

Research Paper



Age-Related Anthropometric Changes in Schoolboys Aged 12 to 14

Md. Arman Gazi¹, Suvo Roy¹, Md. Azadul Islam², Md. Abdullah¹, Asit Mahara³, Aminur Rahaman⁴, *Md. Rayhan Rakib⁵

1. Department of Physical Education and Sports Science, Jashore University of Science and Technology, Jashore, Bangladesh.
2. School of Physical Education and Health Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan, Shanxi Province, China.
3. Department of Physical Education and Sport Science, Panskura Banamali College, Vidyasagar University, Panskura, West Bengal, India.
4. Department of Physical Education and Sports Sciences, University of Delhi, Delhi, India.
5. Office of the Physical Education, Jashore University of Science and Technology, Jashore, Bangladesh.



Citation: Gazi MA, Roy S, Islam MA, Abdullah M, Mahara A, Rahaman A, Rakib MT. Age-Related Anthropometric Changes in Schoolboys Aged 12 to 14. Journal of Sport Biomechanics.2026;12(2):154-170. <https://doi.org/10.66224/JSportBiomech.12.2.154>

<https://doi.org/10.66224/JSportBiomech.12.2.154>



Article Info:

Received: 23 September 2025

Accepted: 20 November 2025

Available Online: 22 November 2025

Keywords:

Anthropometry, Body composition, Schoolboys, Skinfold thickness

ABSTRACT

Objective Childhood obesity and under nutrition are emerging public health challenges in many developing countries, including Bangladesh. Accurate assessment of growth and body composition through anthropometric measures is essential for monitoring children's health and guiding effective intervention strategies. This study aims to assess growth status by examining body composition changes using anthropometric measurements in schoolboys aged 12 to 14 years from Jashore, Bangladesh.

Methods The study involved 90 schoolboys aged 12 to 14 years from Jashore, Bangladesh, who were assessed using standardized anthropometric techniques. Skinfold measurement sat the suprailiac, subscapular, and triceps sites were taken using precision calipers for body fat estimation. Considering these measurements, fat mass and lean body mass was calculated.

Results ANOVA results revealed significant age-group differences in triceps, subscapular, and suprailiac skinfold thicknesses, fat percentage, fat mass, and lean body mass ($p < 0.01$), indicating that body composition varies notably with age. Specifically, 13- and 14-year-olds showed significantly higher skinfold thickness, fat percentage, and fat mass compared to 12-year-olds ($p < 0.001$). Lean body mass was significantly greater in 14-year-olds compared to both 12- and 13-year-olds ($p < 0.001$). These findings indicate that fat percentage and lean body mass generally increase progressively with age, reflecting natural developmental changes during early adolescence.

Conclusion This study demonstrates that body composition significantly changes with age among schoolboys aged 12 to 14 in Jashore, Bangladesh. Older boys exhibited higher skinfold thicknesses, fat percentage, and fat mass, alongside a marked increase in lean body mass, indicating a natural progression in physical development during early adolescence. These findings emphasize the value of regular anthropometric measurements for monitoring growth patterns and supporting age-appropriate dietary and medical interventions for school-age children.

*** Corresponding Author:**

Md. Rayhan Rakib

Address: Office of the Physical Education, Jashore University of Science and Technology, Jashore, Bangladesh.

E-mail: ra.rakib@just.edu.bd

This is an open access article under the terms of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2026 The Author(s). Journal of Sport Biomechanics published by Islamic Azad University, Hamedan Branch.

1. Introduction

The growth and development of children and adolescents are influenced by social, nutritional, and environmental factors within the home, school, and community. During this stage, individuals experience significant changes in body composition alongside increases in overall body size (1). Child development is a crucial indicator of population health and the effectiveness of intervention programs, underscoring the importance of children as key members of society (2). According to the World Health Organization, more than 390 million children and adolescents were overweight in 2022, including 160 million who were classified as obese (3). These alarming statistics highlight the need to assess children's nutritional status, which is commonly evaluated using the Body Mass Index (BMI). However, BMI alone may be misleading; a more accurate assessment requires the calculation of BMI-for-age Z-scores, which adjust for age and sex (4, 5). These age- and sex-specific reference standards are recommended by both the WHO and national guidelines (6).

Monitoring children's physical development is essential, and anthropometric measurements are among the most practical and effective tools available for this purpose (7). Changes in anthropometric characteristics—such as height, weight, and body proportions—provide clear indicators of growth and maturation (8, 9). Although advanced technologies exist for assessing body composition, simple anthropometric methods are often preferred due to their accessibility, cost-effectiveness, and reliability (10). Anthropometric data offer valuable insight into children's overall health, nutritional status, and growth trajectory (11, 12). Various techniques are used to collect these data, with manual measurement tools such as measuring tapes, anthropometers, and calipers remaining widely applied (13). Anthropometry involves measuring parameters such as skinfold thickness, circumferences, and lengths to quantify body size, shape, and structure (11), offering a non-invasive and practical means of evaluating nutritional and health status (14, 15).

Height and BMI are key anthropometric indicators that reflect nutritional quality and environmental conditions during childhood and adolescence. These factors significantly influence long-term health outcomes and developmental potential (16). A low BMI, often indicative of undernutrition, is associated with impaired cognitive function, increased risk of disease, higher mortality, and reduced academic and economic productivity (17). Conversely, a high BMI is linked to early-onset disability and increased adult mortality (18). Although BMI is widely used in epidemiological research to estimate mortality risk (19), other measures—such as triceps skinfold thickness—provide more accurate information on peripheral fat distribution (20). Skinfold measurements are particularly effective for estimating body fat percentage and detecting deviations from healthy fat levels in children (21). Studies have shown that skinfold thickness correlates more strongly with fat mass than BMI does (22), making it a preferred indicator for evaluating subcutaneous fat and related health risks (23, 24). Childhood obesity is an emerging public health concern in Bangladesh and is associated with increased risks of diabetes, cardiovascular disease, and cancer (25). While BMI is commonly used to assess growth, it does not reliably represent fat distribution. Skinfold thickness offers a more accurate and cost-effective method for estimating body composition and identifying early health risks. Despite extensive global research on age-related body composition, current population-specific data for Bangladeshi schoolboys remain limited. Local anthropometric data are essential because growth patterns and body composition vary with genetic, environmental, and lifestyle factors. This study addresses this gap by assessing the growth status of schoolboys aged 12 to 14 years in Jashore, Bangladesh. Three skinfold sites—triceps, subscapular, and suprailiac—were selected to represent both peripheral and central fat deposits. Although the standard seven-site protocol is more comprehensive, the three-site method is validated, practical, and feasible in school-based assessments.

The present study aims to evaluate growth status using anthropometric indicators among schoolboys aged 12–14 years. It is hypothesized that height, weight, and BMI will progressively increase with age; that skinfold thickness, fat percentage, and fat mass will rise with age; that lean body mass will exhibit greater increases in later adolescence; and that body composition measures will differ significantly across age groups, highlighting the need for local anthropometric reference data to guide health interventions.

2. Methods

2.1 Subjects

A total of 90 schoolboys aged 12 to 14 years participated in this study. The subjects were evenly distributed across three age groups ($n = 30$ for each): 12, 13, and 14 years. All participants were recruited from secondary schools in the Jashore district of Bangladesh. Written informed consent was obtained from all participants and/or their guardians prior to data collection. Only healthy boys without chronic illnesses, physical disabilities, or regular involvement in competitive sports were included. Individuals with medical conditions or recent injuries were excluded. The sample size was determined using G*Power software, with a significance level of 0.05, a power of 80%, and an effect size derived from previous studies. Participants were selected using simple random sampling to ensure balanced representation across the age groups.

