



Comparison of 8 weeks of Low-Intensity Continuous Training with High-Intensity Interval Training (HIIT) on Fat-Free Mass (FFM), Fat Mass (FM), Skeletal Muscle Index (SMI), Anaerobic Power, and Oxygen Consumption in Adolescent Amateur Soccer Players

Isaac Naderyan^{1*} , Mehdi Yazdanpanah² 

1. Faculty Member, Department of Physical Education, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran. enaderyan@tvu.ac.ir
2. Faculty Member, Department of Physical Education, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article Type:

Original Research

Received: 01.22.2025

Revised: 04.09.2025

Accepted: 04.27.2025

Keyword:

Oxygen Consumption
Body Composition
Anaerobic Power
Low Intensity Training
HIIT

*Corresponding Author:

Isaac Naderyan

Email:

enaderyan@tvu.ac.ir

i.naderyan@gmail.com

ABSTRACT

The aim of this study was to compare eight weeks of low-intensity continuous training with high-intensity interval training on fat-free mass, fat mass, skeletal muscle index, anaerobic power, and oxygen consumption in adolescent amateur soccer players. This study was a quasi-experimental study with pre-test and post-test measurements. The sampling was multi-stage, and 24 people were selected. The results were analyzed by SPSS26 software. The significance was set at $p < 0.05$. In continuous training no significant difference in fat-free mass, skeletal muscle index, anaerobic power ($p > 0.05$), but there was a significant difference in fat mass ($p = 0.036$) and oxygen consumption ($p = 0.0001$). There was a significant difference in fat-free mass ($p = 0.0001$), fat mass ($p = 0.037$), skeletal muscle index ($p = 0.0001$), anaerobic power ($p = 0.0001$), and oxygen consumption ($p = 0.01$) in interval training. The post-test comparison between groups showed that the average anaerobic power has a significant difference ($p = 0.01$). But in other variables, no significant difference was observed. Continuous training had no significant effect on mean fat-free mass, skeletal muscle index, and anaerobic power; but it significantly increased oxygen consumption and decreased fat mass. Interval training also had a positive effect on fat-free mass, skeletal muscle index, fat mass, anaerobic power, and oxygen consumption. Comparison between training groups showed that mean anaerobic power had a significant difference.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The aim of this study was to compare eight weeks of low-intensity continuous training with high-intensity interval training on fat-free mass, fat mass, skeletal muscle index, anaerobic power, and oxygen consumption in adolescent amateur soccer players in Shiraz.

Methodology

This research was semi-experimental with pre-test and post-test measurements. The statistical population was the amateur soccer players of Shiraz. The sampling was multi-stage and simple random, and 24 people were selected. Fat-free mass, fat mass, skeletal muscle index, anaerobic power, and oxygen consumption were evaluated. Then these people were divided into two continuous and interval training groups. The results of the subjects were analyzed by SPSS26 software. The significance level in this research is $p < 0.05$.

Results

Comparison of pre-test and post-test mean variables in continuous training showed that there was no significant difference in mean fat free mass ($p=0.69$), Skeletal muscle index ($p=0.11$), anaerobic power ($p=0.08$), but there was a significant difference in mean fat mass ($p=0.036$) and oxygen consumption ($p=0.0001$) (table1).

Table 1: Comparison of pre-test and post-test mean variables in low-intensity continuous training

Variable	time	Mean	N	Std. Deviation	t	df	sig
FFM	pre	52.9200	12	6.74616	0.41	11	0.69
	post	52.8300	12	6.67950			
BFM	pre	10.4400	12	6.67087	2.45	11	0.036*
	post	9.4400	12	5.61490			
SMI	pre	7.5100	12	.69833	1.76	11	0.11
	post	7.2800	12	.72080			
anaerobic power	pre	6.3150	12	.54649	1.94	11	0.08
	post	6.3950	12	.56492			
O2Uptake	pre	54.4500	12	7.27401	5.50	11	0.0001*
	post	56.5600	12	6.35718			

Comparison of pre-test and post-test mean variables in interval training showed that there was a significant difference in mean fat free mass ($p=0.0001$), fat mass ($p=0.037$), Skeletal muscle index ($p=0.0001$), anaerobic power ($p=0.0001$) and oxygen consumption ($p=0.01$), (table2).



Table 2: Comparison of pre-test and post-test mean variables in high-intensity interval training

Variable	time	Mean	N	Std. Deviation	t	df	sig
FFM	pre	52.4500	12	4.97265	13.44	11	0.0001*
	post	55.8000	12	4.82447			
BFM	pre	7.5700	12	2.19497	2.44	11	0.037*
	post	6.9000	12	1.35483			
SMI	pre	7.3400	12	.57388	5.86	11	0.0001*
	post	7.8800	12	.39101			
anaerobic power	pre	6.1630	12	.33948	6.46	11	0.0001*
	post	5.8650	12	.23100			
O2Uptake	pre	51.2250	12	10.33769	3.05	11	0.01*
	post	52.6120	12	9.16702			

The comparison of the pre-test between the training groups showed that the average fat-free mass ($p=0.86$), fat mass ($p=0.21$), Skeletal muscle index ($p=0.55$), anaerobic power (46 $p=0.00$) and oxygen consumption ($p=0.43$) had no significant difference. The post-test comparison between the training groups showed that the mean fat free mass ($p=0.26$), fat mass ($p=0.17$), Skeletal muscle index ($p=0.09$), and oxygen consumption ($p=0.27$) did not differ significantly between the training groups. However, the comparison of the mean anaerobic power between the training groups in the post-test showed that the mean anaerobic power in the two groups was significantly different ($p=0.01$), (table3).

Table 3: Comparison between continuous and interval training groups in pre-test and post-test variables

Variable	time		Mean	N	Std. Deviation	t	df	sig
FFM	pre	LICT	52.9200	12	6.74616	0.17	22	0.86
		HIIT	52.4500	12	4.97265			
	post	LICT	52.8300	12	6.67950	1.14	22	0.26
		HIIT	55.8000	12	4.82447			
BFM	pre	LICT	10.4400	12	6.67087	1.29	22	0.21
		HIIT	7.5700	12	2.19497			
	post	LICT	9.4400	12	5.61490	1.42	22	0.17
		HIIT	6.9000	12	1.35483			
SMI	pre	LICT	7.5100	12	.69833	0.59	22	0.55

		HIIT	7.3400	12	.57388			
	post	LICT	7.2800	12	.72080	1.74	22	0.09
anaerobic power	pre	HIIT	7.8800	12	.39101			
		LICT	6.3150	12	.54649	0.74	22	0.46
	post	HIIT	6.1630	12	.33948			
		LICT	6.3950	12	.56492	2.74	22	0.01*
O2Uptake	pre	HIIT	5.8650	12	.23100			
		LICT	54.4500	12	7.27401	0.80	22	0.43
	post	HIIT	51.2250	12	10.33769			
		LICT	56.5600	12	6.35718	1.11	22	0.27
		HIIT	52.6120	12	9.16702			

