

See discussions, stats, and author profiles for this publication at:  
<http://www.researchgate.net/publication/273321825>

# Musculoskeletal fitness in Nigerian children

ARTICLE *in* MEDICINA DELLO SPORT; RIVISTA DI FISIOPATOLOGIA DELLO SPORT · JANUARY 2009

Impact Factor: 0.13

---

CITATION

1

3 AUTHORS, INCLUDING:



[Brandon S Shaw](#)

University of Johannesburg

158 PUBLICATIONS 156 CITATIONS

SEE PROFILE

# Functional evaluation area Area valutazione funzionale

MED SPORT 2009;62:135-47

## Musculoskeletal fitness in Nigerian school children

Fitness muscoloscheletrica in bambini nigeriani in età  
scolare

D. T. GOON, A. L. TORIOLA, B. S. SHAW

<sup>1</sup>M. Tech Clinical, Sport and Exercise Technology, Faculty of Science  
Tshwane University of Technology, Pretoria, South Africa

<sup>2</sup>Exercise Physiology, Faculty of Science, Tshwane University of Technology, Pretoria, South Africa

<sup>3</sup>Department of Sport, Rehabilitation and Dental Sciences, Faculty of Science  
Tshwane University of Technology, Pretoria, South Africa

### SUMMARY

**Aim.** The purpose of this study was to examine age and gender differences in muscular strength and flexibility among primary school children and to compare the findings with data for school-going children from other countries.

**Method.** A cross-sectional survey was conducted among 2 015 primary school children in Makurdi, Nigeria (N.=979 boys; N.=1 036 girls) aged 9-12 years, who performed the FITNESSGRAM (CIAR, 2000) physical fitness tests.

**Results.** A non-significant difference in flexibility was found between boys (mean: 27.1±4.4 cm) and girls (mean: 26.9±4.6 cm) ( $P=0.851$ ;  $P>0.05$ ). ANOVA test indicated no significant sex main effect on flexibility test scores ( $F(1, 2007)=0.027$ ;  $P>0.05$ ), whereas this yielded a substantial age main effect ( $F(3, 2007)=3.407$ ;  $P<0.05$ ). On average, boys had a slight, but significantly superior push-up performance (9.1±3.9) compared to girls (8.6±3.5) ( $P=0.04$ ;  $P<0.05$ ). Results also indicated substantial age difference in push-up scores among boys and girls ( $F(1, 3)=11.1$ ;  $P<0.05$ ). There were no significant age/ sex interaction effect ( $F(3, 2007)=1.396$ ;  $P>0.05$ ) and sex main effect in the sit-up performances for the boys and girls ( $P=0.188$ ;  $P>0.05$ ). Boys had significantly ( $P<0.05$ ) higher mean sit-up values, at ages 10 and 12, whereas no statistically significant sex main effect was found regarding the children's sit-up scores ( $F(1, 2007)=1.134$ ;  $P>0.05$ ).

**Conclusion.** Whereas the study showed non-significant sex and age differences in flexibility between boys and girls, marked age- and gender- related discrepancies were found regarding muscular strength. The muscular endurance component showed inconsistent results across age groups. Compared with children from

### RIASSUNTO

**Obiettivo.** L'obiettivo di questo studio era di analizzare le differenze per età e sesso in termini di forza e flessibilità muscoloscheletrica in bambini delle scuole elementari e di confrontare i risultati con dati provenienti da bambini scolari di altre nazioni.

**Metodi.** È stata condotta un'indagine trasversale su 2 015 bambini che frequentavano la scuola elementare a Makurdi, Nigeria (N.=979 bambini; N.=1 036 bambine) di età compresa tra 9 e 12 anni, che sono stati sottoposti ai test di fitness fisica FITNESSGRAM (CIAR, 2000).

**Risultati.** È stata evidenziata una differenza non statisticamente significativa per quanto riguardava la flessibilità tra i bambini (media: 27,1±4,4 cm) e le bambine (media: 26,9±4,6 cm) ( $P=0,851$ ;  $P>0,05$ ). L'analisi statistica ANOVA non ha evidenziato un effetto predominante del sesso sugli score del test di flessibilità ( $F(1, 2007)=0,027$ ;  $P>0,05$ ), a differenza del parametro età ( $F(3, 2007)=3,407$ ;  $P<0,05$ ). In media, i bambini avevano una lieve ma significativamente superiore performance nei piegamenti sulle braccia (9,1±3,9) rispetto alle bambine (8,6±3,5) ( $P=0,04$ ;  $P<0,05$ ). I risultati hanno indicato, inoltre, una differenza significativa secondo l'età nei punteggi dei piegamenti sulle braccia tra i bambini e le bambine ( $F(1, 3)=11,1$ ;  $P<0,05$ ). Non è emerso alcun effetto di interazione età/ sesso ( $F(3, 2007)=1,396$ ;  $P>0,05$ ), né un effetto preponderante del sesso nelle performance di sit-up sia per i bambini che per le bambine ( $P=0,188$ ;

*P>0,05). I bambini hanno riportato valori medi di sit-up significativamente (P<0,05) superiori all'età di 10 e 12 anni, mentre non è stata evidenziata alcun effetto statisticamente significativo del sesso per quanto riguardava i punteggi di sit-up dei bambini (F(1, 2007)=1,134; P>0,05).*

*Conclusioni.* Mentre lo studio non ha evidenziato differenze statisticamente significative in relazione all'età e al sesso in termini di flessibilità tra bambini e bambine, sono emerse differenze marcate sesso ed età correlate per quanto riguarda la forza muscolare. La componente di resistenza muscolare non ha evidenziato differenze tra i diversi gruppi di età. In rapporto ai bambini provenienti da nazioni americane ed europee, i bambini nigeriani hanno riportato una ridotta fitness muscoloscheletrica.

PAROLE CHIAVE : : Fitness fisica - Flessibilità - Forza muscolare - Resistenza - Bambini.

There is evidence of reduced levels of fitness among children from many countries around the world.<sup>1, 2</sup> Low physical fitness increases the risk of coronary artery disease, non/insulin-dependent diabetes and osteoporosis. Research indicates that many of these diseases are life-long problems that begin during the pediatric years but surface clinically only during adulthood.<sup>3-7</sup>

Factors associated with adopting and maintaining a physically active lifestyle are socio-economic status, cultural influences, lifestyle, environmental factors and health status.<sup>8-10</sup> In addition to these factors, it appears that multimedia-based, inactive behaviours have displaced the potentially active leisure time of many children, whereas children need to be physically active at a young age and have positive experiences in order to develop life-long adherence to exercise.<sup>11</sup>

Being physically fit is not just an outcome of sport and physical education program; it also entails leading a happier and fuller life.<sup>12-14</sup> For the individual child, being fit helps to develop a positive attitude to the body, enables the child to achieve a self-awareness of his or her physical state, and thus, become better motivated to maintain or improve individual fitness.<sup>14, 16, 17</sup>

The health-related benefits of muscular fitness are not as readily obvious as those of aerobic fitness. A review of the literature indicates that several previous studies evaluating fitness levels in Nigerian children tend to focus on cardiorespiratory fitness component<sup>18-20</sup> in neglect of attributes of flexibility, muscular strength and endurance. However, increasing evidence suggests that musculoskeletal fitness plays a significant role in many health factors including increased bone mineral density, lower blood pressure, reduced risk of injury and diseases like osteoporosis or low back pain.<sup>21</sup> Thus, examining these health-related components among children should be routinely carried out in school

Secondo i dati disponibili in letteratura, vi sono ridotti livelli di fitness tra i bambini provenienti da numerose nazioni nel mondo<sup>1, 2</sup>. Ridotti livelli di fitness fisica aumentano il rischio di malattia coronarica, di diabete non insulino-resistente e di osteoporosi. I risultati di diversi studi indicano che molte di queste malattie rappresentano problemi cronici durante tutta la vita del soggetto, che insorgono negli anni dell'infanzia ma che si manifestano clinicamente solamente nell'età adulta<sup>3-7</sup>.