2.2 Criterion Measures

This study utilized several anthropometric measurements—including triceps, subscapular, and suprailiac skinfolds, fat percentage, fat mass, and lean body mass—as the primary criterion measures. BMI, used to assess weight relative to height, was calculated from measured body weight and height. Weight was measured using a digital scale (OMRON, India) with an accuracy of 0.1 kg, while height was measured using a stadiometer (KRUPS, India) to the nearest 0.1 cm (26). Skinfold thickness was measured at three anatomical sites: triceps, subscapular, and suprailiac. All measurements were taken on the right side of the body using a calibrated skinfold caliper (e.g., Harpenden Skinfold Caliper, Model 68875, Baly International, UK) with a precision of 0.2 mm. Each site was measured twice; if the two readings differed by more than 1 mm, a third measurement was taken. The two closest values were averaged for analysis. All procedures adhered to the standard operating guidelines of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (27).

2.3 Test Procedures

The triceps skinfold was measured midway between the acromion and olecranon processes on the posterior aspect of the upper arm. Participants stood in a relaxed posture with their arms hanging naturally. The skinfold was gently lifted, and the measurement was recorded in millimeters (28). The subscapular skinfold was measured at the inferior angle of the right scapula. The angle was palpated and marked with a cosmetic pencil. The skinfold was raised adjacent to this landmark in an oblique direction (downward and outward at approximately 45 degrees), and the measurement was recorded in millimeters (29, 30). The suprailiac skinfold was measured at the intersection of a line joining the anterior superior iliac spine and the anterior axillary line, along a horizontal level with the iliac crest. Approximately 5–7 cm above the anterior superior iliac spine, the skinfold was raised in a downward and inward direction at about 45 degrees. Measurements were taken while participants stood in a relaxed position and recorded in millimeters (28, 31).

Body composition variables—including body fat percentage, fat mass, and lean body mass—were derived from the skinfold data. The sum of the triceps and subscapular skinfolds was used to estimate body fat percentage using the age- and sex-specific equations developed by Slaughter et al. (1988), which are widely validated for children and adolescents.

For boys:

- If triceps + subscapular ≤ 35 mm:
Body fat (%) = $1.21 \times (\text{sum}) - 0.008 \times (\text{sum})^2 - 1.7$
- If triceps + subscapular > 35 mm:
Body fat (%) = $0.783 \times (\text{sum}) + 1.6$

Fat mass (FM) was calculated as:

$$\text{FM (kg)} = (\text{body fat percentage} \div 100) \times \text{body weight}$$

Lean body mass (LBM) was calculated as:

$$\text{LBM (kg)} = \text{body weight} - \text{fat mass (32)}$$

2.4 Statistical Analysis

All statistical analyses were performed using IBM SPSS Statistics (Version 25). Descriptive statistics—means, standard deviations, and standard errors of the mean—were computed for each age group. A one-way analysis of variance (ANOVA) was used to identify significant differences among groups, followed by Tukey's HSD post hoc test for pairwise comparisons. Levene's test was used to confirm homogeneity of variances, and the Shapiro–Wilk test verified the normality of data distribution. A significance level of $p < 0.05$ was applied for all analyses.

3. Results

The following Table 1 presents the general characteristics of the subjects, demonstrating that height and weight progressively increase with age. Table 2 summarizes the analysis of body composition across the age groups. Significant differences were observed in skinfold thickness (triceps, subscapular, and suprailiac), fat percentage, fat mass, and lean body mass, indicating that body composition varies substantially with age. A series of post-hoc Tukey comparisons further confirmed significant differences in body composition among the 12-, 13-, and 14-year-old groups. These results show that skinfold thickness, fat percentage, fat mass, and lean body mass generally increase with advancing age (Table 3).

4. Discussion

The results of this study demonstrate clear age-related patterns in growth and body composition during early adolescence. As expected, increases in height and weight across age groups reflect normal physical development. The notable rise in skinfold thicknesses and fat mass between ages 12 and 13 suggests early fat accumulation, which then stabilizes by age 14. At the same time, lean body mass continues to increase markedly—particularly between ages 13 and 14—indicating a developmental shift toward greater muscle growth in later adolescence. This trajectory aligns with typical pubertal maturation, during which initial gains in adiposity are followed by substantial accretion of lean tissue. Collectively, these findings highlight the dynamic nature of adolescent growth and emphasize the importance of age-specific reference values when assessing health and developmental status in this population. Consistent with expectations, the adolescent participants exhibited progressive increases in height and weight, in line with established patterns of somatic growth during early adolescence (33, 34).

Table 1. General characteristics of the different age groups

Variables	Age	n	Mean	Std. Deviation
Height (cm)	12	30	142.57	8.20
	13	30	148.93	9.75
	14	30	155.23	8.02
Weight (kg)	12	30	34.20	7.54
	13	30	39.83	8.12
	14	30	41.97	8.45
BMI (kg/m ²)	12	30	16.65	2.45
	13	30	17.86	2.65
	14	30	17.28	2.37

Table 2. Comparison of various measurements across different age groups

Variables	Age	n	Mean	Std. Deviation	F	Sig.
Triceps (mm)	12	30	9.20	3.42	6.401	0.003
	13	30	11.73	4.73		
	14	30	8.23	3.45		
Subscapular (mm)	12	30	5.73	3.82	6.637	0.002
	13	30	9.60	5.67		
	14	30	6.20	3.70		
Suprailiac (mm)	12	30	5.60	3.94	5.157	0.008
	13	30	8.57	4.58		
	14	30	5.80	3.39		
Fat Percentage (%)	12	30	12.43	5.82	13.811	0.000
	13	30	17.97	6.91		
	14	30	19.97	4.21		
Fat Mass (kg)	12	30	4.49	3.01	5.170	0.008
	13	30	7.44	4.04		
	14	30	5.44	3.76		
Lean Body Mass (kg)	12	30	29.70	5.73	10.902	0.000
	13	30	32.37	5.63		
	14	30	36.49	5.66		

Table 3. Post-hoc Tukey (HSD) test of various measurements across different age groups

Variables	Groups	Groups	Mean Diff.	Std. Error	Sig. Level
Triceps	12	13	-2.53*	1.01	0.04
		14	0.97	1.01	0.61
	13	12	2.53*	1.01	0.04
		14	3.50*	1.01	0.00
	14	12	-0.97	1.01	0.61
		13	-3.50*	1.01	0.00
Subscapular	12	13	-3.87*	1.16	0.00
		14	-0.47	1.16	0.91
	13	12	3.87*	1.16	0.00
		14	3.40*	1.16	0.01
	14	12	0.47	1.16	0.91
		13	-3.40*	1.16	0.01
Suprailiac	12	13	-2.97*	1.03	0.01
		14	-0.20	1.03	0.98
	13	12	2.97*	1.03	0.01
		14	2.77*	1.03	0.02
	14	12	0.20	1.03	0.98
		13	-2.77*	1.03	0.02
Fat Percentage	12	13	-5.53*	1.49	0.00
		14	-7.54*	1.49	0.00
	13	12	5.53*	1.49	0.00
		14	-2.00	1.49	0.37
	14	12	7.54*	1.49	0.00
		13	2.00	1.49	0.37
Fat Mass	12	13	-2.95*	0.94	0.01
		14	-0.96	0.94	0.57
	13	12	2.95*	0.94	0.01
		14	2.00	0.94	0.09
	14	12	0.96	0.94	0.57
		13	-2.00	0.94	0.09
Lean Body Mass	12	13	-2.68	1.47	0.17
		14	-6.79*	1.47	0.00
	13	12	2.68	1.47	0.17
		14	-4.12*	1.47	0.02
	14	12	6.79*	1.47	0.00
		13	4.12*	1.47	0.02