Discussion and conclusion

The findings of this study showed that continuous training did not have a significant effect on fat-free mass, Skeletal muscle index, and anaerobic power, but it caused a significant increase in oxygen consumption and a decrease in fat mass. Interval training also had a positive effect on lean mass, Skeletal muscle index, fat mass, anaerobic power, and oxygen consumption. Comparison between the training groups showed no significant differences in most indices, except for anaerobic power, where a significant difference was observed ($p=0.01$), (Table 3). According to the findings of this study, it was observed that low-intensity continuous training had a greater effect on increasing the cardiorespiratory capacity of athletes, but on the other hand, since these exercises did not have a significant effect on the anaerobic power and lean mass of athletes, overall, it can be said that high-intensity interval training had a greater effect on lean mass, fat mass, muscle mass index, anaerobic power, and cardiorespiratory endurance than low-intensity continuous training. Also, considering the increase in lean mass in the high-intensity interval group and the decrease in fat mass in the low-intensity continuous group, both training methods are effective for improving body composition. Considering that high-intensity interval training had a positive effect on lean mass and muscle mass index, this type of training is recommended for athletes who are looking to increase muscle strength and body mass. Both low-intensity interval training and high-intensity interval training burn fat and have a positive effect on the amount of oxygen consumed by athletes, which can be used to increase the cardiorespiratory endurance of players. High-intensity interval training can increase the anaerobic capacity of athletes, and athletes who play in positions that require high anaerobic capacity, such as goalkeepers, can benefit from this type of training.



مقایسه ۸ هفته تمرینات تداومی کم‌شدت با تمرینات اینتروال پر شدت (HIIT) بر روی توده بدون چربی (FFM)، توده چربی (FM)، شاخص عضله اسکلتی (SMI)، توان بی‌هوازی و اکسیژن مصرفی در نوجوانان فوتبالیست آماتور

اسحاق نادریان^{۱*}، مهدی یزدان پناه^۲

۱. عضو هیئت علمی، گروه تربیت بدنی، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران.

۲. عضو هیئت علمی، گروه تربیت بدنی، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

هدف این پژوهش مقایسه هشت هفته تمرینات تداومی کم‌شدت با تمرینات اینتروال پر شدت بر روی توده بدون چربی، توده چربی، شاخص عضله اسکلتی، توان بی‌هوازی و اکسیژن مصرفی در نوجوانان فوتبالیست آماتور بود. این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی با اندازه‌گیری پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری این پژوهش نوجوانان فوتبالیست آماتور و نمونه‌گیری چند مرحله‌ای بود که تعداد ۲۴ نفر انتخاب شدند. نتایج توسط نرم‌افزار SPSS26 و آزمون تی وابسته و مستقل تجزیه و تحلیل شد. سطح معناداری در این تحقیق، $p < 0.05$ است. در تمرینات تداومی تفاوت معناداری در توده بدون چربی، شاخص عضله اسکلتی و توان بی‌هوازی وجود ندارد ($P > 0.05$)؛ اما توده چربی ($P = 0.036$) و اکسیژن مصرفی ($P = 0.001$) تفاوت معنادار داشت. در تمرینات اینتروال تفاوت معناداری در توده بدون چربی ($P = 0.001$)، توده چربی ($P = 0.037$)، شاخص عضله اسکلتی ($P = 0.001$)، توان بی‌هوازی ($P = 0.001$) و اکسیژن مصرفی ($P = 0.01$) وجود دارد. مقایسه پس‌آزمون گروه‌ها نشان داد که توان بی‌هوازی تفاوت معنادار ($P = 0.01$) دارد اما در سایر متغیرها تفاوت معنادار مشاهده نشد. تمرینات تداومی تأثیر معنادار بر میانگین توده بدون چربی، شاخص عضله اسکلتی و توان بی‌هوازی نداشت؛ اما باعث افزایش معنادار اکسیژن مصرفی و کاهش توده چربی شد در حالی که تمرینات اینتروال تأثیر معنادار بر توده بدون چربی، شاخص عضله اسکلتی، توده چربی، توان بی‌هوازی و اکسیژن مصرفی داشت. مقایسه بین دو گروه تمرینی نشان داد که میانگین توان بی‌هوازی تفاوت معنادار دارد.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۱/۰۳

بازنگری مقاله: ۱۴۰۴/۰۱/۲۰

پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۲/۰۷

کلید واژگان:

اکسیژن مصرفی

ترکیب بدنی

توان بی‌هوازی

تمرینات تداومی کم‌شدت

تمرینات اینتروال پر شدت

*نویسنده مسئول: اسحاق نادریان

پست الکترونیکی:

enaderyan@tvu.ac.ir



مقدمه

فوتبال یک رشته ورزشی پیچیده است که بازیکنان را ملزم به انجام فعالیت‌های متنوع با شدت بالا و چند جهته می‌کند. درحالی‌که پارامترهای زیادی، از جمله عوامل فنی و تاکتیکی، عملکرد تیم را تعیین می‌کند، اما نیازهای جسمانی بازیکنان نخبه فوتبال بالا بوده و در سال‌های اخیر به طور قابل توجهی افزایش یافته است. همچنین برنامه تمرینی مناسب یکی از راه‌های پیشگیری از آسیب‌ها ورزشی می‌باشد، بهینه‌سازی برنامه‌های تمرینی و آماده‌سازی نیازمند درک جامعی از ویژگی‌های فیزیکی مؤثر بر عملکرد بازیکنان است ([کادلوبوسکی و همکاران^۱](#)، ۲۰۲۴؛ [رحیمی و همکاران^۲](#)، ۲۰۲۳). درعین حال فوتبال در هر رده سنی اعم از بزرگسالان، جوانان، نوجوانان و کودکان در سطوح آماتور و حرفه‌ای و حتی به‌عنوان یک فعالیت ورزشی سرگرم‌کننده برای اوقات فراغت انجام می‌شود. فوتبال حرفه‌ای در اکثر کشورها ورزشی بسیار رقابتی است و کسانی که در این رشته ورزشی تمرین می‌کنند باید ویژگی‌های مورفولوژیکی، آنترپومتریکی و ترکیب بدنی خاصی داشته باشند، علاوه بر این باید به رژیم غذایی و برنامه تمرینی توجه ویژه داشته باشند ([لوپز و همکاران^۳](#)، ۲۰۲۱). این فعالیت ورزشی در سطوح آماتور و به‌ویژه سطح حرفه‌ای نیازمند آمادگی جسمانی و روانی مطلوب برای بهبود عملکرد ورزشکاران طی فعالیت ورزشی است. در هنگام بازی فوتبال بازیکنان نیازمند اجرای فعالیت‌های گوناگون از جمله دویدن‌های آرام به مدت طولانی و دویدن‌های سریع به جلو و عقب و طرفین، شوت، پرش، تکل‌زدن و پرتاب هستند که برای انجام این فعالیت‌ها در سطح بالا نیازمند ویژگی‌هایی مانند ظرفیت قلبی-تنفسی بالا، توان بی‌هوازی بالا، قدرت، سرعت، ترکیب بدنی و توده عضلانی مناسب هستند ([علیزاده و همکاران^۴](#)، ۱۳۸۹، [عابدی و همکاران^۵](#)، ۱۳۸۹). تحلیل‌های بازی نشان می‌دهد که بازیکنان فوتبال بسته به موقعیت بازی، بین ۲۰ تا ۳۹ دوی سرعت با سرعت بیش از ۲۱ کیلومتر در ساعت انجام می‌دهند و ممکن است بیش از ۱ کیلومتر را با سرعت بالا یا دوی سرعت طی کنند ([آد و همکاران^۳](#)، ۲۰۱۶). توان بی‌هوازی، ظرفیت قلبی-تنفسی و توده بدون چربی از جمله شاخص‌هایی است که تقویت آن بر روی بسیاری از عملکردهای جسمانی بازیکنان فوتبال تأثیرگذار است. باتوجه‌به انجام فعالیت‌های کوتاه‌مدت در ورزش فوتبال مانند پرش‌ها، پرتاب‌ها، شوت، دریبل، شیرجه، دوهای سریع که با حداکثر شدت و در زمان کوتاه انجام می‌شوند، برآورد و سنجش توان بی‌هوازی و ارائه راهکار و تمرین مناسب جهت تقویت این فاکتور جسمانی موردنیاز است ([سدانو و همکاران^۴](#)، ۲۰۰۹؛ [ریلو و همکاران^۵](#)، ۲۰۱۳)، از طرفی باتوجه‌به اینکه فوتبال یک ورزش طولانی‌مدت به حساب می‌آید بازیکنان این رشته باید دارای استقامت قلبی-تنفسی بالا باشند در نتیجه ارزیابی و ارائه بهترین تمرین برای بالابردن ظرفیت قلبی-تنفسی در بازیکنان فوتبال موردتوجه می‌باشد. اهمیت دوهای سریع کوتاه (اسپرینت) و دوهای با سرعت بالا، در طول مسابقه فوتبال غیرقابل‌انکار است. مطالعات جدید نشان می‌دهد که بازیکنان حرفه‌ای فوتبال که دارای چربی بدن کمتر و ظرفیت هوازی بالاتر هستند، می‌توانند مسافت‌های طولانی‌تری را با دوهای سریع کوتاه (اسپرینت) و دوهای با سرعت بالا در مسابقات رسمی طی کنند

^۱ Kadlubowski et al^۲ López et al^۳ Ade et al^۴ Sedano et al^۵ Rebelo et al

(رادزیمینسکی و همکاران^۱، ۲۰۲۰)، همچنین در تحقیق ماندیک و همکاران ۲۰۲۲ نشان داده شده است که تمرینات اینتروال باعث بهبود حداکثر اکسیژن مصرفی می شود (ماندیک و همکاران^۲، ۲۰۲۲)، در تحقیقی دیگر که توسط یانگ و همکاران انجام شد نشان دادند که تمرینات اینتروال می تواند باعث بهبود ظرفیت هوازی در فوتبالیست ها شود که این موضوع تا حدی از طریق سازگاری عضلات محیطی که مصرف اکسیژن را افزایش می دهد، اتفاق می افتد (یانگ و همکاران^۳، ۲۰۲۴). BMI^۴ به عنوان یک شاخص توده بدن برای عموم افراد و غیرورزشکاران مناسب است، اما برای ورزشکاران که عضله بیشتری نسبت به یک فرد معمولی دارند شاخص مناسبی نیست زیرا چربی را از عضله متمایز نمی کند و فقط وزن کل بدن را در مقایسه با قد محاسبه می کند، اما توده بدون چربی (FFM)^۵ شاخصی است که نه تنها عضلات و بافت همبند را در نظر می گیرد، شامل استخوان ها، اندام های داخلی و میزان آب بدن می شود (بری^۶، ۲۰۲۳؛ نوتال^۷، ۲۰۱۵). نقطه مقابل FFM توده چربی (FM)^۸ است که بافت چربی (آدیپوسیت) را تشکیل می دهد یا به عبارت دیگر به عنوان چربی بدن شناخته می شود (نوتال، ۲۰۱۵). پس بنابراین FFM به عنوان شاخص مناسب تر برای ورزشکاران در نظر گرفته می شود. دارا بودن توده بدون چربی بالا در بازیکنان فوتبال به دلیل درگیری های فیزیکی و بدنی با بازیکنان حریف در یک مسابقه فوتبال می تواند تعیین کننده باشد. شاخص عضله اسکلتی (SMI)^۹ با تقسیم توده عضلانی اسکلتی اندام (کیلوگرم) بر مجذور قد (m²) محاسبه می شود و $SMI < 0.7$ کیلوگرم بر مترمربع به عنوان توده عضلانی کم در مردان و $SMI < 5.7$ کیلوگرم بر مترمربع به عنوان توده عضلانی کم در زنان تعریف می شود. توده عضلانی کم در افراد موجب ضعف عضلانی و در نتیجه کاهش عملکرد جسمانی بازیکنان و مستعد شدن بدن در برابر آسیب ها خواهد شد (خاواجا و همکاران^{۱۰}، ۲۰۲۱؛ رحیمی و همکاران^{۱۱}، ۲۰۲۳).

