Journal of Health Promotion Management (JHPM) **Original Article**

February-March 2023, Volume 12, Issue 1 https://doi.org/10.22034/JHPM.12.1.32

The Effect of de-Training Following Plyometric Exercises on Obesity Indices and Physical Fitness Factors of Male Students

Hossein Rostamkhany[1*], Hojatolah Nikbakht[2], Haeidar Sadeghi[3]

1- Ph. D in Exercise Physiology, Department of Physical Education, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Associate Professor, Department of Physical Education, Faculty of Humanities and Social Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3- Professor, Department of Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Kharazmi, Tehran, Iran.

Corresponding author: Hossein Rostamkhany, Ph. D in Exercise Physiology, Department of Physical Education, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Email: Hrostam62@yahoo.com

Received: 12 April 2021 Accepted: 4 Sep 2022

Abstract

Introduction: Obesity and how fat is distributed in the body, especially in the middle part of the body, is a good predictor of future diseases, and exercise is one of the best non-pharmacological methods in the prevention and treatment of obesity. Therefore, the aim of this study was to determine the effect of de-training following plyometric exercises on obesity indices and physical fitness factors of male students.

Methods: In the present quasi-experimental study, 20 male students from Alborz University physical education students were selected voluntarily and studied in 2 groups of plyometric training 10 people and control group 10 people (homogenized based on body mass index). To collect data, a demographic questionnaire, to evaluate the aerobic power of "Astrand Test", to evaluate the anaerobic power of "Sergeant Jump Test" and to measure the percentage of fat by "Jackson and Pollock Skinfold Test" were used. Also, the subjects' body mass index was measured by dividing weight by height squared (m) and (waist-hip ratio) by dividing waist circumference by pelvic circumference. After evaluating and recording the initial data of the subjects in the intervention group, plyometric exercises were performed for 6 weeks and the post-test data were recorded in the same conditions as the pre-test and after the end of the training period. After evaluating and recording the initial data of the subjects, the intervention group performed plyometric training for 6 weeks, including 3 and 4 sessions per week with one day in between. In the same conditions as the pre-test, the data related to the test phase and after 6 weeks data related to the post-test phase were recorded. Data analysis was performed in SPSS. 23.

Results: Findings showed a significant effect of performing plyometric training for 6 weeks on aerobic (34.67±2.43_39.58±2.58) and anaerobic capacity (104.23±8.07_132.25 ±6.49), waist to hip ratio (0.84±0.17 _ 0.91±0.13), body fat percentage (14.54±2.18_11.49 ±2.75) and body mass index (23.01±1.68_ 20.08±1.93) in plyometric group ($P<0.05$). However, after 6 weeks of de-training, almost all training achievements for the subjects in the training intervention group disappeared, which indicates the principle of long-term training in performing plyometric training.

Conclusions: Findings confirmed the effect of plyometric training on cardiorespiratory function (significant increase in aerobic capacity) as well as improving health indicators. Therefore, due to the principle of diversity in training and the ease of using the gradual overload process in performing plyometric training (due to the nature of plyometric training), plyometric training in the field of health is recommended as an alternative training method for continuous aerobic training. However, it should be noted that the gains of plyometric training will disappear after a period of non-training.

Keywords: Plyometric, Obesity Index, Physical Fitness, Male Student.

نشریه مدیریت ارتقای سلامت | مقاله پژوهشی

بهمن و اسفند ۱۴۰۱، دوره ۱۲، شماره ۱ | https://doi.org/10.22034/JHPM.12.1.32

اثر بی تمرینی متعاقب تمرینات پلایومتریک بر شاخص های چاقی و عوامل آمادگی جسمانی دانشجویان مذکر

حسین رستمخانی[۱*]، حجت اله نیک بخت[۲]، حیدر صادقی[۳]

۱- دکتری فیزیولوژی ورزش، گروه تخصصی تربیت بدنی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲- دانشیار، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳- استاد، گروه بیومکانیک، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: حسین رستمخانی، دکتری فیزیولوژی ورزش، گروه تخصصی تربیت بدنی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
ایمیل. Hrostam62@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱ /۶/۱۳

چکیده

مقدمه: چاقی و چگونگی توزیع چربی در بدن، به ویژه در ناحیه میانی بدن، پیشگوی مناسبی برای ابتلا به بیماری های آینده است و تمرینات ورزشی یکی از بهترین روش های غیردارویی در پیشگیری و درمان چاقی است. لذا، مطالعه حاضر با هدف تعیین اثر بی تمرینی متعاقب تمرینات پلایومتریک بر شاخص های چاقی و عوامل آمادگی جسمانی دانشجویان مذکر انجام شد.

روش کار: در مطالعه نیمه تجربی حاضر، ۲۰ دانشجوی مرد از دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه البرز به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و در ۲ گروه تمرین پلایومتریک ۱۰ تن و گروه کنترل ۱۰ تن (همگن شده بر اساس شاخص توده بدنی) تحت بررسی قرار گرفتند. برای جمع آوری داده ها از پرسشنامه جمعیت شناختی، برای ارزیابی توان هوازی از "آزمون استراند" (Astrand Test)، برای ارزیابی توان بی هوازی از "آزمون پرش سارجنت" (Sergeant Jump Test) و برای اندازه گیری درصد چربی از روش "آزمون چربی چین پوستی جکسون و پولاک" (Jackson and Pollock Skinfold Test) استفاده شد. همچنین شاخص توده بدنیآزمودنی ها با تقسیم وزن بر مجذور قد (متر) و "نسبت دور کمر به لگن" (Waist- Hip Ratio) با تقسیم دور کمر به محیط لگن اندازه گیری شد. پس از ارزیابی و ثبت داده های اولیه آزمودنی‌ها، گروه مداخله، تمرینات پلایومتریک را به مدت ۶ هفته، شامل ۳ و ۴ جلسه در هفته به طور یک روز در میان، اجرا کردند. پس از اتمام دوره تمرین و در شرایط مشابه با پیش آزمون، داده های مربوط به مرحله آزمون و با فاصله ۶ هفته، داده های مربوط به پس آزمون ثبت شد. تحلیل داده ها در نرم افزار اس پی اس اس نسخه ۲۳ انجام شد.

یافته ها: نتایج تاثیر معنادار اجرای تمرینات پلایومتریک به مدت ۶ هفته را بر توان هوازی (۳۴/۶۷±۲/۴۳ به ۳۹/۵۸±۲/۴۹) و بی هوازی (۱۰۴/۲۳±۸/۰۷ به ۱۳۲/۲۵±۶/۴۹)، نسبت دور کمر به لگن (۰/۹۱±۰/۱۳ به ۰/۸۴±۰/۱۷)، درصد چربی بدن (۱۴/۵۴± ۲/۱۸ به ۱۱/۴۹±۲/۷۵) و شاخص توده بدن (۲۳/۰۱± ۱/۶۸ به ۲۰/۰۸±۱/۹۳) در گروه تمرین پلایومتریک نشان داد ($P<0/05$). با این حال پس از ۶ هفته بی تمرینی تقریبا تمام دستاوردهای تمرینی برای آزمودنی های گروه مداخله تمرین از بین رفت که نشانگر اصل تمرین طولانی مدت در اجرای تمرینات پلایومتریک می باشد.