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

These changes reflect the onset of puberty, a period characterized by hormonally driven acceleration in muscle and bone development (35, 36). Notably, BMI did not differ significantly across groups, indicating that increases in weight were proportionate to increases in height—a pattern that mirrors previous findings on adolescent growth (37, 38). Significant variations were observed, however, in triceps, subscapular, and suprailiac skinfold thicknesses, as well as in fat percentage, fat mass, and lean body mass. These results reinforce the understanding that adolescence involves not only linear growth but also substantial shifts in body composition (32). The elevated skinfold thickness and fat percentage observed at age 13, followed by further increases in lean body mass at age 14, support current developmental models that describe fat deposition preceding muscle hypertrophy during puberty (39, 40). This pattern is particularly relevant considering that peak adiposity typically occurs early in puberty, after which fat levels decline and muscle mass increases—especially in males (41, 42). A comprehensive understanding of adolescent development requires consideration of hormonal influences, body composition changes, and lifestyle factors. Rising hormone levels enhance protein metabolism, contributing to increased muscle mass during this stage (43, 44). The minimal variation in BMI across groups further supports critiques of BMI as a sole indicator of body composition, as it does not distinguish between fat mass and fat-free mass (45, 46). The current findings underscore the need for more specific measures—such as skinfold thickness and body fat percentage—to accurately monitor developmental changes. Moreover, activity level plays a key role in shaping body composition; physically active adolescents typically have lower fat mass and higher lean

body mass compared to their inactive peers (47). Anthropometric measures can therefore be useful tools for identifying youths with athletic potential (48). Routine screening, early detection of abnormalities, and targeted corrective interventions are essential for preventing injuries, maintaining health, and optimizing performance in competitive sports (49).

In summary, these findings highlight the importance of individualized and multidimensional assessment approaches when evaluating adolescent development. Such strategies can guide targeted interventions that promote healthy growth. Future research should incorporate sex-based comparisons, pubertal staging, nutritional assessment, and physical activity measures to provide a more comprehensive understanding of physiological changes during adolescence. Despite the value of the present findings, several limitations should be acknowledged. The relatively small sample size may limit the generalizability of the results. Additionally, only three skinfold sites were measured; using seven or more sites would provide a more complete assessment of body composition. The absence of Tanner staging restricts interpretation of variation associated with pubertal development. Furthermore, physical activity levels and nutritional status were not assessed, although both factors can strongly influence body composition. A potential clustering effect based on school characteristics may also have influenced the findings. Future studies should include larger and more diverse samples, incorporate pubertal assessment, and evaluate physical activity and dietary intake. Despite its limitations, this study provides valuable preliminary data on height, BMI, body fat percentage, and other anthropometric characteristics among school-aged boys, offering a foundation for subsequent research in this area. By measuring triceps, subscapular, and suprailiac skinfolds to estimate body fat percentage, fat mass, and lean body mass, this work offers practical insights for parents, coaches, and educators. These findings may support a better understanding of children's growth patterns and assist school sports instructors in identifying and selecting potential young athletes more effectively.

5. Conclusion

The results showed significant age-group differences in body composition among schoolboys aged 12 to 14 years in Jashore, Bangladesh. Triceps, subscapular, and suprailiac skinfold thicknesses, as well as fat mass, peaked at age 13, whereas body fat percentage was highest at age 14. Lean body mass was also significantly higher at age 14 compared to both younger groups. These findings reflect measurable differences in body composition across age groups rather than developmental progression. The study underscores the value of routine anthropometric assessments to support age-appropriate health and nutrition strategies in school settings.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The study was reviewed and approved by the Departmental Examination Committee of the Department of Physical Education and Sports Science at Jashore University of Science and Technology, Jashore-7408, Bangladesh.

Funding

This research did not receive any financial support from government, private, or non-profit organizations.

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflict of interest associated with this study.

مقاله پژوهشی

تغییرات آنترپومتریکی مرتبط با سن در پسران دانش آموز ۱۲ تا ۱۴ ساله

محمد آرمان قاضی^۱، سوو روی^۱، محمد ازادال اسلام^۲، محمد عبدالله^۱، آسیبت ماهارا^۳، امینور رحمان^۴، محمد ریحان رکیب^۵

۱. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علم و فناوری جاشور، جاشور، بنگلادش.

۲. مدرسه تربیت‌بدنی و مهندسی سلامت، دانشگاه فناوری تای‌یوان، تای‌یوان، استان شانسی، چین.

۳. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، کالج پانسکورا بانامالی، دانشگاه ویدیا ساگر، پانسکورا، بنگال غربی، هند.

۴. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه دهلی، دهلی، هند.

۵. دفتر تربیت‌بدنی، دانشگاه علم و فناوری جاشور، جاشور، بنگلادش.

Use your device to scan and read the article online



Citation: Gazi MA, Roy S, Islam MA, Abdullah M, Mahara A, Rahaman A, Rakib MT. Age-Related Anthropometric Changes in Schoolboys Aged 12 to 14. Journal of Sport Biomechanics.2026;12(2):154-170. <https://doi.org/10.66224/JSportBiomech.12.2.154>

<https://doi.org/10.66224/JSportBiomech.12.2.154>

چکیده

هدف چاقی و سوء‌تغذیه کودکان در کشورهای در حال توسعه از جمله بنگلادش روبه‌افزایش است و پایش دقیق رشد با شاخص‌های آنترپومتریکی اهمیت زیادی دارد. این مطالعه با هدف ارزیابی وضعیت رشد پسران ۱۲-۱۴ ساله در شهر جاشور بنگلادش، از طریق سنجش تغییرات ترکیب بدنی بر پایه اندازه‌گیری‌های آنترپومتریکی انجام شد.

روش‌ها در این مطالعه ۹۰ پسر دانش‌آموز ۱۲ تا ۱۴ ساله از شهر جاشور مورد ارزیابی قرار گرفتند. اندازه‌گیری‌های آنترپومتریکی استاندارد انجام شد. ضخامت چین پوستی در نواحی سوپراایلیاک، زیرکتفی و سه‌سر بازویی با کولیس‌های دقیق اندازه‌گیری و برای برآورد چربی بدن استفاده شد. بر اساس این داده‌ها، جرم چربی و جرم بدون چربی بدن محاسبه گردید.

یافته‌ها نتایج نشان داد بین گروه‌های سنی در ضخامت چین پوستی، درصد چربی، جرم چربی و جرم بدون چربی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نوجوانان ۱۳ و ۱۴ ساله مقادیر بالاتری از شاخص‌های چربی داشتند و ۱۴ ساله‌ها بالاترین جرم بدون چربی را نشان دادند. این الگو بیانگر افزایش طبیعی چربی و توده بدون چربی با بالا رفتن سن در اوایل بلوغ است.

نتیجه‌گیری نتایج این مطالعه نشان داد ترکیب بدنی پسران ۱۲ تا ۱۴ ساله با افزایش سن تغییرات معناداری دارد؛ به طوری که نوجوانان بزرگ‌تر چربی بیشتر و توده بدون چربی بالاتری دارند که با الگوی طبیعی رشد در اوایل بلوغ سازگار است. این یافته‌ها اهمیت ارزیابی‌های منظم آنترپومتریکی را برای پایش رشد و برنامه‌ریزی مداخلات تغذیه‌ای و پزشکی مناسب سن تأکید می‌کند.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱ مهر ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۹ آبان ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۱ آذر ۱۴۰۴

کلید واژه‌ها:

آنترپومتیری، ترکیب بدنی، پسران دانش‌آموز، ضخامت چین پوستی

*نویسنده مسئول:

محمدریحان رکیب

آدرس: دفتر تربیت‌بدنی، دانشگاه علم و فناوری جاشور، جاشور، بنگلادش.

