

GROEIPATRONE BY SEUNS TYDENS MID-ADOLESENSIE: 'N LONGITUDINALE STUDIE VAN ANTROPOMETRIESE VERANDERINGE

Barend P. GERBER, Anita E. PIENAAR & Ankebé KRUGER

Fisiese Aktiwiteit, Sport en Rekreasie (FASRek), Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap (BRS), Fakulteit Gesondheidswetenskappe, Noord-Wes Universiteit, Potchefstroom Kampus, Potchefstroom, Republiek van Suid-Afrika

ABSTRACT

This study analysed the growth profiles stature, mass, arm span, sitting height and sitting-height-ratio of boys during the growth spurt within the mid-adolescent phase. A convenience sample of 73 Grade 8-10 boys (13.58-15.57 years) participated. Measurements were repeated three times annually, four months apart and sitting height ratio was calculated (sitting height/stature X 100). Protocols of the International Standards for Anthropometric Assessment (ISAK) and the Canadian Sports for Life were applied. Repeated measures over time ANOVA with a Bonferonni post hoc correction was used to analyse the data. The most significant increases ($p=0.000$) in stature, mass, arm span and sitting height occurred between 13.58 and 14.58 years while sitting-height-ratio showed the greatest change ($p=0.002$) between 14.58 and 15.57 years. Stature, mass and arm span exhibited parallel development up to 15 years after which further development levelled off, while no levelling off occurred in mass increase. The boys in this study entered the growth spurt in height on average prior to 13.58 years, but significant anthropometrical, motor and physical changes still occurred during their first year of high school (Grade 8), where high individual variability in growth changes were still evident.

Key words: Anthropometric measures; Maturation; Boys; Mid-adolescence; Growth spurt; Longitudinal study.

INLEIDING

'n Sentrale tema in biologiese antropologie, is menslike variasie, die aard en verspreiding van die variasie sowel as die betekenisvolheid van dié variasies (Malina *et al.*, 1988). Cole (2003) dui aan dat bioloë wat menslike ontwikkeling bestudeer, deeglik daarvan bewus is dat die mensdom se liggaamsgrootheid oor die laaste een en 'n half eeu heelwat groter geword het. Kim *et al.* (2008) rapporteer in die verband dat sekulêre groei, wat die verkryging van groter liggaamsdimensies as in vorige generasies beskryf (Malina *et al.*, 2004), verhoog het onder kinders en adolessente vanaf 1965-2005. Groei dui op die vergroting van die liggaam as geheel sowel as in verskillende liggaamsdele, wat daartoe bydra dat 'n persoon langer en swaarder word namate die groeiproses vorder (Malina *et al.*, 2004). Balyi en Way (2005) dui verder aan dat groei en ontwikkeling 'n natuurlike en kontinue proses is, terwyl die tempo van veroudering meer individueel van aard is. Alhoewel groei hoofsaaklik 'n kontinue proses is,

kom daar tydperke van versnelde groei voor wat die adolessente fase insluit en by seuns op ongeveer 13-16 jarige ouderdom plaasvind (Tomonary, 2012; Gerber *et al.*, 2014).

Adolessensie, wat puberteit insluit (die ontwikkelingstydperk wat die aanvang van geslagtelike rypingseienskappe verteenwoordig vanaf 13-15 jaar), verwys na die oorgangsfase van die kinderjare na volwasse wording. Tydens hierdie tydperk ondergaan adolessente verskeie fisieke en fisiologiese veranderinge (Dahl, 2004), waar die mees beduidende veranderinge ten opsigte van antropometriese groei tydens die mid-adolessente fase plaasvind (Rogol *et al.*, 2002; Gallahue *et al.*, 2012). Versnelde somatiese groei en veranderinge in liggaamsamestelling kom hoofsaaklik tydens 'n tydperk van versnelde anatomiese veranderinge by seuns tussen die ouderdom van 10 tot 14 jaar voor, wat as die groeiversnellingsfase (GVF) bekend staan (Bitar *et al.*, 2000; Rogol *et al.*, 2002; Gallahue *et al.*, 2012).

Volgens Hennenberg en Louw (1998) word studies wat op groei fokus, veral by kinders en adolessente, hoofsaaklik om twee redes uitgevoer, naamlik om die invloed van die omgewing waarin die populasie grootword te bepaal, en om kennis te verkry met betrekking tot die algemene/sekulêre patrone van fisieke ontwikkeling en die eienskappe wat daarmee gepaard gaan. Antropometriese inligting rakende groeitendense kan gebruik word om menslike grootte, proporsie en veroudering van 'n spesifieke groep, streek of bevolking te beoordeel (Balyi & Way, 2005). Gevolglik kan dié inligting rakende groei gebruik word om die vlak van strukturele volwassenheid by sportmense te monitor om sodoende oefen-, kompetisie- en rehabilitasieprogramme volgens ontwikkelingsouderdom en nie volgens kronologiese ouderdom, te ontwikkel nie (Balyi & Way, 2005). Inligting van hierdie aard kan gevolglik bydra om 'n individu in objektiewe fokus te plaas ten opsigte van sy strukturele status op enige gegewe tyd, sodat voorsiening vir die kwantifisering van differensiële groei gemaak kan word (Balyi & Way, 2005).

Verskeie antropometriese metings of 'n kombinasie daarvan word ook vir kliniese doeleindes in die evaluering van groei en groei-abnormaliteite (abnormale kort of lang liggaamslengte) gebruik soos byvoorbeeld 'n ongewone kort statur (Mumtaz *et al.*, 2009). Verwante inligting van groei kan ook gebruik word tydens die identifisering van natuurlike talent of vermoëns (Pearson *et al.*, 2006) om so toekomstige suksesvolle atlete te identifiseer en te monitor. Baxter-Jones en Helms (1996) rapporteer dat die meeste talent-identifiseringsprogramme 'n aanvang neem tydens die begin en voltooiing van die puberteitfase. Gevolglik behoort die effek van groei en ontwikkeling tydens puberteit in talentidentifisering (TID) en ontwikkelingsprogramme in ag geneem te word.

Volgens die LTAD ('Long Term Athlete Development') model val seuns tussen 12 en 16 jarige ouderdom in die fase van fisieke gereedmaking vir sport (Balyi & Hamilton, 2004). Kennis met betrekking tot die aard en omvang van groei in hierdie tydperk kan gevolglik bydra tot die optimale benutting van dié ontwikkelingstydperk om seuns ten volle voor te berei vir kompeterende sportdeelname. Inligting oor groeitendense maak gevolglik voorsiening vir die kwantifisering van differensiële groei en oefeningsinvloede (Balyi & Way, 2005). Gerber *et al.* (2014) bevestig in die verband klein tot matige interverwantskappe tussen veranderinge in antropometriese groei en in fisieke en motoriese vaardighedsontwikkeling by seuns tydens mid-adolessensie. Interverwantskappe het hoofsaaklik tussen

veranderinge in lengte, armspan en sithoogte, en veranderinge in krag, spoed, ratsheid en hand-oog koördinasie voorgekom (Gerber *et al.*, 2014).

Navorsing rakende groei en ontwikkeling word meestal verkry uit dwarsdeursnit-studies en beskikbaarheid-steekproewe (Matton *et al.*, 2007). Groeikurwes kan egter nie hieruit ontwikkel word nie en dit is selde veralgemeenbaar tot die groter populasie, derhalwe word longitudinale studies van groeikurwes benodig om die groeipatrone van kinders en adolessente te monitor om sodoende hulle volwasse groeistatus te bepaal (Balyi & Way, 2005).

