

Research Paper

Relationship of Somatotype With Static, Semi-dynamic and Dynamic Balance of Adolescent, Young and Middle-aged Women

*Mahbubeh Keivan¹ , Heydar Sadeghi²

1. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Science, Islamic Azad University Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

2. Department of Biomechanics and Sport Injuries, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.



Citation: Keivan M, Sadeghi H. [Relationship of Somatotype with Static, Semi-Dynamic and Dynamic Balance of Adolescent, Young and Middle-Aged Women (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2019; 4(4):42-53. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.4.42>

<https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.4.42>



Article Info:

Received: 02 Oct 2018

Accepted: 05 Feb 2019

Available Online: 01 Mar 2019

Keywords:

Somatotype, Static balance, Semi-dynamic balance, Dynamic balance

ABSTRACT

Objective Somatotype is a way of describing the human body shape and composition which can affect postural control. The aim of this study was to evaluate the relationship of somatotype with static, semi-dynamic and dynamic balances in adolescent, young and middle-aged women.

Methods Participants were 140 women aged 12-50 years (Mean±SD of age=26.45±10.94) with no skeletal abnormalities, lower extremity pain and injury, vestibular and neuromuscular injury. Their anthropometric characteristics were measured and then they assigned into three groups of ectomorph (n=46), mesomorph (n=45) and endomorph (n=49) based on the heath-carter method. The Y Balance Test (YBT) was used for assessment of dynamic balance, and for semi-dynamic and static balance measurement, the Balance Error Scoring System (BESS) was used. Descriptive statistics was used to describe Mean±SD of age, height, weight, number of errors under BESS, and the reach distance in three directions under YBT. To determine the relationship of somatotype with static, semi-dynamic and dynamic balance, Chi-square test was performed considering a significance level of $P \leq 0.05$.

Results Mesomorphic women had better static and semi-dynamic balance compared to the ectomorph and endomorph groups. In anterior direction under YBT, ectomorph, mesomorph and endomorph groups had the highest reach. In posteromedial direction, although endomorphs had the poorest performance, the result was not significant. In posterolateral direction, endomorphs had also the poorest performance.

Conclusion Better performance of mesomorphs indicated their better muscle strength and structure which are useful for joint stability and postural control. Moreover, the better postural control of ectomorphs compared to endomorphs shows that the mass distribution of more than the height of the center of gravity until the base of support which is one of the main determinants of stability, is probably the factor that differentiated their postural control.

Extended Abstract

1. Introduction

Postural control is a complex process, involving the center of gravity maintenance within the base of support. Moreover, it requires the

co-ordination of the somatosensory, visual, and vestibular systems [1]. The information provided by these three systems is executed by the Central Nervous System (CNS) and integrated in the form of an appropriate motor response to maintain body balance. Balance is actively controlled by the CNS, which predicts the perturbations of whole body or trunk movements. A key feature of balance is stability.

* Corresponding Author:

Mahbubeh Keivan, M.A.

Address: Department of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Science, Islamic Azad University Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

Tel: +98 (939) 6595772

E-Mail: m.keivan2@yahoo.com

Stability is related to motor control resistance and a smooth state without changing in response to a perturbation or oscillations creating perturbations. Typically, if the posture returns to its original state during the perturbation, it is considered as stable. Somatotype is a means of describing human body shape and condition in addition to height and weight; it can affect postural control [10-12]. Somatotype is also used to determine the body types most exposed to various diseases. Studies have examined the relationship between body type and health status [14-16] and physical activity [15, 17, 18]. Previous studies have reported that postural control is different in different somatotypes; however, they only examined the effect of somatotype on static

or dynamic control in one age group. Thus, we examined the relationship between somatotype and static, semi-dynamic, and dynamic postural controls in adolescent, young, and middle-aged females.

2. Participants and Methods

A total of 140 females aged 12-50 years (Mean \pm SD of age=26.45 \pm 10.94 y) with no skeletal abnormalities, lower extremity pain, and injury, as well as vestibular and neuromuscular injury were included in the study. The study participants' anthropometric characteristics were measured. Then, they were classified into three groups of ectomorph

Table 1. Postural control measurement results based on somatotype groups

Balance	Number of Errors	Frequency		Group			Total
		Frequency	Percentage	Ectomorph	Mesomorph	Endomorph	
Static	<3	N		13	21	9	43
		%		28.3	46.7	18.4	30.7
	3-6	N		10	10	7	27
		%		21.7	22.2	14.3	19.3
	6-9	N		4	2	7	13
		%		8.7	4.4	14.3	9.3
	9-12	N		9	2	9	20
		%		19.6	4.4	18.4	14.3
	12-15	N		5	6	9	20
		%		10.9	13.3	18.4	14.3
	>15	N		5	4	8	17
		%		10.9	8.9	16.3	12.1
	Total	N		46	45	49	140
		%		100.0	100.0	100.0	100.0
Semi-dynamic	<10	N		20	30	18	68
		%		43.5	66.7	36.7	48.6
	10-20	N		20	10	22	52
		%		43.5	22.2	44.9	37.1
	20-30	N		4	5	7	16
		%		8.7	11.1	14.3	11.4
	>30	N		2	0	2	4
		%		4.3	0.0	4.1	2.9
	Total	N		46	45	49	140
		%		100.0	100.0	100.0	100.0

($n=46$), mesomorph ($n=45$), and endomorph ($n=49$) based on the heath-carter method. Somatotype was determined based on the dominant component, i.e. ≥ 1.5 units of difference from the other two components [13]. After determining the somatotype, the Y Balance Test (YBT) was performed to evaluate the study subjects' dynamic control.

3. Results

One-way Analysis of Variance (ANOVA) results suggested a significant difference in the mean static, semi-dynamic, and dynamic balance scores between the three groups of an ectomorph, mesomorph, and endomorph. Table 1 presents the postural control measurement results of the somatotype group. In total, 46.7%, 28.3%, and 18.4% of the mesomorphs, ectomorphs, and endomorphs had the lowest error <3 in static postural control, respectively. This was also observed in the next category (3-6 errors). Regarding the highest error rate >15 , only 8.9% of the mesomorphs had >15 errors, followed by ectomorphs with 10.9%, and endomorphs with 16.3%. In terms of semi-dynamic balance, a high percentage of mesomorph subjects (66.7%) gained the lowest error rate <10 , followed by 43.5% of ectomorphs, and 36.7% of endomorphs (Table 1).

