



The relationship between flexibility index and strength and endurance in boys aged 16 to 18 in technical and vocational high schools.

S. Afrooz*, M. Kashef, M. Shokouhinia, N. Eskandarizadeh

Department of exercise physiology, Faculty of Sports Sciences, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran.

ABSTRACT

Received: 10 August 2023
Reviewed: 1 September 2024
Revised: 13 September 2024
Accepted: 15 September 2024

KEYWORDS:

Flexibility
Strength
Endurance
Boys

Background and Objectives: Physical fitness and physical education are very important for the development and health of students, both now and in the future. The main objective of this research is to determine the correlation between three physiological variables: flexibility, strength, and endurance, as well as to examine the impact of flexibility on strength and endurance in this specific age group.

Methods: The participants included 30 male students from the second level of secondary education, aged between 16 and 18 years, who were selected using a random sampling method. The research method was semi-experimental, and the tests were evaluated in the field under nearly identical conditions. To examine the relationship between variables in the groups, Pearson correlation coefficient was used, and for the statistical analysis of the data, One-way ANOVA was employed. A significance level of 0.05 was considered in this study.

Findings: In examining the relationship between variables, it was shown that there is a significant correlation between the variable of flexibility and strength. It was determined that with increasing age, flexibility significantly decreases while strength increases. However, no significant correlation was observed in other variables. In the intergroup comparison of endurance and strength variables, no significant differences were found between the groups. In contrast, the differences in the flexibility variable between the groups were significant, indicating that this characteristic requires further attention and investigation.

Conclusion: The results of this research indicate that flexibility significantly decreases with age and the improvement of muscle strength. Considering the obtained results, it is suggested that alongside controlling factors such as nutrition and lifestyle, precise training programs for physical activity and flexibility for adolescents should be considered.

* Corresponding author

[✉ sajjadafrooz88@gmail.com](mailto:sajjadafrooz88@gmail.com)



NUMBER OF REFERENCES

25



NUMBER OF FIGURES

3



NUMBER OF TABLES

2

COPYRIGHTS



©2025 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

رابطه بین شاخص انعطاف پذیری با قدرت و استقامت در پسران ۱۶ تا ۱۸ ساله در هنرستان‌های فنی و حرفه‌ای.

سجاد افروز*، مجید کاشف، مسعود شکوهی نیا، نغمه اسکندری زاده

گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: آمادگی جسمانی و تربیت بدنی در تکامل و سلامت حال و آینده دانش آموزان بسیار مهم است. هدف اصلی این پژوهش تعیین میزان همبستگی بین سه متغیر فیزیولوژیکی انعطاف پذیری، قدرت، استقامت و همچنین بررسی تاثیر انعطاف پذیری بر قدرت و استقامت در این گروه سنی خاص است.

روش‌ها: آزمودنی‌ها شامل ۳۰ دانش آموز پسر مقطع دوم متوسطه با دامنه سنی ۱۶-۱۸ ساله بودند که با روش نمونه گیری تصادفی انتخاب شدند. روش تحقیق از نوع نیمه تجربی بوده و آزمون‌ها به صورت میدانی و در شرایط تقریباً یکسان مورد ارزیابی قرار گرفته اند. برای بررسی رابطه‌ی متغیرها در گروه‌ها از ضریب همبستگی پیرسون و همچنین در بخش تحلیل آماری داده‌ها از آزمون *One-way ANOVA* استفاده گردید. سطح معناداری در این مطالعه ۰.۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: در بررسی رابطه‌ی بین متغیرها نشان داده شد که بین متغیر انعطاف پذیری و قدرت همبستگی معنا داری وجود دارد و مشخص شد با افزایش سن به طور معنی داری پلانک افزایش و انعطاف پذیری کاهش یافته اما در سایر متغیرها همبستگی معناداری دیده نشد. در مقایسه بین گروهی در متغیرهای استقامت و قدرت تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد، این درحالی است که در متغیر انعطاف‌پذیری، تفاوت بین گروه‌های معنادار بود و این ویژگی نیاز به توجه و بررسی بیشتری دارد.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان می‌دهد انعطاف پذیری با افزایش سن و بهبود قدرت عضلانی بطور معنی داری کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌شود در کنار کنترل عواملی مثل تغذیه و سبک زندگی، برنامه‌های تمرینی دقیق برای فعالیت بدنی و انعطاف‌پذیری نوجوانان در نظر گرفته شود.