Verskeie studies is reeds wêreldwyd uitgevoer rakende groei by adolessente seuns (Tanner & Whitehouse, 1976; Armstrong & McManus, 2000; Kemper *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2005; Kim *et al.* 2008). Tanner en Whitehouse (1976) het groeistandaarde vir lengte en massa en tempo van lengte- en massa-toename ontwikkel vir seuns wat veralgemeen kan word na verskeie populasies. Groeinorme wat deur Armstrong en McManus (2000) gerapporteer word stem ooreen met dié van Tanner en Whitehouse (1976) waar hulle gevind het dat seuns in lengte met ongeveer 7-9-7cm per jaar tydens die GVF toeneem. Lee *et al.* (2005) rapporteer verder dat versnelling van piek-sithoogte en piek-armlengte op 13.5-jarige ouderdom plaasvind met piekverhogings van onderskeidelik 4.6cm/jaar en 8.4cm/jaar.

In Suid-Afrika is studies ook uitgevoer (Hennenberg & Louw, 1998; Richter *et al.*, 2007; Pienaar & Viljoen, 2010; Van den Berg & Pienaar, 2010), wat inligting oor groei na vore bring maar die studies fokus nie noodwendig op die adolessensie tydperk, of op seuns nie en is meestal gebaseer op dwarsdeursnit-studies. Richter *et al.* (2007) bevestig ook verhoogde groei by Suid-Afrikaanse kinders in vergelyking met kinders wat in die sewentigerjare gebore is en dat blanke kinders swaarder en langer is in vergelyking met swart kinders. Pienaar en Viljoen (2010) rapporteer verder uniekhede in die groeikurwes van seuns van verskillende etniese groepe vanaf 10-15 jarige ouderdom rakende antropometriese, fisieke en motoriese groei.

Dit blyk dat navorsing wat in die vroeër jare gedoen is, se geldigheid vir huidige populasies bevraagteken kan word weens sekulêre groei wat onder andere oor die laaste dekade plaasgevind het (Cole, 2003). Gevolglik word resente studies benodig, veral in die Suid-Afrikaanse konteks waar sport-talentidentifisering en ontwikkeling heelwat aandag (Sport and Recreation South Africa, 2012) tydens die mid-adolessensie tydperk geniet, en veral met betrekking tot die spesifieke effek wat die groeiversnellingsfase op die antropometriese groei van seuns oor 'n longitudinale tydperk uitoefen.

NAVORSINGSPROBLEEM

Die doel van hierdie studie was om die omvang van groei in lengte, massa, sithoogte en armspan by seuns oor 'n drie-jaar tydperk te bepaal, ten einde 'n antropometriese profiel van die groei van seuns tydens die mid-adolessensie tydperk saam te stel.

METODOLOGIE

Proefpersone

’n Beskikbaarheid-steekproef bestaande uit al die Graad 8 leerders van ’n kwintiel-5 Hoërskool in Potchefstroom in die Noord-Wes Provinsie van Suid-Afrika is geselekteer om vir ’n 3-jaar tydperk aan die longitudinale navorsingsprojek oor groei (‘Growth during Mid-Adolescence’ (GdMA)) deel te neem. Alhoewel slegs die leerders van een skool met koshuisfasiliteite in die navorsing gebruik is, was die leerders afkomstig vanuit 46 verskillende laerskole. In 2010 is 182 proefpersone (87 seuns, 95 meisies) met ’n gemiddelde ouderdom van 13.58 jaar gemeet, terwyl die finale groep in 2012, op wie volledige opvolgmetings uitgevoer is, uit 152 leerders bestaan het, waarvan 79 dogters en 73 seuns was. Die groei en ontwikkeling van seuns was die fokus van hierdie studie en daarom is slegs die seuns se data vir die doeleindes van hierdie studie gebruik. Die rasse samestelling van die groep seuns was 95.4% blank, 2.3% swart en 2.3% kleurling.

Etiese klaring

Etiese goedkeuring is by die Etiekkomitee van die Noordwes-Universiteit (NWU) Potchefstroomkampus (Etiese nommer NWU-00142-11-A1) vir die uitvoering van die studie verkry. Die skoolhoof, ouers sowel as die leerders, het toestemming tot deelname aan die studie verleen.

Navorsingsontwerp

Die studie is oor ’n tydperk van 3 jaar uitgevoer met die eerste metings wat op alle Graad 8 leerders in Februarie 2010 uitgevoer is, en die laaste metings in November 2012 op dieselfde leerders. Die groep is elke jaar (2010, 2011, 2012) aan die begin van Februarie van elke jaar aan die volledige toetsprotokol van die studie onderwerp (liggaamsamestelling, fisieke en motoriese fiksheidstoetse), met opvolgtoetse vir slegs die groeimetings (lengte, massa, armspan en sithoogte) wat op ’n 4-maandelikse basis (Junie en Oktober) van elke jaar herhaal is sodat 9 groeimetings oor die 3-jaar tydperk beskikbaar was.

Vir die antropometriese metings, fisieke en motoriese komponente, is die Australiese “Sport Search Program” protokol gebruik (Australian Sport Commission, 1996). Die protokol word in Australië vir algemene sport-talentidentifisering by leerders van 12 jaar en ouer gebruik. Die toetsprotokol behels 10 toetse wat uit 4 antropometriese- (lengte, massa, sithoogte en armspan) en 6 fisieke en motoriese toetse bestaan. Tydens die metings is die proefpersone in kleiner groepe verdeel. Die antropometriese veranderlikes is binnehuis in afgeskorte areas gemeet deur van die standaard voorskrifte, soos deur ISAK voorgeskryf (International Standards for Anthropometric assessment), gebruik te maak (Marfell-Jones *et al.*, 2011).

Navorsers met ’n nagraadse kwalifikasie in Menslike Bewegingskunde en ’n Vlak Twee Kinantropometriese sertifikaat het die antropometriese metings uitgevoer. As deel van die etiese verantwoordelikheid van navorsing het elke leerder jaarliks ’n verslag van sy resultate ontvang. Die resultate is uitgedruk in gemiddelde waardes en na persentielskale verwerk, wat met ’n verduideliking gepaard gegaan het sodat die inligting deur die leerder self geïnterpreteer kon word.

Data-insameling

Antropometrie

Die antropometriese metings vir lengte en massa is geneem deur middel van 'n standaard metingsprosedure soos deur die Australiese protokol voorgeskryf (Australian Sports Commission, 1996). Die armspan- en sit-hoogtemetings is geneem deur gebruik te maak van protokolle soos deur "The Canadian Sport for Life" (CS4L) voorgeskryf (Simmons, 2000 in Balyi & Way, 2005). Sithoogte as persentasie van totale liggaamslengte (sithoogte-ratio), is bereken deur van die volgende formule gebruik te maak, Sithoogte/Lengte x 100.

Lengte

Lengte is bepaal deur gebruik te maak van 'n stadiometer. Die leerder staan met sy rug teen die stadiometer en met die voete teenmekaar. Die hakke, boude, bo-rug en die agterkant van die kop van die leerder moet kontak maak met die stadiometer. Die kop word deur die toetsafnemer in die Frankfort posisie gehou en die meting word geneem wanneer die leerder diep inasem en die meting word tot die naaste 0.1cm genoteer. Twee metings is geneem waarvan 'n gemiddeld uitgewerk is en genoteer is (ISAK) (Marfell-Jones *et al.*, 2011).

Massa

Massa is bepaal deur van 'n gekalibreerde elektroniese skaal (ADE, M302000) gebruik te maak en die meting is tot die naaste 0.1kg genoteer. Die leerder staan regop met sy gewig eweredig oor die skaal versprei en sy arms langs sy sye terwyl hy reguit vorentoe kyk. Die meting is sonder skoene en met so min as moontlik klere aan, geneem (ISAK) (Marfell-Jones *et al.*, 2011).