نتیجه گیری: یافته ها تاثیر اجرای تمرینات پلایومتریک بر عملکرد قلبی تنفسی (افزایش معنادار توان هوازی) و همچنین بهبود شاخص های سلامتی را تایید کرد. لذا به سبب رعایت اصل تنوع در تمرین و سهولت استفاده از فرآیند اضافه بار تدریجی در اجرای تمرین پلایومتریک (به سبب ماهیت تمرین پلایومتریک)، اجرای تمرینات پلایومتریک در حوزه سلامت به عنوان یک شیوه تمرینی جایگزین برای تمرینات هوازی تداومی توصیه می شود. با وجود این، باید توجه داشت که دستاوردهای تمرین پلایومتریک پس از یک دوره بی تمرینی از بین خواهد رفت.

کلید واژه ها: پلایومتریک، شاخص های چاقی، آمادگی جسمانی، دانشجویان مذکر.

مقدمه

چاقی یکی از مشکلات شایع در کل جهان می باشد که بر روی بسیاری از جنبه های زندگی افراد و جوامع، تاثیر فراوان داشته و همچنین در جوامع توسعه یافته و در حال توسعه قابل مشاهده است (۱). طبق مطالعات صورت گرفته در این زمینه، در ایران نیز مانند همه کشورهای در حال توسعه، ابتلا به چاقی و بیماری های مرتبط با آن به سرعت در حال افزایش است (۲). چاقی با افزایش بافت چربی و کاهش درصد وزن بدون چربی مشخص شده و بیماری های متعدد و نهایتا مرگ زود هنگام را موجب می شود. به عقیده پژوهشگران حوزه سلامت، با وجود اینکه چاقی یک بیماری مزمن چند عاملی می باشد که به شدت با ژنتیک ارتباط دارد، لیکن وضعیت اقتصادی اجتماعی، جنس، وضعیت تأهل، سطح تحصیلات و فعالیت بدنی، تغییر در الگوی خوردن و جایگزین شدن رژیم غذایی پرچرب و سرشار از کربوهیدرات های تصفیه شده و کم فیبر به جای یک رژیم غذایی سالم از جمله عوامل موثر در شیوع چاقی است (۴،۳). نتایج مطالعات انجام شده در یک دهه اخیر نشان می دهد که چاقی و چگونگی توزیع چربی در بدن، به ویژه در ناحیه میانی بدن، پیشگوی مناسبی برای ابتلا به بیماری های آینده است.

براساس نتایج مطالعات، مهمترین اختلالات تندرستی که با افزایش میزان چربی بدن به ویژه در نواحی شکم و کمر رابطه دارند، عبارتند: از هیپرلیپیدمی، بیماری پرفشار خونی، دیابت نوع دوم، بیماری کرونری قلب، سرطان سینه، رحم و پروستات، بیماری های تنفسی، اوره خون بالا (high blood urea)، افزایش چسبندگی خون، کاهش ظرفیت فیبرینوژنی، ناهنجاری های ساختاری، عملکرد قلب و افسردگی (۶،۵). علاوه بر این، یافته های جدیدترین مطالعات صورت گرفته در مورد چاقی و رابطه آن با بیماری های ثانویه نشان می دهد که اگرچه ارتباط چاقی و ابتلا به ویروس COVID-19 و نیز اثرات COVID-19 بر روی بیماران مبتلا به چاقی هنوز به خوبی توصیف نشده است، لیکن به نظر می رسد افزایش شیوع چاقی در افراد مسن در ایتالیا در مقایسه با چین احتمالا تفاوت در مرگ بین ۲ کشور (میزان مرگ بالا در کشور ایتالیا) را توجیه می کند (۷). از طرفی، طبق یافته های مطالعه Gao و همکاران چاقی به عنوان یکی از عوامل خطر ابتلا به COVID-19 معرفی شد. توصیه مهم در پیشگیری از ابتلا به COVID-19 بویژه در افراد دارای اضافه وزن و مبتلا به بیماری چاقی، کاهش وزن با روش های غیردارویی است (۸).

در سال های اخیر، متخصصین حوزه سلامت از «شاخص توده بدن» (Body Mass Index) برای تعیین ویژگی های فیزیکی بدن استفاده می کنند که عبارت است از نسبت وزن بدن (به کیلوگرم) بر مجذور قد (به متر). ارزیابی شاخص توده بدن یکی از بهترین و رایجترین شاخص ها در پیش بینی ابتلا به چاقی و بیماری های مرتبط با چاقی است زیرا از طرفی تحت تاثیر متغیرهایی مانند سن، جنس، شیوه زندگی و برنامه غذایی افراد بوده و از طرفی با بیماری های مرتبط با چاقی بویژه بیماری های تنفسی همبستگی بالایی دارد. به عنوان مثال Chang Tu و همکاران در مطالعه خود گزارش کردند که شاخص توده بدنی بالا خطر بستری شدن در بیمارستان، بیماری شدید و تهویه مکانیکی تهاجمی را در COVID-19 افزایش می دهد. لذا به پزشکان توصیه شد که به منظور شناسایی بیماران بحرانی، شاخص توده بدنی به طور ویژه مورد توجه قرار گیرد (۹).

شاخص دیگری که در ارزیابی ترکیب بدن مورد استفاده قرار گرفته و اهمیت بالایی در تشخیص دقیق چاقی و نیز پیش بینی ابتلا به چاقی و بیماری های مرتبط با آن دارد، نسبت دور کمر به محیط لگن (waist- hip ratio) می باشد (۱۰). این ارزیابی به عنوان نشانه مناسبی در ارتباط با بیماری های وابسته به توزیع چربی اضافی معرفی شده و رابطه معناداری بین چربی بالاتنه و شکم و خطر بیماری و مرگ ناشی از آن وجود دارد (۱۱). اهمیت این شاخص به علت ارتباط بسیار بالایی است که با چربی امعاء واحشای داخلی دارد و به نظر می رسد شاخص مورد قبولی برای چربی داخل شکمی باشد. به طور متوسط نسبت دور کمر به محیط لگن در زنان بالغ کمتر از مردان است، زیرا همواره با بلوغ جنسی، به علت افزایش عرض لگن و تجمع بیشتر چربی در ناحیه لگن و تغییر کمتر در ناحیه کمر، محیط لگن نسبت به محیط کمر افزایش بیشتری دارد (۱۲). علاوه بر موارد فوق، یکی دیگر از راه های تعیین چگونگی ترکیب بدن، اندازه گیری درصد چربی بدن (percentage of body fat)، کاهش فعالیت بدنی با افزایش کالری دریافتی باعث افزایش درصد چربی بدن می گردد که خود از عوامل خطرزای قلبی-عروقی محسوب می شود (۱۳).