تاریخ دریافت: ۲۰ مرداد ۱۴۰۳
تاریخ داوری: ۱۱ شهریور ۱۴۰۳
تاریخ اصلاح: ۲۳ شهریور ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: ۲۵ شهریور ۱۴۰۳

واژگان کلیدی:

انعطاف پذیری
قدرت
استقامت
پسران

*نویسنده مسئول

Sajjadafroz88@gmail.com

مقدمه

همکلاسی‌های خود هستند در امتحانات استاندارد مدارس، نتایج بهتری می‌گیرند [۳، ۴]. پس می‌توان گفت سلامت بدنی و آمادگی جسمانی نقش به‌سزایی در میزان یادگیری دانش آموزان دارد [۵]. یکی از مهمترین عوامل مرتبط با آمادگی جسمانی، انعطاف پذیری است. انعطاف پذیری مفصلی توانایی مفصل یا مجموعه‌ای از مفاصل برای حرکت در دامنه حرکتی کامل بدون آسیب است [۶]. انعطاف پذیری یکی از مهمترین فاکتورهای فعالیت‌های روزانه و عملکرد طبیعی محسوب می‌شود و محدودیت در آن عامل مهمی در بروز آسیب‌های اسکلتی-عضلانی است و تأثیر چشمگیری در سطح عملکرد دانش آموزان دارد [۷]. از طرفی درگیر شدن در فعالیت‌های قلبی عروقی نه تنها برای سلامت جسمانی مفید است، بلکه می‌تواند باعث ایجاد مهارت‌های ارتباطی و کار تیمی در زمانی که دانش‌آموزان در طول تجربیات حرکتی خود با یکدیگر همکاری می‌کنند، افزایش دهد. درگیر شدن در این نوع حرکات یک راه فوق‌العاده برای افزایش ضربان قلب، افزایش جریان خون و بهبود استقامت قلبی عروقی است. حرکات قلبی پایدار در یک دوره زمانی نیز می‌تواند به بهبود تنفس کمک کند و احتمال بیماری قلبی را کاهش دهد و سلامت روانی را بهبود بخشد [۸]. دیگر فاکتور مرتبط با تندرستی قدرت عضلانی می‌باشد، که اخیراً

یکی از وظایف آموزش و پرورش تربیت و سلامت جسمانی در کنار تعلیم و تربیت و پرورش روح است. آمادگی جسمانی و تربیت بدنی در تکامل و سلامت حال و آینده دانش آموزان بسیار مهم است و می‌تواند آمادگی معنوی، اخلاقی، ذهنی و تحصیلی را برای دانش آموزان به همراه آورد. آمادگی جسمانی دانش آموزان علاوه بر اینکه با سلامتی دانش آموزان رابطه مستقیم دارد می‌تواند به عنوان مؤلفه اصلی در امر یادگیری نیز مد نظر باشد [۱]. از آنجایی که آمادگی جسمانی و تربیت بدنی در تکامل و سلامت حال و آینده کودکان بسیار مهم است و می‌تواند منشاء آمادگی معنوی اخلاقی و ذهنی و تحصیلی را برای دانش آموزان به همراه آورد بنابراین بصورت هدفمند معلمان در درس تربیت بدنی به آمادگی جسمانی به عنوان یک مؤلفه تأکید فراوان دارند [۱]. با توجه به دو هدف کلی آمادگی جسمانی، یعنی هدف تندرستی و هدف مهارتی، عوامل آمادگی جسمانی را نیز به دو دسته تقسیم کرده اند [۲]. این تحقیق می‌تواند به شناسایی نیازهای جسمانی دانش‌آموزان کمک کند و به طراحی برنامه‌های ورزشی برای بهبود قدرت، استقامت و انعطاف پذیری آن‌ها منجر شود. نتایج پژوهشی نشان می‌دهند دانش‌آموزانی که دارای تناسب جسمانی بهتر و آمادگی جسمانی قابل قبولی نسبت به

جمع آوری نمونه ها:

آزمودنی های تحقیق ۳۰ نفر از دانش آموزان نوجوان شهرستان شهریار که ۱۰ نفر آن ها پایه دهم، ۱۰ نفر پایه یازدهم و ۱۰ نفر پایه دوازدهم بودند که به صورت تصادفی از میان سایر دانش آموزان انتخاب شدند؛ پیش از آغاز آزمایش ها، رضایت نامه ای از شرکت کنندگان دریافت شد.

