

DIE RELATIEWE LIGGAAMSGROOTTES VAN ADOLESSENTE EN VOLWASSE SUID-AFRIKAANSE RUGBYSPELERS

Cilas J. WILDERS & J. Hans DE RIDDER

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

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine whether there is a morphological correlation between rugby players from different age groups and different playing positions when compared proportionally with each other. A total of 369 provincial high school players of an average age of 18.1 years, and 349 adult provincial players of an average age of 24.8 years were used as subjects for the study. Twenty-three kinanthropometric variables were used in the comparison. The two groups were compared to one another in a proportional manner, by using the so-called "phantom figure". The results of the experiment indicate that the players still differ proportionally, even if they were in the same playing position and in spite of the compensation made for growth and age differences. Morphological models that are applicable to the adult players cannot be made applicable to adolescents in the same playing positions.

Key words: Kinanthropometry; Rugby; Relative body size; Proportionality, Morphology.

INLEIDING

Rugbyvoetbal word tans in meer as 'n honderd lande wêreldwyd gespeel en beklee die sesde plek op die lys van sportsoorte wat die meeste in die wêreld beoefen word (Rhys, 1992:6). Aansluitend by bogenoemde beweer Rhys (1992:6) dat rugbyvoetbal die sportsoort is wat die vinnigste groei, wat spelende lande betref, in die wêreld en dat die sport beoefen word van Andorra tot in Zimbabwe. Gesien in die lig van bogenoemde, is dit dus belangrik dat rugby en sy deelnemers deeglik nagevors word ten einde antwoorde te verskaf aan afrigters en sportwetenskaplikes by die begeleiding, ondersteuning en afrigting van rugbyspelers.

Die belangrikheid van navorsing wat die morfologiese karaktertrekke van rugbyspelers ondersoek, word deur verskeie navorsers beklemtoon en ondersteun (Lübbert *et al.*, 1984; Bolonchuk & Lukaski, 1987; De Ridder, 1993; Bell, 1995). Quarrie *et al.* (1995:263) beweer dat die uniekheid van die spel rugby veral met betrekking tot bepaalde posisies, meebring dat die morfologiese aspek 'n hoë prioriteit geniet by afrigters en keurders by die kies van spelers. Volgens Bell (1995) en Lübbert *et al.* (1984:90) is bevind dat suksesvolle rugbyspelers posisie-spesifieke morfologiese kenmerke toon. Aansluitend hierby beweer Gleim (1984:191) dat morfologiese modelle gebruik kan word om met 'n groot mate van akkuraatheid 'n rugbyspeler se posisie te bepaal.

PROBLEEMSTELLING

Hoewel daar navorsers is wat die voorkoms van morfologiese eiesoortigheid by elite jeugsportlui aantoon, is daar volgens De Ridder (1993:3) nog baie min morfologiese navorsing op elite jeugrugbyspelers gedoen. As in ag geneem word dat jeugrugbyspelers die fondament vorm waarop volwasse rugby gebou moet word, is navorsing oor morfologiese karaktertrekke van hierdie jeugsportlui 'n aspek wat nie verwaarloos mag word nie. Volgens De Ridder (1993:5-6) kan navorsing op jeugrugbyspelers veral lig werp op vrae soos:

- Kom die morfologiese verskille of ooreenkomste wat by volwasse rugbyspelers in die verskillende spelposisies aangetref word, ook by jeugrugbyspelers voor?
- Is jeugrugbyspelers posisionele ewebeelde van hul volwasse eweknieë?
- Kan "morfologiese modelle" wat as norm vir volwasse rugbyspelers gebruik word, direk op jeugrugbyspelers geïmplementeer word?

Om 'n vergelyking tussen verskillende groepe op grond van absolute kinantropometriese waardes te tref, sal 'n skewe beeld tot gevolg hê. Die rede hiervoor is dat daar nie vir groei- en ouderdomsverskille voorsiening gemaak word nie. Laasgenoemde probleem kan egter oorkom word deur van relatiewe liggaamsgroottes of proporsionaliteit (Van der Walt *et al.*, 1986:230) gebruik te maak. De Ridder (1993:291) is van mening dat meer aandag aan die kinantropometriese vergelyking van rugbyspelers ten opsigte van mekaar gegee sal moet word en in meer onlangse navorsing het Quarrie *et al.* (1996:53) hierdie leemte duidelik uitgewys. Die vraag wat met hierdie navorsing beantwoord wil word, is of spelers van verskillende ouderdomsgroepe werklike posisionele ewebeelde van mekaar is wanneer hulle met behulp van proporsieprofiel vergelyk word. Verder kan die vraag gevra word of morfologiese modelle wat vir volwasse spelers gebruik word, direk op adolessente spelers van toepassing gemaak kan word.

METODE VAN ONDERSOEK

Die rugbyspelers wat in hierdie studie gebruik is, het eerstens bestaan uit adolessente seuns wat aan die nasionale Danie Craven Rugbyweek vir skole deelgeneem het wat vanaf 3 Julie 1989 tot 7 Julie 1989 in Johannesburg plaasgevind het. 'n Totaal van 369 adolessente seuns met 'n gemiddelde ouderdom van 18.1 jaar ($s=0.68$) is gemeet. Die tweede groep rugbyspelers het bestaan uit volwasse spelers wat gemeet is tydens die Nasionale Weermag Rugbyweek wat plaasgevind het in Pretoria gedurende Julie 1995. Die proefgroep het uit 349 volwassenes met 'n gemiddelde ouderdom van 24.8 jaar ($s=4.31$) bestaan. Die *metingsprotokol* wat vir die studie gebruik is, is die internasionale gestandaardiseerde protokol wat tans deur die "International Society for the Advancement of Kinanthropometry" onderskryf word (Carter & Ackland, 1994).