Fattori associati con l'adozione e il mantenimento di uno stile di vita fisicamente attivo sono lo stato socio-economico, le influenze culturali, lo stile di vita, i fattori ambientali e lo stato di salute<sup>8-10</sup>. Oltre a questi fattori, è emerso che comportamenti passivi, legati a fattori multimediali, hanno sostituito completamente il tempo libero potenzialmente attivo di molti bambini, mentre i fanciulli stessi necessiterebbero di essere fisicamente attivi sin dalla giovane età e vivere esperienze positive per sviluppare un'aderenza alle attività fisiche per tutta la vita<sup>11</sup>.

Lo stato di buona salute fisica non rappresenta soltanto un obiettivo dei programmi di sport ed educazione fisica, ma rappresenta un modo di condurre una vita più felice e completa<sup>12-14</sup>. Per il singolo bambino, lo stato di buona salute fisica aiuta a sviluppare attitudini positive nei confronti del proprio corpo, permette di avere una propria consapevolezza dello stato fisico e, quindi, lo rende maggiormente motivato a mantenere o migliorare il proprio stato di salute individuale<sup>14, 16, 17</sup>.

I benefici salute-correlati della fitness muscolare non sono altrettanto ovvi come quelli della fitness aerobica. Una revisione della letteratura ha evidenziato che numerosi studi precedentemente pubblicati, che hanno valutato i livelli di fitness in bambini nigeriani, tendevano a focalizzarsi sulla componente della fitness cardiorespiratoria<sup>18-20</sup> senza una appropriata valutazione della flessibilità, della forza e della resistenza muscolare. Tuttavia, crescenti dati pubblicati suggeriscono come la fitness muscoloscheletrica giochi un ruolo significativo in numerose componenti della salute, tra cui un'augmentata densità minerale ossea, una ridotta pressione sanguigna, ridotti rischi di traumi e patologie

physical education programs. The school setting presents a good opportunity to shape the attitudes and behaviours of children in order to prevent them from becoming sedentary adults.

Therefore, this study was undertaken to examine age and gender differences in musculoskeletal fitness of primary school boys and girls in Makurdi, Nigeria; and relate these to data derived for school children from other countries. Such fitness data may be useful in developing normative data that will form the basis of comparisons across different population groups, assess variations in children's growth and development, track changes over time and identify children who are at risk for developing certain chronic diseases so that necessary health intervention strategies could be instituted.

## Materials and methods

### Sample

Nineteen metropolitan primary schools in Makurdi, Nigeria participated in this study. Schools were randomly selected from a list of all 38 schools in the Makurdi municipality. After exclusions, based on medical conditions and attrition, 2 015 children (979 boys and 1 036 girls) aged 9-12 years were tested from September to December 2005. The children's ages were verified against their birth certificates and school records. Prior to the study, written informed consent was obtained from the schools, parents and guardians of the children according to established guidelines.<sup>22</sup> The study was approved by the Ethics Committee of Tshwane University of Technology, South Africa and the Benue State Universal Basic Education Board, Makurdi, Nigeria. All participants were free of musculoskeletal disorders and had no current history of low-back pain.

### Testing procedure

#### SIT-AND-REACH TEST

Participants were measured wearing light clothes and without shoes at similar times on testing days and under the same environmental conditions (room temperature at 27 °C). Measurements were conducted in accordance with FITNESSGRAM methods.<sup>23</sup> A total of 35 participants that were not part of the main study participated in the pilot study designed to assess the reliability of the physical fitness tests. Substantial Pearson's test-retest reliability coeffi-

*tipo l'osteoporosi e la lombalgia*<sup>21</sup>. Pertanto, queste componenti correlate con la salute nei bambini dovrebbero essere valutate routinariamente nei programmi di educazione fisica nelle scuole. L'ambiente scolastico rappresenta una buona opportunità di formare queste attitudini e comportamenti nei bambini in modo tale da prevenire il fatto che diventino adulti sedentari.

*Pertanto, questo studio è stato condotto per esaminare differenze legate ad età e sesso in termini di fitness muscoloscheletrica in bambini e bambine della scuola elementare di Makurdi, Nigeria; e per correlare questi dati con quelli provenienti da bambini in età scolare di altre nazioni. Tali dati sulla fitness potrebbero essere utili nello sviluppare dati normativi che saranno la base di confronti tra differenti gruppi di popolazioni, valutare le variazioni di crescita e sviluppo dei bambini, tracciare cambiamenti nel tempo ed identificare i bambini a rischio di sviluppare certe patologie croniche in modo tale da programmare strategie di intervento di natura sanitaria.*

## Materiali e metodi

### Campione

*Diciannove scuole elementari di Makurdi, Nigeria, hanno partecipato a questo studio. Le scuole sono state selezionate in maniera randomizzata da una lista di 38 scuole nella municipalità di Makurdi. Dopo le esclusioni su base medica, 2 015 bambini (979 di sesso maschile e 1 036 di sesso femminile), di età compresa tra 9 e 12 anni, sono stati sottoposti a test da settembre e dicembre 2005. Le età dei bambini sono state controllate con i certificati di nascita e i registri scolastici. Prima dello studio, è stato ottenuto un consenso informato da parte delle scuole, dei genitori e tutori dei bambini, secondo linee guida stabilite<sup>22</sup>. Lo studio è stato approvato dal Comitato Etico della Tshwane University of Technology, Sud Africa e dal Benue State Universal Basic Education Board, Makurdi, Nigeria. Tutti i partecipanti erano indenni da malattie muscoloscheletriche e non avevano storie di lombalgia.*

### Test

#### SIT-AND-REACH TEST

*I partecipanti sono stati sottoposti al test indossando abiti leggeri e senza scarpe negli stessi tempi nei giorni dei test e nelle stesse condizioni ambientali (temperatura della stanza a 27 °C). I rilevamenti sono stati condotti in accordo con i metodi FITNESSGRAM<sup>23</sup>. Un totale di 35 partecipanti, che non hanno fatto parte dello studio principale, ha*



cients at two weeks interval were obtained for sit-and-reach ( $r=0.62$ ), push-up ( $r=0.66$ ) and sit-up ( $r=0.76$ ) tests ( $P<0.05$ ).

In order to assess flexibility the sit-and-reach test, which is used to evaluate the combined flexibility of the hamstring, hip, and lower back<sup>24-27</sup> was utilised. In this regard, a standard sit-and-reach box with tape measure<sup>27</sup> was used for testing. The sit-and-reach test was chosen because it is the most frequently used flexibility test in school setting and it is simple and relatively easy to administer. The test is particularly useful as an index of flexibility in large-scale epidemiological studies.

The participant was initially instructed to do some stretching exercises (five to 10 minutes) to warm up the muscles. Each child was seated with legs fully extended with the soles of the feet against the reach box. The participant reached slowly with both hands, long fingers on top of each other, as far as possible, holding this position for at least three seconds. To get the best stretch, the participant exhaled and dropped the head between the arms when reaching forward as far as possible. Keeping the hands on top of each other and not leading or stretching with one hand, the participant's knees were held down to keep them straight. The most distant point (in cm) reached with the fingertips was recorded and the best of three trials recorded as the final score.