ایمیل: ra.rakib@just.edu.bd

مقدمه

رشد و تکامل کودکان و نوجوانان تحت تأثیر عوامل اجتماعی، تغذیه‌ای و محیطی در خانه، مدرسه و جامعه قرار دارد. در این دوره، افراد علاوه بر افزایش اندازه بدن، دچار تغییراتی در ترکیب بدنی نیز می‌شوند (۱). رشد کودکان شاخص مهمی از سلامت جمعیت و میزان اثربخشی برنامه‌های مداخله‌ای است و اهمیت آنان را به عنوان اعضای کلیدی جامعه برجسته می‌کند (۲). بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، در سال ۲۰۲۲ بیش از ۳۹۰ میلیون کودک و نوجوان دارای اضافه‌وزن بوده‌اند که ۱۶۰ میلیون نفر از آن‌ها در رده چاقی قرار می‌گیرند (۳). این آمار نگران‌کننده ضرورت ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای کودکان را نشان می‌دهد؛ ارزیابی‌ای که معمولاً با شاخص توده بدنی (BMI) انجام می‌شود. با این حال، BMI به تنهایی همیشه معیار دقیقی نیست و نیاز به محاسبه نمره Z شاخص توده بدنی نسبت به سن وجود دارد که اثر سن و جنس را در نظر می‌گیرد (۴، ۵). سازمان جهانی بهداشت و بسیاری از دستورالعمل‌های ملی استفاده از این مقادیر مرجع اختصاصی سن و جنس را توصیه می‌کنند (۶).

پایش رشد جسمانی کودکان ضروری است و اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک از مؤثرترین و قابل‌دسترس‌ترین ابزارها برای این منظور به شمار می‌روند (۷). تغییرات ویژگی‌های آنتروپومتریک—از جمله قد، وزن و نسبت‌های بدنی—شاخص‌های روشنی از رشد و تکامل هستند (۸، ۹). اگرچه ابزارهای پیشرفته‌ای برای سنجش ترکیب بدنی وجود دارد، روش‌های ساده‌تر مانند آنتروپومتری به دلیل سهولت دسترسی و قابلیت اعتماد، کاربرد بیشتری دارند (۱۰). داده‌های آنتروپومتریک اطلاعات ارزشمندی درباره سلامت کلی، وضعیت تغذیه‌ای و مسیر رشد کودکان ارائه می‌دهند (۱۱، ۱۲). روش‌های جمع‌آوری این داده‌ها متفاوت است، اما اندازه‌گیری دستی با ابزارهایی مانند متر، آنتروپومتر و کولیس همچنان رایج‌ترین رویکرد است (۱۳). آنتروپومتری شامل سنجش ضخامت چین پوستی، محیط اندام‌ها و طول‌هاست و به کمک آن می‌توان اندازه و ساختار بدن را ارزیابی کرد (۱۱). این روش رویکردی کم‌هزینه، غیرتهاجمی و کارآمد برای بررسی وضعیت تغذیه‌ای و سلامت به شمار می‌رود (۱۴، ۱۵).

قد و BMI از شاخص‌های آنتروپومتریک کلیدی هستند که کیفیت تغذیه و شرایط بهداشتی محیطی را در دوران کودکی و نوجوانی منعکس می‌کنند و نقش مهمی در پیامدهای رشد و سلامت بلندمدت دارند (۱۶). BMI پایین که معمولاً نشانگر سوءتغذیه است، با اختلال در عملکرد شناختی، افزایش خطر بیماری، مرگومیر و کاهش پتانسیل تحصیلی و اقتصادی همراه است (۱۷). در مقابل، BMI بالا با ناتوانی زود هنگام و افزایش مرگومیر در بزرگسالی ارتباط دارد (۱۸). اگرچه BMI ابزار رایجی در مطالعات اپیدمیولوژیک برای برآورد خطر مرگومیر است (۱۹)، اما شاخص‌هایی مانند ضخامت چین پوستی سه‌سر بازویی درک دقیق‌تری از چربی محیطی ارائه می‌دهند (۲۰). اندازه‌گیری چین پوستی روشی مؤثر برای برآورد درصد چربی بدن و شناسایی انحراف از مقادیر سالم چربی در کودکان است (۲۱). مطالعات نشان داده‌اند ضخامت چین پوستی همبستگی قوی‌تری با جرم چربی نسبت به BMI دارد (۲۲) و به عنوان روشی مناسب برای ارزیابی چربی زیرپوستی و خطرات سلامتی مرتبط به شمار می‌رود (۲۳، ۲۴). چاقی دوران کودکی در بنگلادش به عنوان یکی از نگرانی‌های رو به رشد سلامت عمومی مطرح است و با افزایش خطر دیابت، بیماری‌های قلبی-عروقی و سرطان مرتبط است (۲۵). اگرچه BMI شاخص رایجی برای ارزیابی رشد است، اما توانایی محدودی در نشان دادن الگوی توزیع چربی بدن دارد. ضخامت چین پوستی روشی دقیق‌تر و مقرون‌به‌صرفه‌تر برای سنجش ترکیب بدنی و تشخیص زود هنگام خطرات سلامت است. با وجود مطالعات جهانی درباره تغییرات ترکیب بدنی مرتبط با سن، داده‌های جدید و اختصاصی جمعیت برای پسران دانش‌آموز بنگلادشی محدود است. داده‌های آنتروپومتریک محلی ضروری‌اند، زیرا الگوهای رشد و ترکیب بدنی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، محیطی و سبک زندگی متفاوت هستند. این مطالعه با هدف پر کردن این خلأ به بررسی وضعیت رشد

در پسران ۱۲ تا ۱۴ ساله شهر جاشور بنگلادش می‌پردازد. در این پژوهش سه ناحیه چین پوستی—سه‌سر بازویی، زیرکتفی و سوپراایلیاک—انتخاب شدند تا چربی محیطی و مرکزی هر دو ارزیابی شوند. اگرچه پروتکل هفت‌نقطه‌ای کامل‌تر است، اما روش سه‌نقطه‌ای به دلیل اعتبار، سهولت و کاربردپذیری در محیط مدرسه ترجیح داده می‌شود. هدف مطالعه ارزیابی وضعیت رشد با استفاده از شاخص‌های آنتروپومتریک در پسران ۱۲ تا ۱۴ ساله است. فرض بر این است که قد، وزن و BMI با افزایش سن روند افزایشی دارند؛ ضخامت چین پوستی، درصد چربی و جرم چربی نیز با سن افزایش می‌یابد و جرم بدون چربی احتمالاً در اواخر نوجوانی افزایش بیشتری نشان خواهد داد. همچنین انتظار می‌رود مقادیر ترکیب بدنی بین گروه‌های سنی متفاوت باشد و این تفاوت‌ها لزوم تدوین داده‌های مرجع آنتروپومتریک محلی برای راهنمایی مداخلات سلامت را برجسته سازد.

روش شناسی

آزمودنی‌ها

در این مطالعه مجموعاً ۹۰ پسر دانش‌آموز ۱۲ تا ۱۴ ساله شرکت کردند. افراد نمونه به‌طور مساوی در سه گروه سنی ۱۲، ۱۳ و ۱۴ سال (هر گروه ۳۰ نفر) توزیع شدند. این دانش‌آموزان از مدارس دوره متوسطه منطقه جاشور بنگلادش انتخاب شدند. پیش از جمع‌آوری داده‌ها، رضایت‌نامه آگاهانه از شرکت‌کنندگان و/یا والدین آنان اخذ شد. تنها پسران سالم و فاقد بیماری مزمن، ناتوانی جسمی یا مشارکت منظم در ورزش رقابتی در مطالعه وارد شدند و افرادی که مشکلات پزشکی یا آسیب‌دیدگی داشتند کنار گذاشته شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G*Power و با در نظر گرفتن سطح معنی‌داری ۰/۰۵، توان ۸۰ درصد و اندازه اثر برگرفته از مطالعات پیشین تعیین شد. شرکت‌کنندگان از طریق نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند تا توزیع مناسب بین گروه‌های سنی مختلف حاصل شود.