تست ها و ارزیابی ها

الف) تست پله (کوبین): این تست به منظور ارزیابی استقامت قلبی-عروقی شرکت کنندگان انجام شد.

روش اجرا: شرکت کنندگان در این تست باید بدون استراحت بر روی پله ای به ارتفاع ۴۱ سانتی متر به مدت ۳ دقیقه بالا و پایین بروند. شرکت کنندگان باید ۲۴ بار در هر دقیقه بالا و پایین رفتن را انجام دهند و در حالی که ۵ ثانیه آخر را استراحت می کنند آماده می شوند ۱۵ ثانیه از خودشان ضربان قلب را گرفته و پس از آن در عدد ۴ ضرب نمایند تا ضربان در دقیقه به دست آید.

معیار ارزیابی: نتایج بر اساس تعداد ضربان قلب در زمان یک دقیقه محاسبه شد.

ب) تست تخته انعطاف (انعطاف پذیری): این تست به ارزیابی انعطاف پذیری عضلات و مفاصل شرکت کنندگان پرداخته است.

روش اجرا: در این تست، شرکت کنندگان بر روی تخته ای به طول ۳۰ سانتی متر قرار می گیرند و با تلاش حداکثری سعی می کنند تا به جلو خم شوند. فاصله ای که شرکت کننده از نقطه شروع (تخته) تا محل قرارگیری انگشتان پای خود را اندازه گیری می کنیم.

معیار ارزیابی: نتایج به سانتی متر ثبت و تحلیل می شود.

ج) تست پلانک (قدرت): این تست برای ارزیابی قدرت و استقامت عضلات مرکزی بدن (Core) انجام شده است.

روش اجرا: شرکت کنندگان باید در وضعیت پلانک (سینه به زمین، با تکیه بر آرنج ها و پنجه پاها) قرار بگیرند و تا حد امکان در این حالت بمانند. زمان ثبت شده تا زمانی که شرکت کننده قادر به حفظ وضعیت صحیح باشد، اندازه گیری می شود.

معیار ارزیابی: نتایج به دست آمده به ثانیه ثبت و تحلیل می شود.

اطلاعات به دست آمده از تست ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS تجزیه و تحلیل شد. رکوردهای ۳۰ نفر مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به نوع پژوهش و نوع بررسی مورد مطالعه، به منظور تعیین میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی و در بخش آمار استنباطی به منظور مقایسه متغیرها ابتدا از آزمون شاپیروویلیک برای تعیین نرمال بودن داده ها و آزمون t مستقل برای بررسی تفاوت های بین دو گروه استفاده شد. سطح معناداری در این مطالعه ۰.۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

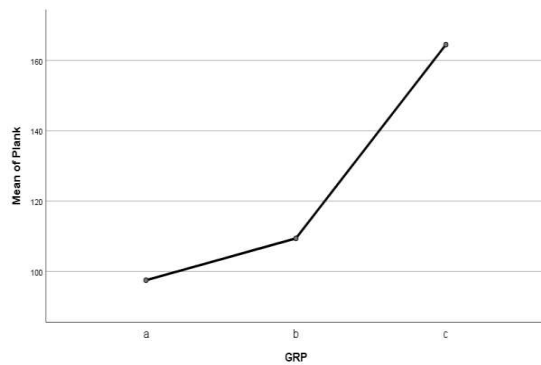
در تحقیق حاضر، نرمال بودن توزیع داده ها به وسیله آزمون شاپیروویلیک ($p < 0.05$) تایید گردید. در این پژوهش، به منظور بررسی تفاوت های

شواهد اپیدمیولوژیک و بالینی در حال ظهور نشان داده است که مشارکت در MSE می تواند خطر ابتلا به بیماری های مزمن از جمله چاقی، فشار خون بالا، پوکی استخوان و سندروم متابولیک را کاهش دهد [۹، ۱۰]. همچنین سلامت قلبی متابولیک را افزایش و آمادگی جسمانی را بهبود می بخشد از طرفی مطالعات پیشین نشان داده اند که ارتباط بین انعطاف پذیری، قدرت و استقامت می تواند تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله سن، سطح فعالیت بدنی و ژنتیک قرار گیرد [۱۱].