فعالیت جسمانی یک راهکار قوی غیر دارویی در برابر

چاقی و بیماری‌های مرتبط با چاقی بویژه در افراد غیرفعال جامعه امروزی است (۱۴). بنابر برخی شواهد علمی، فعالیت ورزشی منظم باعث جلوگیری از چاقی می‌شود، در حالی که رفتار کم تحرک باعث پیشرفت آن می‌گردد (۱۵). از این رو در برخی مطالعات، پیشنهاد شده است که تمرین ورزشی در درمان چاقی استفاده شود. برای مثال Verheggen و همکاران با مرور ۸۷ مقاله پیشنهاد کردند که تمرین هوازی بدون محدودیت کالری دریافتی موجب کاهش چربی احشایی (بیش از ۳۰ سانتی‌متر مربع) و بهبود عوامل خطر می شود (۱۶). همچنین Pattyn و همکاران در یک مقاله فراتحلیلی گزارش کردند که ورزش منظم به صورت هوازی و مداوم بر بیشتر عوامل خطرزای قلبی عروقی اثر مثبت داشته و اجرای تمرینات ورزشی و داشتن یک سبک زندگی فعال و دوری از زندگی کم تحرک ماشینی می تواند در بهبود چاقی و کاهش آثار چاقی در جامعه اثرگذار باشد (۱۷). در اکثر مطالعاتی که در دهه گذشته در رابطه با چاقی و تمرینات ورزشی صورت گرفته، از تمرینات هوازی به عنوان یک برنامه تمرینی ثابت با شیوه ها و شدت های مختلف استفاده شده است. لیکن در سال های اخیر، اهمیت استفاده از «تمرین تناوبی با شدت بالا» (high intensity interval training) در کسب نتایج مطلوب بویژه برای ورزشکاران رشته های توانی که در پی کسب حداکثر توان و قدرت هستند، مستند شده است (۱۸). در این زمینه مطالعات بیشتر بر آثار مطلوب اجرای تمرینات پلایومتریک در توسعه رکوردهای ورزشی در رشته های توانی تاکید دارند. تمرین پلایومتریک در اصطلاح به معنای اندازه بزرگتر بوده و یک روش تمرینی است جهت افزایش توانایی فرد در ترکیب سرعت و قدرت و رسیدن به اوج توان است.

تمرین پلایومتریک پرکاربردترین روش تمرین تمرین تناوبی با شدت بالا است که به منظور رسیدن به حداکثر توان انفجاری در کوتاهترین زمان ممکن طرح ریزی و اجرا می شود (۱۹). Behrens و همکاران در مطالعه خود نشان دادند که اجرای تمرینات پلایومتریک موجب بهبود قدرت عضله در انقباضات هم طول (isometric)، درونگرا (concentric) و برونگرا (eccentric) خواهد شد (۱۹).

با وجود اثبات اهمیت استفاده از تمرین پلایومتریک در آماده سازی ورزشکاران و آثار اجرای این شیوه تمرینی در بهبود عملکرد ورزشکاران رشته های توانی، آثار اجرای این نوع تمرینات در حوزه سلامت ناشناخته مانده است. هر چند نتایج برخی از مطالعات که اخیرا به بررسی آثار اجرای تمرین به شیوه تمرین تناوبی با شدت بالا و خاصه تمرین پلایومتریک در حوزه سلامت پرداخته اند (۲۰-۲۲) نشان می دهد که اجرای تمرین پلایومتریک می تواند موجب بهبود مقاومت انسولینی، بهبود نشانگرهای زیستی بیماری های قلبی عروقی و افزایش توده عضلانی شود. باید توجه داشت که مطالعات صورت گرفته در این زمینه محدود بوده و لذا بررسی آثار تمرین پلایومتریک بر عوامل آمادگی جسمانی مرتبط با تندرستی و نیز عوامل تهدید کننده سلامت مانند چاقی ضروری می باشد. لذا باید توجه داشت که در طراحی و اجرای برنامه های تمرین پلایومتریک به منظور کسب بهترین دستاورد، سوال اساسی در مورد شدت (intensity)، مدت (duration)، تکرار تمرین (repetition) و فواصل استراحت (rest intervals) وجود دارد. هم چنین ماندگاری دستاوردهای تمرین پلایومتریک در دوره بی تمرینی هنوز به طور دقیق مشخص نیست. لذا مطالعه حاضر با هدف تعیین اثر بی تمرینی متعاقب تمرینات پلایومتریک بر شاخص های چاقی و عوامل آمادگی جسمانی دانشجویان مذکر انجام شد.

روش کار

روش مطالعه حاضر نیمه تجربی بوده و به روش پیش آزمون، پس آزمون با یک گروه مداخله و یک گروه کنترل اجرا شد. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه البرز بود که از بین آن ها ۲۰ دانشجوی مرد به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و در ۲ گروه تمرین پلایومتریک ۱۰ تن و گروه کنترل ۱۰ تن تحت بررسی قرار گرفتند. اختصاص آزمودنی ها در ۲ گروه تمرینی بر اساس شاخص توده بدن آزمودنی ها به شرح ذیل صورت گرفت. ابتدا آزمودنی‌ها بر اساس شاخص توده بدن رتبه بندی شدند و بر اساس عدد شاخص توده بدن (از بیشتر به کمتر) رتبه بندی شدند و سپس به منظور همگن بودن توزیع نمونه در گروه‌ها، آزمودنی که رتبه ۱ را کسب کرده بود در گروه مداخله و آزمودنی‌های رتبه ۲ و ۳ در گروه کنترل قرار گرفتند و این کار با تخصیص آزمودنی‌های رتبه ۴و۵ به گروه مداخله و رتبه ۷و۶ به گروه کنترل و الی آخر قرار ادامه یافت تا نهایتا رتبه های ۱۹و۱۸ به گروه کنترل و رتبه ۲۰ به گروه مداخله اختصاص یافت. معیار ورود به این پژوهش به شرح ذیل بود: نداشتن سابقه

آسیب در اندام تحتانی طی یک سال گذشته، عدم سابقه بستری در بیمارستان طی یک سال گذشته، عدم مصرف دارو و مواد مخدر در زمان پژوهش، عدم سابقه بیماری قلبی و عروقی و نیز عدم وجود ناهنجاری اسکلتی به صورتی که مانع اجرای حرکات پرش- فرود (بر اساس خوداظهاری آزمودنی مشخص گردید) باشد. معیار خروج به شرح ذیل بود: دانشجویانی که در زمان مطالعه مشغول فعالیت ورزشی حرفه ای بودند، غیبت ۲ جلسه متوالی یا ۴جلسه غیر متوالی در تمرین، آسیب دیدگی آزمودنی و عدم توان اجرای تمرین پلایومتریک به صورت صحیح منجر به حذف آزمودنی از این پژوهش می گردید.

گردآوری داده ها با ابزار های زیر انجام گرفت.

پرسشنامه جمعیت شناختی شامل سن، وزن، قد و شاخص توده بدن بود.

ترازوی «دیجیتال پرسونال اسکیل» مدل ۱۸۰ کیلوگرمی (Digital Personal Scale- 180 kg) ساخت کشور چین (مدل کالیبره خودکار) بود.