4. Discussion

The current study investigated the relationship between somatotype, and static, semi-dynamic, and dynamic balance. The obtained results suggested a significant difference in the static, semi-dynamic, and dynamic balance between three ectomorph, mesomorph and endomorph female groups. The mean static balance (i.e. the number of errors in the Balance Error Scoring System test) in the mesomorph group (6.66) was significantly higher than the ectomorph (8.64) and endomorph (10.22) groups. Chi-square test results revealed that the mesomorph group indicated the best, and endomorphs demonstrated the poorest performance in static balance. This finding is consistent with those of Lee et al. [12] who reported that mesomorphic girls had substantially better one-sided static stability, compared to endomorphic and ectomorphic girls; they also reported the somatotype components effects on the postural stability in young girls.

The achieved data highlighted that the mesomorphic subjects had a better balance performance, while the performance of endomorphs was poor. Muscle strength and structure are useful for joint stability and postural control; they might be the main reason for the better performance of mesomorphs in our study (previous studies have supported the same finding) [11, 12, 29]. Unlike some previous studies, the ectomorphs in our study had better postural control than

endomorphs. Although the high height-to-weight ratio is a characteristic of ectomorphs, the Mean \pm SD height of these subjects (1.59 ± 5.92) was not significantly different from that of endomorphs (1.59 ± 6.35); however, the difference between the two groups was significant in weight. Therefore, the height of the center of gravity to the base of support, which is one of the main determinants of stability, has not been increased; the mass distribution was probably the factor that differentiated the postural control of ectomorphs and endomorphs. Studies have documented that obese people with an asymmetric distribution of fat, especially in the abdomen, are more prone to fall [8].

5. Conclusion

The mesomorphic component of somatotype was associated with postural control. Besides, the endomorphic component impaired balance more than the ectomorphic component. Comparing these findings with those of other studies revealed the necessity for further investigations regarding the postural control of three somatotypes.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Prior to the study, a written informed consent was signed by the subjects or their parents. They were assured of the confidentiality of their information and were free to leave the study at any time.

Funding

The present paper was extracted from the MA thesis of the first author, Mahbubeh Keivan, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Science, Islamic Azad University Central Tehran Branch, Tehran.

Authors' contributions

Conceptualization, methodology, software, validation, formal analysis, investigation, resources, data curation, writing - original draft preparation, writing - review & editing, visualization: Mahbubeh Keivan; Supervision, project administration: Heydar Sadeghi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

ارتباط تیپ بدنی با کنترل پاسچر ایستا، نیمه پویا و پویای زنان نوجوان، جوان و میان سال

*محبوبه کیوان^۱، حیدر صادقی^۲

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.
 ۲. گروه آسیب شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۰ مهر ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش: ۱۶ بهمن ۱۳۹۷

تاریخ انتشار: ۱۰ اسفند ۱۳۹۷

هدف: تیپ‌سنجی یا سوماتوتایپ روشی برای توصیف فیزیک انسان با استفاده از تعدادی از خصیصه‌هاست که به شکل و وضعیت بدن مرتبطاند و می‌تواند کنترل پاسچر را تحت تأثیر قرار دهد، هدف از انجام این تحقیق ارتباط تیپ بدنی با کنترل پاسچر ایستا، نیمه‌پویا و پویای زنان نوجوان، جوان و میان سال بود.

روش‌ها: ۱۴۰ نفر از زنان ۱۲ تا ۵۰ سال با میانگین سن $26/45 \pm 10/94$ ، که هیچ‌گونه ناهنجاری اسکلتی، آسیب و درد در اندام تحتانی، آسیب دهلیزی و عصبی عضلانی نداشتند، به‌عنوان آزمودنی در این تحقیق شرکت کردند. ویژگی‌های آنتروپومتریک مربوط به تیپ بدنی اندازه‌گیری شد و سپس بر اساس روش هیث کارتر آزمودنی‌ها به سه گروه اکتومورف (۴۶ نفر)، مزومورف (۴۵ نفر) و اندومورف (۴۹ نفر) تقسیم شدند. برای ارزیابی کنترل پاسچر پویا، تست ۷ و برای برآورد کنترل پاسچر ایستا و نیمه‌پویا تست شمارش خطا اجرا شد. برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد سن، قد، وزن، تعداد خطا در تست BESS و فاصله دستیابی در سه جهت آزمون ۷، از آمار توصیفی و برای ارتباط تیپ بدنی با کنترل پاسچر پویا، نیمه‌پویا و ایستا از همبستگی کای اسکوتر در سطح معناداری $P \leq 0/05$ استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌های تحقیق نشان داد آزمودنی‌های مزومورف به لحاظ کنترل پاسچر ایستا و نیمه‌پویا بهتر از گروه اکتومورف و اندومورف بودند و کمترین میزان خطا را داشتند. در کنترل پاسچر پویا، در جهت قدامی تست ۷، به ترتیب اکتومورف‌ها، مزومورف‌ها و اندومورف‌ها بیشترین دستیابی را داشتند. در جهت خلفی داخلی اگرچه گروه اندومورف ضعیف‌ترین عملکرد را داشت، اما آزمون کای اسکوتر تفاوت معناداری را نشان نداد. در جهت خلفی خارجی نیز گروه اندومورف به طور معناداری نسبت به دو گروه دیگر ضعیف‌تر بود.

نتیجه‌گیری: عملکرد بهتر مزومورف‌ها نشان‌دهنده سودمندی قدرت و ساختار عضلانی مناسب برای پایداری مفصلی و کنترل قامتی و ارتباط جزء عضلانی غالب با کنترل پاسچر ایستا و نیمه‌پویاست. همچنین کنترل قامتی بهتر گروه اکتومورف نسبت به اندومورف‌ها نشان می‌دهد در نمونه‌هایی که تفاوت معناداری در میانگین قد ندارند، احتمالاً توزیع جرمی بیش از ارتفاع مرکز ثقل تا سطح اتکا، که از عوامل اصلی پایداری محسوب می‌شود، فاکتور ممیز بین کنترل قامتی اکتومورف‌ها و اندومورف‌ها بوده است.

کلیدواژه‌ها:

تیپ بدنی، کنترل پاسچر ایستا، کنترل پاسچر نیمه‌پویا، کنترل پاسچر پویا

مقدمه

سیستم عصبی مرکزی که اغتشاشات ناشی از حرکات کل بدن یا تنه را پیش‌بینی می‌کند، کنترل می‌شود.