Armspan

Armspan is gemeet met behulp van 'n maatband wat horisontaal teen 'n muur op ongeveer skouerhoogte van die leerder, geheg is. Die beginpunt van die maatband moet in 'n hoek van 'n muur begin. Die leerder staan regop en so na as moontlik teen die muur, met die voete teenmekaar en met die maag wat in die rigting van die muur wys. Die arms word horisontaal met die skouers in hierdie posisie teen die muur uitgestrek, met die kop wat na die linkerkant gedraai word, terwyl die meting tot die naaste 0.1cm geneem word (Simmons, 2000 in Balyi & Way, 2005).

Sit-hoogte

Sit-hoogte is geneem met die leerder wat plat op die stadiometer sit met sy rug teen die stadiometer en die knieë wat ongeveer 90 grade gebuig is. Tydens die meting moes die leerder se kop in die Frankfort posisie wees waarna die meting geneem is, terwyl die leerder diep inasem. Die stadiometer se arm word tot op die leerder se kop afgeskuif en dan tot die naaste 0.1cm genoteer (Simmons, 2000 in Balyi & Way, 2005).

Sit-hoogte ratio

Sithoogte-ratio is bereken deur die volgende formule te gebruik: Sithoogte/Lengte x 100.

Dataverwerking

Die data is verwerk deur “Statistica for Windows 2012”, Statsoft-rekenaarprogrampakket. Die metode van dataverwerking is deur die statistiese konsultasie dienste van die NWU aanbeveel. Vir beskrywingsdoeleindes is die metings aan die hand van rekenkundige gemiddeldes (Gem.), standaardafwykings (SA) en minimum en maksimum waardes ontleed (StatSoft, 2012). ’n Herhaalde meting oor tyd variansie analise (ANOVA) is uitgevoer om verskille oor die 3-jaar tydperk in die groep oor die 9 metingsgeleenthede by elke veranderlike te ontleed. ’n Post hoc Bonferonni aanpassing is gebruik om betekenisvolle verskille tussen metings oor tyd te bepaal, waar $p < 0.05$ ’n statistiese betekenisvolle verskil aandui.

RESULTATE

Die resultate van die groep sal hoofsaaklik as ’n geheel bespreek word met enkele verwysings na resultate wat variasie in groei tydens hierdie tydperk aandui. In Tabel 1 word die aantal proefpersone, die gemiddelde ouderdom van die groep aan die begin van elke jaar en die aantal metings wat vir elke jaar van toepassing was, gerapporteer. Tydens die verloop van die studie het 14 proefpersone vanaf jaar 1 ($n=87$) tot jaar 3 uitgeval, hoofsaaklik as gevolg van verskuiwing van skole, wat tot gevolg gehad het dat volledige metings op 73 proefpersone oor die 3-jaar tydperk uitgevoer is.

TABEL 1. INLIGTING VAN GROEP EN METING OOR DRIE JAAR

Veranderlikes	Jaar 1 (Gr. 8)	Jaar 2 (Gr. 9)	Jaar 3 (Gr. 10)
N	87	80	73
Ouderdom Gemid \pm SA	13.58 \pm 0.439	14.58 \pm 0.414	15.57 \pm 0.414
Toepassing van metings	T1-T3	T4-T6	T7-T9

TABEL 2. BESKRYWENDE WAARDES VIR ANTROPOMETRIESE METINGS OOR DRIE-JAAR TYDPERK

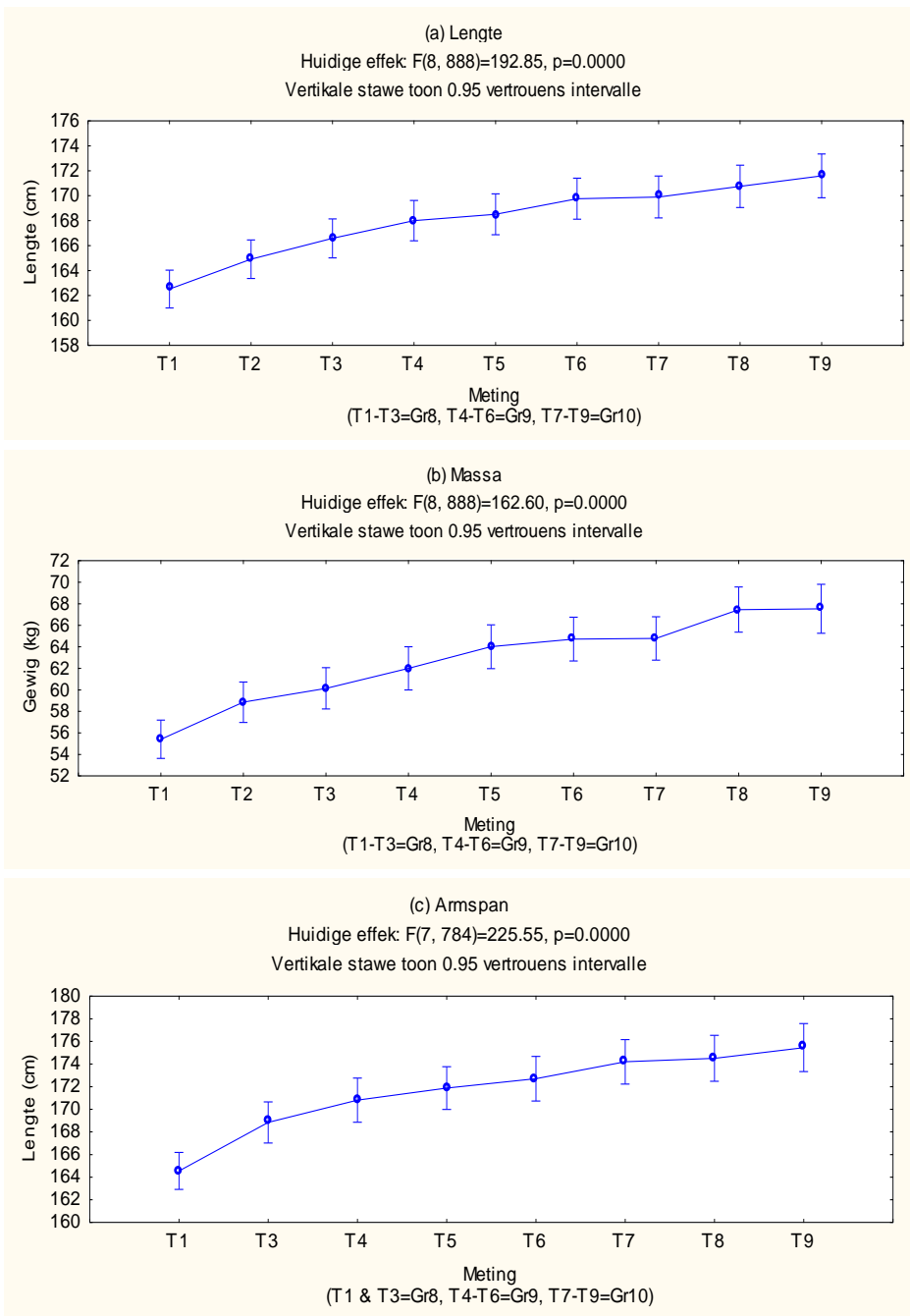
Metings & geleentheid	Gem \pm SA	Minimum	Maksimum
Lengte			
T1	163.85 \pm 8.84	147.80	186.10
T2	166.56 \pm 8.97	152.10	187.10
T3	169.00 \pm 8.16	154.20	187.60
T4	171.92 \pm 7.77	155.20	187.90
T5	173.25 \pm 7.62	155.50	189.50
T6	174.65 \pm 7.09	157.40	191.00
T7	175.27 \pm 7.07	157.80	192.60
T8	176.48 \pm 6.75	158.80	193.60
T9	177.72 \pm 6.76	158.80	195.20