قدسنج دیجیتال ایستاده استاندارد سکا مدل ۲۶۴ (264-Seca Digital Height Gauge) ساخت کشور چین (مدل کالیبره خودکار) بود.

درصد چربی بدن، نسبت دور کمر به لگن و شاخص توده بدن به عنوان شاخص های چاقی و توان هوازی و توان بی هوازی دانشجویان به عنوان عوامل آمادگی جسمانی در این مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت.

«کالیپر چین پوستی هارپندن» (Harpenden Skinfold Fat Caliper) ساخت شرکت BATY کشور انگلیس است. ثبات ابزار فوق توسط Brian با روش آزمون مجدد با فاصله ۷۲ ساعت و بر روی ۱۰ تن از آزمودنی های رده سنی جوانان در بریتانیا با گزارش همبستگی بیشتر از ۰/۷۰ تایید شده است (۲۳). در ایران نیز مازنی و همکاران پایایی این آزمون را با روش آزمون مجدد ۰/۸۰ گزارش کردند (۲۴).

متر نواری استاندارد BM40 (ساخت شرکت Stabila Architect آلمان) جهت اندازه گیری دور کمر انتخاب شد.

«آزمون استراند» (Astrand Test) برای کسب اطلاعات مربوط به توان هوازی، بکار گرفته شد. ثبات ابزار فوق توسط Brian با روش آزمون مجدد با فاصله ۷۲ ساعت و بر روی ۱۵ تن از آزمودنی های رده سنی جوانان در بریتانیا با گزارش همبستگی بیشتر از ۰/۷۰ تایید شده است (۲۳). در ایران نیز مازنی و همکاران پایایی این آزمون را با روش آزمون مجدد ۰/۹۱ گزارش کردند (۲۴).

«آزمون پرش سارجنت» (Sergeant Jump Test)، که به منظور ثبت ارتفاع پرش آزمودنی ها کاربرد دارد و «فرمول لوئیز» (Lewis Formula) برای ثبت توان بی هوازی است. نمودار لوئیز دارای سه ستون است که در ستون اول مسافت یا ارتفاع پرش درجه بندی شده است. ستون دوم مربوط به وزن بدن است و ستون سوم که در وسط دو ستون رکودر پرش و وزن بدن قرار می گیرد ستون توان بی هوازی است. ثبات این روش توسط Brian (۲۳) با روش آزمون مجدد با فاصله ۷۲ ساعت و بر روی ۱۰ تن از آزمودنی های رده سنی جوانان در بریتانیا با گزارش همبستگی بیشتر از ۰/۷۰ تایید شده است. در ایران نیز مازنی و همکاران پایایی این آزمون را با روش آزمون مجدد ۰/۸۲ گزارش کردند (۲۴).

برای جمع آوری دادها، ابتدا گروه تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران عنوان را تایید و سپس مجوز اخلاق از پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی دریافت شد. قبل از کسب داده های اولیه و شروع اجرای تمرینات، فرم رضایت آگاهانه شرکت در پژوهش (برگرفته از سایت دانشگاه علوم پزشکی ایران به آدرس Iums.ac.ir) از آزمودنی ها اخذ شده و به آن ها در مورد محرمانه بودن اطلاعات شخصی هر آزمودنی و انتشار یافته های طرح بدون ذکر نام و مشخصات آزمودنی ها اطمینان داده شد. همچنین اعلام شد که هر آزمودنی در هر یک از مراحل انجام طرح می تواند از ادامه انجام آزمایش ها و تمرینات خودداری کند. سپس داده های مربوط به پیش آزمون به شرح ذیل ثبت شد.

ابتدا قد و وزن آزمودنی ها به ترتیب با استفاده از قدسنج دیجیتال ایستاده و ترازوی دیجیتال پرسونال اسکیل ثبت شد. سپس وزن هر آزمودنی به کیلوگرم بر توان دوم قد به متر تقسیم و عدد بدست آمده به عنوان شاخص توده بدن آزمودنی ها ثبت گردید (۲۳، ۲۴).

ارزیابی ترکیب بدن آزمودنی ها با استفاده از درصد چربی بدن ارزیابی و ثبت شد. برای اندازه گیری درصد چربی بدن آزمودنی ها مطابق با «آزمون چین پوستی جکسون و پولاک» (Jackson and Pollock Skinfold Test) ابتدا لایه چربی زیر پوستی مناطق سینه (بر روی خط سینه و در سمت راست)، شکم (نزدیک ناف و در سمت راست) و جلوی ران (پای راست و ناحیه یک دوم طول استخوان ران) با استفاده کالیپر اندازه گیری و به میلیمتر ثبت شد. سپس با

استفاده از خط کش ساده بر روی نرم موجود سن آزمودنی ها در یک طرف نرم به مجموع چربی ۳ نقطه آزمودنی در طرف دیگر وصل شده و عدد مربوطه به عنوان درصد چربی آزمودنی ثبت شد (۲۳، ۲۴). برای ارزیابی نسبت دور کمر به محیط لگن ابتدا با استفاده از متر نواری دور کمر (دقیقا بالای ناف آزمودنی) و سپس بزرگترین قسمت باسن (دقیقا جایی که استخوان لگن وجود دارد) را اندازه گیری کرده و با تقسیم عدد دور کمر بر روی عدد دور لگن، عدد به دست آمده به عنوان شاخص دور کمر به محیط لگن ثبت شد (۲۳، ۲۴). برای ثبت توان بی هوازی با استفاده از «آزمون پرش سارجنت» ابتدا میزان دستیابی در حرکت پرش سارجنت اندازه گیری شد و سپس با در نظر گرفتن میزان پرش عمودی و جرم بدن آزمودنی ها و قرار دادن اعداد مربوطه برای هر آزمودنی در «نمودار لوئیز»، توان بی هوازی بر اساس وزن و میزان پرش آزمودنی ها، محاسبه و ثبت شد (۲۳، ۲۴).

توان هوازی آزمودنی ها با استفاده از «آزمون استراند» و به شرح ذیل ارزیابی شد. آزمودنی به مدت ۶ دقیقه با یک بار کاری ثابت با سرعت ۵۰ دور در دقیقه رکاب میزد. ضربان قلب در پایان ۵۶ دقیقه اندازه گیری و ثبت شد. بار کاری بر حسب کیلوگرم متر بر دقیقه و متوسط ۲ ضربان قلب بر روی نموگرام استاندارد مشخص شده و بر اساس فرمول، مقدار خام در عامل تصحیح سن ضرب شده و سپس به میلیمتر در دقیقه در کیلوگرم به عنوان توان هوازی آزمودنی ثبت شد.