شاخص‌های اندازه‌گیری

در این پژوهش از مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک شامل ضخامت چین پوستی سه‌سر، زیرکتفی و سوپراایلیاک، درصد چربی، جرم چربی و جرم بدون چربی به‌عنوان شاخص‌های اصلی استفاده شد. شاخص توده بدنی برای ارزیابی نسبت وزن به قد از طریق اندازه‌گیری وزن و قد محاسبه شد. وزن با ترازوی دیجیتال (OMRON، هند) با دقت ۰/۱ کیلوگرم و قد با قدسنج (KRUPS، هند) با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد (۲۶). ضخامت چین پوستی در سه ناحیه سه‌سر، زیرکتفی و سوپراایلیاک اندازه‌گیری شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها در سمت راست بدن و توسط یک پژوهشگر با استفاده از کولیس استاندارد و کالیبره‌شده (مانند Harpenden Skinfold Caliper، مدل ۶۸۸۷۵، ساخت بریتانیا، با دقت ۰/۲ میلی‌متر) انجام گرفت. هر ناحیه دو بار اندازه‌گیری شد و در صورتی که اختلاف دو مقدار بیش از ۱ میلی‌متر بود، اندازه‌گیری سوم انجام شد. میانگین دو مقدار نزدیک‌تر برای تحلیل استفاده شد. تمام مراحل مطابق دستورالعمل‌های استاندارد ISAK انجام شد (۲۷).

روش اجرای آزمون‌ها

ضخامت چین پوستی سه‌سر در میانه فاصله بین زائده آکرومیون و زائده اولکرانئون در پشت بازو اندازه‌گیری شد. شرکت‌کنندگان در حالت ایستاده و ریلکس قرار گرفتند و بازو آزادانه آویزان بود. چین پوستی به‌آرامی گرفته شد و مقدار به میلی‌متر ثبت گردید (۲۸).

برای اندازه‌گیری چین پوستی زیرکتنفی، زاویه تحتانی کتف راست با لمس مشخص و علامت‌گذاری شد. چین پوستی در کنار این نقطه، در جهت مایل رو به پایین و خارج با زاویه حدود ۴۵ درجه گرفته و مقدار ثبت شد (۲۹، ۳۰). چین پوستی سوپراایلیاک در تقاطع خط بین خار خاصره‌ای قدامی-فوقانی و خط آگزیلاری قدامی، در امتداد یک خط افقی هم‌سطح لبه کرست ایلیاک اندازه‌گیری شد. چین پوستی حدود ۵ تا ۷ سانتی‌متر بالاتر از خار خاصره‌ای قدامی-فوقانی و در جهت مایل رو به پایین و داخل گرفته شد و مقدار در حالت ایستاده ثبت گردید (۳۱، ۲۸). برای محاسبه ترکیب بدنی، مجموع سه چین پوستی سه‌سر و زیرکتنفی و سوپراایلیاک محاسبه شد و درصد چربی بر اساس معادلات ویژه سن و جنس اسلاگتر و همکاران (۱۹۸۸) برآورد شد (۳۲). برای پسران: اگر مجموع (سه‌سر + زیرکتنفی) کمتر یا مساوی ۳۵ میلی‌متر بود: $\text{Body fat (\%)} = 1.21 \times (\text{sum}) - 0.008 \times (\text{sum})^2 - 1.7$ و اگر مجموع (سه‌سر + زیرکتنفی) بزرگ‌تر از ۳۵ میلی‌متر بود: $\text{Body fat (\%)} = 0.783 \times (\text{sum}) + 1.6$. پس از تخمین درصد چربی، جرم چربی (FM) از فرمول $\text{وزن بدن} \times (۱۰۰ \div \text{درصد چربی بدن})$ محاسبه شد؛ جرم بدون چربی (LBM) نیز از طریق $\text{جرم چربی} - \text{وزن بدن}$ محاسبه شد.

تحلیل آماری

داده‌ها با نرم‌افزار IBM SPSS نسخه ۲۵ تحلیل شدند. آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار و خطای استاندارد محاسبه شد. برای بررسی تفاوت‌های بین گروه‌های سنی، آزمون ANOVA یک‌طرفه به‌کار رفت و در صورت معنی‌داری، آزمون تعقیبی Tukey (HSD) برای مقایسه‌های زوجی استفاده شد. آزمون لوین همگنی واریانس‌ها و آزمون شاپیرو-ویلک نرمال بودن داده‌ها را تأیید کردند. سطح معنی‌داری در تمام آزمون‌ها $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

جدول ۱ ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد و بیان می‌کند که قد و وزن با افزایش سن به‌صورت تدریجی افزایش می‌یابد. **جدول ۲** نتایج تحلیل ترکیب بدنی در گروه‌های سنی مختلف را ارائه می‌کند. تفاوت‌های معنی‌داری در ضخامت چین پوستی (سه‌سر، زیرکتنفی و سوپراایلیاک)، درصد چربی، جرم چربی و جرم بدون چربی مشاهده شد که نشان می‌دهد ترکیب بدنی به‌طور قابل توجهی با سن تغییر می‌کند. نتایج مقایسه‌های پس‌آزمون (توکی) وجود تفاوت‌های معنی‌دار در شاخص‌های ترکیب بدنی بین گروه‌های سنی ۱۲، ۱۳ و ۱۴ سال را نشان داد و تأیید می‌کند که ضخامت چین پوستی، درصد چربی، جرم چربی و جرم بدون چربی معمولاً با افزایش سن روند افزایشی دارند (**جدول ۳**).

جدول ۱. ویژگی‌های عمومی گروه‌های سنی مختلف

متغیر	سن	تعداد (نفر)	میانگین	انحراف معیار
قد (سانتی‌متر)	۱۲	۳۰	۱۴۲/۵۷	۸/۲۰
	۱۳	۳۰	۱۴۸/۹۳	۹/۷۵
	۱۴	۳۰	۱۵۵/۲۳	۸/۰۲
وزن (کیلوگرم)	۱۲	۳۰	۳۴/۲۰	۷/۵۴
	۱۳	۳۰	۳۹/۸۳	۷/۱۲
	۱۴	۳۰	۴۱/۹۷	۸/۴۵
BMI (کیلوگرم/متر مربع)	۱۲	۳۰	۱۶/۶۵	۲/۴۵
	۱۳	۳۰	۱۷/۸۶	۲/۶۵
	۱۴	۳۰	۱۷/۲۸	۲/۳۷

جدول ۲. مقایسه اندازه‌گیری‌های مختلف در گروه‌های سنی متفاوت

متغیر	سن	میانگین	انحراف معیار	F	سطح معنی‌داری
ضخامت چین پوستی سه‌سر (میلی‌متر)	۱۲	۹/۲۰	۳/۴۲	۶/۴۰۱	۰/۰۰۳
	۱۳	۱۱/۷۳	۴/۷۳		
	۱۴	۸/۲۳	۳/۴۵		
ضخامت چین پوستی زیرکنفی (میلی‌متر)	۱۲	۵/۷۳	۳/۸۲	۶/۶۳۷	۰/۰۰۲
	۱۳	۹/۶۰	۵/۶۷		
	۱۴	۶/۲۰	۳/۷۰		
ضخامت چین پوستی سوپراایلیاک (میلی‌متر)	۱۲	۵/۶۰	۳/۹۴	۵/۱۵۷	۰/۰۰۸
	۱۳	۸/۵۷	۴/۵۸		
	۱۴	۵/۸۰	۳/۳۹		
درصد چربی (%)	۱۲	۱۲/۴۳	۵/۸۲	۱۳/۸۱۱	۰/۰۰۰
	۱۳	۱۷/۹۷	۶/۹۱		
	۱۴	۱۹/۹۷	۴/۲۱		
جرم چربی (کیلوگرم)	۱۲	۴/۴۹	۳/۰۱	۵/۱۷۰	۰/۰۰۸
	۱۳	۷/۴۴	۴/۰۴		
	۱۴	۵/۴۴	۳/۷۶		
جرم بدون چربی (کیلوگرم)	۱۲	۲۹/۷۰	۵/۷۳	۱۰/۹۰۲	۰/۰۰۰
	۱۳	۳۲/۳۷	۵/۶۳		
	۱۴	۳۶/۴۹	۵/۶۶		