Die data van 10 verskillende speelposisies is afsonderlik gerapporteer vir liggaamsmassa, deursnee, omtrek en velvoumates. Die spelers is ingedeel in speelposisies na aanleiding van indelings soos in vorige studies (Van der Walt & Oosthuizen, 1980; De Ridder, 1993). Die universele metaforiese model van Ross en Wilson is gebruik om die proporsieprofiel te bereken (Ross & Marfell-Jones, 1991:255). Op grond van die sogenaamde skimfiguur word daar voorsiening gemaak vir groeiverskille deur alle persone met behulp van die berekening van zwaarde ewe lank (170.18cm) te maak. 'n Positiewe z-waarde sal impliseer dat die

individu groter as die skimfiguur se gegewe veranderlike is, terwyl 'n negatiewe waarde die teenoorgestelde sal impliseer (Ross *et al.*, 1981:76). Bogenoemde berekening is gedoen met behulp van die Statistical Analysis System aan die Potchefstroomse Universiteit vir CHO, beter bekend as SAS (Helwig, 1983:2).

RESULTATE

Omtrekmates

In die algemeen vertoon die Suid-Afrikaanse adolessente - en volwasse rugbyspelers groter omtrekmates as die gemiddelde man wat deur die skimfiguur verteenwoordig word (vergelyk Figure 1.1-1.10). Dit kan toegeskryf word aan die feit dat die spel rugby 'n kontakspel is wat groot fisieke eise aan die spelers stel. Gevolglik bring laasgenoemde mee dat aspekte soos spier- en beenmassa beter ontwikkel is, as die van die gemiddelde man. Sodanige ontwikkeling stel spelers instaat om aan te pas by die eise van die spel. Dit blyk dan ook duidelik uit die feit dat adolessente en volwasse rugbyvoorspelers, veral die vaste voorspelers (voorrye, hakers en slotte), groter waardes as die agterspelers vertoon. Die omtrekmates (wat hoofsaaklik op spier- en beenmassa dui) van die adolessente rugbyspelers vertoon deurgaans groter as die volwasse rugbyspelers s'n. Die enigste uitsondering ten opsigte van laasgenoemde is die gespanne bo-arm-, kuit-, abdomen- en dyomtrekke van die volwasse rugbyspelers wat betekenisvol verskil ($p \leq 0.05$) van die adolessente rugbyspelers (vergelyk Tabel 1).

TABEL 1. 'N SAMEVATTING VAN PROEFPERSONE SE OMTREKMATES MET BETREKKING TOT HUL PROPORSIEPROFIELE

	Speelposisie									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Boarm gespanne	_>	_>	_>	_>	_>	* > a	_>	_>	_>	* > a
Boarm ontspanne	_>	_>	_>	_>	_>	_>	_>	_>	_>	_>
Voorarm	* > a	_>	_>	* > a	_>	_>	_>	_>	* > a	_>
Pols	* > a	* > a	** > a	* > a	>	* > a	>	* > a	* > a	* > a
Bors	_>	_>	_>	-	_>	_>	_>	_>	_>	_>
Abdomen	_>	_>	_>	-	_>	-	-	-	-	-
Dy	_>	_>	_>	_>	_>	_>	_>	_>	_>	_>
Kuit	_>	_>	_>	_>	_>	_>	_>	_>	_>	_>
Enkel	_>	* > a	_>	* > a	_>	* > a	_>	_>	* a	_>

_ Geen betekenisvolle verskil

*Adolessente is betekenisvol groter as volwassenes

**Volwassenes is betekenisvol groter as adolessente

> Veranderlike is groter as die skimfiguur

a = $p \leq 0.05$

1=Voorry

2=Haker

3=Slot

4=Flank

5=Agsteman

6=Skrumskakel

7=Losskakel

8=Sender

9=Vleuel

10=Heelagter

Velvوماتes

Interessant genoeg is die feit dat daar slegs met betrekking tot die kuit- (vleuels) en trisepsvelvوماتe (heelagters en slotte) betekenisvolle verskille tussen die volwasse- en adolessente rugbyspelers voorkom ($p \leq 0.05$) (vergelyk Tabel 2). Die volwasse rugbyspelers se gemiddelde z -waardes vertoon deurgaans groter met betrekking tot die voorspelers, terwyl die adolessente rugbyspelers in sekere opsigte wat betref die agterspelers, groter vertoon. Die feit dat slegs die voorrye en hakkers se gemiddelde waardes groter is as die gemiddelde skimfiguur, bevestig die gevolgtrekking uit vorige navorsing dat 'n groter persentasie liggaamsvet as 'n buffer in die kontaksituasie dien (Quarrie *et al.*, 1995:263). Dit is duidelik dat die ouer, volwasse spelers, oor groter velvوماتes beskik, wat 'n aanduiding is van meer onderhuidse vet. Alhoewel daar tog 'n sekere patroon gevolg word met betrekking tot die gemiddelde z -waardes, kan die profiele van volwasse rugbyspelers, wat velvوماتes betref, nie direk op adolessente rugbyspelers van toepassing gemaak word nie.