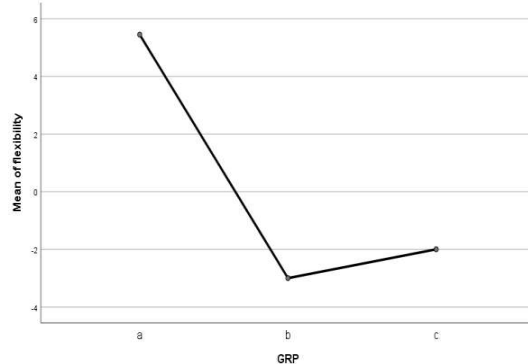
برای تحقق اهداف تربیت بدنی دسترسی به اطلاعات درست از آمادگی جسمانی دانش آموزان در مدارس لازم و ضروری است زیرا مرحله نوجوانی را معمولاً بعنوان مرحله مناسب آمادگی جسمانی در نظر می گیرند و توجه ویژه به تفاوت های فردی در این ارتباط نیز از دیگر اهداف این پژوهش است و همچنین در این مرحله نوجوانان می توانند فعالیت های ورزشی مانند دویدن و پریدن را با تمام قدرت و برای مدت زیادی انجام دهند [۱]. پسران در سنین ۱۶ تا ۱۸ سالگی در حال رشد و تغییرات جسمانی هستند. بررسی این دوره سنی می تواند به نیازهای ورزشی خاص و جسمانی آن ها کمک کند. بنابراین با توجه به اهمیت و نقش پر رنگ فاکتور های آمادگی جسمانی دانش آموزان در ابعاد مختلف، باعث شد به بررسی ارتباط فاکتورهای آمادگی جسمانی همچون قدرت، استقامت و انعطاف پذیری گروه های سنی ۱۶ تا (میانگین ± 17) ۱۸ سال بپردازیم. انعطاف پذیری، قدرت و استقامت سه مؤلفه اساسی در سلامت جسمانی، عملکرد ورزشی و حتی عملکرد تحصیلی دانش آموزان هستند. داشتن سطح مطلوب از این سه مؤلفه نقش مهمی در پیشگیری از آسیب های ورزشی، بهبود عملکرد در فعالیت های بدنی و افزایش اعتماد به نفس دانش آموزان ایفا می کند. در حالی که مطالعات متعددی به بررسی ارتباط این سه مؤلفه پرداخته اند اما هنوز نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه، به ویژه در جمعیت دانش آموزان دبیرستانی با در نظر گرفتن عوامل مختلفی مانند سن، جنس، سطح فعالیت بدنی و تغذیه وجود دارد. این پژوهش با استفاده از روش های آماری مناسب و دقیق، به تحلیل داده ها و ارائه نتایج قابل اعتماد و قابل تعمیم می پردازد تا بتواند به درک بهتری از این روابط دست یابد و در نهایت به ارائه راهکارهای عملی برای بهبود هر کدام از فاکتورها ارائه دهد.

مواد و روش ها

این مطالعه به منظور مقایسه و بررسی ارتباط استقامت، قدرت با انعطاف پذیری پسران ۱۶ تا ۱۸ سال (میانگین ± 17) هنرستان طراحی شده است. روش تحقیق از نوع نیمه تجربی بوده و آزمون ها به صورت میدانی و در شرایط تقریباً یکسان مورد ارزیابی قرار گرفته اند. برای جمع آوری اطلاعات مورد نیاز، از تست های استاندارد و معتبر استفاده شده است که به طور خاص برای ارزیابی این ویژگی های فیزیکی طراحی شده اند. در ادامه، به تفصیل مواد و روش های بکار رفته در این تحقیق توضیح داده می شود.