(vervolg)

TABEL 2. BESKRYWENDE WAARDES VIR ANTROPOMETRIESE METINGS OOR DRIE-JAAR TYDPERK (vervolg)

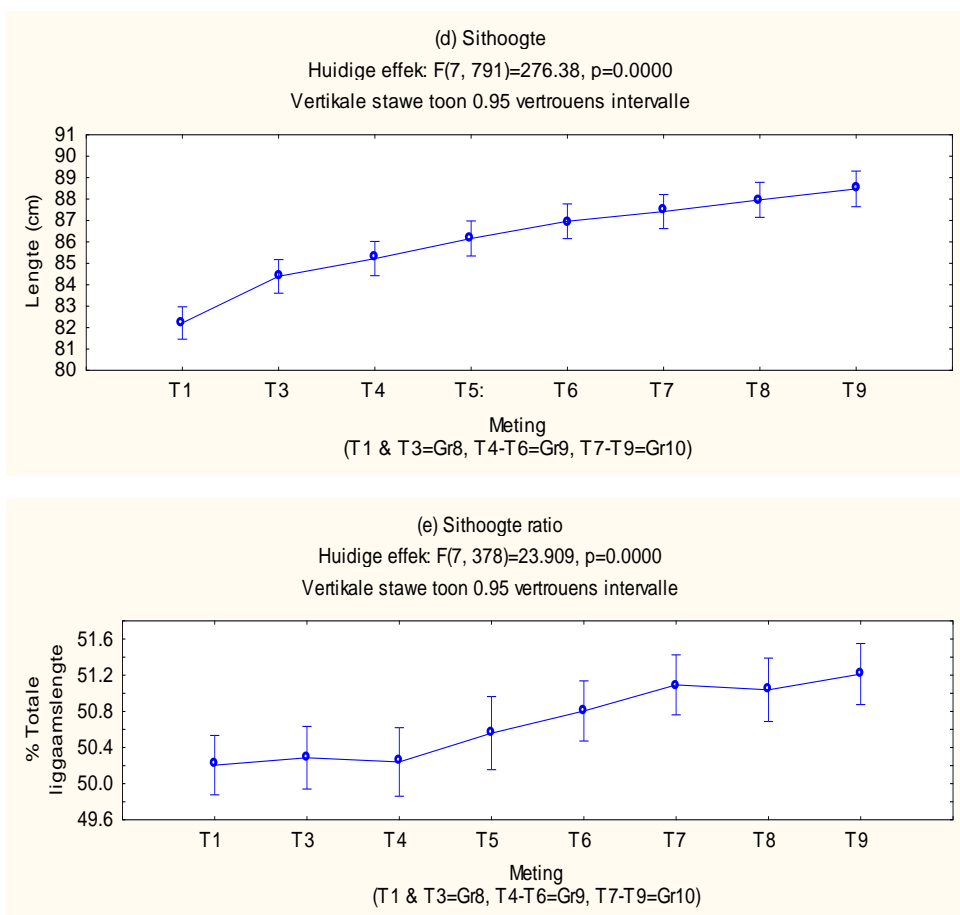
Metings & geleentheid	Gem±SA	Minimum	Maksimum
Massa			
T1	56.68±11.77	35.70	103.30
T2	59.74±11.90	37.20	101.10
T3	62.87±11.77	38.50	94.80
T4	65.23±12.28	41.60	101.40
T5	68.06 ±11.96	44.20	97.40
T6	68.99±11.92	45.20	99.80
T7	68.90±11.39	46.75	103.65
T8	72.18±11.08	50.40	106.90
T9	73.40±11.41	49.60	110.50
Armspan			
T1	166.60±9.59	147.40	188.00
T3	172.63±9.43	151.70	194.50
T4	176.58±9.05	153.70	197.50
T5	177.84±8.48	155.30	198.30
T6	179.74±7.96	156.90	199.90
T7	181.05±8.41	159.20	201.80
T8	181.70±8.22	159.50	202.60
T9	183.20±8.32	162.40	202.80
Sithoogte			
T1	82.28±4.92	73.20	97.60
T3	84.65±4.90	74.20	99.80
T4	86.11±4.84	76.00	99.85
T5	87.24±4.84	77.10	105.00
T6	88.58±4.52	77.90	100.00
T7	89.13±4.38	79.20	99.90
T8	89.80±4.31	79.90	101.00
T9	90.69±4.00	80.20	101.00
Sithoogte-ratio			
T1	50.21±1.29	46.16	53.03
T3	50.08±1.37	46.94	53.19
T4	50.06±1.54	45.83	54.87
T5	50.34±1.47	46.47	55.88
T6	50.71±1.36	46.88	53.99
T7	50.85±1.45	46.58	54.47
T8	50.88±1.42	46.95	53.77
T9	51.01±1.47	46.59	54.48

T1-T3=Jaar 1 (Gr8); T4-T6=Jaar 2 (Gr9); T7-T9=Jaar 3 (Gr10)



FIGUUR 1. GROEIKURWES OOR NEGE TOETSGELEENTHEDE (a-c)

(Vervolg)



FIGUUR 1. GROEIKURWES OOR NEGE TOETSGELEENTHEDE (d-e)

In Tabel 2 word die resultate van lengte, massa, armspan, sithoogte en sithoogte-ratio metings van die groep oor die 3-jaar tydperk gerapporteer, alhoewel dit groei oor 'n tydperk van 2 jaar uitbeeld. Dit sluit in gemiddeldes, standaardafwykings, minimum en maksimum waardes, oor die verloop van drie jaar. Figuur 1 stel hierdie groeiprofiel grafies voor.

In Tabel 3.1 en 3.2 word die gemiddelde verskille tussen metings, sowel as die gemiddelde toename wat jaarliks plaasgevind het, asook die betekenisvolle toenames tussen die 9 metings oor die verloop van 3 jaar, gerapporteer. Tydens T2 is geen metings vir armspan, sithoogte en sithoogte-ratio weens praktiese probleme geneem nie. Om die rede word daar slegs verskille vanaf T1-T3 (kursief) tydens die eerste jaar vir hierdie veranderlikes in die Tabel 3.1 aangedui.

TABEL 3.1. GEMIDDELDE VERANDERINGE EN VERSKILLE IN GROEI OOR NEGE MEETGELEENTHEDE

Metings	Verskil T1-T2	Verskil T2-T3	Verskil T3-T4	Verskil T4-T5	Verskil T5-T6	Verskil T6-T7	Verskil T7-T8	Verskil T8-T9
Lengte (cm)	2.71*	2.44*	2.92*	1.33	1.4*	0.62	1.21	1.24
Massa (kg)	3.06*	3.13*	2.36*	2.83*	0.93	-0.09	3.28*	1.22*
Armspan (cm)		6.03	3.95*	1.26	1.9*	1.31*	0.65	1.5*
Sithoogte (cm)		2.37	1.46*	1.13*	1.34*	0.55	0.67	0.89*
Sithoogte-ratio (%)		-0.13	-0.02	0.28	0.37	0.14	0.03	0.13

TABEL 3.2. GEMIDDELDE VERANDERINGE EN VERSKILLE IN GROEI PER JAAR EN TOENAMES OOR DRIE JAAR

Metings	Groei per jaar			Totale groei
	Gr. 8 Verskil T1-T4	Gr. 9 Verskil T4-T7	Gr. 10 Verskil T7-T9	Gr. 8-Gr. 10 T1-T9
Lengte (cm)	8.07*	3.35*	2.45*	13.87*
Massa (kg)	8.73*	3.67*	4.50*	16.90*
Armspan (cm)	9.98*	4.47*	2.15*	16.60*
Sithoogte (cm)	3.83*	3.02*	1.56*	8.01*
Sithoogte-ratio (%)	-0.15	0.79*	0.16	0.95*