یک ویژگی اساسی توازن پایداری قامتی است. پایداری قامتی مربوط به مقاومت کنترل حرکتی و یک وضعیت صاف بدون تغییر در پاسخ به یک اغتشاش یا نوسانات ایجاد کننده اغتشاش است. به طور کلی اگر قامت هنگام اغتشاش به وضعیت مبدأ خود بازگردد، پایدار محسوب می‌شود. سرعت در پایداری نقش دارد. به طوری که، با بازگشت سریع‌تر قامت به وضعیت مبدأ، پاسچر پایدارتر در نظر گرفته می‌شود. مقاومت نسبت به اغتشاشات و نیز بازگشت سریع توازن، قویاً و به طور متفاوتی وابسته به جرم بدن

کنترل پاسچر عملکرد پیچیده‌ای است که حفظ مسیر عمودی مرکز گرانش^۱ درون سطح اتکا^۲ را دربر می‌گیرد و نیازمند همکاری سه منبع حس عمقی، بینایی و سیستم دهلیزی است [۱]. اطلاعات فراهم‌شده توسط این سه سیستم به‌وسیله سیستم عصبی مرکزی یکپارچه و به‌صورت پاسخ حرکتی مناسب برای نگهداری تعادل بدن اجرا می‌شود. تعادل به طور فعال توسط

1. Center of Gravity

2. Base of Support

* نویسنده مسئول:

محبوبه کیوان

نشانی: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی.

تلفن: ۶۵۹۵۷۷۲ (۹۳۹) ۹۸+

پست الکترونیکی: m.keivan2@yahoo.com

است [۲]. برخی مطالعات به اثرات افزایش وزن بر کنترل قامتی پرداخته‌اند و ناپایداری قامتی در شرایط ایستا را گزارش کرده‌اند [۳-۷].

کوربیل از یک مدل ۱۵ سگمانی برای مطالعه اثر وزن بدن استفاده کرد و نشان داد جابه‌جایی قدامی مرکز جرم^۳، افراد چاق را به لبه مرزهای پایداری، نزدیک‌تر قرار می‌دهد که موجب افزایش ریسک سقوط هنگام قرارگیری در معرض اغتشاشات می‌شود [۸]. اگرچه اثرات وزن و قد [۹] تعیین شده است، اما تیپ‌سنجی یا سوماتوتایپ روشی برای توصیف فیزیک انسان درباره تعدادی از خصیصه‌هاست که علاوه بر قد و وزن به شکل و وضعیت بدن مرتبطاند و می‌تواند کنترل پاسچر را تحت تأثیر قرار دهد [۱۰-۱۲]. نظریه ارتباط بین فیزیک بدن و شخصیت انسان‌ها را شلدون در سال ۱۹۴۰ به صورت فرموله درآورد و بدین ترتیب اولین بار اندازه‌گیری عینی در تیپ بدنی انجام و نوع پیکری اندومورف، مزومورف و اکتومورف معرفی شد.

نخستین جزء یا اندومورفی، میزان چاقی نسبی بدن را، صرف‌نظر از کجایی و چگونگی توزیع آن و نیز جنبه‌های فیزیکی همچون گردی بدن، نرمی اندام‌ها، حجم مرتبط با حفره شکمی و مخروطی شدن انتهای دیستال اندام‌ها توصیف می‌کند. دومین جزء که مزومورفی نامیده می‌شود پیشرفت‌های نسبی عضلاتی اسکلتی بدن را توصیف می‌کند. مزومورفی همچنین متغیرهای فیزیکی مانند تنومندی آشکار بدن از لحاظ عضله یا استخوان، حجم نسبی مرتبط با حفره سینه‌ای و توده عضلاتی مخفی احتمالی را تشریح و سومین جزء لاغری نسبی بدن را توصیف می‌کند. اکتومورفی همچنین توصیفگر متغیرهای فیزیکی مثل باریک و خطی بودن ظاهری بدن یا ظرافت اندام‌ها در غیاب هر توده‌ای از نوع عضله، چربی یا دیگر بافت‌هاست [۱۳].

تیپ‌سنجی از آن جهت که بتوان نوع بدنی را که بیشتر مواجه با امراض مختلف است تعیین کرد، نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعاتی ارتباط تیپ بدنی و وضعیت سلامتی [۱۴-۱۶] و اجرای فیزیکی [۱۵، ۱۷، ۱۸] را مورد بررسی قرار دادند. برخی تحقیقات حاکی از آن است که، افراد دیابتی که تیپ بدنی اندومورف و مزومورف دارند مستعد فشار خون بالا، خون‌ریزی مغزی و عروق و احتمالاً زخم‌های گوارشی هستند، در حالی که اکتومورف‌ها سالم‌ترین گونه بدنی را دارند، هر چند بیماری‌های پوستی و تنفسی نیز در آن‌ها مشاهده می‌شود [۱۹]. حتی برخی مطالعات پیشنهاد می‌کنند اندومورف‌ها طول عمر کمتری دارند [۲۰].

انقباض عضلات، مسئول اصلی حفظ پاسچر در هر دو حالت دینامیک و استاتیک است که عمدتاً عضلات ضدجاذبه درگیر می‌شوند و با تنظیمات تونیک مداوم، قامت ایستاده را حفظ می‌کنند [۲۱]. در حالی که چربی، اضافه باری است که خود

مستلزم صرف انرژی برای جابه‌جایی است. مربیان تربیت بدنی نیز از آن جهت که، سباز و ساختار بدن، اجرای فیزیکی در ورزش‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، علاقه‌مندی خود را نسبت به نوع پیکری به‌عنوان راه‌هایی که منجر به موفقیت در ورزش‌های گوناگون می‌شود ابراز می‌دارند. مطالعاتی نشان داده‌اند ژیمناست‌ها، که تعادل، بخش عمده فعالیت‌هایشان را تشکیل می‌دهد، تیپ بدنی مزو اکتومورف دارند [۲۲، ۲۳].

برخی گزارشات حاکی از آن است که تفاوت عمده در طول عمر ورزشکاران و غیرورزشکاران در سابقه ورزشی نیست، بلکه مربوط به تیپ بدنی است [۲۴]. اهمیت تیپ بدنی تا جایی است که حتی، سالخورده‌گان با اضافه‌وزن، بیشتر در معرض افتادن قرار دارند [۲۵-۲۷].

در تحقیق بلبلیان آزمودنی‌های سالمندی که فعال بودند پایداری بیشتر و جزء اندومورفی کمتری داشتند [۲۸]. برخی مطالعات نیز به بررسی اثرات تیپ و فاکتورهای بدنی بر کنترل پاسچر ایستا و پویا پرداخته‌اند [۳۰-۳۲، ۱۰].