#### PUSH-UP TEST

The push-up test was used in order to measure lower extremity muscle strength. The test position varied between boys and girls with the girls performing the modified sit-up test. To carry out the test, the hands were kept shoulder width apart while the feet were placed together. The back was straight, with head up, and the participant using the toes as the pivotal point. The girls adopted a modified "knee push-up" position, with legs together, lower leg in contact with mat and ankles plantar flexed. The back kept straight, hands shoulder width apart and head held up. On the "go" command, each participant began the push-up by bending the elbows and lowering the entire body as a unit until the upper arms were parallel to the ground and their chins and stomach touched the mat. The participant returned to the starting position by raising the entire body until the arms were fully extended. The body remained straight and moved as a unit

*partecipato ad uno studio pilota disegnato per valutare l'attendibilità dei test di fitness fisica. I coefficienti di attendibilità del test-retest di Pearson all'intervallo di due settimane sono stati ottenuti per i test di sit-and-reach ( $r=0,62$ ), push-up ( $r=0,66$ ) e sit-up ( $r=0,76$ ) ( $P<0,05$ ).*

*Al fine di valutare la flessibilità è stato impiegato il sit-and-reach test, che è stato utilizzato per valutare la flessibilità combinata di tendini, delle anche e della colonna lombare<sup>24-27</sup>. A tal riguardo, è stata utilizzata per il test una scatola standard sit-and-reach con asta millimetrata<sup>27</sup>. Il sit-and-reach test era stato scelto poiché rappresenta il test di flessibilità più frequentemente utilizzato in ambito scolastico, ed è semplice e relativamente facile da somministrare. Il test è particolarmente utile come indice di flessibilità in studi epidemiologici su larga scala.*

*Ai partecipanti erano stati inizialmente insegnati alcuni esercizi di stretching (della durata compresa tra cinque e 10 minuti) al fine di scaldare i muscoli. Ciascun bambino era seduto con le gambe completamente estese, con le piante dei piedi contro la scatola. Il soggetto partecipante allo studio si piegava in avanti lentamente, senza movimenti di slancio il più lontano possibile tenendo le punte delle dita allo stesso livello e le gambe tese. Egli manteneva la posizione di massimo allungamento per almeno tre secondi.*

*Per ottenere il maggior allungamento, il soggetto espirava e abbassava la testa tra le braccia mentre si piegava in avanti il più lontano possibile. Mantenendo le mani una sopra l'altra, senza allungarsi con una sola mano, le ginocchia del partecipante venivano tenute abbassate per tenerle diritte. Il punto più distante (misurato in cm) raggiunto con le punte delle dita veniva registrato e il miglior risultato delle tre prove registrato come score finale.*

#### *PUSH-UP TEST (TEST DEI PIEGAMENTI SULLE BRACCIA)*

*Il test dei piegamenti sulle braccia è stato utilizzato per misurare la forza muscolare degli arti inferiori. La posizione durante il test variava tra i bambini e le bambine, venendo queste ultime sottoposte al test di sit-up modificato. Per svolgere il test, le mani venivano posizionate alla larghezza delle spalle, mentre i piedi venivano tenuti uniti. Il dorso era rettilineo, con la testa sollevata, utilizzando le punte delle dita dei piedi come punto cardine. Le bambine hanno invece adottato una posizione modificata a "ginocchia piegate" con le gambe unite, il tratto distale delle gambe a contatto con il pavimento e le caviglie flesse. Il dorso era mantenuto diritto, con le mani posizionate alla larghezza delle spalle e la testa sollevata. Al comando di "via", ciascun partecipante iniziava i piegamenti piegando i gomiti e abbassando l'intero corpo in manie-*

for the entire repetition.<sup>28</sup> The participant was motivated to do as many repetitions as possible in one minute.<sup>27</sup> The maximal number of push-ups performed consecutively in one minute without rest was counted as the criterion score.

#### SIT-UP TEST

Abdominal muscular endurance was measured by the maximum number of sit-ups achieved in one minute. Each participant assumed the starting position by lying on the back with knees bent at 90 degrees and feet together. Another participant held the testee's ankles with the hands only. The heel was the only part of the foot that remained in continuous contact with the ground. The participant's fingers were interlocked behind the neck and such that the back of the hands was touching the mat. On the "go" command, the participant began to raise the upper body until the elbows touched the knees. The participant then lowered the body until the upper portion of the back touched the mat. The participant was motivated to do as many sit-ups as possible in one minute.<sup>26</sup> The number of successful repetitions in one minute was recorded.

#### Data analysis

The means and standard deviations were calculated for each independent measure. Student's t-test was used to compare physical characteristics and test performance scores between the boys and girls. Analysis of variance (ANOVA) was used to examine age and gender differences in the dependent variables. Wherever there was a significant difference, Scheffe *post hoc* test was used to determine which of the means were significantly different from each other. A probability level of  $\leq 0.05$  was taken to indicate statistical significance. All analyses were conducted using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 15.0.

### Results

Table I describes the physical characteristics of the Nigerian boys and girls. The sit-and-reach test which is a measure of hamstring and lower back flexibility indicated a non-significant mean difference between boys (27.1±4.4 cm) and girls (26.9±4.6 cm) ( $P=0.851$ ;  $P\leq 0.05$ ). The mean flexibility values for boys at ages 9, 10, 11 and 12 were 26.6±4.1 cm, 27.2±4.4 cm, 26.5±4.1 cm and

*ra unitaria finché le braccia non fossero parallele al pavimento e i loro menti e addomi toccassero il suolo. Il partecipante tornava quindi alla posizione di partenza sollevando l'intero corpo fino all'estensione completa delle braccia. Il corpo rimaneva rettilineo e si muoveva come una singola unità per l'intera ripetizione<sup>28</sup>. Il partecipante doveva compiere quante più ripetizioni possibili in un minuto<sup>27</sup>. Il numero massimo di flessioni effettuate consecutivamente in un minuto senza pause era considerato lo score finale.*

#### SIT-UP TEST

*La resistenza della muscolatura addominale veniva misurata tramite il massimo numero di sit-up effettuati in un minuto. Ciascun partecipante assumeva la posizione di partenza stando sdraiato sul dorso con le ginocchia piegate a 90 gradi e i piedi uniti. Un altro partecipante teneva le caviglie del soggetto in esame solo con le mani. Il calcagno era l'unica parte del piede che rimaneva in continuo contatto con il terreno. Le dita del partecipante erano chiuse tra loro dietro il collo, e pertanto il dorso delle mani toccava il pavimento. Al comando di "via", il partecipante iniziava a sollevare la parte superiore del corpo finché i gomiti non avessero toccato le ginocchia. Quindi, egli abbassava il corpo finché la parte superiore del dorso toccasse il pavimento. Il partecipante doveva compiere quante più ripetizioni possibili in un minuto<sup>26</sup>. Veniva quindi registrato il numero di ripetizioni condotte in maniera corretta in un minuto*

#### Analisi dei dati

*Per ciascuna variabile indipendente, sono state calcolate le medie e le deviazioni standard. Il test di Student è stato utilizzato per confrontare caratteristiche fisiche e i punteggi di performance dei test tra i bambini e le bambine. L'analisi di varianza (ANOVA) è stata applicata per esaminare le differenze di età e sesso tra le variabili dipendenti. Quando vi era una differenza statisticamente significativa, è stato utilizzato il Scheffe *post hoc* test per determinare quali delle medie erano significativamente differenti da ciascuna altra. È stato assunto un livello di probabilità  $\leq 0,05$  per indicare la significatività statistica. Tutte le analisi sono state condotte utilizzando il software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versione 15.0.*

### Risultati

*La Tabella I descrive le caratteristiche fisiche dei bambini e delle bambine nigeriane. Il sit-and-reach test che rappresenta una misura della flessibilità dei legamenti e della colonna lombare ha evi-*

TABLE I.—Performance characteristics of participants (N.=2 015).  
TABELLA I. — *Caratteristiche della performance dei partecipanti (N.=2 015).*

Variable	Combined (N.=2015) (Mean ± SD)	Boys (N.=979) (Mean ± SD)	Girls (N.=1 036) (Mean ± SD)	t-value	Probability value
Sit-and-reach (cm)	27.1±4.5	27.1±4.4	26.9±4.6	0.187	0.851
Push-ups (per 1 min)	8.9±3.7	9.1±3.9	8.6±3.5	2.884	0.004*
Sit-ups (per 1 min)	12.4±5.9	12.6±5.9	12.2±5.9	1.317	0.188

\*Statistically significant ( $P \leq 0.05$ ). \*Statisticamente significativo ( $P \leq 0,05$ ).