Die groep het 'n betekenisvolle gemiddelde *Lengte* toename van 13.87cm oor die 3-jaar tydperk (Tabel 3.2) getoon ($p=0.000$). Die grootste jaarlikse toename in lengtegroei het oor die verloop van die eerste jaar (T1-T4) met 'n toename van 8.07cm (Tabel 3.2, Figuur 1; $p=0.000$) in die tydperk voorgekom. Die grootste toename in die tydperk tussen metings van 2.92cm het tussen T3 en T4 plaasgevind (Tabel 3.1). Addisionele, maar kleiner jaarlikse toenames van 3.35cm (T4-T7) en 2.45cm (T7-T9) is in jaar 2 en 3 afsonderlik gevind (Tabel 3.2; $p=0.000$). Tydens die eerste 2 jaar (T1-T6) was lengtetoenam tussen metings statisties betekenisvol ($p=0.000$), uitsluitend vir die tydperk tussen T4 en T5 ($p=0.655$). Vanaf T6-T9 het geen statisties betekenisvolle lengtegroei meer voorgekom nie. Die gemiddelde ouderdom van die groep was ongeveer 14.2 jaar tussen T3 en T4, waartydens die grootste toename van 2.92cm in lengtegroei in 'n 4-maande tydperk voorgekom het. Minimum en maksimum waardes vir lengte toon verder 'n groot variasie in waardes vir die lengte van die groep tydens

die eerste toetsgeleentheid (T1), met 'n minimum waarde van 147.80cm en 'n maksimum waarde van 186.10cm (Tabel 2).

Massa het 'n soortgelyke ontwikkelingstendens as lengte getoon met die grootste en statisties betekenisvolle ($p=0.000$) jaarlikse toename tydens die eerste jaar (T1-T4) van 8.73kg (Tabel 3.2) en die grootste toename van 3.28kg vanaf T7-T8 (Tabel 3.1). Toename in massa toon 'n liniêre verhoging tot en met T5 waarna 'n afplating vanaf T5-T7 waargeneem kan word (Figuur 1b). 'n Betekenisvolle toename van 3.28kg is weer waarneembaar tussen T7 en T8 waarna massatoename steeds betekenisvol was, maar afplat (Tabel 3.1). Massatoename was slegs tussen die tydperk vanaf T5-T7 nie statisties betekenisvol nie (Tabel 3.1).

Armspan het 'n gemiddelde betekenisvolle toename van 16.6cm oor die tydperk van 3 jaar getoon. Soortgelyk aan lengte, het armspan ook 'n betekenisvolle ($p=0.00$) en die grootste groeitoename van 9.98cm tydens die eerste jaar (T1-T4) getoon (Tabel 3.2, Figuur 1c). 'n Verdere betekenisvolle ($p=0.00$) toename het in die 2de jaar (T4-T7) plaasgevind (Tabel 3). In die derde jaar (T7-T9) is 'n stelselmatige afname in toename van armspan gevind waar daar slegs 'n 2.15cm toename voorgekom het. Toenames in armspan was statisties betekenisvol tussen metings uitsluitend tussen die tydperke T4-T5 en T7-T8 (Tabel 3.1).

Sithoogte het oor die 3-jaar tydperk betekenisvol en liniêr toegeneem (8.1cm oor die tydperk van drie jaar) (Figuur 1d), met geen groeiversnelling oor die verloop van drie jaar nie. Die grootste veranderinge het tydens die eerste jaar (T1-T4) plaasgevind met 'n statisties betekenisvolle verhoging van 3.83cm (Tabel 3.2; $p=0.000$). In die tweede jaar (T4-T7) is 'n effens kleiner, maar steeds betekenisvolle verhoging van 3.02cm waargeneem en in die derde jaar (T7-T9) 'n kleiner toename van 1.56cm (Tabel 3.2). Toename in sithoogte tussen metings in die periode tussen T6-T7 en T7-T8 (Tabel 3.1) was nie betekenisvol nie.

Sithoogte-ratio het tydens die eerste jaar (T1-T4) 'n afname van 0.15% getoon. Vanaf die tweede jaar (Gr. 9) het die ratio verhoog tot aan die einde van die studie (Gr. 10) (Tabel 3.2; Figuur 1e). Tydens die tweede jaar (T4-T7) het sithoogte-ratio betekenisvol verhoog met 0.79% ($p=0.002$) met 'n verdere nie-betekenisvolle verhoging van 0.16% tydens die laaste jaar (T7-T9) (Tabel 3.2). Alhoewel die totale verhoging van 0.95% oor die verloop van 3 jaar statisties betekenisvol was ($p=0.000$), is geen statisties betekenisvolle toenames tussen die herhaalde metings gevind nie (Tabel 3.1).

BESPREKING

Die doel van die studie was om betekenisvolle veranderinge in groei vir lengte, armspan, massa, sithoogte en sithoogte-ratio van adolessente seuns tydens mid-adolessensie oor 'n tydperk van drie jaar te bepaal en te beskryf. Hierdie tydperk sluit die Graad 8-10 tydperk van die hoërskoolfase in.

Lengte het jaarliks (T1-T4 [8.07cm], T4-T7 [3.35cm], T7-T9 [2.45cm]) statisties betekenisvol ($p=0.000$) toegeneem, sowel as oor die verloop van drie jaar met 'n totale betekenisvolle toename ($p=0.000$) van 13.87cm (T1-T9) in die tydperk vanaf Graad 8 – Graad 10. Die resultate bevestig dat hierdie seuns steeds in hulle groei-versnellingsfase (GVF) tydens hulle

Graad 8 jaar, op ongeveer 14- jarige ouderdom, was wat met Tanner en Whitehouse (1976) se bevindinge, dat seuns op ongeveer 14-jarige ouderdom (dit wil sê die Graad 8-jaar van huidige studie), die GKV bereik, ooreenstem. Verder toon dié navorsers dat seuns se lengtegroei vanaf ongeveer 14-jarige ouderdom 'n plato begin bereik wat ook met die resultate van die huidige studie ooreenstem waar die gemiddelde jaarlikse toenames geleidelik minder geword het.

Die grootste vier-maandelikse toenames in lengte groei (2.71cm, 2.44cm, 2.92cm, 1.33cm, 1.4cm) het tydens die eerste twee jaar (T1-T6) voorgekom en die grootste toename tussen T3 en T4 (2.92cm). Armstrong en McManus (2000) rapporteer dat seuns in die GVF onderskeidelik 7-9-7cm (23cm) tydens die drie jaar van dié fase groei. Verder toon Largo *et al.* (in Malina *et al.*, 1988) dat seuns gemiddeld 6.7-12.4cm tydens PGV groei. In die verband toon die huidige studie se resultate, jaarlikse toenames van 8.07cm, 3.35cm en 2.15cm onderskeidelik oor die verloop van drie jaar, wat daarop dui dat 'n groot persentasie seuns reeds ver ten opsigte van die GVF gevorder het toe hulle in Graad 9 was.

Die bevinding word versterk deur die feit dat die eerste metings van die studie geneem is toe die groep reeds 'n gemiddelde ouderdom van 13.58 jaar gehad het. Daar het ook 'n groot variasie (39cm) tussen die minimum en maksimum waardes in die lengte van seuns in Graad 8 voorgekom. Die leerder wat die maksimum waarde van 186.1cm tydens T1 behaal het, het slegs 3.9cm verdere groei tot 190cm tydens T9 getoon. Hierdie leerder het gevolglik reeds sy PGV in lengte in Graad 8 behaal. Dit bevestig dat van die seuns in die groep reeds hulle PGV voor Graad 8 ondergaan het, teenoor van die leerders wat in Graad 8 in hul GVF was, soos blyk uit die gemiddelde lengte van die groep (163.85cm), in vergelyking met gerapporteerde minimum en maksimum waardes (Tabel 2) in Graad 8.