آلارد تفاوت در کنترل پاسچر ایستای سه تیپ بدنی آزمودنی‌های سالم را گزارش کرد [۱۱] و نیز با بررسی اثر مورفولوژی بدن بر تعادل ایستا در آزمودنی‌های با اسکولیوز ناشناخته نوجوانی، تفاوت در واکنش‌های قامتی مشاهده شده را وابسته به سوماتوتایپ دانست [۳۱]. او همچنین در تحقیق دیگری جزء عضلاتی کم، مرکز جرم بالاتر و نسبت زیاد قد به وزن را علت اصلی کاهش پایداری گروه اکتومورف در مقایسه با مزومورف و اندومورف بیان کرد [۱۰]. این نتایج بعدها توسط فارنک تأیید شد که افراد لاغر نوسان مرکز جرم بیشتری دارند؛ به طوری که حتی اندومورف‌ها کنترل پاسچر بهتری از اکتومورف‌ها داشتند [۱۲].

در مطالعه دیگری گروه مزومورف‌ها به طور معناداری نوسان مرکز فشار^۴ کمتری نسبت به دو گروه تیپ بدنی دیگر نشان دادند که این امر به کاهش معنادار قد و نسبت بالاتر جزء عضلاتی مزومورف‌ها نسبت داده شد [۱۲]. تحقیقات دیگر نیز ارتباط ضعیف [۳۲] یا عدم ارتباط [۳۳] بین ویژگی‌های آنتروپومتریک و کنترل پاسچر را گزارش کردند. به طور کلی مطالعات قبلی نشان داده‌اند کنترل پاسچر در تیپ‌های بدنی مختلف، متفاوت است. اما تحقیقات پیشین تنها اثر تیپ بدنی بر کنترل پاسچر ایستا یا پویا را در یک گروه سنی مورد بررسی قرار داده‌اند. لذا با توجه به تحقیقات کم و نتایج متفاوت پیرامون کنترل پاسچر سه تیپ بدنی، تحقیق حاضر به ارتباط تیپ بدنی با کنترل پاسچر ایستا، نیمه‌پویا و پویا پرداخته است.

روش‌شناسی

تعداد ۱۴۰ نفر زن ۱۲ تا ۵۰ ساله با میانگین سن 26.45 ± 10.94 ، که هیچ‌گونه ناهنجاری اسکلتی، آسیب و درد در اندام تحتانی، آسیب دهلیزی و عصبی عضلانی نداشتند به‌عنوان آزمودنی در این تحقیق شرکت کردند. جامعه آماری شامل ۴۰ هزار نفر از زنان نوجوان، جوان و میان‌سال شهر دامغان و شیوه نمونه‌گیری به‌طور تصادفی در دسترس بود. ویژگی‌های آن‌تروپومتریک مربوط به تیپ بدنی اندازه‌گیری شد و سپس بر اساس روش هیث کارتر آزمودنی‌ها در یکی از سه گروه اکتومورف (۴۶ نفر)، مزومورف (۴۵ نفر) و اندومورف (۴۹ نفر) قرار گرفتند. تیپ بدنی بر اساس جزء غالب که حداقل ۱/۵ واحد با دو جزء دیگر فاصله داشت [۱۳] تعیین شد. پس از تعیین تیپ بدنی، تست ۵۷ برای ارزیابی کنترل پاسچر پویا اجرا شد. تست ستاره

یکی از آزمون‌های عملکردی برآورد کنترل پاسچر پویا و نیز ارزیابی پیشرفت بازتوانی است که به‌طور گسترده در تحقیقات و تمرینات کلینیکی برای آزمودن موضوعاتی همچون ناپایداری مزمن مچ پا، آسیب لیگامنت کروشیت قدامی و پیش‌بینی آسیب استفاده می‌شود [۳۴، ۳۵].

در تست نرمالایز شده، درحالی که یک پای آزمودنی در مرکز ۷ ترسیم‌شده توسط محقق قرار داشت پای دیگر عمل دستیابی را انجام داده و فاصله دستیابی در سه جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی اندازه‌گیری شد. برای کاهش اثر یادگیری تنها شش کوشش تمرینی پیش از اجرای تست مجاز بود. عمل دستیابی در هر جهت سه‌بار انجام و میانگین آن برای هر اندام (برتر و غیربرتر) ثبت و بر اساس طول اندام تحتانی نرمال شد. همچنین برای تعیین پای برتر از رفلکس افتادن و برای ارزیابی تعادل ایستا و نیمه‌پویا از تست شمارش تعداد خطا، به‌عنوان یک

5. Y balance test



6. BESS

مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۱. تست BESS

جدول ۱. جدول متقاطع کنترل پاسچر ایستا و نیمه پویا

تعداد خطا	فراوانی	تیپ بدنی			جمع کل
		اکتومورف	مزومورف	اندومورف	
<۳	تعداد	۱۳	۲۱	۹	۴۳
	درصد در بین تیپ بدنی	۲۸/۳	۴۶/۷	۱۸/۴	۳۰/۷
۳-۶	تعداد	۱۰	۱۰	۷	۲۷
	درصد در بین تیپ بدنی	۲۱/۷	۲۲/۲	۱۴/۳	۱۹/۳
۶-۹	تعداد	۴	۲	۷	۱۳
	درصد در بین تیپ بدنی	۸/۷	۴/۴	۱۴/۳	۹/۳
۹-۱۲	تعداد	۹	۲	۹	۲۰
	درصد در بین تیپ بدنی	۱۹/۶	۴/۴	۱۸/۴	۱۴/۳
۱۲-۱۵	تعداد	۵	۶	۹	۲۰
	درصد در بین تیپ بدنی	۱۰/۹	۱۳/۳	۱۸/۴	۱۴/۳
>۱۵	تعداد	۵	۴	۸	۱۷
	درصد در بین تیپ بدنی	۱۰/۹	۸/۹	۱۶/۳	۱۲/۱
جمع کل	تعداد	۴۶	۴۵	۴۹	۱۴۰
	درصد در بین تیپ بدنی	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰
<۱۰	تعداد	۲۰	۳۰	۱۸	۶۸
	درصد در بین تیپ بدنی	۴۳/۵	۶۶/۷	۳۶/۷	۴۸/۶
۱۰-۲۰	تعداد	۲۰	۱۰	۲۲	۵۲
	درصد در بین تیپ بدنی	۴۳/۵	۲۲/۲	۴۴/۹	۳۷/۱
۲۰-۳۰	تعداد	۴	۵	۷	۱۶
	درصد در بین تیپ بدنی	۸/۷	۱۱/۱	۱۴/۳	۱۱/۴
>۳۰	تعداد	۲	۰	۲	۴
	درصد در بین تیپ بدنی	۴/۳	۰/۰	۴/۱	۲/۹
جمع کل	تعداد	۴۶	۴۵	۴۹	۱۴۰
	درصد در بین تیپ بدنی	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰

مجله بیومکانیک ورزشی

پویا (فاصله دستیابی در سه جهت آزمون ۷) از آمار توصیفی و برای مقایسه کنترل پاسچر آزمودنی‌های اکتومورف، مزومورف و اندومورف از تحلیل واریانس یک طرفه و همچنین برای ارتباط تیپ بدنی با کنترل پاسچر از آزمون کای اسکور و جدول‌های متقاطع در سطح معناداری $P \leq 0.05$ استفاده شد.

