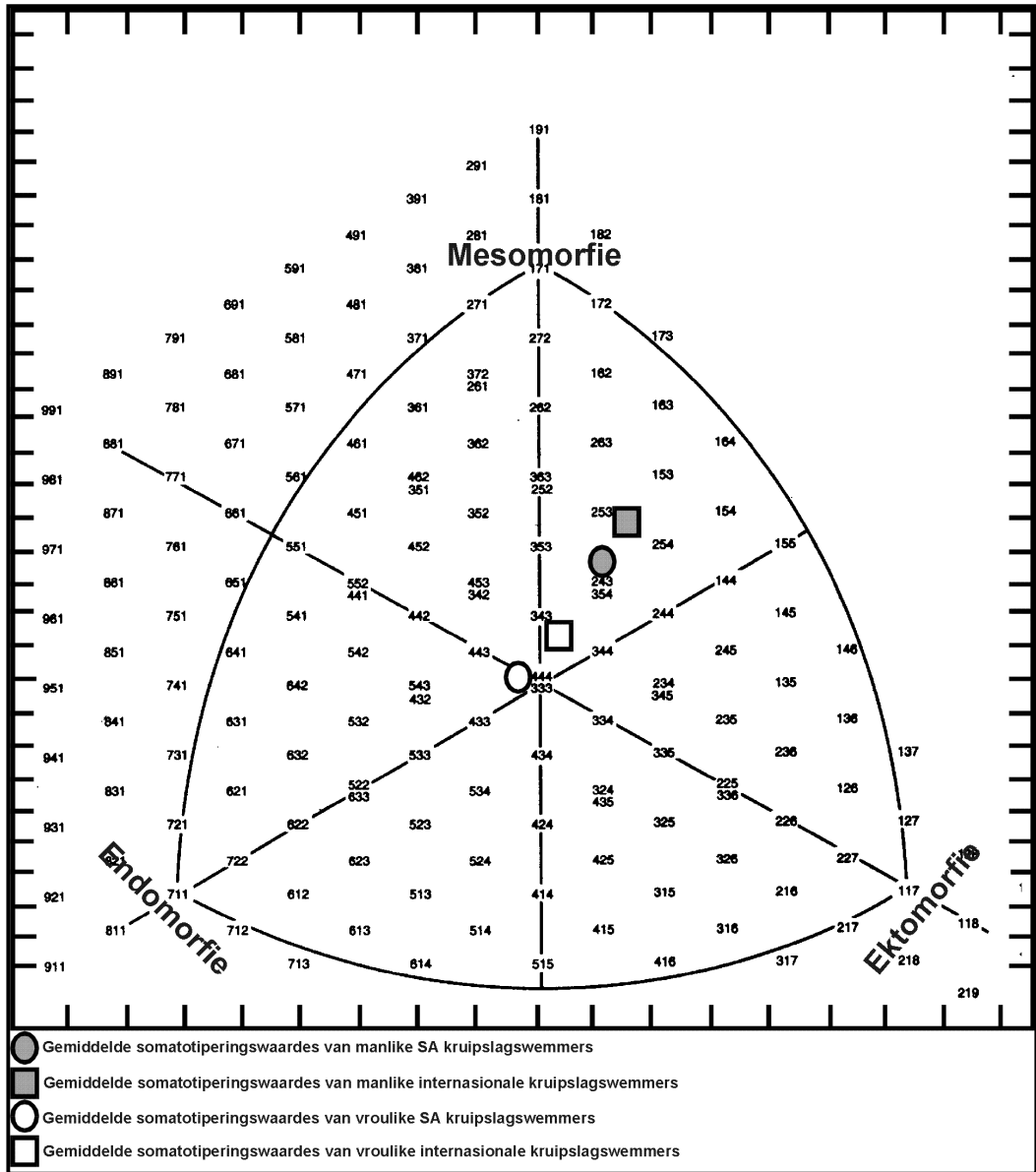
* $p < 0.05$

Die resultate toon dat die gemiddelde somatotipe vir vroulike SA-kruiseagswemmers (17.0 ± 2.4 jaar) binne die sentrale kategorie van 3.3-3.3-3.1 val. Die internasionale kruiseagswemmers (19.6 ± 2.9 jaar) val egter binne die sentrale, gebalanseerde mesomorf-somatotiperingskategorie en toon somatotiperingswaardes van 2.8-3.7-3.2. Die onafhanklike t-toets het getoon dat daar slegs 'n statisties betekenisvolle verskil ($p < 0.05$) tussen die gemiddelde endomorfe waardes van die twee groepe swemmers is. 'n Verdere analise met betrekking tot die somatotiperingswaardes, waarin die persentasieverskille van dié populasie kruiseagswemmers bepaal is, toon die volgende:



FIGUUR 2. GRAFIEK VAN DIE PERSENTASIEVERSKILLE TUSSEN DIE GEMIDDELDE SOMATOTIPERINGSWAARDES VAN VROULIKE S.A. EN INTERNASIONALE KRUIPSLAGSWEMMERS

Die vroulike SA-kruipslagswemmers toon dus dieselfde tendens as hul manlike eweknieë met betrekking tot die endomorfe komponent, wat groter is by die SA-swemmers, vergeleke met die internasionale kruipslagswemmers. Die internasionale swemmers toon weer op hulle beurt 'n groter mesomorfe waarde, terwyl ektomorfie nie veel tussen die twee groepe verskil nie.



FIGUUR 3. SOMATOKAART VAN DIE MANLIKE EN VROULIKE SUID-AFRIKAANSE KRUIPSLAGSWEMMERS SOWEL AS VAN INTERNASIONALE KRUIPSLAGSWEMMERS

Die feit dat die endomorfiewaardes van die SA-swemmers by albei geslagte groter is as dié van die internasionale swemmers, word beklemtoon deur die hoër gemiddelde vetpersentasies wat by die SA-swemmers aanwesig is, vergeleke met die internasionale swemmers. Die manlike SA-swemmers toon 'n gemiddelde vetpersentasie van 9%, teenoor die 8.3% van die

internasionale swemmers, terwyl die vroulike SA-swemmers gemiddeld 19.7% vetmassa het, teenoor die 17.2% van die internasionale swemmers.

Die mesomorfiëse waardes verskil nie betekenisvol tussen die twee groepe swemmers nie, maar is wel 'n onderskeidende faktor tussen die twee populasies. Die internasionale swemmers van albei geslagte toon groter mesomorfiëse waardes vergeleke met die SA-swemmers. Dit kan verklaar word vanweë die hoër gemiddelde spiermassapersentasies wat by die internasionale swemmers aanwesig is (57.3% by die mans en 51.1% by die vroue) teenoor die kleiner gemiddelde persentasie spiermassas wat by die SA-swemmers aanwesig is (54.7% by die mans en 48.2% by die vroue). Aangesien slegs 75% van die manlike en 72% van die vroulike SA-swemmers aangedui het dat hulle gereeld aan weerstandsprogramme deelneem, kan daar verwag word dat dié populasie se spiermassas en mesomorfiëse waardes kleiner sal wees as dié van hulle internasionale eweknieë. Ouderdom kan ook 'n rol speel in die verskille wat daar met betrekking tot die mesomorfiëse waardes gevind is. So byvoorbeeld het Wilmore en Costill (1988) deur hulle navorsing bevind dat skraalliggaamsmassa tot en met die ouderdom van 19 jaar by beide mans en vroue nog 'n toename kan toon. Die SA-swemmers toon 'n baie laer gemiddelde ouderdom (18.69 jaar by die mans en 17.0 jaar by die vroue) as die internasionale swemmers (21.3 jaar by die mans en 19.6 jaar by die vroue). Die SA-swemmers kan dus nog 'n toename wat hulle spiermassa betref, te wagte wees.

GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

Die somatotiperingsprofiel en -gradering van die groepe kruipslagswemmers sien soos volg daar uit: manlike SA-kruipslagswemmers toon 'n ektomorfiëse-mesomorf-gradering van 2.2-4.4-3.3 en dit vergelyk goed met die somatotiperingswaarde van 1.8-4.8-3.2 wat by die internasionale kruipslagswemmers gevind is. Dit is egter so dat daar 'n statisties betekenisvolle verskil ($p < 0.01$) tussen die endomorfië van die twee groepe is.

Vroulike SA-kruipslagswemmers val binne die sentrale kategorie met betrekking tot hulle somatotiperingsgradering (3.3-3.3-3.1), maar nie in die sentrale, gebalanseerde mesomorfgradering soos wat dit by die internasionale kruipslagswemmers die geval is nie. Die vroulike SA-kruipslagswemmers se somatotiperingsprofiel vergelyk dus nie goed met dié van die internasionale kruipslagswemmers nie.