سپس آزمودنی های گروه مداخله، تمرینات پلایومتریک را به شرح ذیل اجرا کرده و گروه کنترل در طی این مدت (۶ هفته) بدون هیچ تغییر خاصی در سبک زندگی خود به فعالیت های روزانه مشابه با دوره قبل از تمرین پرداختند. پروتکل تمرین پلایومتریک بر اساس مطالعه Keitaro و همکاران طراحی شد (۲۵). طول دوره تمرین ۶ هفته و شامل ۳ و ۴ جلسه در هفته به طور یک روز در میان (به منظور رعایت استراحت ۲۴ ساعت بین همه جلسات تمرینی) با دامنه مدت تمرینی ۹۰ تا ۱۱۰ تماس پا با زمین برای هر جلسه بود. برنامه تمرین شامل ۵ حرکت پلایومتریک به شرح ذیل بود و آزمودنی ها هر یک از آن ها را به مدت ۶۰ ثانیه انجام دادند. ۱: پرش جفت به سمت جلو از روی مانع، ۲: پرش جفت به سمت پهلو ها از روی مانع، ۳: پرش لی تک پا به سمت جلو از روی مانع با استفاده از پای برتر، ۴: پرش لی تک پا به سمت پهلو از روی مانع با استفاده از پای برتر و ۵: پرش جفت پا از روی مانع به سمت جلو و عقب به صورت زیگزاگ. بین هر حرکت ۶۰ ثانیه استراحت در نظر گرفته شد. آزمودنی ها در هر جلسه تمرینی پس از اتمام یک دور کامل ۵ حرکت، دور بعدی را مطابق دور اول اجرا کردند و پس از اتمام دور دوم تمرینات به پایان رسید (۲۵). پس از دوره تمرین داده های مربوط به مرحله آزمون ثبت شد.

دوره بی تمرینی برای پایش (monitoring) تغییرات دستاوردهای گروه تمرین پلایومتریک مطابق با مطالعات قبلی، ۶هفته در نظر گرفته شد. در این مدت از آزمودنی های گروه تمرین پلایومتریک خواسته شد مطابق با دوره قبل از شروع تمرینات به زندگی عادی برگشته و به فعالیت های روزانه خود بدون هیچ تمرین ورزشی منظم و هدفمند ادامه دهند. پس از اتمام دوره بی تمرینی (۶ هفته) مجددا در شرایط مشابه با مراحل پیش آزمون و آزمون، داده های مربوط به هر ۲ گروه کنترل و مداخله ارزیابی و ثبت شد. برای دسته‌بندی اطلاعات و رسم نمودارها و جداول از آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار استفاده شد. برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها از آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف و برای تعیین همگنی واریانس داده ها از آزمون کرویت موخلی استفاده شد. و پس از مشخص شدن طبیعی بودن توزیع داده ها، برای بررسی تغییرات درون‌گروهی متغیرها در زمان‌های پیش آزمون، آزمون و پس آزمون از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و برای مقایسه بین گروهی از آزمون واریانس یک طرفه استفاده شد. کلیه آزمون‌ها توسط اس پی اس اس نسخه ۲۳ و در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شدند.

یافته ها

مشخصات فردی آزمودنی ها شامل سن، وزن، قد و شاخص توده بدنی در ۲ گروه تمرین و کنترل در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد ویژگی های فردی آزمودنی ها به تفکیک ۲ گروه (پیش آزمون)

متغیر	گروه	سن (سال)	وزن (kg)	قد (cm)	شاخص توده بدنی (kg/m^2)
	تمرین	۲۲/۳۴ ± ۱/۸۵	۷۳/۴۹ ±۴/۷۷	۱۷۶/۲۵ ± ۵/۷۶	۲۳/۰۱ ± ۱/۶۸
	کنترل	۲۲/۴۲ ± ۱/۶۳	۷۱/۵۸ ± ۶/۰۸	۱۷۵/۷۳ ± ۶/۷۹	۲۲/۸۷ ± ۲/۰۸
	t	۱/۲۷	۱/۸۲۵	۰/۶۶۶	۰/۴۲۷
	P	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۰۹

همچنین با استفاده از آزمون t همبسته مشخص شد که هیچ تفاوت معناداری بین داده های پیش و پس آزمون داده های مربوط به آزمودنی های گروه کنترل وجود ندارد (P>۰/۰۵) (جدول ۲).

برای تحلیل معنادار بودن اثر تمرینات پلایومتریک بر روی عوامل تحت بررسی در مطالعه حاضر از آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری و آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. قبل از استفاده از این آزمون نتیجه کرویت موخلی (Mauchly's Sphericity Test) تعیین همگنی واریانس و کوواریانس بین زمان های مختلف اندازه گیری را تایید کرد (P>۰/۰۵ و F=۶/۶۵). نتایج آزمون یاد شده در گروه تمرین پلایومتریک نشان دهنده وجود تفاوت معنا دار در متغیر زمان بود به این شرح که بین داده های مربوط به پیش آزمون، آزمون و پس آزمون تفاوت معناداری وجود داشت. استفاده از آزمون بنفرونی برای تعیین ریشه تفاوت و محل وجود اختلاف معنادار بین داده های گروه تمرین پلایومتریک در ۳ زمان اندازه گیری نشان داد که در همه عوامل ارزیابی شده در این مطالعه (توان بی هوازی، نسبت دور کمر به لگن، درصد چربی بدن، توان هوازی و شاخص توده بدن) بین داده های ثبت شده در مرحله آزمون با مراحل پیش و پس آزمون اختلاف معناداری وجود دارد. لیکن بین داده های ثبت شده در مرحله پیش آزمون و پس آزمون (پس از دوره بی تمرینی) هیچ گونه اختلاف معناداری مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۲: نتایج آزمون مربوط به پیش آزمون، آزمون و پس آزمون در ۲ گروه تمرین و کنترل

متغیر	زمان / گروه	پیش آزمون	آزمون (پس از تمرین)	پس آزمون (پس از بی تمرینی)	F	P
شاخص توده بدن	گروه تمرین	۲۳/۰۱ ± ۱/۶۸	۲۰/۰۸ ± ۱/۹۳ *	۲۲/۰۳ ± ۱/ ۵۵ †	۱۲/۶۸	۰/۰۰۱
	گروه کنترل	۲۲/۸۷ ± ۲/۰۸	۲۳/۰۱ ± ۳/۱۱ ‡	۲۳/۱۱ ± ۱/۰۲	۲/۸۴	۰/۱۴۱
نسبت دور کمر به لگن	گروه تمرین	۰/۹۱ ± ۰/۱۳	۰/۸۴ ± ۰/۱۷ *	۰/۸۹ ± ۰/۱۸ †	۹/۷۵	۰/۰۰۱
	گروه کنترل	۰/۹۳ ± ۰/۰۹	۲۳/۰۱ ± ۳/۱۱ ‡	۲۲/۸۹ ± ۳/۲۷	۳/۱۶	۰/۰۶۵۷
درصد چربی بدن	گروه تمرین	۱۴/۵۴ ± ۲/۱۸	۱۱/۴۹ ± ۲/۷۵ *	۱۳/۵۸ ± ۲/۰۲ †	۱۴/۶۸	۰/۰۰۱
	گروه کنترل	۱۴/۶۳ ± ۲/۹۵	۲۳/۰۱ ± ۳/۱۱ ‡	۲۳/۰۱ ± ۳/۱۱	۱/۶۷	۰/۱۲۳
توان هوازی	گروه تمرین	۳۴/۶۷ ± ۲/۴۳	۳۹/۵۸ ± ۲/۴۹ *	۳۵/۷۶ ± ۳/۷۵ †	۸/۳۱	۰/۰۰۲
	گروه کنترل	۳۵/۱۴ ± ۴/۸۴	۲۳/۰۱ ± ۳/۱۱ ‡	۲۳/۰۱ ± ۳/۱۱	۰/۷۷۴	۰/۰۹۴
توان بی هوازی	گروه تمرین	۱۰۴/۲۳ ± ۸/۰۷	۱۳۲/۲۵ ± ۶/۴۹ *	۱۰۸/۳۸ ± ۸/۷۶ †	۱۰/۵۵	۰/۰۰۱
	گروه کنترل	۱۰۰/۷۲ ± ۹/۳۷	۲۳/۰۱ ± ۳/۱۱ ‡	۲۳/۰۱ ± ۳/۱۱	۱/۶۶۶	۰/۰۵۸