نتایج

بر اساس آزمون کلموگروف اسمیرنوف توزیع وزن، قد و شاخص توده بدنی^۷ نمونه‌ها نرمال بود. تحلیل واریانس یک طرفه^۸ نشان داد تفاوت معناداری بین میانگین کنترل پاسچر ایستا، نیمه پویا و پویا بین سه تیپ بدنی اکتومورف، مزومورف و اندومورف وجود دارد. **جدول‌های شماره ۱ و ۲** جدول متقاطع، کنترل پاسچر بر اساس تیپ بدنی را نشان می‌دهد. ۴۶/۷ درصد مزومورف‌ها،

تست میدانی معتبر استفاده شد [۳۶]. در این روش، آزمودنی در سه وضعیت ایستادن دو پا کنار یکدیگر، ایستادن بر روی یک پا (راست، چپ) و ایستادن با پای قطاری (راست جلو، چپ جلو)، در شرایط چشمان باز و بسته و بر روی سطح سخت (زمین) و نرم (فوم) آزمون را انجام می‌داد (**تصویر شماره ۱**). دست‌ها در همه حالات بر روی کمر قرار گرفته و آزمون برای مدت زمان ۲۰ ثانیه اجرا شد. خطاها عبارت بودند از: جدا کردن دست‌ها از کمر، باز کردن چشم‌ها، قدم برداشتن و یا افتادن، بلند کردن پاشنه یا پنجه، فلکشن تنه به جلو و یا پهلوی بیش از ۳۰ درجه و خارج شدن از وضعیت تعریف شده برای هر حالت به مدت پنج ثانیه. پیش از اجرای آزمون، خطاها برای هر آزمودنی توضیح داده شد و هریک برای آشنایی با آزمون یکبار تست مورد نظر را به طور آزمایشی اجرا کردند.

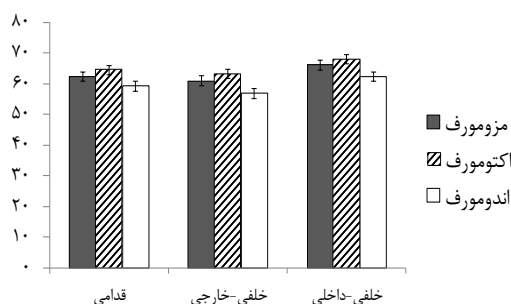
برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد سن، قد، وزن و کنترل پاسچر ایستا، نیمه پویا (تعداد خطاهای آزمون BESS) و

7. Body Mass Index (BMI)

8. ANOVA

جدول ۲. جدول متقاطع کنترل پاسچر پویا

کنترل پاسچر پویا	تعداد خطا	فراوانی			جمع کل
		تیپ بدنی	اکتومورف	مزمورف	اندومورف
قدامی	<۵۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۷ ۱۵/۲	۱۰ ۲۲/۲	۱۰ ۲۰/۴
	۵۵-۶۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۲۰ ۴۳/۵	۱۴ ۳۱/۱	۳۱ ۶۳/۳
	۶۵-۷۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۱۴ ۳۰/۴	۲۱ ۴۶/۷	۷ ۱۴/۳
	>۷۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۵ ۱۰/۹	۰ ۰/۰	۱ ۲/۰
	جمع کل	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۴۶ ۱۰۰/۰	۴۵ ۱۰۰/۰	۴۹ ۱۰۰/۰
خلفی داخلی	<۵۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۵ ۱۰/۹	۷ ۱۵/۶	۱۱ ۲۲/۴
	۵۵-۶۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۱۰ ۲۱/۷	۱۰ ۲۲/۲	۱۶ ۳۲/۷
	۶۵-۷۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۲۱ ۴۵/۷	۱۹ ۴۲/۲	۱۹ ۳۸/۸
	۷۵-۸۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۹ ۱۹/۶	۹ ۲۰/۰	۲ ۴/۱
	>۸۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۱ ۲/۲	۰ ۰/۰	۱ ۲/۰
	جمع کل	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۴۶ ۱۰۰/۰	۴۵ ۱۰۰/۰	۴۹ ۱۰۰/۰
خلفی خارجی	<۵۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۱۰ ۲۱/۷	۱۰ ۲۲/۲	۲۰ ۴۰/۸
	۵۵-۶۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۱۳ ۲۸/۳	۱۷ ۳۷/۸	۲۲ ۴۴/۹
	۶۵-۷۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۱۸ ۳۹/۱	۱۸ ۴۰/۰	۶ ۱۲/۲
	۷۵-۸۵	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۵ ۱۰/۹	۰ ۰/۰	۱ ۲/۰
	جمع کل	تعداد درصد در بین تیپ بدنی	۴۶ ۱۰۰/۰	۴۵ ۱۰۰/۰	۴۹ ۱۰۰/۰



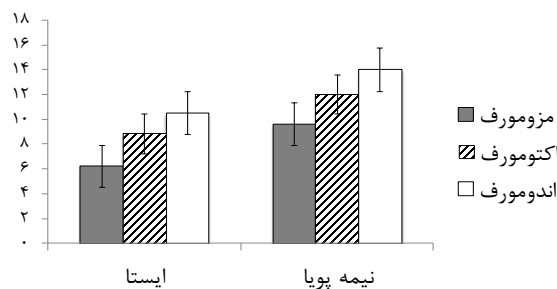
مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۳. کنترل پاسچر پویا (میانگین میزان دستیابی)

آزمون کای اسکوتر نشان داد گروه مزومورف بهترین و اندومورف‌ها ضعیف‌ترین عملکرد را در کنترل پاسچر ایستا بروز دادند. این نتیجه منطبق با یافته‌های لی و همکاران [۱۲] بود که در رابطه با تفاوت‌های سوماتوتایپ بیان کردند دختران مزومورف به طور قابل ملاحظه‌ای پایداری قامتی ایستای یک‌طرفه بهتری نسبت به دختران اندومورف و اکتومورف دارند و مؤلفه‌های سوماتوتایپ پایداری قامتی را در دختران جوان تحت تأثیر قرار می‌دهد. مطالعات قبلی گزارش کردند به علت آنکه اکتومورف‌ها توده عضلانی نسبی کم و نسبت قد / وزن بالایی دارند، افزایش ارتفاع مرکز جرم باعث دشوارتر شدن حفظ پایداری قامتی می‌شود [۳۵].