(b)



(c)

نمودار میانگین گروه‌ها به ترتیب (a) پله کوبین، (b) پلانک، (c) انعطاف پذیری

بحث

نتایج این پژوهش اطلاعات ارزشمندی درباره رابطه‌ی بین فاکتور انعطاف پذیری، قدرت و استقامت قلبی-تنفسی را نشان داد. در فاکتور انعطاف پذیری با قدرت ارتباط معنی داری بدست آمد این در حالی بود که در سایر فاکتور ها ارتباط معنادار نبود؛ نتایج این تحقیق نشان داد در پسران ۱۶ تا ۱۸ (میانگین ± 17) سال که همراه با رشد فیزیولوژیکی آنان همراه بوده کاهش انعطاف عضلانی آنان همراه با افزایش قدرت همراه بوده است. مطالعات گذشته تایید کردند که عوامل اصلی ترکیب بدن مانند قد، توده بدنی، شاخص *BMI* و درصد چربی بدن عوامل اصلی تعیین کننده هستند که بر نتایج تست آمادگی جسمانی تاثیر زیادی دارند [۱۷]. افزایش میزان توده بدنی (مانند توده چربی بدن) در عملکرد بسیاری از تست های آمادگی جسمانی مرتبط با سلامت و عملکرد حرکتی را تحت تاثیر قرار می دهد و به طور کلی برای عملکرد مضر خواهد بود [۲۱]. نشان داده شده کودکان چاق در آزمایش های میدانی مانند دویدن، آزمون هماهنگی، فشار، دراز و نشست، کشش در مقایسه با کودکان با وزن سالم عملکرد بدتری دارند [۱۸]. چندین مطالعه تاثیر منفی افزایش *BMI* بر دستیابی به تناسب اندام هوازی را تایید کرد و از طرفی تحقیقات تامکینسون و همکاران (۲۰۱۹)، که ۳۳ سال را پوشش می دهد، کاهش متوسطی در آمادگی قلبی-تنفسی را نشان داد البته این در حالیست که این کاهش در پسران بیشتر از دختران و در کودکان

موجود در سطح استقامت، قدرت و انعطاف پذیری پسران ۱۶ تا ۱۸ (میانگین ± 17) سال هنرستان، از آزمون های آماری مناسب استفاده شد.

جدول ۱: جدول ضریب همبستگی بین متغیر انعطاف پذیری با سایر گروه ها و

متغیرهای قدرت و استقامت			
پلانک	پله	گروه ها	
.019	-.365*	ضریب همبستگی	انعطاف پذیری
پیرسون			
.919	.048	.031	Sig. (2-tailed)
30	30	30	N

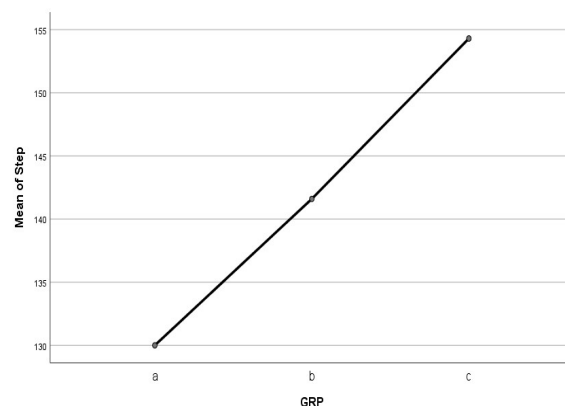
* همبستگی در سطح ۰.۰۵ (دو طرفه) معنادار است.

در جدول ۱ رابطه ی بین مغییرها نشان داد که بین متغیر انعطاف پذیری و قدرت همبستگی معناداری است اما در سایر متغیرها اینگونه نبود.