TABEL 2. 'N SAMEVATTING VAN PROEFPERSONE SE VELVOMATES MET BETREKKING TOT HUL PROPORSIEPROFIELE

	Speelposisie									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Triseps	_>	-	**>a	-	-	-	-	-	-	*>a
Biseps	_>	_>	-	-	-	-	-	-	-	-
Subskap	_>	_>	-	-	-	-	-	-	-	-
Supraspin	_>	_>	-	-	-	-	-	-	-	-
Abdomen	_>	_>	-	-	-	-	-	-	-	-
Bobeen	_>	_>	_>	-	_>	-	-	-	-	-
Kuit	_>	-	-	-	-	-	-	-	**>a	-

_ Geen betekenisvolle verskil

*Adolessente is betekenisvol groter as volwassenes

**Volwassenes is betekenisvol groter as adolessente

> Veranderlike is groter as die skimfiguur

a = $p \leq 0.05$

1=Voorry

2=Haker

3=Slot

4=Flank

5=Agsteman

6=Skrumkakel

7=Loskakel

8=Senter

9=Vleuel

10=Heelagter

Deursneemates en liggaamsmassa

Aangesien deursneemates 'n aanduiding van skeletgroottes is, is dit by hierdie veranderlikes waar die mees betekenisvolle verskille tussen adolessente en volwasse rugbyspelers gevind is. Die ouer volwasse rugbyspelers vertoon deurgaans, met uitsondering van die borsdeursnee, betekenisvol groter ($p \leq 0.05$) as die adolessente rugbyspelers (Tabel 3). Laasgenoemde is 'n direkte bevestiging van die feit dat adolessente spelers nog in 'n groeifase is. Dit wil voorkom of die verskille tussen die volwasse en adolessente voorspelers groter is as wat die geval is by agterspelers. Die feit dat al die skeletgroottes deurgaans groter is as die skimfiguur, wys heen na die feit dat Suid-Afrikaanse rugbyspelers groter is as die gemiddelde man.

TABEL 3. 'N SAMEVATTING VAN PROEFPERSONE SE DEURSNEMATES EN LIGGAAMSMASSA MET BETREKKING TOT HUL PROPORSIEPROFIELE

	Speelposisie									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Biakromiaal	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a
Humeris	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a
Femur	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a	* > a
Bors	_ >	_ >	_ >	_ >	_ >	_ >	_ >	_ >	_ >	_ >
Liggaamsmassa	_ >	_ >	_ >	_ >	_ >	_ >	_ >	_ >	_ >	_ >

_ Geen betekenisvolle verskil

* Adolescente is betekenisvol groter as volwassenes

** Volwassenes is betekenisvol groter as adolessente

> Veranderlike is groter as die skimfiguur

a = $p \leq 0.05$

1=Voorry

2=Haker

3=Slot

4=Flank

5=Agsteman

6=Skrumkakel

7=Losskakel

8=Senter

9=Vleuel

10=Heelagter

Aangesien toename in ouderdom ook 'n toename in onderhuidse vet teweegbring, kan dit algemeen verwag word dat die ouer volwasse rugbyspelers oor meer onderhuidse vet sal beskik. Saam met die skeletgroottes sou verwag word dat die volwasse spelers oor groter liggaamsmassas beskik. Afgesien van laasgenoemde het daar geen betekenisvolle verskille ten opsigte van die adolessente en volwasse rugbyspelers voorgekom nie.

BESPREKING

Uit die resultate toon die proporsieprofiel van die omtrekmates in die voorrye (Figuur 1.1), hakkers (Figuur 1.2), skrumkakels (Figuur 1.6) en losskakels (Figuur 1.7), 'n tipiese grafiese patroon wat die gemiddelde z-waardes betref (vergelyk lyn wat gemiddelde z-waardes verbind). Dit lyk egter of die spesialisposisies soos hakkers, voorrye, skrumkakels, losskakels en heelagters, meer eiesoortig tot mekaar is.

Ten opsigte van die velvoumtes, vertoon proporsieprofiel, met uitsondering van drie gevalle (slotte-trisepsvelvou, heelagters-trisepsvelvou, vleuels-kuitvelvou), geen betekenisvolle verskille tussen die adolessente en volwasse rugbyspelers nie. Sover die proporsieprofiel van deursneemates (Figure 3.1-3.10) betref, toon die lyn wat die gemiddelde z-waardes verbind, 'n soort eweredige verspreiding soos byvoorbeeld in die geval van die voorrye (Figuur 3.1), hakkers (Figuur 3.2) en losskakels (Figuur 3.6), waar beide groepe dieselfde neiging vertoon. Geen betekenisvolle verskille ten opsigte van borsdeursnee en liggaamsmassa is gevind nie. Die gevolgtrekking wat gemaak kan word, is dat die volwasse rugbyspelers wat reeds volgroeid is, oor groter liggaamsmassa en groter velvoumtes beskik.