Die volgende aanbevelings vir verdere studies wat in dié verband beplan word, kan gemaak word op grond van die leemtes wat deur hierdie studie geïdentifiseer is:

- ◇ Daar was 'n groot leemte in die ondersoek in dié opsig dat die SA kruipslagpopulasie te klein was. Dit is veral meegebring deur die onkundigheid van swemmers, afrigters en swemadministrateurs met betrekking tot die waarde van liggaamsamestelling-bepalings in die wetenskaplike begeleiding van swemmers. 'n Groter proefgroep sal verseker dat uitskieters nie so 'n groot rol in die bepaling van die resultate speel nie en sal meer verteenwoordigend van die elite-kruipslagpopulasie wees.
- ◇ Dit sal sinvol wees om soortgelyke studies uit te voer op swemmers wat in ander swemslae spesialiseer.

- ◇ Resultate wat uit die ondersoek verkry is, moet aangewend word om swemmers te lei ten opsigte van hul keuse van swemitems asook om hul liggaamsbou sodanig te ontwikkel dat optimale swemprestasies bereik kan word.

SUMMARY

Somatotype profiles of male and female South African crawl swimmers

The relationship between the morphology and sports performance of athletes is a prominent research field that has already yielded a lot of research results. Somatotyping is one of the methods used to appraise body shape and composition (morphology) and gives a quantitative summary of the physique as a unified whole. Participants of various levels of a particular sport exhibit similar patterns of body size and somatotype, and these patterns tend to converge as levels of performance increase. According to literature the importance of somatotype evaluations of swimmers cannot be over-emphasised, because of the fact that it is related to swimmers' strength, endurance and flexibility.

According to most of the literature that was studied, successful male crawl swimmers' somatotype falls into the ectomorphic mesomorph category with a value of 3-5-3, whereas successful female crawl swimmers are somatotyped differently. They fall into the central, balanced mesomorph category with a value of 3-4-3, with a higher number of swimmers that are more ectomorphic than endomorphic. The somatotype profiles of female swimmers from Africa (including South African swimmers) differ from those of international swimmers and fall into the central balanced somatotype category (3.5-3.8-2.8). A survey of available literature revealed that no data on the somatotype profiles of top senior South African (SA) swimmers exist.

Thus the aim of this study was firstly to determine the somatotype profiles of 16 SA male (\bar{X} = 18.96 ± 3.28 years) and 10 SA female swimmers (\bar{X} = 17.00 ± 2.34 years) who finished in the 10 top positions in the different crawl stroke events at the South African Swimming Championships of 2001. The second aim of the study was to compare the somatotype profiles of the SA swimmers with the profiles of 91 male (\bar{X} = 21.30 ± 3.01 years) and 64 female crawl swimmers (\bar{X} = 19.6 ± 2.9 years) who participated in the 1991 FINA World Championships of Swimming (Carter *et al.*, 1994).

The somatotype profiles of the swimmers were determined by making use of the Heath-Carter anthropometric somatotype method. The descriptive statistics were calculated (Statistica 1999, StatSoft) after which an independent t-test was used to determine the somatotype differences between the two groups of swimmers. Percentage differences between the separate somatotype components of each gender group were also calculated.

The results showed that the male SA crawl swimmers had an average somatotype value of 2.2 ± 0.6-4.4 ± 0.9-3.3 ± 1.0, compared with the international swimmers, who had an average value of 1.8 ± 0.4-4.8 ± 0.9-3.2 ± 0.8. Endomorphy was the only variable that differed significantly ($p < 0.01$) between the two groups of male swimmers. The SA male swimmers obtained 18.18% higher endomorph, 8.30% lower mesomorph and 3.03% higher ectomorph average values, compared with the international swimmers.

The average somatotypes were 3.3 ± 0.7 - 3.3 ± 0.9 - 3.1 ± 1.1 and 2.8 ± 0.7 - 3.7 ± 0.9 - 3.2 ± 0.9 for the SA and international female crawl swimmers respectively. Analysis of the separate components showed that the SA swimmers were significantly higher ($p<0.05$) in endomorphy than the international swimmers. The percentage differences between the somatotype components of the SA and international swimmers showed that the SA swimmers had 15.15% higher endomorph, 10.81% lower mesomorph and 3.13% lower ectomorph values.

The international swimmers of both genders had greater mesomorph and smaller endomorph values compared with the SA swimmers. There are a few reasons that account for the differences in somatotype values. Only 75% of the SA male and 72% of the female swimmers indicated that they participated in regular resistance training programs, which could also explain the lower mesomorph (muscularity) values compared to those of the international swimmers. Age could also play a role in the mesomorph differences that were observed. Research results show that fat-free body mass (FFM) increases until the age of 19 in both genders, especially in the case of males, whose FFM does not peak until 18 to 20 years of age. The average ages of the SA male and female swimmers are substantially lower (18.69 and 17 years respectively) than those of the international swimmers (21.3 and 19.6 years).