TABLE II.—ANOVA summary table on flexibility test.  
TABELLA II. — *Caratteristiche della performance dei partecipanti (N.=2 015).*

Source	SS	df	MS	F	Probability
Sex	0.532	1	0.532	0.27	0.870
Age group	201.731	3	67.244	3.407	0.017*
Sex X age group	00 94.905	3	31.635	1.603	0.187
Error	39 609.125	2 007	19.735		
Total	1509 864.990	2 014			

\*Statistically significant ( $P \leq 0.05$ ); SS: sum of squares; df: degree of freedom; MS: mean square.

\*Statisticamente significativo ( $P \leq 0,05$ ); SS: somma dei quadrati; df: grado di libertà; MS: quadrato medio.

TABLE III.—ANOVA summary table on push-ups test.  
TABELLA III. — *Tabella riassuntiva dell'ANOVA sul test di flessione sulle braccia.*

Source	SS	df	MS	F	Probability
Sex	0.532	1	0.532	0.27	0.870
Age group	201.731	3	67.244	3.407	0.017*
Sex X age group	00 94.905	3	31.635	1.603	0.187
Error	39 609.125	2 007	19.735		
Total	1509 864.990	2 014			

\*Statistically significant ( $P \leq 0.05$ ); SS: sum of squares; df: degree of freedom; MS: mean square.

\*Statisticamente significativo ( $P \leq 0,05$ ); SS: somma dei quadrati; df: grado di libertà; MS: quadrato medio.

27.1±4.3 cm, respectively. Corresponding data for girls were 26.5±4.6 cm, 27.5±4.4 cm, 26.8±4.6 cm and 26.7±4.7 cm. Results of *post hoc* analysis provided in Table II showed no significant sex main effect regarding flexibility ( $F_{(1, 2007)}=0.027$ ;  $P=0.0870$ ). In contrast, this yielded a significant age main effect is respect of flexibility ( $F_{(3, 2007)}=3.407$ ;  $P=0.017$ ). Results also showed no significant age/sex interaction between ( $F_{(3, 2007)}=1.603$ ;  $P>0.187$ ). Variations in the mean values for the four age categories are illustrated in Figure 1.

The mean push-up test scores showed that boys had a slightly superior, but significant push-up (9.1±3.9) performance, compared to girls who achieved 8.6±3.5 push-ups per minute ( $P=0.04$ ;

*denziato una differenza media non statisticamente significativa tra i bambini (27,1±4,4 cm) e le bambine (26,9±4,6 cm) ( $P=0,851$ ;  $P \geq 0,05$ ). I valori medi di flessibilità per i bambini di età 9, 10, 11 e 12 erano 26,6±4,1 cm, 27,2±4,4 cm, 26,5±4,1 cm e 27,1±4,3 cm, rispettivamente. I risultati corrispondenti per le bambine erano 26,5±4,6 cm, 27,5±4,4 cm, 26,8±4,6 cm e 26,7±4,7 cm. I risultati della analisi post hoc riportati in Tabella II non ha evidenziato alcun effetto preponderante del sesso per quanto riguarda la flessibilità ( $F_{(1, 2007)}=0,027$ ;  $P=0,0870$ ). Al contrario, la significatività statistica è stata raggiunta per quanto riguarda l'età sempre nei confronti della flessibilità ( $F_{(3, 2007)}=3,407$ ;  $P=0,017$ ). I risultati ottenuti, inoltre, non hanno evidenziato un'interazione significativa età/sesso ( $F_{(3, 2007)}=1,603$ ;  $P>0,187$ ). Le variazioni nei valo-*

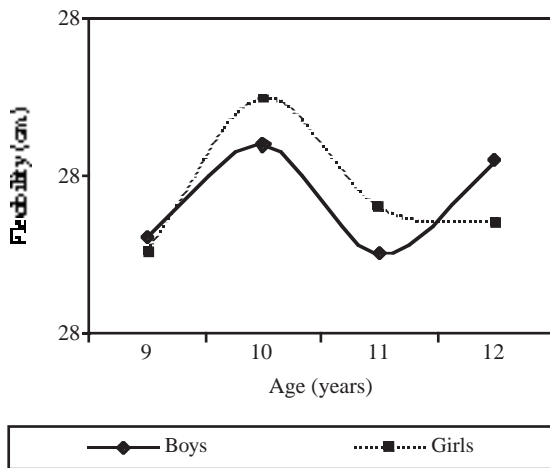


Figure 1.—Age and gender differences in flexibility in Nigerian school children.  
 Figura 1. — Differenze di età e sesso nella flessibilità in bambini in età scolare della Nigeria.

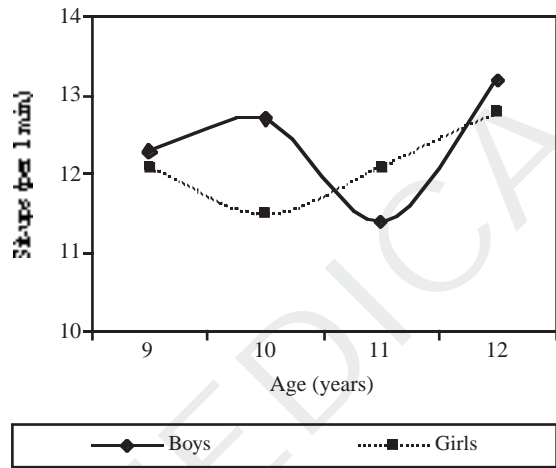


Figure 3.—Age and gender differences in sit-up performance in Nigerian school children.  
 Figura 3. — Differenze di età e sesso nella performance del sit-up in bambini in età scolare della Nigeria.



Figure 2.—Age and gender differences in push-up performance in Nigerian school children.  
 Figura 2. — Differenze di età e sesso nella performance dei piegamenti sulle braccia in bambini in età scolare della Nigeria.

$P \leq 0.05$ ). Results on push-up also showed significant age differences among the boys and girls ( $F_{(1,3)}=11.1$ ;  $P < 0.05$ ). Whilst at age nine, similar performances were noted for the boys and girls, significant gender differences were found at ages 10, 11 and 12 with boys completing more push-ups. Table III shows significant main effects for sex ( $F_{(1,2007)}=6.546$ ;  $P < 0.011$ ) and age group ( $F_{(3,2007)}=11.095$ ;  $P < 0.000$ ), respectively regarding the push-up test, but no significant interaction

ri medi per le quattro categorie di età sono riassunte nella Figura 1.