Hoewel baie van die verskille wat as gevolg van die groeifaktor tussen adolessente en volwasse rugbyspelers voorkom, verdwyn wanneer hierdie groepe proporsioneel met mekaar

vergelyk word, kan daar nie ten volle vir die groeiverskille gekompenseer word nie. Deursneemates, soos reeds genoem, verteenwoordig skeletgroottes en dit het duidelik aan die lig gekom dat volwasse rugbyspelers betekenisvol groter as adolessente rugbyspelers is in al die speelposisies (Figure 3.1-3.10) ten opsigte van die biakromiale, humerus- en femurdeursneemates. Laasgenoemde is 'n duidelike aanduiding dat adolessente nog in 'n groeifase verkeer. Navorsing (De Ridder, 1993) het egter gewys dat daarteen gewaak moet word om morfologiese modelle van volwasse spelers direk op adolessente spelers toe te pas, aangesien adolessente in die verskillende speelposisies nie in alle opsigte posisionele ewebeelde van volwasse spelers word wanneer vir groeiverskille voorsiening gemaak word nie. Dit benadruk die feit dat elke ouderdomsfase of groep oor afsonderlike morfologiese norme moet beskik.

GEVOLGTREKKING

Wat die toekoms betref, sal dit van groot waarde wees indien elke ouderdomsgroep in rugby van 'n regressiemodel voorsien kan word wat saamgestel is vir die behoefte van die spesifieke speelposisie. Dit sal afrigters se taak aansienlik vergemaklik om die regte besluite te neem ten opsigte van posisionele toewysings en of verskuiwings.

Ander faktore soos ondermeer balvaardighede, motoriese vermoëns, hand-oog-koördinasie wat 'n belangrike rol speel in die sukses van sportdeelname, sal ook in berekening gebring moet word ten einde die mees akkurate en korrekte voorspellings te maak. Om die praktiese gebruikswaarde van navorsing van hierdie aard te verhoog, sal van 'n meervoudige regressiemodel gebruik gemaak moet word wat nie net morfologiese parameters insluit nie, maar ook ander faktore soos fisiologiese, motoriese en psigologiese vaardighede in ag neem. So 'n regressiemodel sal die belangrikste parameters uitwys wat afrigters moet gebruik ten einde korrekte toewysings of verskuiwings ten opsigte van speelposisies te maak.

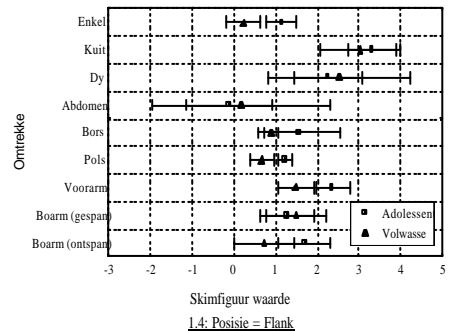
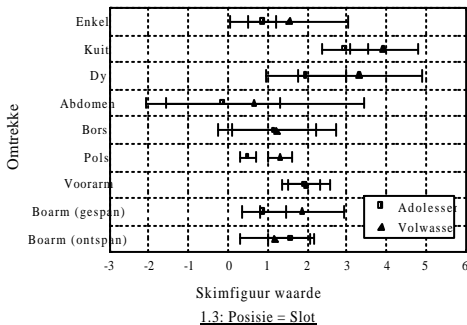
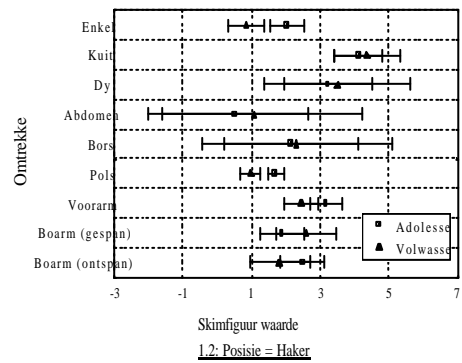
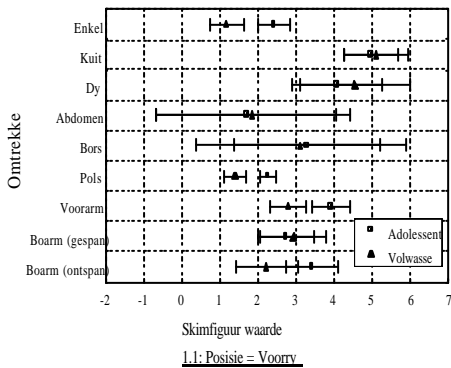
Verskillende dissiplines soos sportielkundiges en sportwetenskaplikes sal moet saamwerk ten einde 'n holistiese benadering te volg by die identifisering en ontwikkeling van maksimale potensiaal. Op die manier sal antwoorde gebied kan word aan afrigters en sportwetenskaplikes wat nie net die spel tot voordeel sal strek nie, maar ook aan die wetenskap 'n praktiese betekenisvolheid sal gee.