*: نشانه اختلاف معنادار بین داده های آزمون و پس آزمون با پیش آزمون
†: نشانه اختلاف معنادار بین داده های آزمون و پس آزمون
‡: نشانه اختلاف معنادار بین دو گروه

همانطور که در جدول ۲ قابل مشاهده است اجرای تمرینات پلایومتریک به مدت ۶ هفته علاوه بر این که افزایش معنی دار توان هوازی و توان بی هوازی آزمودنی ها را به دنبال داشته، موجب کاهش معنادار عوامل شاخص توده بدن، نسبت دور کمر به لگن و درصد چربی بدن آزمودنی ها شده است که نشان دهنده بهبود نیمرخ

چاقی عمومی آزمودنی ها پس از اجرای یک دوره تمرین پلایومتریک می باشد. لیکن با مقایسه داده های کسب شده در زمان پس از ۶ هفته بی تمرینی مشاهده می شود که دستاوردهای ناشی از اجرای تمرینات پلایومتریک و تغییرات مثبت ایجاد شده در اثر بی تمرین تا حد زیادی به حالت قبل از تمرین برگشته است. با وجود اختلاف جزئی بین داده های پیش آزمون و پس از بی تمرینی، اختلاف مشاهده شده در هیچ یک از عوامل های تحت بررسی معنادار نبوده و دلالت بر اصل برگشت پذیری دستاوردهای تمرینی دارد.

بحث

مطالعه حاضر با هدف تعیین اثر بی تمرینی متعاقب تمرینات پلایومتریک بر شاخص های چاقی و عوامل آمادگی جسمانی دانشجویان مذکر انجام شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اجرای تمرینات پلایومتریک منجر به تغییرات معنا دار توان بی هوازی آزمودنی ها می شود. در خصوص تاثیر مثبت اجرای تمرینات پلایومتریک بر توان بی هوازی، یافته های مطالعه با مستندات مطالعات قبلی از جمله Anitha و همکاران که بهبود معنادار توان بی هوازی بازیکنان والیبال پس از اجرای تمرینات پلایومتریک و ایستگاهی را گزارش کرده بودند، هم استا می باشد (۲۶). در خصوص بهبود توان بی هوازی آزمودنی ها پس از اجرای تمرینات پلایومتریک می توان به اجرای پرش های متوالی در خلال این نوع تمرینات و استفاده از سیستم بی هوازی برای بازتولید (turn over) آدنوزین تری فسفات اشاره کرد که نهایتا منجر به بهبود توان بی هوازی آزمودنی ها خواهد شد. همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد توان هوازی آزمودنی ها پس از اجرای تمرینات پلایومتریک افزایش معنا داری دارد. بهبود توان هوازی آزمودنی ها که پس از اجرای تمرینات پلایومتریک در مطالعه حاضر با یافته برخی از مطالعات از جمله Corte de Araujo و همکاران (۲۷) همسو بوده ولی با یافته های برخی از پژوهش ها مثل Tahsin & Onder (۲۸) همخوانی ندارد. عدم توافق یافته های مطالعه حاضر با مطالعاتی که عدم بهبود توان هوازی پس از اجرای تمرینات پلایومتریک را گزارش کرده بودند، احتمالا به شیوه اجرای تمرین پلایومتریک و میزان استراحت بین ست های تمرینی و نیز تا حدی به نوع آزمودنی مربوط می شود. به عنوان مثال در مطالعه Tahsin & Onder (۲۸) استراحت بین اجرای حرکات انفجاری پلایومتریک کمتر از مطالعه حاضر بوده و آزمودنی برای بازتولید آدنوزین تری فسفات مورد نیاز در اجرای حرکت بعدی به سیستم بی هوازی متکی شده و فشار لازم برای کسب سازگاری در سیستم هوازی ایجاد نشده است (۲۸). همچنین در اکثر مطالعات قبلی که تمرینات پلایومتریک به عنوان شیوه تمرینی مورد بررسی قرار گرفته، از آزمودنی هایی استفاده کرده اند که سابقه ورزش حرفه ای را داشتند، لذا احتمال می رود که آزمودنی های این مطالعات بالاترین میزان توان هوازی را قبل از شروع تمرینات پلایومتریک کسب کرده باشند و نهایتا اجرای تمرینات پلایومتریک بهبود توان هوازی را موجب نشده است (۲۹).

یافته دیگر مطالعه حاضر نشان داد که اجرای تمرینات پلایومتریک موجب کاهش معنا دار شاخص توده بدن شد است. در این خصوص یافته های حاضر با یافته های Racil و همکاران (۳۰) که کاهش شاخص توده بدن پس از اجرای تمرینات پلایومتریک را گزارش کرده بودند، در توافق بوده ولی با یافته های Tahsin & Onder (۲۸) که هیچ گونه تغییری در شاخص توده بدن مشاهده نکرد، در تناقض است. عدم همخوانی نتایج مطالعه حاضر با برخی از مطالعات قبلی از جمله Tahsin & Onder (۲۸) را می توان به شدت اجرای تمرینات پلایومتریک و نیز میزان استراحت در تناوب بین حرکات پلایومتریک نسبت داد.

یافته دیگر مطالعه حاضر نشان داد اجرای تمرینات پلایومتریک موجب کاهش معنا دار درصد چربی بدن شده است. در این خصوص یافته های حاضر با نتایج مطالعه Racil و همکاران (۳۰) که کاهش درصد چربی پس از اجرای تمرینات پلایومتریک را گزارش کرده بودند، در توافق بوده ولی با یافته های Tahsin & Onder (۲۸) و Hay و همکاران (۳۱) که عدم تغییر معنا دار درصد چربی بدن پس از اجرای تمرینات پلایومتریک را گزارش کرده بودند، در تناقض است. در خصوص عدم همخوانی نتایج مطالعه حاضر با برخی از مطالعات قبلی از جمله Tahsin & Onder (۲۸) و Hay و همکاران (۳۱) می توان به تفاوت شدت برنامه تمرین پلایومتریک طراحی شده برای هر مطالعه استناد کرد. به این ترتیب احتمال می رود در فرآیند بازسازی ادنوزین تری فسفات (ATP) در مطالعات قبلی مشارکت سیستم هوازی لیپولیز بیشتر از مطالعه حاضر بوده که مشارکت بالای سیستم بی هوازی بی لاکتیک را سبب شد.