I punteggi medi del test dei piegamenti sulle braccia hanno mostrato come i bambini avessero una leggermente superiore, ma significativa performance di push-up ( $9,1 \pm 3,9$ ), rispetto alle bambine che hanno raggiunto  $8,6 \pm 3,5$  piegamenti sulle braccia al minuto ( $P=0,04$ ;  $P \leq 0,05$ ). I risultati del test dei piegamenti sulle braccia hanno anche evidenziato differenze significative di età tra i bambini e le bambine ( $F_{(1,3)}=11,1$ ;  $P < 0,05$ ). Mentre all'età di nove anni, i bambini e le bambine raggiungevano performance simili, sono emerse differenze statisticamente significative relative al sesso alle età di 10, 11 e 12, con i bambini che completavano un maggior numero di piegamenti sulle braccia. La Tabella III mostra significativi effetti per quanto riguarda il sesso ( $F_{(1,2007)}=6,546$ ;  $P < 0,011$ ) e il gruppo di età ( $F_{(3,2007)}=11,095$ ;  $P < 0,000$ ), rispettivamente in riferimento al test dei piegamenti sulle braccia, sebbene non sia stata trovata alcuna interazione significativa tra età e sesso ( $F_{(3,2007)}=1,396$ ;  $P > 0,242$ ). La Figura 2 mostra che le discrepanze per età e sesso nel test dei piegamenti sulle braccia, sebbene non statisticamente significative all'età di nove anni, continuavano ad ampliarsi all'età di 10 e 11 anni. Mentre i punteggi di piegamenti sulle braccia dei bambini aumentavano all'età di 11 anni, i punteggi medi di push-up delle bambine si riducevano nella stessa categoria di età.

Complessivamente, le performance medie dei bambini nel sit-up test erano  $12,6 \pm 5,9$  e  $12,2 \pm 5,9$  per i bambini e per le bambine, rispettivamente, senza differenze significative per quanto riguarda i sessi



TABLE IV.—ANOVA summary table on sit-up test.  
 TABELLA IV. — *Tabella riassuntiva dell'ANOVA sul sit-up test.*

Source	SS	df	MS	F	Probability
Sex	39.233	1	39.233	1.134	0.287
Age group	382.958	3	160.986	4.653	0.003*
Sex X age group	219.013	3	73.004	2.110	0.097
Error	69 437.510	2 007	34.598		
Total	376 512.000	2 014			

\*Statistically significant ( $P \leq 0.05$ ); SS: sum of squares; df: degree of freedom; MS: mean square.

\*Statisticamente significativo ( $P \leq 0,05$ ); SS: somma dei quadrati; df: grado di libertà; MS: quadrato medio.

effect between age and sex was found ( $F_{(3, 2007)}=1.396$ ;  $P>0.242$ ). An inspection of Figure 2 shows that the age and sex discrepancies in push-ups test, although not statistically significant at age nine, continued to widen from ages 10 and 11. While the boys' push-up scores accelerated at age 11, the girl's mean push-up scores declined at same age category.

Overall, mean performances for the children in the sit-up test were  $12.6 \pm 5.9$  and  $12.2 \pm 5.9$  for the boys and girls, respectively, which indicated no significant sex differences ( $P=0.188$ ;  $P \leq 0.05$ ). The mean values for the various age groups indicated that boys achieved  $12.3 \pm 4.9$ ,  $12.7 \pm 5.8$ ,  $11.4 \pm 5.7$  and  $13.2 \pm 6.5$  sit-ups (per minute), for ages nine, 10, 11 and 12, respectively. Corresponding data for girls were  $12.1 \pm 5.8$ ,  $11.5 \pm 5.4$ ,  $12.1 \pm 6.6$  and  $12.8 \pm 5.7$  sit-ups. In this regard, boys had significantly ( $P \leq 0.05$ ) better mean sit-up performances than the girls at ages 10 and 12 years (Figure 3). Table IV presents ANOVA summary comparing the sit-up test scores for the boys and girls, which showed no significant sex main effect ( $F_{(1, 2007)}=1.134$ ;  $P=0.287$ ). However, there was a significant age main effect ( $F_{(3, 2007)}=4.653$ ;  $P=0.003$ ) with no substantial interaction effect between age and sex ( $F_{(3, 2007)}=2.110$ ;  $P=0.097$ ).

## Discussion

Measuring flexibility is an important component of fitness testing. The sit-and-reach test was used in this study as it is one of the most frequently used flexibility test which is simple to administer and requires minimal skills. The sit-and-reach test as measure of hamstring flexibility is particularly useful in large-scale field studies.<sup>29</sup>

Research literature have demonstrated that girls are more flexible at all ages than boys, and the sex difference is greatest during the adoles-

( $P=0,188$ ;  $P \geq 0,05$ ). I valori medi per i diversi gruppi di età indicano che i bambini hanno effettuato  $12,3 \pm 4,9$ ,  $12,7 \pm 5,8$ ,  $11,4 \pm 5,7$  e  $13,2 \pm 6,5$  sit-up (al minuto), per il gruppo di età di nove anni, 10, 11 e 12, rispettivamente. I corrispondenti risultati delle bambine erano  $12,1 \pm 5,8$ ,  $11,5 \pm 5,4$ ,  $12,1 \pm 6,6$  e  $12,8 \pm 5,7$  sit-up. A tal riguardo, i bambini avevano ottenuto delle performance medie di sit-up significativamente ( $P \leq 0,05$ ) migliori rispetto alle bambine, alle età di 10 e 12 anni (Figura 3). La Tabella IV riporta il riassunto dell'analisi ANOVA confrontando gli score del sit-up test ottenuti dai bambini e dalle bambine senza evidenziare effetti significativi del sesso ( $F_{(1, 2007)}=1,134$ ;  $P=0,287$ ). Tuttavia, vi è stato un effetto predominante significativo dell'età ( $F_{(3, 2007)}=4,653$ ;  $P=0,003$ ) senza sostanziali effetti di interazione tra età e sesso ( $F_{(3, 2007)}=2,110$ ;  $P=0,097$ ).

## Discussione

La misurazione della flessibilità rappresenta una componente importante nel valutare lo stato di fitness. Il sit-and-reach test è stato applicato in questo studio essendo uno dei test di flessibilità più frequentemente utilizzati ed essendo semplice da somministrare e richiedendo minime abilità fisiche. Il sit-and-reach test come misura della flessibilità dei tendini è particolarmente utile in studi territoriali su larga scala.<sup>29</sup>

I dati disponibili attualmente in Letteratura hanno dimostrato che le bambine sono più flessibili a tutte le età rispetto ai bambini, e che la differenza tra i due sessi è massima durante lo scatto di crescita e la maturità sessuale<sup>30</sup>. Tuttavia, il presente studio non ha evidenziato differenze statisticamente significative per età e sesso nella flessibilità del tronco e dei tendini dei partecipanti. Questi risultati inaspettati sono in accordo con quelli derivanti dallo studio pubblicato da Monyeki et al. 's<sup>31</sup> condotto su bambini che frequentavano scuole elementari nelle zone rurali del Sud Africa, di età compresa tra 7 e 14 anni, in cui non era stata riportata alcuna

cent growth spurt and sexual maturation.<sup>30</sup> However, the present study showed that there were no substantial age and sex differences in the participants' trunk and hamstring flexibility. This unexpected finding supports those of Monyeki *et al.*'s<sup>31</sup> study on rural South African primary school children aged 7-14 years, in which non-significant sex differences in flexibility was reported. In this study, results which indicated that flexibility did not increase linearly with age, contrast with several previous reports<sup>31-34</sup> that substantiate that flexibility increases with age and is higher in girls compared to boys. The boys' flexibility scores in this study compare favourably with those of Katzmarzyk *et al.*<sup>35</sup> in their survey of Canadian boys aged 9-12 years. However, Canadian girls demonstrated superior flexibility scores than Nigerian girls.<sup>35</sup> The non-significant age and sex differences in trunk and hamstring flexibility found in Nigerian children may be attributed to the girls' relatively high waist circumference<sup>36</sup> as this would limit their performances in the flexibility test. Furthermore, the absence of significant sex difference in flexibility scores may be explained by the fact that many participants were at the pre-pubertal stage when many children typically have difficulties to perform such test.<sup>37</sup> Previous studies have shown that during school years, flexibility decreases until the onset of puberty.<sup>38</sup> This decline could be attributed to increased musculo-tendinous stiffness around the joint, due to the faster bone development and growth compared to muscles.<sup>38</sup> It is also possible that the low scoring in our sample could be linked to the prolonged sitting position during school classes with limited opportunities to engage in wholesome physical activity.