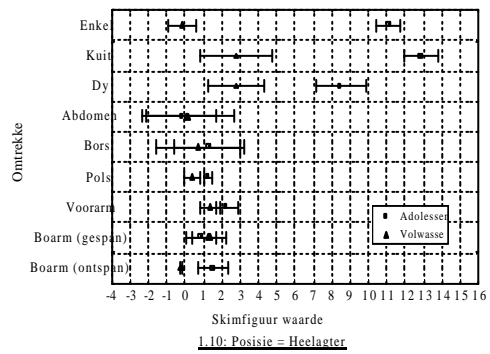
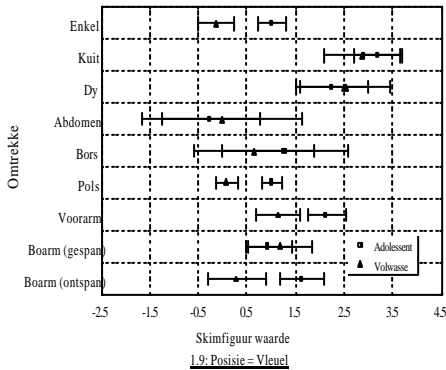
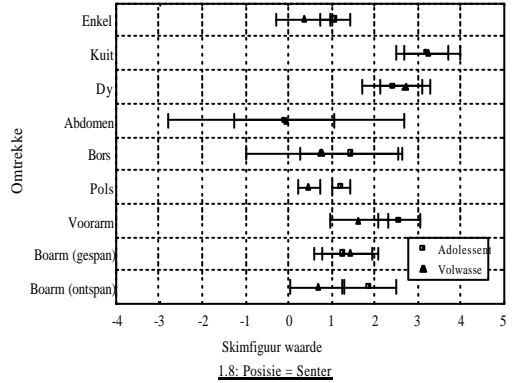
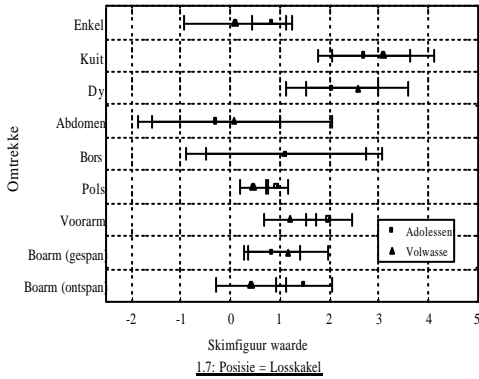
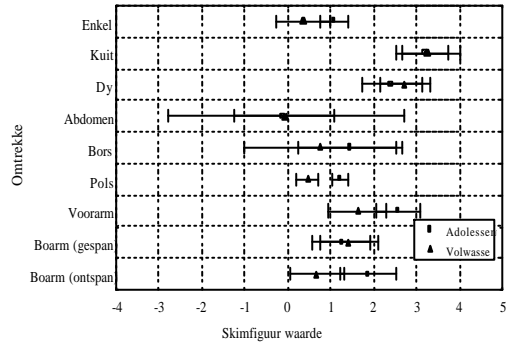
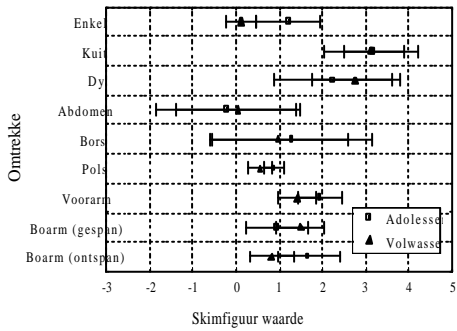
SUMMARY

Relative body size of adolescent and adult South African rugby players

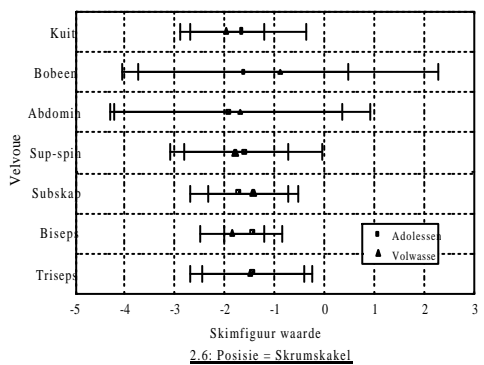
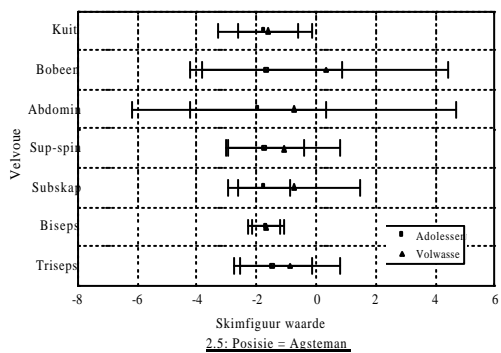
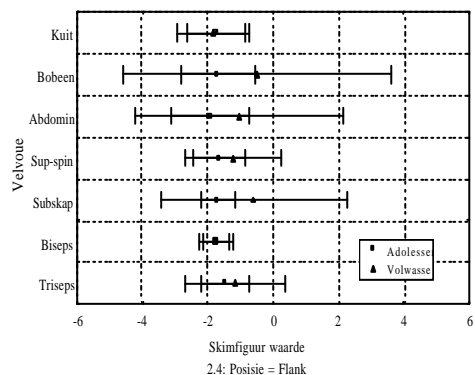
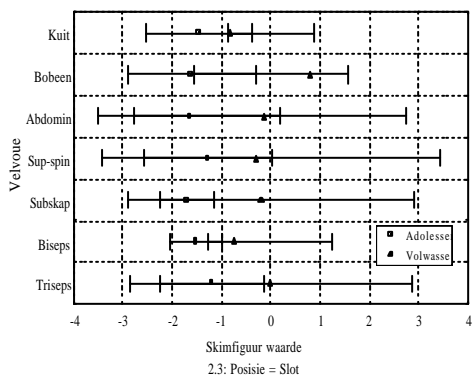
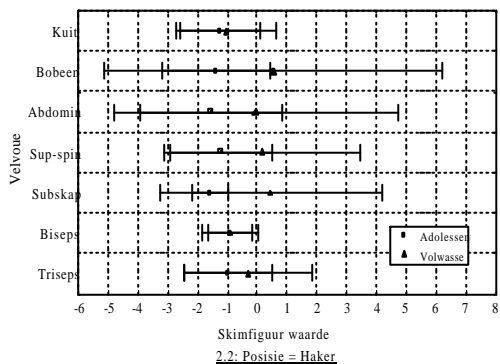
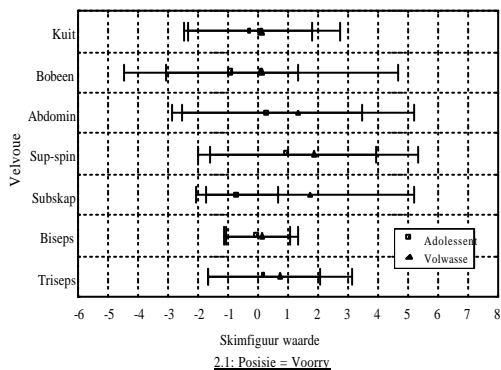
Nowadays there is a great emphasis on the correct morphology of rugby players by the selectors and coaches. The New Zealand Rugby Football Union went so far as to state in their "Coaches Manual" that "players with ectomorphic physiques should not be placed in the front row positions." This is a further indication of the importance of physique and body size that makes rugby football a unique sport (Quarrie *et al.*, 1996:53-55). De Ridder (1993:291) and Houtkoper (1996:146) place definite emphasis on the fact that more attention should be given to the comparison of rugby players as far as their physiques and difference in playing positions are concerned. The problem originating in this way of thought, is the question whether or not adolescent rugby players can be selected on the same criteria and whether the physical models of adults can be also applicable to adolescents. By using proportional