جدول ۲: مقایسه بین گروهی از طریق آزمون یک طرفه ANOVA

شاخص ها	df	F	sig
Step test	۲	۱.۹۸	۰.۱۵۸
Plank	۲۷	۲.۷۸	۰.۰۴۹
Flexibility	۲۹	۴.۲۶	۰.۰۲۵

نتایج حاصل از تحلیل واریانس (ANOVA) در جدول ۲ نشان دهنده تفاوت های معنی داری در بین گروه های مورد مطالعه است. در ادامه، به تفصیل به تفسیر نتایج هر یک از متغیرهای وابسته پرداخته می شود. نتایج آزمون *One way ANOVA* نشان داد در شاخص تست پله کوبین میان هیچ یک از سنین ۱۶، ۱۷، ۱۸ سال رابطه معنی داری نشان داده نشد. در شاخص تست پلانک میان گروه ۱۶ سال با ۱۸ سال رابطه معنی دار بود اما در سایر گروه ها رابطه معنی داری یافت نشد. در شاخص تست انعطاف پذیری گروه سنی ۱۶ سال با ۱۷ سال و همچنین گروه سنی ۱۶ با ۱۸ سال معنی دار بود اما در سایر گروه ها ارتباط معنی دار نبود.



(a)

تأثیر بگذارد. عدم کنترل این تغییرات ممکن است به تفسیر نادرست منجر شود. در ادامه عوامل روانی و اجتماعی نیز می‌توانند بر قدرت و استقامت تأثیر بگذارند، اما ممکن است در این تحقیق نادیده گرفته شوند. در تکمیل این موارد می‌توان اصل تفاوت‌های فردی را اضافه کرد که نشان می‌دهد پاسخ‌های بدنی به تمرینات مختلف می‌توانند در افراد متفاوت باشند. بنابراین، نتایج ممکن است برای همه افراد یکسان نباشد. با توجه به این محدودیت‌ها، تحلیل نتایج باید با دقت و نیاز به تحقیقات بیشتر برای بررسی‌ها انجام شود.

برای حفظ و افزایش انعطاف‌پذیری، انجام منظم تمرینات کششی (مانند یوگا یا پیلاتس) ضروری است. مطالعات نشان داده‌اند که این نوع تمرینات می‌توانند انعطاف‌پذیری نوجوانان را بهبود دهند و اثرات منفی رشد سریع را کاهش دهند [۱۵، ۱۶]. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که برای بهبود مؤلفه‌های آمادگی جسمانی، نیاز به برنامه‌های تمرینی خاص و هدفمند برای هر گروه سنی وجود دارد. اگرچه رشد طبیعی در این بهبودها مؤثر است، اما مداخلات ورزشی می‌توانند این روند را تقویت کنند. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، تأثیر برنامه‌های تمرینی دقیق و طولانی‌مدت روی استقامت، قدرت و انعطاف‌پذیری نوجوانان بررسی شود و عوامل دیگری مثل تغذیه، سبک زندگی و میزان فعالیت بدنی نیز در نظر گرفته شوند.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان مقاله در تمامی مراحل تحقیق و تدوین مقاله مشارکت داشته‌اند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب سپاس و قدردانی خویش را از تمامی شرکت‌کنندگان در این تحقیق را اعلام می‌دارند.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

منابع و مآخذ

[1] Bavir, S.B., Abdulahi, Nahid, and Khab Aind, Reza. (2014). Investigation and comparison of physical fitness of rural and urban elementary school students. National conference of primary education. SID. <https://sid.ir/paper/858771/fa>.

[2] Friedl, K.E., Moore, R. J., Hoyt, R. W., Marchitelli, L. J., Martinez-Lopez, L. E., & , E.W.E.m.o.s.i.h.l.m.i.a. Askew, and multistressor environment. Journal of Applied Physiology, 4130-4120.

[3] España-Romero, V., et al., Assessing health-related fitness tests in the school setting: reliability, feasibility and safety; the ALPHA Study. International journal of sports medicine, 2010. 31(07): p. 490-497.