از سوی دیگر، دختران اندومورف به طور قابل ملاحظه‌ای شعاع انحراف مرکز جرم بزرگ‌تری نسبت به مزومورف‌ها دارند، پایداری قامتی بهتر دختران مزومورف ممکن است ناشی از بیشتر بودن سهم نسبی عضلاتی بدن در مقایسه با دختران اکتومورف و اندومورف باشد. بهتر بودن پایداری قامتی در هر دو شرایط چشمان باز و بسته گواه آن است که ساختار عضلانی مناسب ممکن است برای پایداری مفصلی و کنترل قامتی سودمند باشد [۱۲]. همچنین برخی مطالعات نشان داده‌اند در سالمندان فعال افرادی که جزء اندومورفی کمتری دارند پایدارترند [۳۷].

نتایج به دست آمده در مورد بدتر بودن کنترل قامتی اندومورف‌ها در مقایسه با اکتومورف‌ها، با مطالعه فرگلی [۳۸] منطبق بود که گزارش کرد محیط شکم، اندومورفی و وزن مهم‌ترین فاکتورهای اجرای تست‌های قامتی‌اند که می‌تواند بر پایداری قامتی ایستا اثر بگذارد. این نتایج یافته‌های سمعی و همکاران را نیز تأیید کرد [۲۹]. اما با برخی مطالعات پیشین که نشان دادند اندومورف‌ها توانایی کنترل پاسچر بهتری نسبت به اکتومورف‌ها دارند مغایرت داشت [۱۱، ۱۲، ۳۱]. به عنوان مثال، اثر مورفولوژی کل بدن بر کاملاً ایستادن توسط آلارد و همکاران [۱۱] در یک گروه ۴۳ نفری از دختران با جسم توانا مورد توجه قرار گرفت. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد دختران اندومورف از اکتومورف‌ها پایدارترند. تفاوت‌های مشاهده شده احتمالاً می‌تواند مربوط به سن نمونه‌های



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۲. کنترل پاسچر ایستا و نیمه‌پویا (میانگین تعداد خطا)

۲۸/۳ درصد اکتومورف‌ها و ۱۸/۴ درصد اندومورف‌ها کمترین میزان خطا (رده ۳) را در کنترل پاسچر ایستا داشتند. این امر در رده بعدی (۳-۶ خطا) نیز مشاهده می‌شود.

در رده بیشترین میزان خطا (<۱۵) نیز تنها ۸/۹ درصد از مزومورف‌ها بیش از ۱۵ خطا داشتند و پس از آن اکتومورف‌ها با ۱۰/۹ درصد و اندومورف‌ها با ۱۶/۳ درصد قرار داشتند. در کنترل پاسچر نیمه‌پویا نیز درصد بالایی از آزمودنی‌های مزومورف (۶۶/۷ درصد) کمترین میزان خطا (>۱۰) را داشته و پس از آن ۴۳/۵ درصد از اکتومورف‌ها و ۳۶/۷ درصد اندومورف‌ها در این رده جای گرفتند (جدول شماره ۱).

تفاوت سه تیپ بدنی در جهت قدایی تست ۷ معنادار و میزان دستیابی ۴۶/۷ درصد آزمودنی‌های مزومورف بین ۶۵ تا ۷۵ سانتی‌متر (بیشترین میزان دستیابی) بود. در این رده ۳۰/۴ درصد از اکتومورف‌ها و ۱۴/۳ درصد اندومورف‌ها قرار داشتند. سه تیپ بدنی تفاوت معناداری در دشوارترین جهت آزمون ۷ (خلفی داخلی) نداشتند و تفاوت درصدهای جدول توافقی در جهت خلفی داخلی به لحاظ آماری معنادار نبود. اما در جهت خلفی خارجی گروه اندومورف به طور معناداری نسبت به دو گروه دیگر ضعیف‌تر بود. به طوری که در رده‌های >۵۵ و >۵۵ تا ۶۵ سانتی‌متر که کمترین میزان دستیابی بود، آزمودنی‌های اندومورف به ترتیب با ۴۰/۸ و ۴۴/۹ بیشترین درصد را به خود اختصاص دادند (جدول شماره ۲). تصویرهای شماره ۲ و ۳ کنترل پاسچر ایستا، نیمه‌پویا و پویا آزمودنی‌ها را بر اساس تیپ بدنی نشان می‌دهد.

بحث

هدف از این تحقیق ارتباط تیپ بدنی با کنترل پاسچر ایستا، نیمه‌پویا و پویا بود. نتایج تفاوت معنادار در کنترل پاسچر ایستا، نیمه‌پویا و پویا بین سه تیپ بدنی اکتومورف، مزومورف و اندومورف را نشان داد. میانگین کنترل پاسچر ایستای (تعداد خطا در تست BESS) گروه مزومورف (۶/۶۶) به طور معناداری بهتر از هر دو گروه اکتومورف (۸/۶۴) و اندومورف (۱۰/۲۲) بود.

این مطالعات باشد.

مشابه کنترل پاسچر ایستا، گروه مزومورف با میانگین خطای ۹/۸ از گروه اکتومورف (۱۲/۰۴) و اندومورف (۱۴/۰۶) کنترل پاسچر نیمه پویای بهتری داشت. ۶۶/۷ درصد آزمودنی‌های مزومورف، ۴۳/۵ درصد اکتومورف‌ها و ۳۶/۷ درصد اندومورف‌ها در رده کمترین میزان خطا (> ۱۰) قرار داشتند. این امر نشان می‌دهد مشابه کنترل پاسچر ایستا، گروه مزومورف بهترین و اندومورف‌ها ضعیف‌ترین کنترل پاسچر نیمه پویا را داشتند. تحقیقی یافت نشد که کنترل پاسچر نیمه پویا را در بین سه تیپ بدنی بررسی کرده باشد، بنابراین امکان تحلیل مقایسه‌ای با نتایج دیگران وجود نداشت. اما به نظر می‌رسد مشابه کنترل پاسچر ایستا، جزء عضلانی غالب به خوبی می‌تواند اغتشاشات ناشی از جابه‌جایی مرکز گرانش حین ایستادن روی سطح ناپایدار را کنترل کند.

کنترل پاسچر پویا (میانگین فاصله دستیابی تست ۷) بین گروه اکتومورف و اندومورف تفاوت معناداری نشان داد. به طوری که گروه اکتومورف در هر سه جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی به ترتیب با میانگین ۶۴/۲، ۶۷/۹۹ و ۶۳/۲ سانتی‌متر بهتر از دو گروه دیگر عمل کرد. تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد میزان دستیابی اکتومورف‌ها در کنترل پاسچر پویا به طور معناداری بیش از اندومورف‌ها بود، اما تفاوت معناداری با مزومورف‌ها نداشت.