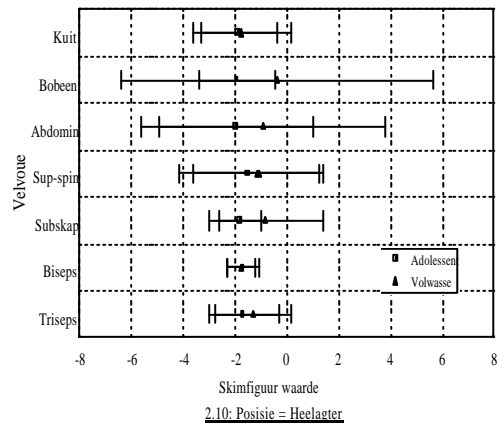
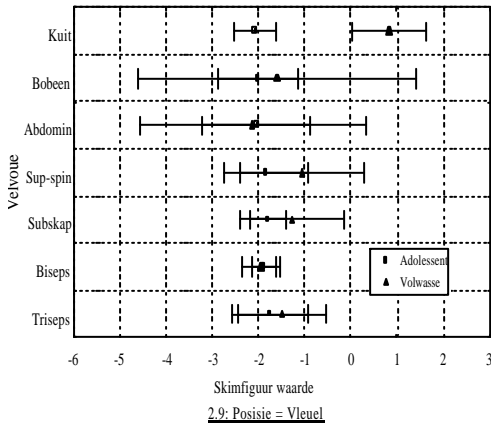
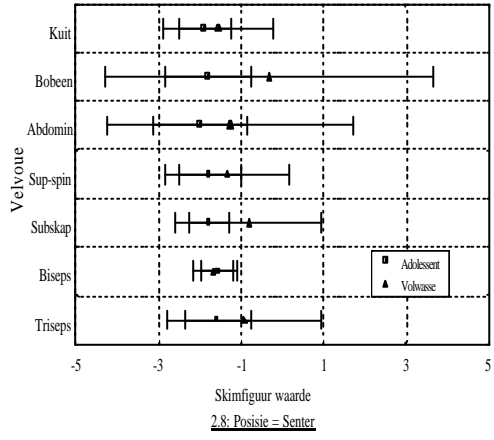
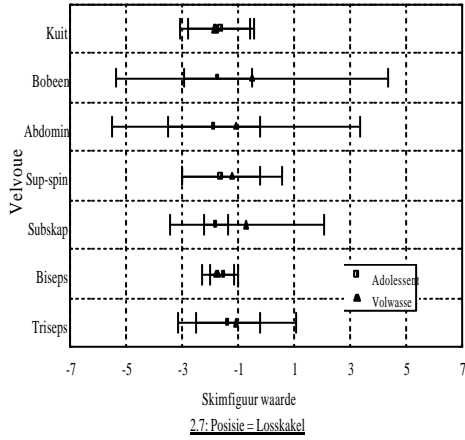
measurements one can predict which players from different age groups will be counterparts of each other in future. The aim of this study has been to determine whether there is a relation between the morphology of adolescent- and adult rugby players in different playing positions when being compared proportionally with each other. A total of 369 provincial high school players of an average age of 18.1 years, and 349 adult provincial players of an average age of 24.8 years were used as subjects for the study. A total of nine kinanthropometric variables were used in the comparison namely: Body weight, triceps' skinfold, subscapular skinfold, supraspinal skinfold, medial calf skinfold, front thigh skinfold, arm girth flexed, calf girth, humerus width, femur width. All kinanthropometric measurements were taken according to the International Work group on Kinanthropometry (IWGK) protocols (De Ridder, 1993:106.) Statistical analysis was done by using the Statistical Analysis System (SAS) (Helwig, 1983:2.) The two groups were compared to each other in a proportional manner, by using the so-called "Phantom figure." The results of the experiment indicate that even by making proportional adjustments, players of different age groups cannot be proportional counterparts of each other, because of the morphological differences that still exists between the different age groups. The players still differ proportionally, even if they are in the same playing position and in spite of the compensation made for growth and age differences. It is important that adolescent rugby players must be provided with their own morphological models, which would have to be copied by using lines of regression to the different age groups.