The results of the study showed that muscular strength and endurance increased linearly with age in both sexes, with the boys exhibiting superior performances than girls. This finding agrees with those of Malina, Bouchard and Bar-Or<sup>30</sup> who reported that abdominal strength and endurance improved linearly with age from 6-13 years in boys, after which it showed somewhat accelerated development. Though not directly comparable because of age differences, the results of Van Gent, Pienaar and Malan<sup>33</sup> compare favourably to those reported in this study concerning the girls' performances in abdominal strength and endurance. Their study showed that abdominal muscle strength did not increase significantly with age up to age 14, after

*differenza significativa nella flessibilità in base all'età. In questo studio, i risultati che indicavano che la flessibilità non aumentava linearmente con l'età, sono in contrasto con numerosi studi pubblicati in Letteratura precedentemente<sup>31-34</sup> che dimostrano come la flessibilità aumenti con l'età ed è maggiore nelle bambine rispetto ai bambini. Gli score di flessibilità dei bambini di sesso maschile in questo studio comparano favorevolmente con quelli pubblicati da Katzmarzyk *et al.*<sup>35</sup> nella loro sorveglianza di bambini canadesi di età compresa tra 9 e 12 anni. Tuttavia, le bambine canadesi hanno dimostrato score di flessibilità superiori alle bambine nigeriane<sup>35</sup>. Le differenze non statisticamente significative correlate con età e sesso nella flessibilità del tronco e dei legamenti riscontrate nei bambini nigeriani potrebbero essere attribuite alla relativamente ampia circonferenza della vita delle bambine<sup>36</sup>, poiché essa potrebbe limitare le loro performance nel test di flessibilità. Inoltre, l'assenza di differenze statisticamente significative legate al sesso nei punteggi di flessibilità potrebbe essere spiegata dal fatto che molti partecipanti erano nello stadio prepubertale, durante il quale i bambini incontrano tipicamente difficoltà nell'eseguire tali test<sup>37</sup>. Precedenti studi pubblicati in Letteratura hanno dimostrato che durante gli anni di scuola, la flessibilità diminuisce fino all'insorgenza della pubertà<sup>38</sup>. Questo declino potrebbe essere attribuito alla aumentata rigidità muscolo-tendinea attorno alle articolazioni, causata dal più rapido sviluppo e crescita del tessuto osseo rispetto ai muscoli<sup>38</sup>. È stato inoltre ipotizzato che il basso punteggio nel nostro campione possa essere collegato alla prolungata posizione seduta durante le ore di scuola in classe, con limitate possibilità di intraprendere un'attività fisica salutare.*

*I risultati dello studio dimostrano che la forza e la resistenza muscolare aumentavano linearmente con l'età in entrambi i sessi, con i bambini che mostravano performances superiori rispetto alle bambine. Questo dato è in accordo con i risultati ottenuti da Malina, Bouchard e Bar-Or<sup>30</sup>, che hanno riportato un incremento lineare della forza e della resistenza della muscolatura addominale con l'età dai 6 ai 13 anni nei bambini, dopo i quali essa mostrava uno sviluppo alquanto accelerato. Sebbene non direttamente confrontabili a causa di differenze di età, i risultati ottenuti da Van Gent, Pienaar e Malan<sup>33</sup> comparano favorevolmente con quelli riportati in questo studio per quanto riguarda le performance delle bambine nella forza e resistenza della parete addominale. Il loro studio dimostrava che la forza della muscolatura addominale non aumentava significativamente con l'età fino all'età di 14 anni, dopo i quali diventava evidente un declino della forza addominale. Il fatto che i*

TABLE V.—Comparison of flexibility from different countries with the present study.  
 TABELLA V. — *Tabella riassuntiva dell'ANOVA sul sit-up test.*

Country	Age (years)	Flexibility (cm)		Reference
		Boys	Girls	
Belgium	8-11	31.1±6.4	34.1±7.1	[34]
Canada	9-10	27.4±6.4	30.7±6.2	[35]
Greece	11-12	14.1±6.1	19.12±6.1	[39]
Lithuania	12	15.5±5.8	19.6±6.4	[40]
Republic of South Africa	7-14	16.0±4.1	16.8±4.2	[31]
Nigeria	9-12	27.1±4.4	26.9±4.6	Present study

Comparisons based on sit-and-reach test. *Confronti basati sul sit-and-reach test.*

TABLE VI.—Comparison of number of push-ups from different countries with the present study.  
 TABELLA VI. — *Confronto del numero di push-ups in diverse nazioni rispetto al presente studio.*

Participant population	Age (years)	Push-up (per minute)		Reference
		Boys	Girls	
Canada	9-12	10.2±7.4	13±9.9	[41]
United States of America	10-11	22.21±10.96	28.94±12.62	[42]
Nigeria	9-12	9.1±3.9	8.6±3.5	Present study

TABLE VII.—Comparison of number of sit-ups from different countries with the present study.  
 TABELLA VII. — *Confronto del numero di sit-ups in diverse nazioni rispetto al presente studio.*

Participant population	Age (years)	Sit-ups (per minute)		Reference
		Boys	Girls	
Canada	9-10	32.5±9.7	30.9±9.8	[35]
Greece	11-12	18.11±4.7	17.8±4.5	[39]
Lithuania	12	20.3±4.0	23.8±4.2	[40]
Republic of South Africa	7-14	16.5±6.6	15.2±6.6	[31]
United States of America	10-11	30.78±11.94	32.50±8.00	[42]
Nigeria	9-12	12.6±5.9	12.2±5.9	Present study

which a decline in abdominal strength is evident. The fact that boys in this study had greater muscular strength and did more push-ups than the girls could be explained in the light of gender-specific chores performed by Nigerian children. Whilst boys assist their fathers to carry out manual farming-related tasks, girls are encouraged to do domestic chores which are often sedentary, such as cooking and selling groceries.