بعلاوه، جرای تمرینات پلایومتریک در مطالعه حاضر موجب

کاهش معنادار نسبت دور کمر به محیط لگن شد. در این خصوص یافته های حاضر با یافته های Stephanie و همکاران (۳۲) در یک مقاله مروری که تاثیر تمرینات با شدت بالا از جمله تمرین پلایوتریک را در کاهش نسبت دور کمر به محیط لگن گزارش کرده بودند، در توافق می باشد. از نظر برخی پژوهشگران مانند Tahsin & Onder (۲۸) تمرینات پلایومتریک صرفا برای بهبود قدرت عضلات، توان انفجاری اندام تحتانی، سرعت، چابکی و توان بی هوازی طراحی شده و به همین منظور در طراحی برنامه تمرینی پلایومتریک میزان استراحت بین تناوب حرکات را به حدی کاهش دادند که تنها سیستم های فسفاژن و بی هوازی با لاکتیک تحت تنش تمرین قرار گرفته و نهایتا سازگاری فاکتورهای فیزیولوژیکی مرتبط با عملکرد در ورزش های توانی را موجب شود. از دید این پژوهشگران با افزایش میزان استراحت بین تناوب حرکات با هدف ایجاد سازگاری در فسفریلاسیون هوازی، ماهیت تمرین پلایومتریک دچار اشکال جدی خواهد شد. لیکن، به عقیده Francois و همکاران (۳۳) برای استفاده از چربی زیر پوستی در خلال تمرین ورزشی به عنوان سوبسترای مورد نیاز عضله برای بازتولید آدنوزین تری فسفات اجرای تمرینات هوازی مداوم از شدت کافی برخوردار نیست. زیرا به عقیده آن ها برای تحریک سیستم لیپولیز و افزایش اسیدهای چرب آزاد (Free Fatty Acyl) درون خون و استفاده از آن به عنوان سوخت مورد نیاز در عضله به تغییرات هورمونی از قبیل افزایش قابل توجه کاتکولامین ها (اپی و نوراپی نفرین)، افزایش میزان گلوکاگون و کاهش چشمگیر انسولین نیاز می باشد. که در تمرینات هوازی تداومی با شدت متوسط و پایین، این تغییرات هورمونی حاصل نخواهد شد (۳۲). لذا برای تحریک شروع فرآیند لیپولیز بویژه در بافت آدیپوز (چربی زیر پوستی) فشار و تنش ناشی از تمرینات شدید مانند تمرینات پلایومتریک ضروری می نماید. همچنین به عقیده Francois و همکاران علاوه بر تغییرات هورمونی ناشی از تمرینات شدید، هزینه انرژی قابل توجه در این نوع تمرینات می باشد که سیستم متابولیکی و دستگاه های بازتولید آدنوزین تری فسفات را مجاب به تحریک لیپولیز و استفاده از اسیدهای چرب آزاد به عنوان سوبسترا خواهد کرد (۳۳). لذا، باید توجه داشت که تغییر مولفه های تمرین و ایجاد تعادل در شدت و مدت (duration)، تمرین می تواند موجب دستاوردهای مهم تری شده و با حفظ ماهیت تمرین پلایومتریک، این شیوه تمرینی را از انحصار ورزش های توانی خارج کرده و با هدف سلامتی برای عموم جامعه تجویز کرد.

نتیجه گیری

بر اساس یافته های پژوهش حاضر، تاثیر اجرای تمرینات پلایومتریک بر ظرفیت قلبی تنفسی و همچنین بهبود شاخص های سلامتی مورد تایید قرار گرفت. اجرای تمرینات پلایومتریک در یک دوره زمانی مشابه در مقایسه با تمرینات هوازی دستاوردهای بیشتری برای شرکت کنندگان داشته و از تنوع کافی برخوردار می باشد. لذا اجرای تمرینات پلایومتریک در حوزه سلامت به عنوان یک شیوه تمرینی جایگزین برای تمرینات هوازی تداومی توصیه می شود. محدودیت های پژوهش حاضر شامل اجرای طرح بر روی مردان دانشجو، عدم کنترل حالات روانی آزمودنی ها در زمان ثبت داده ها و انجام تمرینات و استفاده از شیوه تمرینی قدرتی- انفجاری (پلایومتریک) و نیز تعداد آزمودنی در هر گروه (۱۰ تن) بود. لذا تعمیم یافته های پژوهش باید با احتیاط لازم صورت گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از رساله دکتری رشته تربیت بدنی، گرایش فیزیولوژی ورزشی دانشجو حسین رستمخانی به راهنمایی آقای دکتر حجت اله نیک بخت می باشد که در گروه تخصصی تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران به تصویب رسیده و اجرا شد. همچنین کد اخلاق IR.SSRI.REC.1394.136 از پژوهشگاه تربیت بدنی برای اجرای پژوهش اخذ شد.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله حاضر هیچگونه تضاد منافعی گزارش نکردند.