مارکوس و همکاران در تحقیقی با عنوان حداکثر توان هوازی پیش فصل در بازیکنان حرفه ای فوتبال در بین دسته های مختلف لیگ، به بررسی و مقایسه تفاوت های آنترپومتریک، حداکثر اکسیژن مصرفی (VO₂max)^{۱۱} و تفاوت پست های بازیکنان فوتبال حرفه ای دسته اول (D1) با بازیکنان دسته دوم (D2) و سوم (D3) در لیگ های فوتبال پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد که بازیکنان لیگ دسته اول به طور قابل توجهی دارای VO₂max بالاتری نسبت به لیگ دسته دوم و سوم هستند. این موضوع در بازیکنان دسته دوم و بازیکنان دسته سوم نیز مشابه بود، همچنین دروازه بان ها، مدافعان و مهاجمان به طور چشمگیر از لحاظ آنترپومتریک بالاتر بودند،

^۱ Radzimiński et al^۲ Mandić et al^۳ Yang et al^۴ Body Mass Index^۵ Fat free Mass^۶ Bray^۷ Nuttall^۸ Fat Mass^۹ Skeletal muscle index^{۱۰} Khawaja et al^{۱۱} Maximal oxygen uptake

درحالی‌که وینگرها و هافبک‌ها به طور قابل‌توجهی VO2max بالاتری نسبت به دروازه‌بان‌ها و مدافعان را نشان دادند. یافته‌های این مطالعه به‌وضوح نشان داد که آمادگی قلبی عروقی، یک پارامتر آمادگی جسمانی مهم است که بازیکنان حرفه‌ای فوتبال را که در سطح پیشرفته‌تری بازی می‌کنند، متمایز می‌کند. این را می‌توان به برنامه‌های فصلی مختلف نسبت داد که زمان انتقال طولانی‌تری را برای بازیکنان دسته‌های پایین‌تر فراهم می‌کند و در نتیجه اثرات بی‌تمرینی بیشتری را به همراه دارد که باید توسط متخصصان تناسب‌اندام بر تمرینات دوره انتقالی تأکید شود تا اثرات بی‌تمرینی به‌ویژه در رده‌های پایین به حداقل برسد (مارکوس و همکاران^۱، ۲۰۱۸). در تحقیقی دیگر که توسط کاراکاس و همکاران بر روی بازیکنان فوتبال در اسپانیا انجام شد، نشان دادند که تمرینات جسمانی و رژیم غذایی عواملی بودند که بیشترین تأثیر را بر متغیرهای آنترپومتریک داشتند همچنین مقادیر توده چربی و توده عضلانی نیز تحت تأثیر این عوامل قرار می‌گیرند، با درنظرگرفتن ترکیب بدن به‌عنوان جنبه‌ای که در رشد عملکرد باید موردتوجه قرار گیرد، استفاده از محتوای تمرینی خاص باتوجه‌به ویژگی‌های فردی و سبک زندگی بازیکنان، عواملی هستند که ممکن است بر بازیکنان حرفه‌ای فوتبال تأثیر بسزایی داشته باشند (کاسرس و همکاران^۲، ۲۰۱۹). در تحقیق سلیمانی و همکاران که به بررسی ویژگی‌های آنترپومتریک، فیزیولوژیکی و فیزیکی بازیکنان فوتبال نسبت به سطوح مختلف رقابتی، پست‌های بازی و گروه‌های سنی مختلف پرداخته بود، نشان دادند که ویژگی‌های سوماتوتیپ، درصد چربی بدن، حداکثر مصرف اکسیژن (VO2max)، توانایی دوییدن مکرر (RSA)، سرعت دوییدن، قدرت و توان عضلانی اندام‌های تحتانی بیشترین تمایز بین بازیکنان مرد فوتبال در سطوح مختلف رقابتی، پست بازی و گروه‌های سنی مختلف بودند و به طور خاص، VO2max بالاتر، قدرت عضلانی، توان عضلانی (ارتفاع پرش عمودی)، سرعت دوییدن (۱۰ تا ۳۰ متر) و چابکی، و درصد کمتر چربی بدن در بازیکنان نخبه فوتبال (سطح بالاتر) در مقایسه با سایر سطوح رقابتی کاملاً متمایز بود. باتوجه‌به عملکرد مرتبط با سن، به نظر می‌رسد که عملکرد فیزیکی با افزایش سن به طور قابل‌توجهی افزایش می‌یابد. این داده‌ها، همراه با این واقعیت که هر پست، رده سنی و سطح بازی دارای پس‌زمینه فیزیولوژیکی متفاوتی در بازیکنان مرد فوتبال است، نشان می‌دهد که برنامه‌های تمرینی باید برای هر پست، سطح بازی و رده سنی، همان‌طور که با دروازه‌بان‌ها انجام می‌شود، فردی باشد (سلیمانی و همکاران^۳، ۲۰۱۷).

باتوجه‌به تحقیقات انجام شده در این زمینه تأکید بر طراحی تمرین مناسب برای بازیکنان فوتبال جهت بالابردن سطح آمادگی بدنی در کوتاه‌ترین زمان ممکن و بهبود عملکرد آنان است و همچنین استفاده از ابزار و وسایل مناسب سنجش فاکتورهای آمادگی جسمانی، یکی از مراحل عمده برنامه‌ریزی درست تمرینات ورزش جهت بهبود عملکرد رقابتی ورزشکاران است، توجه به سازگاری‌های بالینی و بیولوژیکی در ورزش، انجام پژوهش‌های جدید در این حوزه را می‌طلبد که با اندازه‌گیری فاکتورهای آمادگی جسمانی و فیزیولوژیکی می‌توان به این هدف دست‌یافت، در همین راستا محققان به دنبال پاسخ به این موضوع هستند که کدام یک از دو نوع تمرین تناوبی کم‌شدت و اینتروال پر شدت (HIIT)^۴ به مدت ۸ هفته تأثیر بیشتری بر روی توده بدون چربی FFM، توده

^۱ Marcos et al^۲ Cáceres et al^۳ Slimani et al^۴ high intensity interval training

چربی FM، شاخص عضله اسکلتی (SMI)، توان بی‌هوازی و اکسیژن مصرفی^۱ در نوجوانان فوتبالیست آماتور خواهد داشت؟

روش‌شناسی

پژوهش حاضر کاربردی و روش انجام مطالعه نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون بود. جامعه آماری این پژوهش نوجوانان فوتبالیست آماتور شاغل در تیم‌های شهر شیراز با دامنه سنی بین ۱۵ تا ۱۸ سال بودند روش نمونه‌گیری به صورت چندمرحله‌ای بود. به این ترتیب که ابتدا از بین ۲۵ مدرسه فوتبال سطح شهر ۶ مدرسه فوتبال به صورت تصادفی انتخاب و تعداد ۲۴ نفر به صورت تصادفی ساده در دو گروه تجربی تقسیم شدند. معیارهای ورود به تحقیق عدم وجود بیماری مزمن و آسیب دیدگی و عدم مصرف دارو یا مکمل خاصی بود. بعد از انتخاب آزمودنی‌ها و کسب مجوز ورود به مطالعه بر اساس معیارهای لازم، یک هفته قبل از شروع مطالعه، ضمن تشریح روند پژوهش، بیان اهداف، ضرورت و اهمیت آن، فرم رضایت نامه، مشخصات فردی و فرم سلامت بین افراد توزیع و جمع‌آوری شد. آزمودنی‌ها از فعالیت سنگین ۲۴ ساعت قبل از آزمون منع شدند و همچنین توصیه شد که رژیم غذایی یکسان و خواب کافی داشته باشند. ارزیابی همه آزمودنی‌ها در زمان صبح و در سالن ورزشی با دما و رطوبت مطلوب انجام شد. ابتدا قد ورزشکاران با استفاده از قدسنج دیواری اندازه‌گیری و سپس توده بدون چربی (FFM)، توده چربی (FM) و شاخص عضله اسکلتی (SMI) بازیکنان با استفاده از دستگاه ترکیب سنج بدن (BodyComposition) مدل Inbody270 ساخت کره با کالیبراسیون خودکار ارزیابی شد، پس از آن توان بی‌هوازی با استفاده از آزمون دوی ۵۰ یارد سرعت اندازه‌گیری و در انتها آمادگی قلبی - تنفسی با استفاده از دوچرخه کارسنج مونارک مدل LC4 ساخت کشور سوئد و آزمون هوازی استراند (۶ دقیقه پدال زدن با سرعت ۵۰ دور در دقیقه روی دوچرخه) مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس این افراد به صورت تصادفی به دو گروه تمرین هوازی و گروه تمرین HIIT تقسیم شدند.