و نوجوانان مشابه است. بر اساس مطالعه‌ای که بر روی نمونه‌ای از ۳۴۲۸ نوجوان در ۱۰ شهر اروپایی انجام شد، نشان داد که آمادگی جسمانی بالاتری در پسران به جز آزمون انعطاف‌پذیری، و این که آمادگی بدنی پسران با افزایش سن افزایش می‌یابد، در حالی که سطح آمادگی جسمانی دختران در طول سنین پایدارتر بود [۱۹]. تفاوت‌های استقامت، قدرت و انعطاف‌پذیری در میان پسران ۱۶ تا ۱۸ ساله هنرستان ارائه می‌دهد. تحلیل واریانس (ANOVA) نشان داد که هر کدام از این شاخص‌ها الگوهای متفاوتی از تغییرات را در میان گروه‌های سنی نشان می‌دهند. در شاخص استقامت قلبی-تنفسی (آزمون پله) نتایج نشان داد که بین گروه‌های سنی ۱۶، ۱۷ و ۱۸ سال از نظر استقامت قلبی-تنفسی، تفاوت معناداری وجود ندارد ($p=0.158$) که این نتیجه نشان می‌دهد که سطح استقامت قلبی-تنفسی در این سه گروه سنی تقریباً مشابه است. یکی از دلایل این امر می‌تواند شباهت سبک زندگی و میزان فعالیت بدنی این گروه‌ها باشد. تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که ظرفیت هوازی نوجوانان بدون تمرینات خاص، به‌صورت تدریجی رشد می‌کند و در اواخر دوره نوجوانی تقریباً ثابت می‌شود [۱۲، ۲۴]. بهتر است برای افزایش استقامت قلبی-تنفسی، باید تمرینات هوازی هدفمندتری مانند دویدن یا ورزش‌های استقامتی به برنامه‌های ورزشی مدارس اضافه شود. اما در دیگر شاخص‌ها قدرت مرکزی (آزمون پلانک) تفاوت معناداری بین گروه‌های ۱۶ و ۱۸ سال مشاهده شد ($p=0.079$).

این تفاوت نشان‌دهنده افزایش قدرت عضلات مرکزی با افزایش سن است، اما بین سایر گروه‌های سنی تفاوت معناداری وجود نداشت. افزایش قدرت مرکزی از ۱۶ به ۱۸ سالگی احتمالاً به دلیل رشد طبیعی بدن و افزایش توده عضلانی در این دوره سنی است [۲۳]. در دوران نوجوانی، تغییرات هورمونی مانند افزایش سطح تستوسترون به بهبود قدرت عضلات کمک می‌کند [۱۳]. همچنین میتوان با اضافه کردن تمرینات قدرتی منظم و اصولی به برنامه‌های تربیت بدنی مدارس این پیشرفت را تسریع و باعث افزایش قدرت عضلانی همه گروه‌های سنی شد [۲۵، ۲۶]. در آزمون انعطاف‌پذیری، تفاوت‌های معناداری بین گروه‌های سنی ۱۶ و ۱۷ سال و همچنین ۱۶ و ۱۸ سال مشاهده شد ($p=0.025$). این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش سن، انعطاف‌پذیری کاهش می‌یابد. انعطاف‌پذیری در دوران نوجوانی به دلیل رشد سریع استخوان‌ها و سفت شدن عضلات کاهش می‌یابد [۱۴]. این تغییر طبیعی است، اما می‌توان با انجام تمرینات مناسب از کاهش شدید آن جلوگیری کرد. برای جلوگیری از کاهش انعطاف‌پذیری بدلیل افزایش قدرت عضلانی در پسران جوان باید تمرینات انعطاف‌پذیری در برنامه تمرینی گنجانیده شود [۲۰].

در مجموع با توجه به حجم پایین نمونه‌ها نمی‌توان نتایج را به طور قطع به افراد در گروه‌های سنی هدف تعمیم داد و از طرفی استفاده از دو یا سه شاخص ارزشیابی نمی‌تواند وضعیت کلی بدن را بازگو کند و این مهم می‌تواند به تفسیر نادرست از نتایج منجر شود؛ از طرفی عواملی مانند سن، جنسیت، سطح فعالیت بدنی و رژیم غذایی می‌تواند بر نتایج