The conclusion that can be drawn is that SA senior male crawl swimmers fall into the ectomorphic mesomorph somatotype category, which is exactly the same as the somatotype category of their international peers. The SA female crawl swimmers have a central somatotype, which differs from the international swimmers, who fall into the balanced mesomorph somatotype category. More comprehensive and multi-stroke studies need to be conducted to identify relevant somatotype profiles for each stroke and stroke distance event.

VERWYSINGS

- BURRELL, E. & THIART, B.F. (1982). Anthropometric and physiological characteristics of top class competitive swimmers. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 5(2): 57-67.
- CARTER, J.E.L. (1970). The somatotypes of athletes: A review. *Human Biology*, 42(4): 535-569.
- CARTER, J.E.L. (1984). Somatotypes of Olympic athletes from 1948 to 1976. In Carter, J.E.L. (Ed.), *Physical structure of Olympic athletes* (80-109). Part II. *Kinanthropometry of Olympic athletes*. Basel: S Karger.
- CARTER, J.E.L. (1996). Somatotyping. In Norton, K.L. & Olds, T.S. (Eds.), *Anthropometrica: A textbook of body measurement for sports and health courses* (148-170). Marrickville, NSW: Southwood Press.
- CARTER, J.E.L. & MARFELL-JONES, M.J. (1994). Somatotypes. In Carter, J.E.L.; Ackland, T.R.; Mazza, J.C. & Ross, W.D. (Eds.), *Kinanthropometry in aquatic sports*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- CARTER, J.E.L.; ACKLAND, T.R.; MAZZA, J.C. & ROSS, W.D. (Eds.). (1994). *Kinanthropometry in aquatic sports: A study of world class athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- DE RIDDER, J.H.; MONYEKI, K.D.; AMUSA, L.O.; TORIOLA, A.L.; WEKESA, M. & CARTER, J.E.L. (2000). Kinanthropometry in African sports: Somatotypes of female African athletes. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, 6(1): 1-15, April.
- GUALDI-RUSSO, E. & GRAZIANI, I. (1993). Anthropometric somatotype of Italian sport participants. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(3): 282-291, September.

- GRIMSTON, S.K. & HAY, J.G. (1986). Relationship among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(1): 60-68.
- HEBBELINCK, M.; CARTER, J.E.L. & DE GARAY, A.L. (1975). Body build and somatotype of Olympic swimmers, divers and waterpolo players. In Lewillie, L. & Clarys, J.P. (Eds.), *Swimming II* (285-305). Baltimore, MD: University Park Press.
- MICROSOFT CORPORATION (1999). *Statistica*. Tulsa, OK: Statsoft.
- NORTON, K.I.; OLDS, T.S.; OLIVE, S.C. & CRAIG, N.P. (1996). Anthropometry and sports performance. In Norton, K.L. & Olds, T.S. (Eds.), *Anthropometrica: A textbook of body measurement for sports and health courses* (287-352). Marrickville, NSW: Southwood Press.
- NORTON, K.I.; WHITTINGHAM, N.; CARTER, L.; KERR, D.; GORE, G. & MARFELL-JONES, M. (1996). Measurement techniques in anthropometry. In Norton, K.L. & Olds, T.S. (Eds.), *Anthropometrica: A textbook of body measurement for sports and health courses* (25-73). Marrickville, NSW: Southwood Press.
- SIDERS, W.A.; LUKASKI, H.C. & BOLONCHUK, W.W. (1993). Relationships among swimming performance, body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(2): 166-171.
- SPRAGUE, H.A. (1976). Relationship of certain physical measurements to swimming speed. *Research Quarterly*, 47(7): 810-814.
- THORLAND, W.G.; JOHNSON, G.O.; HOUSH, T.J. & REFSELL, M.J. (1983). Anthropometric characteristics of elite adolescent competitive swimmers. *Human Biology*, 55(4): 735-748, December.
- VERVAECKE, H. & PERSYN, U. (1981). Some differences between men and woman in various factors which determine swimming performance. In Borms, J.; Hebbelinck, M. & Venerando, A. (Eds.), *The female athlete* (150-156). Basel: S Kerger.
- WILMORE, J.H. & COSTILL, D.L. (1988). *Training for sport and activity: The physiological basis of the conditioning process* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.