Massa het betekenisvol vanaf T1-T5 toegeneem waarna geringe toenames vir ongeveer agt maande (T5-T7) ($p=0.000$) voorgekom het. Hierna het 'n betekenisvolle toename van 3.28kg ($p=0.000$) tussen T7 en T8 voorgekom waarna daar nie-betekenisvolle toenames gevolg het. Die grootste toename tussen die vier-maandelikse metings het ook tydens die eerste jaar (T2-T3) plaasgevind (3.31kg; $p=0.000$). Die grootste jaarlikse toename van 8.73kg het tydens die eerste jaar (Graad 8) voorgekom.

Die resultate stem ooreen met Rogol *et al.* (2002) se studie wat gevind het dat piek-massa toename op ongeveer 14-jarige ouderdom plaasvind. In dié verband toon Malina *et al.* (1988) dat piek-massa toename ongeveer 0.2-0.4 jaar na PGV plaasvind. In die huidige studie het massa tydens die laaste twee jaar betekenisvol met 3.67kg (Graad 9) en 4.5kg (Graad 10) onderskeidelik toegeneem ($p=0.000$). Massatoename het geen afnemende tendens aan die einde van die studie (jaar 3), soos lengte en armspan getoon nie, en het statisties betekenisvol met 16.9kg ($p=0.000$) oor die verloop van drie jaar toegeneem. Hierdie blywende toename in massa, op 'n latere ouderdom, kan moontlik aan 'n verhoging in spiermassa (Malina *et al.*, 2004) toegeskryf word, alhoewel die data nie gerapporteer word nie. Armstrong en McManus (2000) toon in dié verband dat liggaamsmassa konstant tot die middel twintigerjare, nadat toenames in lengte reeds 'n plato op ongeveer 17-jarige ouderdom bereik het, toeneem.

Armspan het soortgelyk aan lengte, tydens die eerste jaar, 'n toename van 9.98cm ($p=0.000$) ondergaan, waarna 'n stelselmatige afplating, maar steeds statisties betekenisvolle toenames

van 4.47cm (Graad 9) en 2.15cm (Graad 10) onderskeidelik tydens die daarop volgende twee jaar voorgekom het. Mumtaz *et al.* (2009) het soortgelyke resultate gevind by armspan en liggaamslengte wat parallel ontwikkel, maar die navorsers rapporteer ook dat armspan by seuns langer is as liggaamslengte vanaf 16-jarige ouderdom. In die huidige studie was armspan deurgaans langer as liggaamslengte, maar die verskil het van 2.55cm (Graad 8) tot 5.41cm in Graad 10 toegeneem, toe die seuns 'n gemiddelde ouderdom van 15.57 jaar gehad het. Armspan het statisties betekenisvol toegeneem met 16.6cm ($p=0.000$) oor die verloop van die drie jaar (T1-T9), terwyl liggaamslengte 'n toename van 13.78cm getoon het. Mumtaz *et al.* (2009) toon dat daar versnelde groei in armlengte voorkom vanaf 13- tot 15-jarige ouderdom, 9.4cm en 6.3cm per jaar onderskeidelik in dié 2 jaar, waarna 'n afplating bereik word wat met die resultate van die huidige studie ooreenstem. Alhoewel die data deur 'n dwars-deursnitstudie ingesamel is, het Pienaar en Viljoen (2010) 'n soortgelyke tendens by armspan waargeneem wat statisties betekenisvol vanaf 10- tot 15-jariges toegeneem het. Dié navorsers toon verder dat die grootste veranderinge tussen 13 en 14 jaar plaasgevind het waar armspan tot met 7.82cm verskil het in dié jaar.

Sithoogte het tussen T1 en T2 'n effense versnelling getoon maar verder 'n liniêre ontwikkelingskurwe gevolg met geen verdere versnelde groei oor die verloop van drie jaar ($p=0.000$) nie. Oor die verloop van drie jaar was daar slegs twee stadiums waartydens groei tussen metings nie-statisties betekenisvol was nie (T6-T7, T7-T8). Die grootste jaarlikse groei het egter tydens die eerste jaar (Graad 8) plaasgevind, met 'n verhoging van 3.38cm, wat met die resultate van Malina *et al.* (2004) ooreenstem, waar *sithoogte* 'n versnelling op ongeveer 13.5 jaar ondergaan het. Lee *et al.* (2005) rapporteer dat seuns ongeveer 3.7cm tussen 13 en 14 jaar groei wat met die resultate van die huidige studie ooreenstem waar 'n soortgelyke toename in *sithoogte* (3.83cm) tydens die eerste jaar gevind is. Verder ontwikkel *sithoogte* ook later ten opsigte van totale liggaamslengte (Malina *et al.*, 1988) wat ook bevestig dat heelwat leerders PGV voor Graad 8 bereik het. In dié verband toon navorsing dat *sithoogte* tot ongeveer 18-jarige ouderdom toeneem voordat 'n plato bereik word (Fredriks *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2005). Dit kan moontlik daaraan toegeskryf word dat lengtegroei aanvanklik eers in die ledemate plaasvind en finale romplengte eers later bereik word (Malina *et al.*, 1988; Wheeler, 1991).

Lengte het statisties betekenisvol met 8.07cm ($p=0.000$) toegeneem, terwyl *Sithoogte-ratio* 'n wisselvallige ontwikkelingskurwe oor die verloop van die drie jaar gevolg het. Tydens die eerste jaar (T1-T4) word 'n afname van 0.15% in *sithoogte-ratio* waargeneem wat moontlik daarop dui dat beenlengte steeds 'n groter bydrae tot totale liggaamslengte maak. In die verband het totale liggaamslengte met 8.07cm tydens dieselfde tydperk (T1-T4) toegeneem waarvan die toename in *sithoogte* slegs 3.83cm (42%) bygedra het en toename van die onderste ledemate 58% bygedra het. Hierdie verhouding in die bydrae tot totale liggaamslengte sal sodoende 'n effek op *sithoogte-ratio* uitoefen en bevestig dat seuns steeds in hul GVF en PGV in die huidige studie was.

Die resultate van Pienaar en Viljoen (2010) bevestig die tendens waar gevind is dat *sithoogte* ongeveer 51% van totale liggaamslengte op 10-jarige ouderdom uitmaak, waarna dit tot 50% op 12-jarige ouderdom afgeneem het en daarna 'n plato bereik het. *Sithoogte-ratio* het liniêr en statisties betekenisvol ($p=0.000$) met 0.79% tot 50.85% aan die begin van die laaste jaar (T7) toegeneem met 'n verdere nie-betekenisvolle toename van 0.16% tot 51.01% ($p=1.000$).

Sithoogte-ratio het sodoende statisties betekenisvol oor die verloop van drie jaar met 0.5% ($p=0.000$) toegeneem. Hierdie resultate stem ooreen met Visagie (1981) (in Pienaar & Viljoen, 2010), wat gevind het dat sithoogte-ratio 51.3% (10 jaar), 51% (11 jaar), 50.58% (12 jaar), 50.99% (13 jaar), 50.74% (14 jaar) en 50.53% (15 jaar) onderskeidelik was.