در جهت قدامی، میانگین دستیابی گروه اکتومورف و مزومورف بسیار نزدیک به هم بود، اما در جدول متقاطع ۴۶/۷ درصد مزومورف‌ها و ۳۰/۴ درصد اکتومورف‌ها در دومین رده به لحاظ بیشترین دستیابی قرار داشتند. رده < ۷۵ که حداکثر دستیابی ثبت شده برای نمونه‌ها بود، ۱۰/۹ درصد اکتومورف‌ها را شامل می‌شد، اما گروه مزومورف فراوانی صفر را داشت. احتمالاً بیشتر بودن میانگین دستیابی گروه اکتومورف در جهت قدامی مربوط به فراوانی این طبقه بوده است. در جهت قدامی، به ترتیب اکتومورف‌ها، مزومورف‌ها و اندومورف‌ها بیشترین دستیابی و در جهت خلفی داخلی تست ۱۷ گرچه گروه اندومورف ضعیف‌ترین عملکرد را داشت، اما آزمون کای اسکور تفاوت معناداری نشان نداد. در کنترل پاسچر پویای خلفی خارجی نیز گروه اندومورف به طور معناداری نسبت به دو گروه دیگر ضعیف‌تر بود.

نتیجه‌گیری نهایی

به طور کلی نتایج حاکی از عملکرد بهتر مزومورف‌ها و ضعف اندومورف‌ها بود. قدرت و ساختار عضلانی مناسب برای پایداری مفصلی و کنترل قامتی سودمند است و می‌تواند دلیل اصلی عملکرد بهتر مزومورف‌ها باشد؛ چنان‌که مطالعات قبلی نیز آن را تأیید کردند [۱۱، ۱۲، ۲۹]. برخلاف برخی مطالعات پیشین، اکتومورف‌های این تحقیق کنترل قامتی بهتری نسبت

به اندومورف‌ها داشتند. اگرچه از مشخصه‌های این تیپ بدنی نسبت قد به وزن زیاد است، اما میانگین قد نمونه‌های اکتومورف این تحقیق ($1/59 \pm 5/92$) تفاوت معناداری با اندومورف‌ها ($1/59 \pm 6/35$) نداشت در حالی که به لحاظ وزنی تفاوت دو گروه معنادار بود. لذا ارتفاع مرکز ثقل تا سطح اتکا، که از عوامل اصلی پایداری محسوب می‌شود، افزایش نیافته است، بلکه احتمالاً توزیع جرمی، فاکتور ممیز بین کنترل قامتی اکتومورف‌ها و اندومورف‌ها بوده است.

مطالعاتی نشان داده‌اند افراد چاقی که توزیع نامتقارن چربی به‌ویژه در ناحیه شکم دارند، بیشتر مستعد سقوط هستند [۸]. در مجموع یافته‌های این تحقیق نشان داد جزء عضلانی با کنترل پاسچر ارتباط دارد و جزء اندومورفی بیش از اکتومورفی موجب نقص کنترل قامتی می‌شود. مقایسه این یافته‌ها با نتایج سایر تحقیقات لزوم تحقیقات بیشتر پیرامون کنترل قامتی سه تیپ بدنی را آشکار می‌کند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

پیش از انجام تست فرم رضایت‌نامه به امضای آزمودنی یا یکی از والدین آزمودنی‌های زیر ۱۸ سال رسید. همچنین اطلاعات این فرم محرمانه و آزمودنی‌ها مجاز به خروج از روند پژوهش بودند.

حامی مالی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد محبوه کیوان در گروه بیومکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز بوده است.

مشارکت‌نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش‌شناسی، اعتبارسنجی، تحلیل، تحقیق و بررسی، منابع، نگارش پیش‌نویس، ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته، بصری‌سازی، تأمین مالی: محبوه کیوان؛ نظارت و مدیریت پروژه: حیدر صادقی.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض احتمالی منافع در این پژوهش وجود ندارد.