بحث

نتایج این پژوهش الگوهای مشخصی از افزایش مرتبط با سن و تغییرات ترکیب بدنی در اوایل نوجوانی را نشان می‌دهد. افزایش قد و وزن در گروه‌های سنی مختلف، روند طبیعی رشد جسمانی در این دوره است. افزایش خالص ضخامت چین‌های پوستی و جرم چربی بین سنین ۱۲ تا ۱۳ سال نشان‌دهنده شروع تجمع چربی است که در سن ۱۴ سالگی به نوعی ثبات می‌رسد. هم‌زمان، جرم بدون چربی به‌ویژه بین سنین ۱۳ تا ۱۴ سال به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده انتقال رشد به سمت افزایش بیشتر توده عضلانی در اواخر نوجوانی است. این روند با الگوهای معمول رشد بلوغ هماهنگ است؛ جایی که ابتدا افزایش چربی بدن رخ می‌دهد و سپس رشد بافت بدون چربی دنبال می‌شود. این داده‌ها ماهیت پویا و پیچیده رشد و تکامل نوجوانان را برجسته کرده و ضرورت استفاده از مقادیر مرجع ویژه سن را در ارزیابی سلامت و رشد نشان می‌دهد. همان‌طور که پیش‌بینی می‌شد، افزایش قد و وزن با سن در نوجوانان شرکت‌کننده مشاهده شد و این موضوع با الگوهای رشد جسمانی در اوایل نوجوانی سازگار است (۳۳، ۳۴). این تغییرات بازتابی از آغاز بلوغ هستند؛ دوره‌ای که با رشد تحریک‌شده هورمونی در عضلات و استخوان‌ها مشخص می‌شود (۳۵، ۳۶). نکته قابل‌توجه این است که BMI بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت؛ به این معنا که افزایش وزن متناسب با افزایش قد بوده است، امری که با یافته‌های مطالعات پیشین درباره رشد نوجوانان همخوانی دارد (۳۷، ۳۸). علاوه بر این، تفاوت‌های معنی‌داری در ضخامت چین پوستی سه‌سر، زیرکنفی و سوپراایلیاک، درصد چربی، جرم چربی و جرم بدون چربی مشاهده شد. این نتایج تأیید می‌کند که نوجوانی تنها با رشد قدی همراه نیست، بلکه تغییرات گسترده‌ای در ترکیب بدنی نیز رخ می‌دهد (۳۲). افزایش ضخامت چین پوستی و درصد چربی در ۱۳ سالگی، و سپس افزایش بیشتر جرم بدون چربی در ۱۴ سالگی، الگوی رایج تجمع چربی پیش از هایپرتروفی عضلانی در روند بلوغ را تأیید می‌کند (۳۹، ۴۰).

جدول ۳. آزمون تعقیبی توکی (HSD) برای مقادیر مختلف در گروه‌های سنی متفاوت

متغیر	گروه	گروه	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	سطح معنی داری
سه‌سر بازویی	۱۲	۱۳	$-۲/۵۳^*$	$۱/۰۱$	$۰/۰۴$
	۱۲	۱۴	$-۰/۹۷$	$۱/۰۱$	$۰/۶۱$
	۱۳	۱۲	$۲/۵۳^*$	$۱/۰۱$	$۰/۰۴$
	۱۴	۱۲	$۳/۵۰^*$	$۱/۰۱$	$۰/۰۰$
	۱۲	۱۴	$-۰/۹۷$	$۱/۰۱$	$۰/۶۱$
	۱۳	۱۲	$-۳/۵۰^*$	$۱/۰۱$	$۰/۰۰$
	۱۲	۱۳	$-۳/۸۷^*$	$۱/۱۶$	$۰/۰۰$
	۱۴	۱۲	$-۰/۴۷$	$۱/۱۶$	$۰/۹۱$
زیرکافی	۱۲	۱۳	$۳/۸۷^*$	$۱/۱۶$	$۰/۰۰$
	۱۴	۱۲	$۳/۴۰^*$	$۱/۱۶$	$۰/۰۱$
	۱۲	۱۴	$-۰/۴۷$	$۱/۱۶$	$۰/۹۱$
	۱۳	۱۲	$-۳/۴۰^*$	$۱/۱۶$	$۰/۰۱$
سوپرالیلیاک	۱۲	۱۳	$-۲/۹۷^*$	$۱/۰۳$	$۰/۰۱$
	۱۴	۱۲	$-۰/۲۰$	$۱/۰۳$	$۰/۹۸$
	۱۲	۱۳	$۲/۹۷^*$	$۱/۰۳$	$۰/۰۱$
	۱۴	۱۲	$۲/۷۷^*$	$۱/۰۳$	$۰/۰۲$
	۱۲	۱۴	$-۰/۲۰$	$۱/۰۳$	$۰/۹۸$
	۱۳	۱۲	$-۲/۷۷^*$	$۱/۰۳$	$۰/۰۲$
	۱۲	۱۳	$-۵/۵۳^*$	$۱/۴۹$	$۰/۰۰$
	۱۴	۱۲	$-۷/۵۴^*$	$۱/۴۹$	$۰/۰۰$
درصد چربی	۱۲	۱۳	$۵/۵۳^*$	$۱/۴۹$	$۰/۰۰$
	۱۴	۱۲	$-۲/۰۰$	$۱/۴۹$	$۰/۳۷$
	۱۲	۱۴	$۷/۵۴^*$	$۱/۴۹$	$۰/۰۰$
	۱۳	۱۲	$۲/۰۰$	$۱/۴۹$	$۰/۳۷$
جرم چربی	۱۲	۱۳	$-۲/۹۵^*$	$۰/۹۴$	$۰/۰۱$
	۱۴	۱۲	$-۰/۹۶$	$۰/۹۴$	$۰/۵۷$
	۱۲	۱۳	$۲/۹۵^*$	$۰/۹۴$	$۰/۰۱$
	۱۴	۱۲	$۲/۰۰$	$۰/۹۴$	$۰/۰۹$
	۱۲	۱۴	$-۰/۹۶$	$۰/۹۴$	$۰/۵۷$
	۱۳	۱۲	$-۲/۰۰$	$۰/۹۴$	$۰/۰۹$
	۱۲	۱۳	$-۲/۶۸$	$۱/۴۷$	$۰/۱۷$
	۱۴	۱۲	$-۶/۷۹^*$	$۱/۴۷$	$۰/۰۰$
جرم بدون چربی	۱۲	۱۳	$۲/۶۸$	$۱/۴۷$	$۰/۱۷$
	۱۴	۱۲	$-۴/۱۲^*$	$۱/۴۷$	$۰/۰۲$
	۱۲	۱۴	$۶/۷۹^*$	$۱/۴۷$	$۰/۰۰$
	۱۳	۱۲	$۴/۱۲^*$	$۱/۴۷$	$۰/۰۲$

این موضوع اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا چربی بدن معمولاً در مراحل ابتدایی بلوغ به اوج می‌رسد و با پیشرفت بلوغ، به‌ویژه در پسران، کاهش یافته و جای خود را به افزایش توده عضلانی می‌دهد (۴۲، ۴۱). درک تعامل بین تغییرات هورمونی، ترکیب بدنی و عوامل سبک زندگی برای تفسیر تغییرات مشاهده‌شده در دوران نوجوانی ضروری است. افزایش هورمون‌ها باعث تقویت متابولیسم پروتئین و در نتیجه افزایش توده عضلانی می‌شود (۴۳، ۴۴). تغییرات اندک BMI نیز بار دیگر محدودیت این شاخص را به‌عنوان تنها ابزار