- [16] Rogol, A.D., J.N. Roemmich, and P.A. Clark, Growth at puberty. *Journal of adolescent health*, 2002. **31**(6): p. 192-200.
- [17] Armstrong, N.; Welsman, J.R. Aerobic fitness: What are we measuring? *Pediatr. Fit.* 2007, **50**, 5–25.
- [18] Cattuzzo, M. T., dos Santos Henrique, R., Ré, A. H. N., de Oliveira, I. S., Melo, B. M., de Sousa Moura, M., ... & Stodden, D. (2016). Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. *Journal of science and medicine in sport*, **19**(2), 123-129.
- [19] Müller, A., Nagy, Z., Kovács, S., Szőke, S., Bendíková, E., Ráthonyi, G., ... & Bába, É. B. (2022). Correlations between physical fitness and body composition among boys aged 14–18—Conclusions of a case study to reverse the worsening secular trend in fitness among urban youth due to sedentary lifestyles. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **19**(14), 8765.
- [20] Nixon, Jhon E, Jewett, Ann E, "An Intraction ", 8thed, Philadelphia, W.B Saunders Company, 1974, 220-226.
- [21] John son, Barry Lard Nelson, Jack. *Practical measurements For Evaluation in physical Education* , 3rded. Menneapolis, minnestata, Baryess publishing Co.1979.PP.74-75.
- [22] Hoffman, J. (2014). Physiological aspects of sport training and performance. *Human Kinetics*.
- [23] Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports medicine*, **35**, 501-536.
- [24] Wisloeff, U. L. R. I. K., Helgerud, J. A. N., & Hoff, J. A. N. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and science in sports and exercise*, **30**(3), 462-467.
- [25] Aziz, A. R., Tan, F., Yeo, A., Teh, K. C., & Council, S. S. (2005, May). Physiological attributes of professional players in the Singapore soccer league. In *Science and Football V: The Proceedings of the Fifth World Congress on Sports Science and Football* (p. 143). Routledge.
- [4] Örjan, E., O. Kristjan, and E. Björn, Physical performance and body mass index in Swedish children and adolescents. *Scandinavian Journal of Nutrition*, 2005. **49**(4): p. 172-179.
- [5] AghaAlinejad H, D.M., Mirzaei Rabar M, Lotfi S, Mollanouri M, Mirakhori Z. Effects of age, gender, and [Persian].
- [6] Ayers SF, S.M.P.e., f.l.f.t.p.b. teacher's, and g.H.K. 2011.
- [7] Nagarwal A, Z.K., Ram C, et al. , et al.
- [8] Bjelica, B., et al., Effects of physical activity to cardiorespiratory changes. *Turkish Journal of Kinesiology*, 2020. **6**(4): p. 164-174.
- [9] Lim, J., S. Park, and J.-S. Kim, Joint association of aerobic physical activity and muscle-strengthening activities with metabolic syndrome: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2014-2015. *Epidemiology and Health*, 2021. **43**.
- [10] Park, E. and Y. Ko, Trends in obesity and obesity-related risk factors among adolescents in Korea from 2009 to 2019. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022. **19**(9): p. 5672.
- [11] Shi, C., et al., Associations of sport participation, muscle-strengthening exercise and active commuting with self-reported physical fitness in school-aged children. *Frontiers in public health*, 2022. **10**: p. 873141.
- [12] Armstrong, N. and J.R. Welsman, Aerobic fitness: what are we measuring? *Pediatric Fitness*, 2007. **50**: p. 5-25.
- [13] Czaprowski, D., et al. (2014). Non-specific low back pain in adolescents: Influence of anthropometric factors, trunk muscle strength, and flexibility. *Spine*, **39**(4), E315-E322.
- [14] Zembura, M. and P. Matusik, Sarcopenic obesity in children and adolescents: A systematic review. *Frontiers in endocrinology*, 2022. **13**: p. 914740.
- [15] Ortega, F.B., J.R. Ruiz, and M.J. Castillo, Physical activity, physical fitness, and overweight in children and adolescents: evidence from epidemiologic studies. *Endocrinología y Nutrición (English Edition)*, 2013. **60**(8): p. 458-469.

Citation (Vancouver): Afrooz S, Kashef M, Shokouhinia M, Eskandarizadeh N. [The relationship between flexibility index and strength and endurance in boys aged 16 to 18 in technical and vocational high schools.]. *Res. Sport Sci. Edu.* 2(2): 27-32