پروتکل تمرین HIIT: هر جلسه تمرین شامل ۱۰-۱۵ دقیقه گرم‌کردن، تنه اصلی تمرین به مدت ۱۵-۳۰ دقیقه و در پایان هر جلسه تمرین سردکردن به مدت ۵-۱۰ دقیقه انجام می‌شد. پروتکل تمرین HIIT برای هر جلسه شامل ۳ ست از ۷ حرکت (۲۰ ثانیه فعالیت، ۱۰ ثانیه استراحت) با شدت ۸۰-۸۵٪ حداکثر ضربان قلب در هفته اول بود که به ۹۰-۹۵٪ حداکثر ضربان قلب در هفته هشتم رسید. تمرینات شامل دویدن به سمت جلو (۵ متر)، اسکوات جامپ، پلانک از بغل دست و پا جمع داخل سینه، لانگ جهشی، شنای سوئدی دست جمع با جمع شدن پا داخل بدن، شکم دوچرخه و زانو بلند تک پا است.

پروتکل تمرین تداومی کم‌شدت: شامل تمرینات گرم‌کردن به مدت ۱۰-۱۵ دقیقه و دویدن در شدت ۵۰-۶۰٪ حداکثر ضربان قلب به مدت ۲۰-۴۰ دقیقه (هفته اول شدت ۵۰٪ و مدت ۲۰ دقیقه و در هفته هشتم شدت ۶۰٪ و مدت ۴۰ دقیقه) و سردکردن به مدت ۵-۱۰ دقیقه بود. پس از پایان هشت هفته تمرینات ورزشی مجدد از آزمودنی‌ها ارزیابی‌های جسمانی برای برآورد متغیرهای پژوهش صورت گرفت (زول و همکاران، ۲۰۱۲).

نتایج حاصل از آزمودنی‌ها توسط نرم‌افزار SPSS26 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از جمع‌آوری اطلاعات ابتدا با استفاده از آزمون k-s نرمال بودن توزیع داده‌ها بررسی شد. با توجه به سطح معنی‌داری آزمون کولموگروف

^۱O₂uptake

^۲ Zuhl et al

اسمیرنوف در همه مراحل و گروه‌های آزمایشی که بالاتر از ۰/۰۵ است، بنابراین داده‌ها از توزیع نرمال برخوردارند و در ادامه از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد. از روش آمار توصیفی برای دسته‌بندی اطلاعات و برای مقایسه

پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه از آزمون t وابسته و برای مقایسه بین گروهی (تمرینات ورزشی) از آزمون t مستقل استفاده شد. سطح معناداری در این تحقیق، $p < 0.05$ در نظر گرفته شده است.

یافته‌ها

در این قسمت، ابتدا ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌های تحقیق در قالب میانگین، انحراف استاندارد ارائه شده است و پس از آن نتایج حاصل از پژوهش تجزیه و تحلیل و در قالب جداول ارائه می‌شود.

جدول ۱. ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها، سن، قد، وزن و ترکیب بدنی

گروه	سن (سال)	وزن (kg)	قد (cm)	BMI(kg/m ²)	PBF(%)
	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف	میانگین
	استاندارد	استاندارد	استاندارد	استاندارد	استاندارد
اینتروال	۱۶/۳۳	±۰/۲۹	۶۰/۰۲	±۶/۵۰	۱۷۶/۱۰
پر شدت	۱۶/۳۳	±۰/۲۹	۶۰/۰۲	±۶/۵۰	۱۷۶/۱۰
تداومی	۱۶/۲۸	±۰/۳۷	۶۳/۳۶	±۱۲/۱۴	۱۷۴/۶۰
کم شدت	۱۶/۲۸	±۰/۳۷	۶۳/۳۶	±۱۲/۱۴	۱۷۴/۶۰

با مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون میانگین متغیرها در تمرینات تداومی کم‌شدت مشخص گردید که تفاوت معناداری در میانگین توده بدون چربی ($p = ۰/۶۹$)، میانگین شاخص عضله اسکلتی ($p = ۰/۱۱$)، میانگین توان بی‌هوازی ($p = ۰/۰۸$)، وجود ندارد؛ اما در میانگین توده چربی ($p = ۰/۰۳۶$) و میانگین استقامت قلبی- تنفسی ($p = ۰/۰۰۱$) تفاوت معنادار وجود داشت.

با مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون میانگین متغیرها در تمرینات اینتروال پر شدت مشخص گردید که تفاوت معناداری در میانگین توده بدون چربی ($p = ۰/۰۰۱$)، میانگین توده چربی ($p = ۰/۰۳۷$)، میانگین شاخص عضله اسکلتی ($p = ۰/۰۰۱$)، میانگین توان بی‌هوازی ($p = ۰/۰۰۱$) و میانگین استقامت قلبی- تنفسی ($p = ۰/۰۱$) وجود دارد.