ارزیابی ترکیب بدنی در نوجوانان نشان می‌دهد، زیرا نمی‌تواند بین بافت چربی و غیرچربی تمایز قائل شود (۴۵، ۴۶). نتایج حاضر ضرورت استفاده از اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر مانند چین‌های پوستی و درصد چربی برای پایش صحیح رشد را تأیید می‌کند. این الگوها همچنین به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر سطح فعالیت بدنی قرار دارند. نوجوانان فعال توده چربی کمتری نسبت به نوجوانان غیرفعال دارند و به‌طور معمول از توده بدون چربی بیشتری نیز برخوردارند (۴۷). ویژگی‌های آنتروپومتریک می‌توانند شاخص‌های ارزشمندی برای شناسایی و انتخاب ورزشکاران مستعد عملکرد بالا باشند (۴۸). علاوه بر این، غربالگری منظم، تشخیص زودهنگام ناهنجاری‌ها و مداخلات اصلاحی هدفمند برای پیشگیری از آسیب، حفظ سلامت و بهینه‌سازی عملکرد در ورزش رقابتی ضروری است (۴۹).

به‌طور خلاصه، این یافته‌ها بر ضرورت ارزیابی فردمحور و چندبعدی رشد نوجوانان تأکید می‌کنند؛ ارزیابی‌ای که زمینه‌ساز طراحی مداخلات هدفمند برای ارتقای سلامت و توسعه جسمانی مناسب است. پژوهش‌های آینده باید مقایسه بین جنسیت‌ها، وضعیت بلوغ، تغذیه و سطح فعالیت بدنی را در نظر بگیرند تا درک جامع‌تری از تغییرات فیزیولوژیک دوره نوجوانی به‌دست آید. با وجود ارزشمند بودن نتایج، چند محدودیت باید در نظر گرفته شود. نخست، حجم نمونه نسبتاً کوچک امکان تعمیم نتایج را کاهش می‌دهد. دوم، تنها سه ناحیه چین پوستی اندازه‌گیری شد؛ در حالی که اندازه‌گیری هفت ناحیه یا بیشتر می‌توانست برآورد جامع‌تری از ترکیب بدنی ارائه دهد. همچنین مرحله بلوغ ارزیابی نشد که توانایی کنترل تفاوت‌های ناشی از بلوغ را محدود می‌کند. علاوه بر این، سطح فعالیت بدنی و وضعیت تغذیه‌ای بررسی نشدند، در حالی که هر دو عامل می‌توانند ترکیب بدنی را تحت تأثیر قرار دهند. امکان وجود اثر تجمعی ناشی از مدرسه نیز ممکن است نتایج را متأثر کرده باشد. پژوهش‌های آینده باید حجم نمونه بزرگ‌تر و متنوع‌تری را در نظر بگیرند، ارزیابی مرحله بلوغ را وارد کنند و اندازه‌گیری‌های مرتبط با فعالیت بدنی و تغذیه را نیز مدنظر قرار دهند. با وجود این محدودیت‌ها، مطالعه حاضر داده‌های مقدماتی ارزشمندی در مورد قد، BMI، درصد چربی و سایر ویژگی‌های آنتروپومتریک پسران دانش‌آموز ارائه می‌دهد و می‌تواند پایه‌ای برای تحقیقات آینده در این حوزه باشد. در این مطالعه، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک از نواحی سه‌سر بازویی، زیرکتفی و سوپراایلیاک انجام شد و از این داده‌ها برای برآورد درصد چربی بدن، جرم چربی و جرم بدون چربی استفاده گردید. این پژوهش می‌تواند به والدین و مربیان کمک کند تا درک بهتری از وزن، BMI، درصد چربی و سایر شاخص‌های مرتبط فرزندان داشته باشند و همچنین به معلمان تربیت‌بدنی مدارس برای شناسایی و انتخاب مؤثرتر ورزشکاران مستعد یاری رساند.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این پژوهش نشان داد که در میان پسران دانش‌آموز ۱۲ تا ۱۴ ساله در جاشور بنگلادش، تفاوت‌های معنی‌داری در ترکیب بدنی بین گروه‌های سنی وجود دارد. ضخامت چین پوستی سه‌سر، زیرکتفی و سوپراایلیاک و همچنین جرم چربی در سن ۱۳ سالگی به بیشترین مقدار رسید، در حالی که درصد چربی بدن در سن ۱۴ سالگی بالاترین مقدار را نشان داد. جرم بدون چربی نیز در ۱۴ سالگی به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو گروه سنی پایین‌تر بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که تفاوت‌های مشاهده‌شده در ترکیب بدنی ناشی از اختلافات سنی است و الزاماً روند خطی یا یکنواخت رشد را بازتاب نمی‌دهد. این مطالعه اهمیت ارزیابی‌های منظم آنتروپومتریک را برای طراحی راهبردهای سلامت و تغذیه متناسب با سن در محیط‌های مدرسه‌ای برجسته می‌کند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه توسط کمیته ارزیابی گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه علم و فناوری جاشور، جاشور-۷۴۰۸، بنگلادش بررسی و تأیید شد.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنا بر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Height and body-mass index trajectories of school-aged children and adolescents from 1985 to 2019 in 200 countries and territories: A pooled analysis of 2181 population-based studies with 65 million participants. *The Lancet*. 2020;396(10261):1511-24. [DOI:10.1530/ey.18.13.15]
2. Wilson AL, Jovanovic JM, Harman-Smith YE, Ward PR. A population health approach in education to support children's early development: A critical interpretive synthesis. *PLOS ONE*. 2019;14(6):e0218403. [DOI:10.1371/journal.pone.0218403] [PMID]
3. World Health Organization. Obesity and overweight. Geneva: WHO; 2024.
4. de Onis M, Garza C, Victora CG, Onyango AW, Frongillo EA, Martinez J. The WHO multicentre growth reference study: Planning, study design, and methodology. *Food and Nutrition Bulletin*. 2004;25(1 Suppl 1):S15-26. [DOI:10.1177/15648265040251S104] [PMID]
5. de Onis M. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*. 2007;85(9):660-7. [DOI:10.2471/BLT.07.043497] [PMID]
6. Vignerová J, Riedlová J, Bláha P, Kobzová J, Krejčovský L, Brabec M, et al. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001, Česká republika: Souhrnné výsledky. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, Státní zdravotní ústav; 2006.
7. Saleh O. Dynamics of anthropometric characteristics and body composition growth among adolescents (12-15 years old). *International Journal of Sports Science Arts*. 2020;14(14):31-56. [DOI:10.21608/ejss.2020.32455.1019]
8. Mertens E, Deforche B, Mullie P, Lefevre J, Charlier R, Knaeps S, et al. Longitudinal study on the association between three dietary indices, anthropometric parameters and blood lipids. *Nutrition and Metabolism*. 2015;12:47. [DOI:10.1186/s12986-015-0042-1] [PMID]
9. Đorđić V, Tubić T, Jakšić D. The relationship between physical, motor, and intellectual development of preschool children. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2016;233:3-7. [DOI:10.1016/j.sbspro.2016.10.114]