Die huidige studie het leemtes gehad wat uitgelig moet word. Die data is slegs op 'n beskikbare steekproef oor 'n longitudinale tydperk van drie jaar wat strek vanaf 13-15 jarige ouderdom ingesamel. Om praktiese redes is slegs hoërskoolleerders vir die studie gebruik en gevolglik kon die totale verloop van die GVF nie in die studie ontleed word nie. Daar is geen metings vir armspan, sithoogte en sithoogte-ratio tydens die tweede metingsgeleentheid (T2), as gevolg van praktiese probleme, geneem nie. Daarom kan daar nie ten volle antwoorde gegee word oor groei tydens die GVF vir hierdie veranderlikes nie. Alhoewel slegs een skool se leerders in die Noord-Wes Provinsie van Suid-Afrika vir die studie gebruik is, is die groep wat getoets is afkomstig uit 'n verskeidenheid laerskole vanuit die omgewing wat die resultate meer veralgemeenbaar maak.

'n Verdere leemte is 'n tekort aan 'n verteenwoordigende groep seuns van 'n verskeidenheid rasgroepe wat die demografiese samestelling van die land verteenwoordig en dat die resultate gevolglik hoofsaaklik op blanke seuns se groei van toepassing is. Omgewingstoestande was ook nie oor die drie-jaar tydperk identies en soms nie optimaal nie (temperatuur verskille en nie-optimale oppervlaktes), wat moontlik die resultate kon beïnvloed het.

Laastens is die biologiese ryping status van seuns nie bepaal nie, en inligting hieroor kon dalk bygedra het tot meer in-diepte ontledings en verklarings van die resultate. Indien prakties moontlik, word ook aanbeveel dat toekomstige soortgelyke navorsing oor 'n langer tydperk van groei (11-18 jaar) uitgevoer moet word, sodat 'n meer omvattende beeld van groei by seuns in die GKV verkry kan word en antwoorde gegee kan word rondom die volle omvang van die versnellingsfase van groei by seuns. 'n Meer verteenwoordigende samestelling van rassegroepe, asook leerders wat verskeie sosio-ekonomiese omstandighede verteenwoordig, word ook aanbeveel sodat die moontlike verskille tussen rasse en die effek van sosio-ekonomiese omstandighede op groei gerapporteer kan word. Sodoende sal 'n beter beskrywing van die omvang en effek van die versnellingsfase van groei by Suid-Afrikaanse seuns weergegee kan word.

SAMEVATTING

Die studie het waardevolle inligting oor groei in lengte, massa, armspan, sithoogte en sithoogte-ratio by seuns tussen Gr. 8-10 tydens mid-adolessensie beskikbaar gestel oor die verloop van 'n twee-jaar tydperk. Toenames in lengte, massa, sithoogte en armspan was hoofsaaklik beduidend tussen 13.58 en 14.58 jaar, alhoewel individuele variasie in groeitempo steeds in die tydperk voorgekom het. Hierdie groot veranderinge het 'n verskeidenheid konsekwensies, veral vir prestasie in sport, omdat dit tydens die eerste hoërskool jaar plaasvind, waartydens spesialisering in spesifieke sportsoorte gewoonlik begin. Afrigters en onderwysers moet voldoende kennis hê oor die omvang, die implikasies van groei en ontwikkeling in dié tydperk en die invloed daarvan op die fisieke en motoriese vermoëns van seuns. Dit sal voorsien dat die leerders tydens die tydperk korrek hanteer word om beserings te voorkom, maar ook om optimale ontwikkeling te bewerkstellig. Variasie in

groeï tussen seuns was die grootste tydens dié tydperk waar die aspek van vroeë- en laat-ontwikkeling die grootste impak op sportdeelname sal uitoefen. Dit sal deeglike beplanning, maar ook voldoende kennis verg om die verskille in ontwikkeling binne 'n spesifieke groep of omgewing optimaal te hanteer.

Alle veranderinge oor die totale verloop van die studie was statisties betekenisvol ($p < 0.05$) by al die eienskappe maar toenames het met die verloop van tyd kleiner geword. Lengte, massa en armspan blyk parallel vanaf Graad 8-10 te ontwikkel met duidelike afnames in groei aan die einde van die tydperk. Daar het slegs by massa geen afplating tydens die Graad 10-jaar voorgekom nie wat met bevindinge van ander groeistudies ooreenstem. Sithoogte-ratio het die grootste veranderinge tussen 14.58 en 15.57 jaar ondergaan omrede sithoogte die laaste aspek van finale liggaamslengte is wat nog groei ondergaan. Dit bevestig dat die leerders in die finale fase van groei was.

Uitsluitende sithoogte-ratio, het al die antropometriese eienskappe statisties betekenisvolle veranderinge tydens die opvolgmetings in jaar twee en drie getoon. Volgens die LTAD ('Long Term Athlete Development') model val seuns tussen 12 en 16 jaar in die "oefen om te oefen" fase. Hierdie fase vereis dat 'n aërobiese basis vasgestel moet word. Verder moet krag teen die einde van die fase gebou word om sodoende verdere sport-spesifieke vaardighede te ontwikkel. Tydens die tydperk (GVF) sal vroeë en laat ontwikkelaars verskil omrede groot lengte en massa verskille voorkom. Hierdie is gevolglik ook 'n onstabiele tydperk waar wanbalanse in die verhouding van liggaamsproporsies (spiermassa, vetmassa, neurologiese ontwikkeling), voorkom wat sportprestasie moontlik kan beïnvloed en tot beserings kan bydra. Vanuit 'n perspektief van talentidentifisering (TID) moet hierdie antropometriese groeiprofiel in gedagte gehou word ten einde die huidige ontwikkelingstatus, sowel as potensiële ontwikkeling van seuns in berekening te bring. Gevolglik behoort hierdie inligting oor groeitoenames en verskille te help om adolessente tydens sportontwikkeling beter en meer suksesvol te begelei aangesien tekortkominge in fiksheid geïdentifiseer en ontwikkel sal kan word.

SUMMARY

Growth patterns of boys during mid-adolescence: A longitudinal study of anthropometric changes

The study expands on research done worldwide and to a lesser degree in South Africa about accelerated growth and the growth spurt that occurs during adolescence. All growth (structural and physiological changes during the process of development to adulthood), and maturing processes (changes occurring in form and complexity of body organs and what has been determined by genetics) (Pienaar, 2010), that adolescents undergo during this growth phase, have an influence on their body composition and physical abilities. This in turn, will have an impact on the execution of motor skills (Viru *et al.*, 1999; Pienaar, 2010). Information about growth can improve insight into the development of a specific group, region or population and assist in the talent identification process (Du Randt & Headley, 1993), and the compilation of developmental programmes accordingly (Balyi & Way, 2005).

The study aimed to determine the anthropometric growth changes (stature, mass, arm span, sitting height and sitting-height-ratio) of boys during mid-adolescence over a period of three years. A convenience sample consisting of all the Grade 8 learners of a Quintile-5 high school in Potchefstroom in the North-West Province of South-Africa was selected to participate in a longitudinal growth research project over a three-year period ranging from 2010 (87 boys, 95 girls) to 2012 (73 boys, 79 girls). Boys with a mean age of 13.58 years in Grade 8 of whom 95.4 % were white, 2.3% black and 2.3% coloured, were used for the purpose of this study.

The anthropometric measurements form part of the Australian Sport Search Program (Australian Sports Commission, 1996) and was measured according to the ISAK (Marfell-Jones *et al.*, 2011), as well as the Simmons protocol. In addition, sitting-height-ratio was calculated according to the formula, sitting height/stature x 100. "Statistica for Windows" Statsoft-computer program package (StatSoft, 2012) was used to analyse the data for descriptive purposes (means, standard deviations and minimum and maximum values). A repeated-measure over time analysis of variance (ANOVA) with a post hoc Bonferonni adjustment was applied to analyse the differences over a period of three years within the group for all variables.