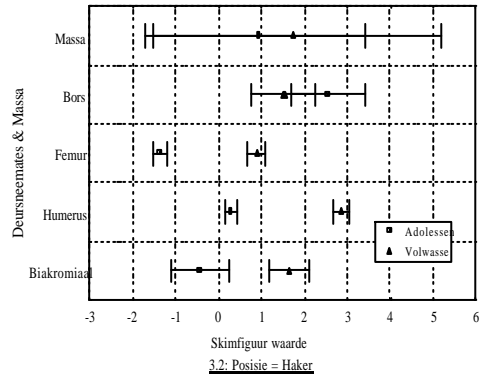
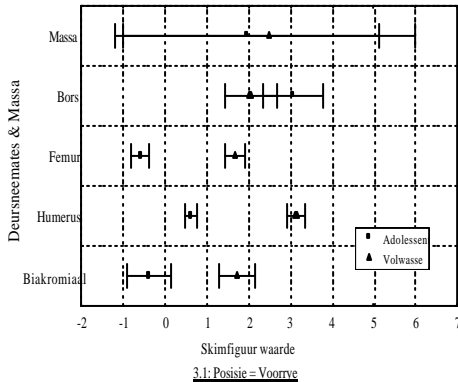


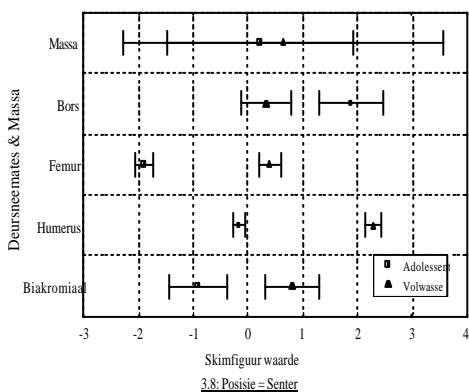
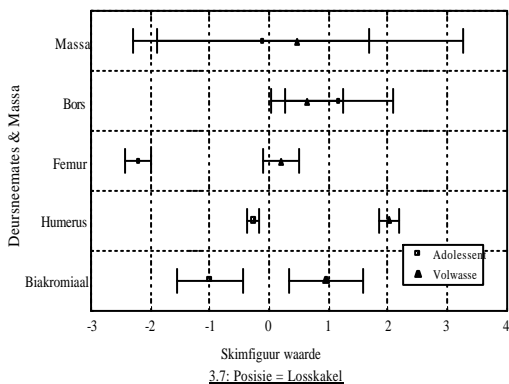
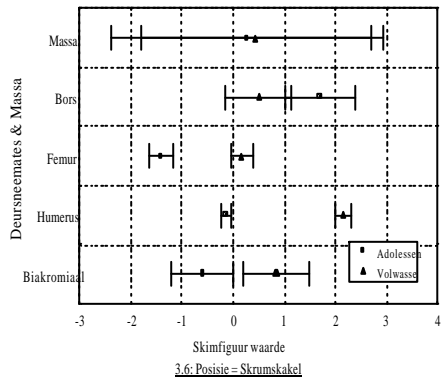
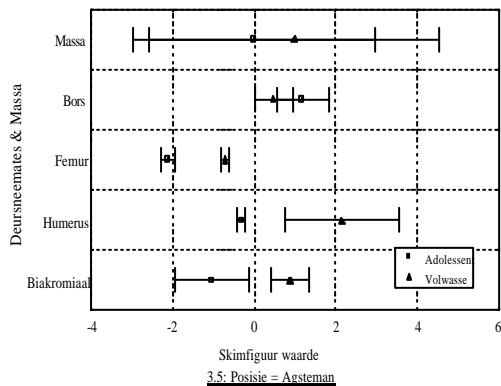
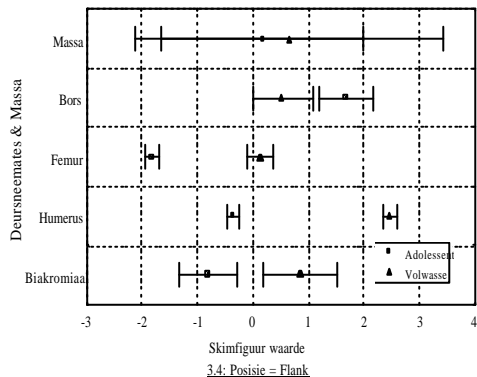
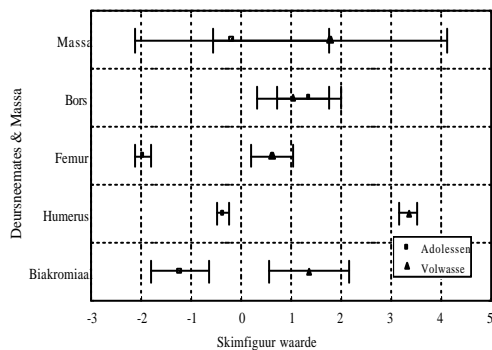
FIGUUR 1. PROPORSIEPROFIELE VAN DIE Z-WAARDES VIR DIE OMTREKMATES VAN VOLWASSE – EN ADOLESSENTE RUGBYSPELERS