References

1. Serahati S, Hosseinpanah F, Biglarian A, Daneshpour MS, Bakhshi E. [Related factors with obesity in Tehranian households: A cross-sectional study]. Journal of Health Promotion Management. 2013; 2 (2): 50-59. http://jhpm.ir/search.php?sid=1&slc_lang=fa
2. Amirsasan R, Vakili J, Khodaei O. [Comparing effect of High Intensity Interval Training (HIIT) and aerobic continuous training on lipid profile, physiological indicators and aerobic and anaerobic performance in sedentary male]. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2017; 4 (1): 28-36. http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
3. Tajik N, Lotfi Kashani F. [Correlation of eating attitude with emotional cognitive regulation styles, anxiety sensitivity and attachment style in women with obesity]. Journal of Health Promotion Management. 2020; 8 (6): 48-56. http://jhpm.ir/article-1-1055-fa.html&sw
4. Hall K, Ayuketah A, Brychta R, Walter P. Ultra-processed diets cause excess calorie intake and weight gain: an inpatient randomized controlled trial of ad libitum food intake. Cell Metabolism. 2019; 30 (1): 67-77. https://www.cell.com/cell-metabolism/pdf/S1550-4131(19)30248-7 https://doi.org/10.1016/j.cmet.2019.05.008
5. Mongraw-Ch M, Foster M, Anderson C, Burke GL, Haq N, Vaidya D. Metabolically healthy obesity, transition to metabolic syndrome, and cardiovascular risk. Journal of the American College of Cardiology. 2018; 71 (17): 1857-1865. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.02.055
6. Bray GA, Fruhbeck G, Ryan DH, Wilding JP. Management of Obesity, Lancet. 2016; 7 (387): 1947-1956. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00271-3
7. William D, Carlos SB. Obesity and Its Implications for COVID-19 Mortality. Obesity First published. 2020; https://doi.org/10.1002/oby.22818
8. Gao F, Zheng KI, Wang X-B. Obesity is a risk factor for greater COVID-19 severity. Diabetes Care. 2020; 43(7): 72- 74. https://doi.org/10.2337/dc20-0682
9. Chang Tu-H, Chou CC, Chang LY. Effect of obesity and body mass index on coronavirus disease 2019 severity: A systematic review and meta-analysis. Obesity Reviews. 2020; 21 (11): 1-17. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/obr.13089 https://doi.org/10.1111/obr.13089
10. Stern D, Smith LP, Zhang B, Gordon-Larsen P, Popkin BM. Changes in waist circumference relative to body mass index in Chinese adults, 1993-2009. International Journal of Obesity. 2014; 38(12): 1503- 1510. https://www.nature.com/articles/ijo201474 https://doi.org/10.1038/ijo.2014.74
11. Aja_Oga E, Ruth EO. The obesity paradox and heart failure: a systematic review of a decade of evidence. Journal of Obesity. 2016; 20(12): 1-9. Article ID 904024. https://doi.org/10.1155/2016/9040248
12. Dagan Sh, Segev Sh, Novikov I, Dankner R. Waist circumference vs body mass index in association with cardiorespiratory fitness in healthy men and women: A cross sectional analysis of 403 subjects. Nutrition Journal. 2013; 12 (12): 1-8. https://doi.org/10.1186/1475-2891-12-12
13. Lee S, Son YJ, Kim J, Hwang S, Han J, Heo N. Body fat distribution is more predictive of all-cause mortality than overall adiposity. Diabetes Obesity Metabolism. 2018; 20 (3): 141-147. https://doi.org/10.1111/dom.13050
14. DeLany J, Kelley D, Hames K, Jakicic J, Goodpaster B. Effect of physical activity on weight loss, energy expenditure, and energy intake during diet induced weight loss: Effects of physical activity during intervention. Obesity Biology and Integrated Physiology. 2014; 22 (2): 363-370. https://doi.org/10.1002/oby.20525
15. Carson V, Hunter S, Kuzik N, Gray C, Poitras V, Chaput J, Saunders T. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2016; 41 (16): 240-265. https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0630
16. Verheggen RJ, Maessen MF, Green DJ, Hermus AR, Hopman MT, Thijssen, DHJ. The effect of exercise on visceral adipose tissue in overweight adults: A systematic review and meta-analysis. Obesity Reviews. 2016 17 (8): 664-690. https://doi.org/10.1111/obr.12406
17. Pattyn N, Cornelissen VA, Eshghi SR, Vanhees L. The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome: A meta-analysis of controlled trials. Sports Medicine. 2013; 43 (2): 121-133. https://doi.org/10.1007/s40279-012-0003-z
18. Tillaar R, Waade L, Roaas T. Comparison of the effects of 6 weeks of squat training

with a plyometric training programme upon different physical performance tests in adolescent team handball players. Acta Kin Univers Tartu. 2015; 21(1): 75-88. https://doi.org/10.12697/akut.2015.21.07

19. Behrens M, Mau-Moeller A, Mueller K, Heise S, Gube M, Beuster N, Herlyn PKE, Fischer DC, Bruhn S. Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions. Journal of Science and Medicine in Sport. 2016; 19 (2): 170-176. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.01.011
20. James LP, Haff GG, Kelly VG, Connick MJ, Hoffman BW, Beckman EM. The impact of strength level on adaptations to combined weightlifting, plyometric and ballistic training. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2018; 28 (5): 1494-1505. https://europepmc.org/article/med/29281133 https://doi.org/10.1111/sms.13045
21. Delgado F, Latorre R, Jerez M, Felipe CN, Felipe GP. Feasibility of incorporating high-intensity interval training into physical education programs to improve body composition and cardiorespiratory capacity of overweight and obese children: A systematic review. Journal of Exercise Science & Fitness. 2019; 17(2): 35-40. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6353718 https://doi.org/10.1016/j.jesf.2018.11.003
22. 22. Costigan S, Eather N, Plotnikoff R, Taaffe D, Lubans D. Plyometric training for improving health-related fitness in youth: A systematic review and meta-analysis. British Journal of Sports Medicine. 2018; 68 (11)11: 1865-1873. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6179270/
23. Brian M. 101 Performance Evaluation Tests (Text Book). London: Electric Word plc. Jonathan Pye. 2005. https://www.worldcat.org/title/101-performance-evaluation-tests/oclc/216939696.
24. Mazani AA, Mohammadi AA, Shabani M, Hasani A. [The comparison of aerobic and anaerobic power, body mass index and fat distribution percent in athelete and non_athlete studends]. Journal of Practical Studies at Biosciences in Sport. 2014; 2 (3): 82-91. Doi: 10.22077/jpsbs.2014.33.
25. Keitaro K, Tomonobu I, Toshihiro I. Effects of plyometric and isometric training on muscle and tendon stiffness in vivo. Physiological Reports. 2017; 5 (15): 1-13. https://doi.org/10.14814/phy2.13374
26. Anitha J, Kumaravelu P, Lakshmanan C, Govindasamy K. Effect of plyometric training and circuit training on selected physical and physiological variables among male Volleyball players. International Journal of Yoga, Physiotherapy and Physical Education.2018; 3 (4); 26-32. 2018.v3. i4.07 https://doi.org/10.22271/sports
27. Corte de Araujo AC, Roschel H, Picanco A. Similar health benefits of endurance and high-intensity interval training in obese children. PLoS One. 2016; 7 (8): 1036-1047. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042747
28. Tahsin I, Onder D. The effect of the plyometric training program on sportive performance parameters in young soccer players. Turkish Journal of Sport and Exercise. 2018; 20 (2): 184 - 190. http://dergipark.gov.tr/tsed
29. Silva AF, Clemente F, Lima R, Nikolaidis P, Rosemann T, Knechtle B. The effect of Plyometric training in volleyball players: A systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019; 16(16): 1-23. https://doi.org/10.3390/ijerph16162960
30. Racil G, Coquart J, Elmontassar W. Greater effects of high- compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females. Biology Sport. 2016; 33 (2): 145-152. https://doi.org/10.5604/20831862.1198633
31. Hay J, Wittmeier K, MacIntosh A. Physical activity intensity and type 2 diabetes risk in overweight youth: A randomized trial. International Journal of Obesity. 2016, 40 (4): 607-614 https://doi.org/10.1038/ijo.2015.241
32. Stephanie L, Alan R, Bert B, Renae E, Jo V-C, Dimitris V, Jacqueline LW, Kathryn LW, Michalis S. School-based high-intensity interval training programs in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. PLOS ONE. 2022; 17 (5): 1-27. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266427
33. Francois M, Graham M, Parr E. Similar metabolic response to lower-versus upper-body interval exercise or endurance exercise. Metabolism Clinical and Experimental. 2017; 68: 1-10. https://www.metabolismjournal.com/article/S0026-0495(16)30167-6/ https://doi.org/10.1016/j.metabol.2016.11.009