The results indicate that during the period from 13.58-14.58 years, boys grow considerably in stature (8.07cm), body mass (8.73kg), arm span (9.98cm) and sitting height (3.83cm) while sitting-height-ratio (0.79%) showed the most development from 14.58-15.57 years. Stature, mass and arm span showed a parallel development up to 15-years of age until further development in stature and arm span levelled off. Mass showed no levelling off at the end of the three years. The total increases over the period of three years were significant in all anthropometrical variables including increases in stature (13.87cm), arm span (16.6cm), mass (16.9kg), sitting height (8.01cm) and sitting-height-ratio (0.95%).

It was concluded that the most significant growth changes took place from 13.58-15.57 years that falls within the mid-adolescent period. From a talent identification perspective, information of anthropometric growth profiles are important, in order to consider the developmental status and potential future development of boys during this phase.

Erkenning

Die Departement van Sport en Rekreasie Suid-Afrika (SRSA) word bedank vir hulle finansiële ondersteuning tot die afhandeling van die navorsingsprojek. Alle nagraadse studente in Kinderkinetika en Sportwetenskap wat met die insameling van die data gehelp het, word bedank vir hul hulp.

VERWYSINGS

- ARMSTRONG, N. & MCMANUS, P. (2000). Growth, maturation and physical education. In N. Armstrong (Ed.), *New directions in physical education* (19-32). London, UK: Cassel.
- AUSTRALIAN SPORT COMMISSION (1996). *Sport search program*. Canberra, Australia: Australian Sport Commission.
- BALYI, I. & HAMILTON, A. (2004). Long-term athlete development: Trainability in childhood and adolescence. *Olympic Coach*, 16: 4-8.

- BALYI, I. & WAY, R. (2005). *Canadian sports for life: The role of monitoring growth in long-term athlete development*. Vancouver, Canada: Canadian Sports Centre.
- BAXTER-JONES, A.D. & HELMS, P.J. (1996). Effects of training at a young age: A review of the training of young (TOYA) study. *Pediatric Exercise Science*, 8: 310-327.
- BITAR, A.; VERNET, J.; COUDERT, M. & VERMOREL, M. (2000). Longitudinal changes in body composition, physical capacities and energy expenditure in boys and girls during the onset of puberty. *European Journal of Nutrition*, 39: 157-163.
- COLE, T.J. (2003). The secular trend in human physical growth: A biological view. *Economics and Human Biology*, 1: 161-168.
- DAHL, R.E. (2004). Adolescent brain development: A period of vulnerabilities and opportunities. *Annals New York Academy of Sciences*, 1021: 1-22.
- FREDRIKS, A.M.; VAN BUUREN, S.; VAN HEEL, W.J.M.; DIJKMAN-NEERINCX, R.H.M.; VERLOOVE-VANHORICK, S.P. & WIT, J.M. (2005). Nationwide age reference for sitting height, leg length, and sitting height/height ratio, and their diagnostic value for disproportionate growth disorders. *Archives of Disease in Childhood*, 90(8): 807-812.
- GALLAHUE, D.L.; OZMUN, J.C. & GOODWAY, J.D. (2012). *Understanding motor development* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- GERBER, B.P.; PIENAAR, A.E. & KRUGER, A. (2014). Interrelations between anthropometric and fitness changes during mid-adolescence in boys: A 2-year longitudinal study. *American Journal of Human Biology*, 26: 617-626.
- HENNEBERG, M. & LOUW, G.J. (1998). Cross-sectional survey of growth of urban and rural "Cape-coloured" schoolchildren: Anthropometry and functional tests. *American Journal of Human Biology*, 10: 73-85.
- KEMPER, H.C.G.; SNEL, J. & VAN MECHELEN, W. (2004). Amsterdam growth and health longitudinal study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 47: 1-198.
- KIM, J.Y.; OH, I.H.; LEE, E.Y.; CHOI, K.S.; CHOE, B.K.; YOON, T.Y.; LEE, C.G.; MOON, J.S.; SHIN, S.H. & CHOI, J.M. (2008). Anthropometric changes in children and adolescents from 1965 to 2005 in Korea. *American Journal of Physical Anthropometry*, 136: 230-236.
- LEE, T.S.; CHAO, T.; TANG, R.B.; HSIEH, C.C.; CHEN, S.J. & HO, L.T. (2005). A longitudinal study of growth in schoolchildren in one Taipei district II: Sitting height, arm span, body mass index and skinfold thickness. *Chinese Medical Association*, 68(1): 16-20.
- MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. & BAR-OR, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- MALINA, R.M.; BOUCHARD, C. & BEUNEN, G. (1988). Human growth: Selected aspects of current research on well-nourished children. *Annual Review of Anthropology*, 17: 187-219.
- MARFELL-JONES, M.; OLDS, T.; STEWARD, A.D. & CARTER, J.E.L. (2011). *International standards for anthropometric assessment*. Potchefstroom, RSA: International Society for Advancement of Kinanthropometry (ISAK).
- MATTON, L.; DUVIGNEAUD, N.; WILNDAELE, K.; PHILIPPAERTS, R.; DUQUET, W.; BEUNEN, G.; CLAESSENS, A.L.; THOMIS, M. & LEFEVRE, J. (2007). Secular characteristics, physical fitness, physical activity and biological maturation in Flemish adolescents between 1969 and 2005. *American Journal of Human Biology*, 19: 345-357.
- MUMTAZ, M.M.; NIHAL, H.; AHMED, O.; ISKENDER, G.; HASAN, B.U. & SELIM, K. (2009). Age reference for arm span and stature of Turkish children and adolescence. *Annals of Human Biology*, 36(3): 308-319.

- PEARSON, D.T.; NAUGHTON, G.A. & TORODE, M. (2006). Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9: 277-287.
- PIENAAR, A.E. & VILJOEN, A. (2010). Physical and motor ability, anthropometrical and growth characteristics of boys in the North-West Province of South Africa: A sport talent perspective. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 32(2): 71-93.
- RICHTER, L.; NORRIS, S.; YACK, D. & CAMERON, N. (2007). Cohort profile: Mandela's children. The 1990 birth to twenty study in South Africa. *International Journal of Epidemiology*, 36: 504-511.
- ROGOL, D.R.; ROEMMICH, J.N. & CLARK, P.A. (2002). Growth at puberty. *Journal of Adolescent Health*, 31: 192-200.
- SPORT AND RECREATION SOUTH AFRICA (2012). Annual report 2011/2012. Pretoria, RSA: Sport and Recreation South Africa.
- STATSOFT (2012). *Statistica for Windows: General convention and statistics*. Tilsa, OK: Statsoft.
- TANNER, J.M. & WHITEHOUSE, R.H. (1976). Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty. *Archives of Diseases in Childhood*, 51: 170-179.
- TOMONARY, R.F.D. (2012). "Stages of growth child development - early childhood (Birth to eight years), Middle childhood (eight to twelve years)." Online: [http:education.stateuniversity.com.1826]. Retrieved on 18 August 2013.
- VAN DEN BERG, L. & PIENAAR, A.E. (2010). Die effek van groei en ryping op motoriese en fisieke vermoëns van vroeë-, middel en laat ontwikkelende rugbyspelers: 'n Longitudinale ondersoek. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 32(2): 147-162.
- WHEELER, M.D. (1991). Physical changes of puberty. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 20(1): 1-14.

Prof Anita PIENAAR: Fisieke Aktiwiteit, Sport en Rekreasie (FASRek), Skool vir Biokinetika, Rekreasie en Sportwetenskap (BRS), Fakulteit Gesondheidswetenskappe, Noord-Wes Universiteit, Potchefstroom Kampus, Privaatsak X 6001, Potchefstroom 2520, Republiek van Suid-Afrika. Tel.: +27 (0)18 299 1796, Cell.: +27 (0)82 782 9911, Fax.: +27 (0)18 299 1825, E-Mail: Anita.Pienaar@nwu.ac.za

(Vakredakteur: Prof Ernst Krüger)