جدول ۲. مقایسه پیش آزمون و پس آزمون میانگین متغیرها در تمرینات تداومی و اینتروال

فعالیت ورزشی	متغیر	زمان	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	t	df	sig
	توده بدون چربی (FFM)	پیش آزمون	۱۲	۵۲/۹۲	±۶/۷۴	۰/۴۱	۱۱	۰/۶۹
		پس آزمون	۱۲	۵۲/۸۳	±۶/۶۷			
	توده چربی (FM)	پیش آزمون	۱۲	۱۰/۴۴	±۶/۶۷	۲/۴۵	۱۱	۰/۰۳۶*
		پس آزمون	۱۲	۹/۴۴	±۵/۶۱			
تمرینات تداومی	شاخص عضله اسکلتی (SMI)	پیش آزمون	۱۲	۷/۵۱	±۰/۶۹	۱/۷۶	۱۱	۰/۱۱
		پس آزمون	۱۲	۷/۲۸	±۰/۷۲			
کم شدت	توان بی هوازی	پیش آزمون	۱۲	۶/۳۱	±۰/۵۴	۱/۹۴	۱۱	۰/۰۸
		پس آزمون	۱۲	۶/۳۹	±۰/۵۶			
	اکسیژن مصرفی (O ₂ uptake)	پیش آزمون	۱۲	۵۴/۴۵	±۷/۲۷	۵/۵۰	۱۱	۰/۰۰۰۱*
		پس آزمون	۱۲	۵۶/۵۶	±۶/۳۵			
	توده بدون چربی (FFM)	پیش آزمون	۱۲	۵۲/۴۵	±۴/۹۷	۱۳/۴۴	۱۱	۰/۰۰۰۱*
		پس آزمون	۱۲	۵۵/۸۰	±۴/۸۲			
	توده چربی (FM)	پیش آزمون	۱۲	۷/۵۷	±۲/۱۹	۲/۴۴	۱۱	۰/۰۳۷*
		پس آزمون	۱۲	۶/۹۰	±۱/۳۵			
تمرینات اینتروال	شاخص عضله اسکلتی (SMI)	پیش آزمون	۱۲	۷/۳۴	±۰/۵۷	۵/۸۶	۱۱	۰/۰۰۰۱*
		پس آزمون	۱۲	۷/۸۸	±۰/۳۹			
پر شدت	توان بی هوازی	پیش آزمون	۱۲	۶/۱۶	±۰/۳۳	۶/۴۶	۱۱	۰/۰۰۰۱*
		پس آزمون	۱۲	۵/۸۶	±۰/۲۳			
	اکسیژن مصرفی (O ₂ uptake)	پیش آزمون	۱۲	۵۱/۲۲	±۱۰/۳۳	۳/۰۵	۱۱	۰/۰۱*
		پس آزمون	۱۲	۵۲/۶۱	±۹/۱۶			

* اختلاف معناداری در سطح $P < ۰/۰۵$

مقایسه پیش آزمون بین گروه‌های تمرینی (تداومی و اینتروال) نشان داد که میانگین توده بدون چربی ($p = ۰/۸۶$)، توده چربی ($p = ۰/۲۱$)، شاخص عضله اسکلتی ($p = ۰/۵۵$)، توان بی‌هوازی ($p = ۰/۴۶$) و اکسیژن مصرفی ($p = ۰/۴۳$) تفاوت معناداری نداشت.

مقایسه پس آزمون بین گروه‌های تمرینی (تداومی و اینتروال) نشان داد که میانگین توده بدون چربی ($p = ۰/۲۶$)، توده چربی ($p = ۰/۱۷$)، شاخص عضله اسکلتی ($p = ۰/۰۹$) و اکسیژن مصرفی ($p = ۰/۲۷$) در بین گروه‌های تمرینی تفاوت معناداری نداشت. اما مقایسه میانگین توان بی‌هوازی بین گروه‌های تمرینی در زمان بعد از هشت هفته تمرینات ورزشی نشان داد که میانگین توان بی‌هوازی در دو گروه باتوجه به t به‌دست‌آمده ($۲/۷۴$)، در درجه آزادی ۱۸، تفاوت معنادار در سطح $۰/۰۱$ دارد.

جدول ۳. مقایسه بین گروه‌های تمرینی تداومی و اینتروال در پیش آزمون و پس آزمون متغیرها

متغیر	زمان	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	t	df	sig
توده بدون چربی (kg)	پیش آزمون	تداومی کم شدت	۱۲	۵۲/۹۲	±۶/۷۴	۰/۱۷	۲۲	۰/۸۶
	پس آزمون	اینتروال پر شدت	۱۲	۵۲/۴۵	±۴/۹۷	۱/۱۴	۲۲	۰/۲۶
توده چربی (kg)	پیش آزمون	تداومی کم شدت	۱۲	۵۵/۸۰	±۶/۸۲	۱/۲۹	۲۲	۰/۲۱
	پس آزمون	اینتروال پر شدت	۱۲	۷/۵۷	±۲/۱۹	۱/۴۲	۲۲	۰/۱۷
شاخص عضله اسکلتی (kg/m ²)	پیش آزمون	تداومی کم شدت	۱۲	۷/۵۱	±۰/۶۹	۰/۵۹	۲۲	۰/۵۵
	پس آزمون	اینتروال پر شدت	۱۲	۷/۳۴	±۰/۵۷	۱/۷۴	۲۲	۰/۰۹
توان بی هوازی	پیش آزمون	تداومی کم شدت	۱۲	۶/۳۱	±۰/۵۴	۰/۷۴	۲۲	۰/۴۶
	پس آزمون	اینتروال پر شدت	۱۲	۶/۱۶	±۰/۳۳	۲/۷۴	۲۲	۰/۰۱*
اکسیژن مصرفی (ml.min)	پیش آزمون	تداومی کم شدت	۱۲	۵۴/۴۵	±۷/۲۷	۰/۸۰	۲۲	۰/۴۳
	پس آزمون	اینتروال پر شدت	۱۲	۵۱/۲۲	±۱۰/۳۳	۱/۱۱	۲۲	۰/۲۷
	پیش آزمون	تداومی کم شدت	۱۲	۵۶/۵۵	±۶/۳۵			
	پس آزمون	اینتروال پر شدت	۱۲	۵۲/۶۱	±۹/۱۶			

* اختلاف معناداری در سطح $P < 0.05$

بحث و نتیجه‌گیری

هدف کلی از انجام این پژوهش مقایسه هشت هفته تمرینات تداومی کم شدت با تمرینات اینتروال پر شدت (HIIT) بر روی توده بدون چربی (FFM)، توده چربی (FM)، شاخص عضله اسکلتی (SMI)، توان بی‌هوازی و اکسیژن مصرفی در نوجوانان فوتبالیست آماتور بود.

یوسف^۱ و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی به بررسی تأثیر تمرینات اینتروال پر شدت و تداومی با شدت متوسط بر سازگاری‌های بالینی و بیولوژیکی در افراد مسن چاق پرداختند نتایج نشان داد که توده عضلانی در گروه اینتروال پر شدت افزایش بیشتری نسبت به گروه تداومی داشت و بر عکس در میزان توده چربی بدن تمرینات تداومی تأثیر

¹ Youssef

بیشتری در کاهش چربی بدن داشت (یوسف و همکاران، ۲۰۲۲). نتایج تحقیق حاضر نیز با تحقیق اخیر همخوانی دارد همان‌طور که مشاهده می‌شود هشت هفته تمرینات تداومی کم‌شدت تأثیری بر روی توده بدون چربی فوتبالیست‌های نوجوان نداشت اما هشت هفته تمرینات اینتروال پر شدت باعث افزایش توده بدون چربی در بازیکنان فوتبال گردید. با مقایسه این دو تمرین مشاهده می‌شود که تمرینات اینتروال پر شدت نسبت به تمرینات تداومی کم‌شدت بر روی توده بدون چربی تأثیر مثبت افزایشی داشته است؛ اما این میزان اختلاف از نظر آماری معنادار نبوده است.

در بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات تداومی کم‌شدت و اینتروال پر شدت بر روی توده چربی، مشاهده می‌شود که هر دو نوع تمرینات باعث کاهش توده چربی بدن در طول هشت هفته گردیده است. در مقایسه بین تمرینات مشاهده می‌شود که هر دو نوع تمرینات در کاهش چربی بدن مؤثر بوده و اختلاف معناداری در میزان کاهش چربی بدن بین تمرینات مشاهده نشده است. با مقایسه نتایج تحقیق حاضر با تحقیق لو و همکاران^۱ (۲۰۲۲) نتایج مشابهی در کاهش توده چربی بدن بعد از انجام تمرینات اینتروال و تداومی مشاهده شد (لو و همکاران، ۲۰۲۲). در بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات تداومی کم‌شدت بر روی شاخص عضله اسکلتی، مشاهده می‌شود که این نوع تمرینات تأثیری در شاخص توده عضلانی ندارد؛ اما در بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات تداومی پر شدت، افزایش در شاخص توده عضلانی بازیکنان فوتبال مشاهده شده است. در مقایسه بین این دو نوع تمرین مشاهده می‌شود با اینکه تمرینات اینتروال پر شدت تأثیر مثبت افزایشی در شاخص توده عضلانی بازیکنان فوتبال نسبت به تمرینات تداومی کم‌شدت داشته است؛ اما این اختلاف از نظر آماری معنادار نبوده است. هشت هفته تمرینات تداومی کم‌شدت بر روی توان بی‌هوازی تأثیر نداشته است؛ اما توان بی‌هوازی در گروهی از ورزشکاران که تمرینات اینتروال پر شدت را انجام می‌دادند افزایش داشت. در مقایسه بین دو نوع تمرین مشاهده می‌شود که از نظر آماری در بین دو گروه قبل از شروع تمرینات در میزان توان بی‌هوازی تفاوت معنادار وجود نداشته است؛ اما پس از هشت هفته تمرینات مشاهده می‌شود که بین دو گروه اختلاف معناداری به وجود آمده است، گروهی که تمرینات اینتروال پر شدت را انجام داده‌اند نسبت به گروه تداومی کم‌شدت افزایش چشمگیری در توان بی‌هوازی نشان دادند. همچنین در بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات تداومی کم‌شدت و اینتروال پر شدت بر روی استقامت قلبی-تنفسی مشاهده می‌شود که هر دو نوع تمرینات تأثیر مثبت افزایشی در میزان استقامت قلبی-تنفسی فوتبالیست‌های نوجوان داشته‌اند که این نتایج با تحقیق لنزی و همکاران^۲ (۲۰۱۵) و همچنین تحقیق ماندیک و همکاران (۲۰۲۲) که به بررسی تأثیر تمرینات اینتروال پر شدت و تمرینات تداومی بر اکسیژن مصرفی بیشینه ورزشکاران پرداخته بودند، همخوانی دارد (لنزی و همکاران، ۲۰۱۵ و ماندیک و همکاران، ۲۰۲۲). در مقایسه بین تمرینات مشاهده می‌شود با اینکه تمرینات تداومی کم‌شدت نسبت به تمرینات اینتروال پر شدت تأثیر بیشتری بر استقامت قلبی-عروقی داشته؛ اما اختلاف معناداری در میزان افزایش استقامت قلبی-تنفسی بین تمرینات مشاهده نشده است.

باتوجه به یافته‌های این پژوهش مشاهده شد که تمرینات تداومی کم‌شدت تأثیر بیشتری در افزایش ظرفیت قلبی-تنفسی ورزشکاران داشت، اما از طرفی چون این تمرینات تأثیر معناداری در توان بی‌هوازی و توده بدون چربی

^۱ Lu et al

^۲ Lanzi et al

ورزشکاران نداشت، در مجموع می‌توان گفت تمرینات اینتروال پر شدت نسبت به تمرینات تداومی کم‌شدت تأثیر بیشتری بر شاخص‌های توده بدون چربی، توده چربی، شاخص توده عضلانی، توان بی‌هوازی و استقامت قلبی-تنفسی داشته است. همچنین باتوجه به افزایش توده بدون چربی در گروه اینتروال پر شدت و کاهش توده چربی در گروه تداومی کم شدت، هر دو روش تمرینی برای بهبود ترکیب بدن مؤثر هستند. باتوجه به اینکه تمرینات اینتروال پر شدت بر روی توده بدون چربی و شاخص توده عضلانی تأثیر مثبت داشته است آن دسته از ورزشکارانی که به دنبال افزایش قدرت عضلانی و توده بدن هستند این نوع تمرینات پیشنهاد می‌گردد. تمرینات تداومی کم‌شدت و اینتروال پر شدت هر دو باعث چربی‌سوزی شده و بر میزان اکسیژن مصرفی ورزشکاران تأثیر مثبت داشته است که می‌توان از این دو نوع تمرینات جهت بالابردن استقامت قلبی و تنفسی بازیکنان استفاده نمود. تمرینات اینتروال پر شدت می‌تواند توان بی‌هوازی ورزشکاران را افزایش دهد، ورزشکارانی که در پست‌هایی بازی می‌کنند که نیاز به توان بی‌هوازی بالا دارد؛ مانند دروازه‌بان‌ها می‌توانند از این نوع تمرینات بهره ببرند. به‌طور کلی می‌توان به ورزشکاران و مربیان پیشنهاد داد تا در تمرینات آمادگی جسمانی و مرحله آماده‌سازی تیمی، تمرینات اینتروال پر شدت را در برنامه تمرینی خود بگنجانند. باتوجه به اینکه تمرینات مختلف با شدت و مدت‌های متفاوت می‌تواند نتایج متفاوتی ایجاد کند پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از پروتکل‌های تمرینی با شدت و مدت‌های مختلف استفاده شود. نگاه ویژه به ورزش بانوان و احساس نیاز برای انجام پژوهش در این گروه از ورزشکاران می‌تواند یکی از پیشنهاد‌های مفید برگرفته از این پژوهش باشد، همچنین پژوهش در گروه‌های مختلف سنی مانند کودکان، جوانان، بزرگسالان و افراد مسن باتوجه به نیازهای این دست از افراد جامعه می‌تواند انجام گیرد. باتوجه به لزوم انجام تحقیقات جدید در رشته‌های ورزشی مختلف پیشنهاد می‌شود در سایر رشته‌های ورزشی نیز از این نوع پژوهش‌ها انجام گیرد.