10. Dezenberg CV, Nagy TR, Gower BA, Johnson R, Goran MI. Predicting body composition from anthropometry in pre-adolescent children. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 1999;23(3):253-9. [DOI:10.1038/sj.jjo.0800802] [PMID]
11. Fryar CD, Gu Q, Ogden CL. Anthropometric reference data for children and adults: United States, 2007-2010. *Vital and Health Statistics. Series 11*. 2012;(252):1-48.
12. Taye AG, Mola DW, Rahman MH. Analyzing the nutritional awareness, dietary practices, attitudes, and performance of U-17 football players in Ethiopia. *Physical Education Theory and Methodology*. 2024;24(1):110-7. [DOI:10.17309/tmfv.2024.1.14]
13. Sicotte M, Ledoux M, Zunzunegui MV, Ag Aboubacrine S, Nguyen VK, ATARAO group. Reliability of anthropometric measures in a longitudinal cohort of patients initiating ART in West Africa. *BMC Medical Research Methodology*. 2010;10:102. [DOI:10.1186/1471-2288-10-102] [PMID]
14. Bhattacharya A, Pal B, Mukherjee S, Roy SK. Assessment of nutritional status using anthropometric variables by multivariate analysis. *BMC Public Health*. 2019;19(1):1045. [DOI:10.1186/s12889-019-7372-2] [PMID]
15. Norgan NG. Body mass index and nutritional status: The effect of adjusting body mass index for the relative sitting height on estimates of the prevalence of chronic energy deficiency, overweight and obesity. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 1995;4(1):137-9.
16. Tanner JM. Growth as a mirror of the condition of society: Secular trends and class distinctions. *Acta Paediatrica Japonica*. 1987;29(1):96-103. [DOI:10.1111/j.1442-200X.1987.tb00015.x] [PMID]
17. Strauss J, Thomas D. Health, nutrition and economic development. *Journal of Economic Literature*. 1998;36(2):766-817.
18. Park MH, Falconer C, Viner RM, Kinra S. The impact of childhood obesity on morbidity and mortality in adulthood: A systematic review. *Obesity Reviews*. 2012;13(11):985-1000. [DOI:10.1111/j.1467-789X.2012.01015.x] [PMID]
19. Yang N, He LY, Li ZY, Yang YC, Ping F, Xu LL, et al. Triceps skinfold thickness trajectories and the risk of all-cause mortality: A prospective cohort study. *World Journal of Clinical Cases*. 2024;12(15):2568-77. [DOI:10.12998/wjcc.v12.i15.2568] [PMID]
20. Nickerson BS, Fedewa MV, Cicone Z, Esco MR. The relative accuracy of skinfolds compared to four-compartment estimates of body composition. *Clinical Nutrition*. 2020;39(4):1112-6. [DOI:10.1016/j.clnu.2019.04.018] [PMID]
21. Tuan NT, Wang Y. Adiposity assessments: Agreement between dual-energy X-ray absorptiometry and anthropometric measures in U.S. children. *Obesity*. 2014;22(6):1495-504. [DOI:10.1002/oby.20689] [PMID]
22. Freedman DS, Ogden CL, Blanck HM, Borrud LG, Dietz WH. The abilities of body mass index and skinfold thicknesses to identify children with low or elevated levels of dual-energy X-ray absorptiometry-determined body fatness. *The Journal of Pediatrics*. 2013;163(1):160-6.e1. [DOI:10.1016/j.jpeds.2012.12.093] [PMID]
23. Li W, Yin H, Chen Y, Liu Q, Wang Y, Qiu D, et al. Associations between adult triceps skinfold thickness and all-cause, cardiovascular and cerebrovascular mortality in NHANES 1999-2010: A retrospective national study. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2022;9:858994. [DOI:10.3389/fcvm.2022.858994] [PMID]
24. Reilly JJ, Wilson J, Durnin JV. Determination of body composition from skinfold thickness: A validation study. *Archives of Disease in Childhood*. 1995;73(4):305-10. [DOI:10.1136/adc.73.4.305] [PMID]

25. Widiyani T, Suryobroto B, Budiarti S, Hartana A. The growth of body size and somatotype of Javanese children aged 4 to 20 years. *Hayati Journal of Biosciences*. 2011;18(4):182-92. [DOI:10.4308/hjb.18.4.182]
26. Rahman MH, Sharma JP. An analysis of indices and ratios in anthropometric body measurements among team sports athletes. *International Journal of Scientific Reports*. 2024;10(4):111-9. [DOI:10.18203/issn.2454-2156.IntJSciRep20240714]
27. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. *International Standards for Anthropometric Assessment*. Potchefstroom: International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2006. [DOI:10.4324/9780203970157] [PMID]
28. Norton KI. Standards for anthropometry assessment. In: Norton KI, Olds T, editors. *Kinanthropometry and Exercise Physiology*. London: Routledge; 2018. p. 68-137. [DOI:10.4324/9781315385662-4] [PMID]
29. Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign (IL): Human Kinetics; 1988.
30. Gibson RS. *Principles of Nutritional Assessment: Body Composition*. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press; 2024.
31. Wells JC, Fewtrell MS. Measuring body composition. *Archives of Disease in Childhood*. 2006;91(7):612-7. [DOI:10.1136/adc.2005.085522] [PMID]
32. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*. 1988;60(5):709-23.
33. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. *Growth, Maturation, and Physical Activity*. 2nd ed. Champaign (IL): Human Kinetics; 2004. [DOI:10.5040/9781492596837]
34. Tanner JM. Principles of growth standards. *Acta Paediatrica Scandinavica*. 1990;79(10):963-7. [DOI:10.1111/j.1651-2227.1990.tb11361.x] [PMID]
35. Delemarre-van de Waal HA. Regulation of puberty. *Best Practice and Research: Clinical Endocrinology and Metabolism*. 1993;7(1):1-15. [DOI:10.1053/beem.2001.0176] [PMID]
36. Rogol AD, Clark PA, Roemmich JN. Growth and pubertal development in children and adolescents: Effects of diet and physical activity. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2000;72(2 Suppl):521S-8S. [DOI:10.1093/ajcn/72.2.521S] [PMID]
37. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ*. 2000;320(7244):1240-3. [DOI:10.1136/bmj.320.7244.1240] [PMID]
38. World Health Organization. *Growth reference data for 5-19 years*. Geneva: WHO; 2007.
39. Beunen G, Malina RM. Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 1988;16:503-40. [DOI:10.1249/00003677-198800160-00018] [PMID]
40. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *International Journal of Obesity*. 2006;30(4):598-602. [DOI:10.1038/sj.ijo.0803232] [PMID]
41. Freedman DS, Mei Z, Srinivasan SR, Berenson GS, Dietz WH. Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. *The Journal of Pediatrics*. 2007;150(1):12-7.e2. [DOI:10.1016/j.jpeds.2006.08.042] [PMID]

42. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, et al. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2010;7:40. [DOI:10.1186/1479-5868-7-40] [PMID]
43. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *International Journal of Obesity*. 2008;32(1):1-11. [DOI:10.1038/sj.ijo.0803774] [PMID]
44. Sadri SF, Saleki M. The effect of a combined scapula and shoulder exercise program with kinesio tape on pain, shoulder proprioception, and upper limb function in swimmers with shoulder impingement syndrome. *Journal of Sport Biomechanics*. 2024;10(2):144-58. [DOI:10.61186/JSportBiomech.10.2.144]
45. Lohman TG. *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign (IL): Human Kinetics; 1992.
46. Wang Y, Monteiro C, Popkin BM. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2002;75(6):971-7. [DOI:10.1093/ajcn/75.6.971] [PMID]
47. Janssen I, LeBlanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2010;7:40. [DOI:10.1186/1479-5868-7-40] [PMID]
48. Tahan MJ, Zandi S, Mousavi SH. Prediction of gymnastics back salto biomechanics by anthropometric characteristics. *Journal of Sport Biomechanics*. 2025;11(2):114-30. [DOI:10.61186/JSportBiomech.11.2.114]
49. Bayati A, Sadeghi H, Yousefian Molla R. Postural and musculoskeletal assessment of Iranian national shooting team athletes. *Journal of Sport Biomechanics*. 2025;11(2):132-47. [DOI:10.61186/JSportBiomech.11.2.132]