Tables V-VII compare the musculoskeletal fitness result of the children in the present study with those of similar studies from other countries. The children's trunk and hamstring flexibility was found to be comparable to those summarised in Table V. The push-up scores matched for age indicated that Nigerian children had infe-

*bambini in questo studio avessero una maggior forza muscolare e avessero effettuato un maggior numero di piegamenti sulle braccia rispetto alle bambine potrebbe essere spiegato dai lavoretti specifici per il sesso eseguiti dai bambini nigeriani. Mentre i maschi aiutano i loro papà a svolgere le mansioni relative all'agricoltura, le bambine fanno lavoretti domestici che sono spesso sedentari, tipo cucinare e vendere prodotti alimentari.*

*Le Tabelle V-VII confrontano i risultati di fitness muscolo-scheletrica dei bambini arruolati nel presente studio con quelli ottenuti in studi simili provenienti da altre nazioni. La flessibilità del tronco e dei tendini dei bambini è risultata essere paragonabile a quelli riassunti nella Tabella V. I punteggi di piegamenti sulle braccia confrontati per età indicano che i bambini nigeriani avevano performan-*



rior performances compared to their peers in Canada and the USA (Table VI). A similar trend was observed regarding the sit-up test, with the Nigerian children achieving poorer scores than their peers in developed countries (Table VII). The relatively poorer performances of Nigerian children in muscular strength and endurance could be attributed to inadequate involvement in daily physical education programs, which limits their opportunity to develop these fitness components. It could be observed that our school systems, perhaps due to scarce financial resources, have condoned sedentary lifestyles by allocating fewer resources to physical activity instructions, construction of playgrounds and organisation of after-school sports programs. This tends to promote an already unhealthy attitude prevalent among children today, where most of them prefer watching television or playing computer games to participating in physical activity. This is a worrisome trend as it would jeopardize the healthy growth and development of the children. Since health and physical fitness are commensurate with good life,<sup>10, 43</sup> developing an exercise conscience in children should start right from infancy in order to attain a good physical fitness level.

Comparison of physical fitness in Nigerian children with those of children from other countries should be interpreted with caution because of the distinct nature of the educational curriculum in Nigeria, which tends to pay lip service to physical education and sports. It is possible that the Nigerian children were completely unfamiliar with some of the physical fitness tests, likely due to the lack of institutionalised physical education in the school system. Therefore, the apparent low performances in the flexibility tests may be attributed to poor learning effect. Children from other developed and developing countries may have had more exposure to performing these activities in their physical education programs.

The sample of this study was restricted to urban schools, which limits generalisations of the results. Future studies should endeavour to include children from rural schools. Also, this study adopted a cross-sectional design rather than a longitudinal approach which could be more insightful in view of the various nutritional, maturational and environmental factors which influence physical fitness. Furthermore, the issue of maturation and differential development of body size related to puberty between age groups was not specific-

*ce inferiori rispetto ai loro coetanei in Canada e Stati Uniti (Tabella VI). Un trend simile è stato osservato per quanto riguarda il sit-up test, con i bambini nigeriani che avevano ottenuto punteggi più scarsi rispetto ai loro coetanei provenienti da nazioni sviluppate (Tabella VII). Le relativamente più scarse performance ottenute dai bambini nigeriani nella forza e resistenza muscolare potrebbe essere attribuita ad un coinvolgimento inadeguato nei programmi di educazione fisica quotidiani, che limita le loro opportunità di sviluppare queste componenti di fitness. Si potrebbe osservare che i nostri sistemi scolastici, probabilmente per le scarse risorse finanziarie, hanno "condonato" gli stili di vita sedentari allocando minori risorse per l'attività fisica scolastica, la costruzione di campi da gioco e l'organizzazione di programmi sportivi dopo-scuola. Questo fatto tende a promuovere un'attitudine non salutare già assai diffusa tra i bambini al giorno d'oggi, preferendo la maggior parte di loro guardare la televisione o giocare al computer piuttosto che effettuare attività fisica. Tale trend è preoccupante, poiché potrebbe pregiudicare la crescita e lo sviluppo sano dei bambini. Poiché la salute e la fitness fisica sono commisurate ad una buona qualità della vita<sup>10, 43</sup>, lo sviluppo di una coscienza verso l'attività fisica nei bambini dovrebbe iniziare già dall'infanzia in modo tale da raggiungere un buon livello di fitness fisica.*

*Il confronto della fitness fisica dei bambini nigeriani con quella di bambini di altre nazioni deve comunque essere interpretato con cautela a causa della diversa natura dei corsi di studi educativi in Nigeria, che tende a ridurre l'educazione fisica e le attività sportive. È possibile che i bambini nigeriani fossero completamente estranei ad alcuni test di fitness fisica, probabilmente a causa della mancanza di un'educazione fisica istituzionalizzata nel sistema scolastico. Pertanto, le apparenti ridotte performance nei test di flessibilità potrebbero essere attribuibili allo scarso insegnamento. I bambini provenienti da altri paesi sviluppati e in via di sviluppo probabilmente hanno partecipato a queste attività nei loro programmi di educazione fisica*

*Il campione di questo studio era ristretto alle scuole della città, con conseguenti limiti nelle generalizzazioni dei risultati. Ulteriori studi dovranno includere bambini provenienti da scuole delle zone rurali. Inoltre, questo studio ha adottato un disegno "cross-sectional" piuttosto che un approccio longitudinale che potrebbe essere più preciso nell'ottica dei diversi fattori nutrizionali, maturativi e ambientali che influenzano la fitness fisica. Inoltre, il problema della maturazione e dello sviluppo differenziato delle dimensioni corporee relativo alla pubertà tra i diversi gruppi di età non è stato valutato specificatamente in questo studio. Pertanto,*



ly controlled in this study. Future studies examining the maturational status, physical activity levels as well as environmental conditions that affect health and fitness of the children are needed.

### Conclusions and recommendations

The study showed a non-significant sex and age differences in flexibility between Nigerian boys and girls, contrary to the literature. In comparison with children from other African, American and European countries, the Nigerian children had poor musculoskeletal fitness. It is recommended that the Benue State Primary Education Board, Makurdi, Nigeria should streamline action on the teaching of physical education and sports practice in schools. Schools should provide daily physical education and schedule frequent periods of unstructured play by young children. School interventions through physical education lessons must be provided to inform children about health risks associated with physical inactivity. This will help to modify of their risky lifestyle behaviour and foster a healthier future for the future generation of Nigerian children.

*sono necessari ulteriori studi che valutino lo stato maturativo, i livelli di attività fisica, come pure le condizioni ambientali che influiscono sulla salute e fitness dei bambini.*

### Conclusioni e raccomandazioni

*Lo studio ha mostrato differenze non statisticamente significative per sesso ed età nella flessibilità tra bambini e bambine nigeriane, al contrario dei dati disponibili in Letteratura. In confronto a bambini provenienti dalle altre nazioni di Africa, America ed Europa, i bambini nigeriani avevano una scarsa fitness muscoloscheletrica. È raccomandato che il Benue State Primary Education Board, Makurdi, Nigeria debba modernizzare l'insegnamento dell'educazione fisica e delle attività sportive nelle scuole. Le scuole stesse dovrebbero garantire un'educazione fisica quotidiana e programmare frequenti periodi di gioco non strutturato da parte dei giovani bambini. Gli interventi scolastici tramite lezioni di educazione fisica devono essere effettuati per informare i bambini circa i rischi di salute associati all'inattività fisica. Questo aiuterà a modificare il loro stile di vita e permettere un futuro più salutare alla futura generazione di bambini nigeriani.*