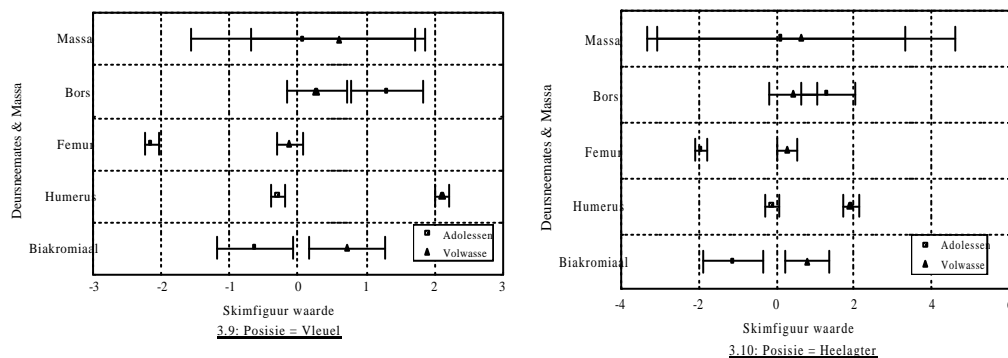




FIGUUR 2. PROPORSIEPROFIELE VAN DIE Z-WAARDES VIR DIE VELVOUE VAN VOLWASSE – EN ADOLESSENTE RUGBYSPELERS







FIGUUR 3. PROPORSIEPROFIELE VAN DIE Z-WAARDES VIR DIE DEURSNEMATES EN LIGGAAMSMASSA (MASSA) VAN VOLWASSE – EN ADOLESSENTE RUGBYSPELERS

VERWYSINGS

- BELL, W. (1995). The estimation of body density in rugby union football players. *British Journal of Sports Medicine*, 29(1):46-51.
- BOLONCHUK, W.W. & LUKASKI, H.C. (1987). Changes in somatotype and body composition of college football players over a season. *Journal of Sports Medicine*, 27: 247-252.
- CARTER, J.E.L. & ACKLAND, T.R. (1994). Kinanthropometry in aquatic sports: A study of world class athletes. Champaign, IL: Human Kinetics.
- DE RIDDER, J.H. (1993). 'n Morfologiese profiel van junior en senior Cravenweek-rugbyspelers. Ongepubliseerde Ph.D.-proefskrif. Potchefstroom: PU vir CHO.
- GLEIM, G.W. (1984). The profiling of professional football players. *Clinics in Sports Medicine*, 3(1): 185-197.
- HELWIG, J.T. (Ed.) (1983). *SAS introductory guide* (Rev.ed.). Cary, NC: SAS Institute.
- HOUTKOOPER, L.B. (1996). Assessment of body composition in youths and relationship to sport. *International Journal of Sport Nutrition*, 6:146-164.
- LÜBBERT, G.H.; VAN DER MERWE, G.W. & VAN DER WALT, W.H. (1984). Body composition of top sportsmen. *South African Journal of Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 7(2): 79-92.
- QUARRIE, K.L.; HANDCOCK, P.; WALLER, A.E.; CHALMERS, D.J.; TOOMEY, M.J. & WILSON, B.D. (1995). The New Zealand rugby injury and performance project III. Anthropometric and physical performance characteristics of players. *British Journal of Sports Medicine*, 29(4): 263-270.
- QUARRIE, K.L.; HANDCOCK, P.; TOOMEY, M.J. & WALLER, D.J. (1996). The New Zealand rugby injury and performance project IV. Anthropometric and physical performance comparisons between positional categories of senior A rugby players. *British Journal of Sports Medicine*, 30: 53-60.
- ROSS, W.D.; DRINKWATER, D.T. & SWENSON, P.L. (1981). Proportionality body composition in male and female Olympic athletes: A Kinanthropometric overview. In E. Jokl (Ed.). *Medicine and Sport*, vol. 15 (74-84). Basel: Karger.

- ROSS, W.D. & MARFELL-JONES, J.M. (1991). Kinanthropometry. In J.D. Macdougall; H.A. Wenger & H.J. Green (Eds.). *Physiological testing of the high-performance athlete* (223-283). Champaign, IL: Human Kinetics.
- RHYS, C. (1992). *The Guinness Rugby Union fact book*. London: Guinness Publishing.
- VAN DER WALT, T.S.P. & OOSTHUIZEN, O.W. (1980). Evaluering van die liggaamlike toerusting van rugbyspelers deur middel van somatotipering. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Navorsing in Sport, Liggaamlike Opvoedkunde en Ontspanning*, 3(1): 89-99.
- VAN DER WALT, T.S.P.; BLAAUW, J.H.; DESIPRÉ, M.; DAEHNE, H.O. & VAN RENSBURG, J.P. (1986). Proportionality of muscle volume calculations of male and female participants in different sports. In A.P Day. (Ed.). *Perspectives in Kinanthropometry, vol.1.* (229-238). Champaign, IL: Human Kinetics.