سیاسگزاری

پژوهش حاضر با تأییدیه اخلاقی کمیته اخلاق پژوهشکده علوم حرکتی با شماره ۱۶۵/۱۰۰۰.ا.پ، جهت درج در نشریات فارسی زبان به عنوان کد اخلاق تعیین شده است، همچنین این پژوهش به عنوان طرح‌های دارای اولویت انجام اداره کل ورزش و جوانان فارس بوده و با شماره ۱۴۱۰-۰۹-۰۲ IR به عنوان طرح پژوهشی در سامانه سمات به ثبت رسیده است. نویسندگان از تمامی شرکت‌کنندگان در این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1. Kadlubowski B, Keiner M, Wirth K, Csapo R. Association between Sprint and Jump Performance and Maximum Strength in Standing Calf Raise or Squat in Elite Youth Soccer Players. *Sports*. 2024;12(4):87. <https://doi.org/10.3390/sports12040087>.
2. Rahimi M, Roshanmehr S, Piri H. Comparison of the Effect of Core Stability and Neuromuscular Exercises on Lower Limb Alignment and Functional Movement Screening of Elite Karate Athletes. *Karafan Quarterly Scientific Journal*. 2023, Vol. 20, No. 2, p. 657-675. doi:10.48301/KSSA.2022.329223.2001 [In persian].

3. NDC CF, Rengifo M, HH HG. Evaluation of the accuracy of different body composition prediction formulas, compared to Dual Energy X-ray Absorptiometry, in soccer players of Colombian professional teams. *Nutricion Hospitalaria*. 2021;38(2):290-7. <https://doi.org/10.20960/nh.03206>.
4. Abedi B KM. Relationship between anthropometric characteristics and some physiological capabilities of female soccer players, according to open positions. *Research in sports science*. 2010;48(7):143-54 [In persian].
5. Alizade R SA, Abdi A, Dosti M. Comparison of speed, acceleration and dribbling speed in amateur footballers according to their playing position. *Research in sports science*. 2010;48(7):29-42 [In persian].
6. Ade J, Fitzpatrick J, Bradley PS. High-intensity efforts in elite soccer matches and associated movement patterns, technical skills and tactical actions. Information for position-specific training drills. *Journal of sports sciences*. 2016;34(24):2205-14. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1217343>.
7. Sedano S, Vaeyens R, Philippaerts R, Redondo JC, Cuadrado G. Anthropometric and anaerobic fitness profile of elite and non-elite female soccer players. *Journal of sports medicine and physical fitness*. 2009;49(4):387-94. <http://hdl.handle.net/1854/LU-873598>.
8. Rebelo A, Brito J, Maia J, Coelho-e-Silva M, Figueiredo A, Bangsbo J, et al. Anthropometric characteristics, physical fitness and technical performance of under-19 soccer players by competitive level and field position. *International journal of sports medicine*. 2013;34(04):312-7. DOI: 10.1055/s-0032-1323729.
9. Radzimiński Ł, Szwarc A, Padrón-Cabo A, Jastrzębski Z. Correlations between body composition, aerobic capacity, speed and distance covered among professional soccer players during official matches. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2019;60(2):257-62. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.19.09979-1>.
10. Mandić M, Hansson B, Lovrić A, Sundblad P, Vollaard NB, Lundberg TR, et al. Improvements in maximal oxygen uptake after sprint-interval training coincide with increases in central hemodynamic factors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2022;54(6):944-52.
11. Yang G, Chen W, Qi D, Zhang J, Men Z. The Effects of a 6-Week Plyometric and Sprint Interval Training Intervention on Soccer Player's Physical Performance. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2024;23(1):526. doi: 10.52082/jssm.2024.526.
12. Bray GA. Beyond bmi. *Nutrients*. 2023;15(10):2254. <https://doi.org/10.3390/nu15102254>
13. Nuttall FQ. Body mass index: obesity, BMI, and health: a critical review. *Nutrition today*. 2015;50(3):117-28. DOI: 10.1097/NT.000000000000092.
14. Khawaja A, Sabbagh P, Prioux J, Zunquin G, Baquet G, Maalouf G, et al. The relationships between skeletal muscle index and bone variables in a group of young adults. *Journal of Clinical Densitometry*. 2021;24(1):78-87. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2019.02.007>.
15. Rahimi M, Sharifi R, Piri H, Dastgerdi M. Comparison of Core Stability and Functional Movement Screening Total Score in Female Students with and without Upper Crossed Syndrome. *Karafan Quarterly Scientific Journal*, 20(Special Issue), 2023; 481-497. doi: 10.48301/KSSA.2022.304267.1721 [In persian].
16. Marcos MA, Koulla PM, Anthos ZI. Preseason maximal aerobic power in professional soccer players among different divisions. *The journal of strength & conditioning research*. 2018;32(2):356-63. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001810.

17. Cáceres L, Chena M, Izquierdo A, Moreno-Ortega A. Effect of contextual factors in body composition of professional soccer players. A retrospective study. *Nutricion Hospitalaria*. 2019;36(6):1324-31. <https://doi.org/10.20960/nh.02783>.
18. Slimani M, Nikolaidis PT. Anthropometric and physiological characteristics of male Soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;59(1):141-63. [DOI: 10.23736/S0022-4707.17.07950-6](https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07950-6).
19. Zuhl M, Kravitz L. HIIT vs continuous endurance training: battle of the aerobic titans. *IDEA Fitness journal*. 2012;9(2):34-40.
20. Youssef L, Granet J, Marcangeli V, Dulac M, Hajj-Boutros G, Reynaud O, et al., editors. Clinical and biological adaptations in obese older adults following 12-weeks of high-intensity interval training or moderate-intensity continuous training. *Healthcare*; 2022: MDPI. <https://doi.org/10.3390/healthcare10071346>.
21. Lu M, Li M, Yi L, Li F, Feng L, Ji T, et al. Effects of 8-week high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on bone metabolism in sedentary young females. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2022;20(2):77-83. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2022.01.001>.
22. Lanzi S, Codecasa F, Cornacchia M, Maestrini S, Capodaglio P, Brunani A, et al. Short-term HIIT and Fatmax training increase aerobic and metabolic fitness in men with class II and III obesity. *Obesity*. 2015;23(10):1987-94. <https://doi.org/10.1002/oby.21206>.