### References/Bibliografia

- Eisenmann JC, Malina RM. Secular trend in peak oxygen consumption among United States youth in the 20th century. *Am J Hum Biol* 2000;14:699-706.
- Tomkinson GR, Leger LA, Olds TS, Cazorla G. Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): An analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries. *Sports Med* 2003;33:285-00.
- Kesaniemi YK, Danforth E, Jensen MD, Kopelman PG, Lefebvre P, Reider BA. Dose-response issues concerning physical activity and health: An evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33 (Suppl):S351-S8.
- Kavey RE, Daniels SR, Lauer RM, Atkins DL, Hayman LL, Tambert K, American Heart Association. American Heart Association guidelines for primary prevention of atherosclerotic cardiovascular disease beginning in childhood. *Circulation* 2003;107:1562-6.
- Weiss R, Dufour S, Taksali SE, Tamborlane WV, Peterson KF, Bonadonna RC *et al*. Pre-diabetes in obese youth: A syndrome of impaired glucose tolerance, severe insulin resistance, and altered myocardial and abdominal fat partitioning. *Lancet* 2003;362:951-7.
- Cohen MS. Fetal and childhood onset of adult cardiovascular diseases. *Paediatr Clin North Am* 2004;51:1697-719.
- Personen E, Liuba P. Footprints of atherosclerotic coronary heart disease in children. *Rev Port Cardiol* 2004;23:127-31.
- Anderson RE, Cruespo CJ, Bartlett SJ, Cheskin LJ, Pratt M. Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children. *JAMA* 1998;279:938-42.
- Robinson TN, Kraemer HC, Erikson SS, Romero AJ, Haydel KF, Mendoza F *et al*. Are perceived neighbourhood hazards a barrier to physical activity in children? *Arch Paediatr Adolesc Med* 2001;155:1143-8.
- Seefeldt V, Malina RM, Clark MA. Factors affecting levels of physical activity in adults. *Sports Med* 2002;32:143-68.
- Tammelin T. A review of longitudinal studies on youth predictors of adulthood physical activity. *Int J Adolesc Med Health* 2005;17:3-12.
- Grund A, Krouse H, Siewers M, Rieckert H, Muller MJ. Is TV viewing an index of physical activity and fitness in overweight and normal weight children? *Public Health Nutr*;4:1245-51.
- Rudolf MCJ, Sahota P, Barth JH, Walker J. Increasing prevalence of obesity in primary school children: Cohort Study. *Br Med J* 2001;322:1094-5.
- Thompson JL, Davies SM, Gittelsohn J, Going S, Becenti A, Metcalfe L *et al*. Patterns of physical activity among American Indian children: an assessment of barriers and support. *J Comm Health* 2001;26:423-45.
- Robergs A, Roberts SO. *Paediatr Exerc Sci*. In: Robergs A, Roberts SO, editors. *Exercise Physiology, Exercise, Performance and Clinical Applications*. Boston, MA: William C Brown; 1997. p. 600-31.
- Wright MT, Patterson DL, Cardinal BJ. Increasing children's physical activity. *J Phys Edu Recreation Dance* 2000;71:26-9.
- Rice MH, Howell CC. Measurement of physical activity, exercise and physical fitness in children: issues and concerns. *J Paediatr Nur* 2000;15:148-56.
- Dikko IM, Venkateswarlu K. Variability of cardiorespiratory fitness, body mass index, blood pressure and body fat percent with age among 9 to 11 year-old male children. *Proceedings of the 8th All-Africa Games Scientific Congress*; 2003 Sept 29-October 3; Abuja, Nigeria. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance* 2004;10.
- Musa D, Toriola AL. Gender differences in aerobic fitness of Nigerian school children. *J Hum Movt Studies* 2004;47:119-32.
- Goon DT, Toriola AL, Shaw BS. Gender differences in aerobic fitness of pre-adolescent school children in Makurdi, Nigeria. *AJPHRD* 2006;12:356-68.
- Armstrong N, Welsman J. *Young people and physical activity*. Oxford: Oxford University Press; 1997.
- Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. *Research methods in physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2005.
- Cooper's Institute for Aerobic Research. *FITNESSGRAM Test Administration Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2000. p. 9-14.
- Chen W, Lin CC, Peng CT, Li CI, Wu HC, Chiang *et al*. Approaching healthy body mass index norms for children and

- adolescents from health-related physical fitness. *Obes Rev* 2002;3:225-32.
- 25) Huang YC, Malina RM. Physical activity and health-related physical fitness in Taiwanese adolescents. *Physiol Anthropol Appl Hum Sci* 2002;21:11-9.
- 26) Bachle R, Earle W. Essentials of strength training and conditioning. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2000.
- 27) American College of Sports and Medicine. Health-related physical fitness assessment manual. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. p. 3-86.
- 28) Freeman S, Karpowicz A, Gray J, McGill S. Quantifying muscle patterns and spine load during various forms of the push-up. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:571-2.
- 29) Rodriguez PL, Santonja FM, Lopez-Minarro PA, Sainz de Baranda P, Yuste JL. Effect of physical education stretching programme on sit-and-reach score in schoolchildren. *Sci Sports* 2008;23:170-5.
- 30) Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004. p. 220.
- 31) Monyeki MA, Koppes LLJ, Kemper HCG, Monyeki KD, Toriola AL, Pienaar AE *et al.* Body composition and physical fitness of undernourished South African rural primary school children. *Eur J Clin Nutr* 2005;59:877-83.
- 32) Armstrong N, McManus A. Growth, maturation and physical education. In: Armstrong N, editor. *New Direction in Physical Education*. London: Change; 1996. p. 9-51.
- 33) Van Gent MM, Pienaar AE, Malan DDJ. Anthropometric, physical and motor fitness profiles of 10-to 15-year old girls in the North-West Province of South Africa: Implications for sport talent identification. *AJPHRD* 2003;9:52-66.
- 34) Cardon G, Bourdeaudhuij ID, Clercq DD, Philippaerts R, Verstaete S, Geldhof E. Physical fitness, physical activity, age self-reported back and neck pain in elementary school children. *Paediatr Exerc Sci* 2004;16:147-57.
- 35) Katzmarzyk PT, Perusse L, Rao OC, Bouchard C. Familial risk ratios for high and low physical fitness levels in the Canadian population. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:614-9.
- 36) Goon DT, Toriola AL, Shaw BS, Amusa LO, Musa DI. Sex differences in anthropometric characteristics of Nigerian school children aged 9-12 years. *AJPHRD* 2008;14:130-42.
- 37) Malina RM, Bouchard C. Growth, maturation, and physical activity. Champaign, IL: Human Kinetics; 1991.
- 38) Micheli LJ. Overuse injuries in children's sports: The growth factor. *Orthopaed Clin N Am* 1983;14:337-60.
- 39) Spiridon K. Physical fitness, nutritional habits and daily locomotive action of 12-year-old children with different body mass index. *SAJSM* 2008;20:32-6.
- 40) Volbekiene V, Gričiute A. Health-related physical fitness among schoolchildren in Lithuania: a comparison from 1992 to 2002. *Scand J Public Health* 2007;35:235-42.
- 41) Barnes JD. Comparing health-related physical fitness and activity in Ontario and rural children in Saskatchewan [M.Sc. thesis]. [Saskatoon]: University of Saskatchewan; 2003.
- 42) Bracko MR, Fellingham GW. Comparison of physical performance characteristics of female and male ice hockey players. *Paediatr Exerc Sci* 2001;13:26-34.
- 43) Finn K, Johannsen N, Specker B. Factors associated with physical activity in preschool children. *J Paediatr* 2002;140:81-5.

**Funding.**—This study was funded by the Tshwane University of Technology, Pretoria, South Africa.

**Acknowledgments.**—Appreciation is extended to all head teachers, parents and pupils in primary schools in Makurdi metropolis which participated in the study. The authors would like to thank the Benue State Universal Basic Education Board for granting permission for this study.

Corresponding author: A. L. Toriola, PhD, Department of Sport, Rehabilitation and Dental Sciences, Faculty of Science, Tshwane University of Technology, P. Bag X680, Pretoria, South Africa. E-mail: toriolaal@tut.ac.za