References

- [1] Ivanenko Y, Gurfinkel VS. Human postural control. *Frontiers in Neuroscience*. 2018; 12:171. [DOI:10.3389/fnins.2018.00171] [PMID] [PMCID]
- [2] Hue O, Simoneau M, Marcotte J, Berrigan F, Doré J, Marceau P, et al. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait & Posture*. 2007; 26(1):32-8. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2006.07.005] [PMID]
- [3] Błaszczyk JW, Cieślinska-Swider J, Plewa M, Zahorska-Markiewicz B, Markiewicz A. Effects of excessive body weight on postural control. *Journal of Biomechanics*. 2009; 42(9):1295-300. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2009.03.006] [PMID]
- [4] Maffiuletti NA, Agosti F, Proietti M, Riva D, Resnik M, LaFortuna CL, et al. Postural instability of extremely obese individuals improves after a body weight reduction program entailing specific balance training. *Journal of Endocrinological Investigation*. 2005; 28(3):2-7. [DOI:10.1007/BF03345521] [PMID]
- [5] Villarrasa-Sapiña I, Álvarez-Pitti J, Cabeza-Ruiz R, Redón P, Lurbe E, García-Massó X. Relationship between body composition and postural control in prepubertal overweight/obese children: A cross-sectional study. *Clinical Biomechanics*. 2018; 52:1-6. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2017.12.010] [PMID]
- [6] Handrigan GA, Corbeil P, Simoneau M, Teasdale N. Balance control is altered in obese individuals. *Journal of Biomechanics*. 2010; 43(2):383-4. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2009.08.041] [PMID]
- [7] Villarrasa-Sapiña I, García-Massó X, Serra-Añó P, Garcia-Lucerga C, Gonzalez LM, Lurbe E. Differences in intermittent postural control between normal-weight and obese children. *Gait & Posture*. 2016; 49:1-6. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2016.06.012] [PMID]
- [8] Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, Tremblay A, Teasdale N. Increased risk for falling associated with obesity: Mathematical modeling of postural control. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 2001; 9(2):126-36. [DOI:10.1109/7333.928572] [PMID]
- [9] Berger W, Trippel M, Dicscher M, Dietz V. Influence of subjects' height on the stabilization of posture. *Acta Oto-Laryngologica*. 1992; 112(1):22-30. [DOI:10.3109/00016489209100778] [PMID]
- [10] Allard P, Nault ML, Hinse S, LeBlanc R, Labelle H. Relationship between morphologic somatotypes and standing posture equilibrium. *Annals of Human Biology*. 2001; 28(6):624-33. [DOI:10.1080/03014460110047946] [PMID]
- [11] Farenc I, Rougier P, Berger L. The influence of gender and body characteristics on upright stance. *Annals of Human Biology*. 2003; 30(3):279-94. [DOI:10.1080/0301446031000068842] [PMID]
- [12] Lee AJY, Lin WH. The influence of gender and somatotype on single-leg upright standing postural stability in children. *Journal of Applied Biomechanics*. 2007; 23(3):173-9. [DOI:10.1123/jab.23.3.173] [PMID]
- [13] Duquet W, Carter JEL. Somatotyping. In: Eston R, Reilly T, editors. *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data*. London: Taylor & Francis; 1996.
- [14] Mozumdar A, Roy SK. Somatotype of the individuals with lower extremity amputation and its association with cardiovascular risk. *Anthropologischer Anzeiger*. 2008; 66(1):99-116. [DOI:10.1127/aa/66/2008/99] [PMID]
- [15] Marta C, Marinho DA, Costa AM, Barbosa TM, Marques MC. Somatotype is more interactive with strength than fat mass and physical activity in peripubertal children. *Journal of Human Kinetics*. 2011; 29A:83-91. [DOI:10.2478/v10078-011-0063-4] [PMCID]
- [16] Singh SP. Somatotype and disease - A review. *Anthropologist*. 2007; (3):251-61.
- [17] Kolpakov VV, Bespalova TV, Bragin AV, Lebedeva KA, Tomilova EA, Vesnina TA. [The concept of typological variability of physiological individuality: II. Somatotype heterogeneity of population groups differing in habitual physical activity (Russian)]. *Fiziologiya Cheloveka*. 2009; 35(1):75-83. [DOI:10.1134/S0362119709010113] [PMID]
- [18] Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Application of simple anthropometry in the assessment of health risk: Implications for the Canadian physical activity, fitness and lifestyle appraisal. *Canadian Journal of Applied Physiology*. 2002; 27(4):396-414. [DOI:10.1139/h02-021]
- [19] Calden G, Dupertuis W, Lewis W. Body types and tuberculosis. *Psychosomatic Medicine*. 1959; 21(6):460-72. [DOI:10.1097/00006842-195911000-00004]
- [20] Damon A, Staff FL, Hooton EA. Physique, longevity and number of offspring: Possible stabilizing selection in man, proceedings of the fortieth annual meeting Boston, April 15-17, 1971. *American Association of Physical Anthropologists*. 1971; 35(2):276. [DOI:10.1002/ajpa.1330350220]
- [21] Wuehr M, Kugler G, Schniepp R, Eckl M, Pradhan C, Jahn K, et al. Balance control and anti-gravity muscle activity during the experience of fear at heights. *Physiological Reports*. 2014; 2(2):e00232. [DOI:10.1002/phy2.232] [PMID] [PMCID]
- [22] Purenović-Ivanović T, Popović R, Bubanj S, Stanković R. Body composition in high-level female rhythmic gymnasts of different age categories. *Science & Sports*. 2019; 34(3):141-8. [DOI:10.1016/j.scispo.2018.10.010]
- [23] Pineda A, López J, Martínez C, Medina M. Somatotype and psychological profile of Mexican elite gymnasts. *International Journal of Hispanic Psychology*. 2011; 3(2):303-16.
- [24] Wilson BR, Olson HW, Sprague HA, Van Huss WD, Montoye HJ. Somatotype and longevity of former university athletes and nonathletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1990; 61(1):1-6. [DOI:10.1080/02701367.1990.10607472] [PMID]
- [25] Mitchell RJ, Lord SR, Harvey LA, Close JCT. Associations between obesity and overweight and fall risk, health status and quality of life in older people. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*. 2014; 38(1):13-8. [DOI:10.1111/1753-6405.12152]
- [26] Pizzigalli L, Micheletti Cremasco M, Mulasso A, Rainoldi A. The contribution of postural balance analysis in older adult fallers: A narrative review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2016; 20(2):409-17. [DOI:10.1016/j.jbmt.2015.12.008] [PMID]
- [27] Trombetti A, Reid KF, Hars M, Herrmann FR, Pasha E, Phillips EM, et al. Age-associated declines in muscle mass, strength, power, and physical performance: Impact on fear of falling and quality of life. *Osteoporosis International*. 2016; 27(2):463-71. [DOI:10.1007/s00198-015-3236-5] [PMID] [PMCID]
- [28] Bulbulian R, Hargan ML. The effect of activity history and current activity on static and dynamic postural balance in older adults. *Physiology & Behavior*. 2000; 70(3-4):319-25. [DOI:10.1016/S0031-9384(00)00272-9]
- [29] Samaei A, Bakhtiari AH, Hajihassani A. Endomorphs show higher postural sway than other somatotypes subjects. *Middle East Journal of Rehabilitation and Health*. 2014; 1(2):e23470. [DOI:10.17795/mejrh-23470]
- [30] Kim J, Kwon Y, Chung HY, Kim CS, Eom GM, Jun JH, et al. Relationship between body factors and postural sway during natural standing. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*. 2012; 13(6):963-8. [DOI:10.1007/s12541-012-0125-0]

- [31] Allard P, Chavet P, Barbier F, Gatto L, Labelle H, Sadeghi H. Effect of body morphology on standing balance in adolescent idiopathic scoliosis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2004; 83(9):689-97. [DOI:10.1097/01.PHM.0000137344.95784.15] [PMID]
- [32] Peterson ML, Christou E, Rosengren KS. Children achieve adult-like sensory integration during stance at 12-years-old. *Gait & Posture*. 2006; 23(4):455-63. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2005.05.003] [PMID]
- [33] Lebedowska MK, Syczewska M. Invariant sway properties in children. *Gait & Posture*. 2000; 12(3):200-4. [DOI:10.1016/S0966-6362(00)00080-1]
- [34] Patel L, Sarkar B, Kumar P, Sahay P, Laha K, Sarkar N. Normative values of star excursion balance test in young adults: A cross sectional study. *International Journal of Advanced Research*. 2018; 6(8):206-14. [DOI:10.21474/IJAR01/7512]
- [35] Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*. 2012; 47(3):339-57. [DOI:10.4085/1062-6050-47.3.08] [PMID] [PMCID]
- [36] Bell DR, Guskiewicz KM, Clark MA, Padua DA. Systematic review of the balance error scoring system. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*. 2011; 3(3):287-95. [DOI:10.1177/1941738111403122] [PMID] [PMCID]
- [37] Daniels SR. The consequences of childhood overweight and obesity. *The Future of Children*. 2006; 16(1):47-67. [DOI:10.1353/foc.2006.0004] [PMID]
- [38] Fregly AR, Oberman A, Graybiel A, Mitchell RE. Thousand aviator study: Nonvestibular contributions to postural equilibrium functions. *Aerospace Medicine*. 1968; 39(1):33-7.