Iranian Journal of Pediatric Nursing (JPEN) Orginal Article

Winter 2022, Volume 8, Issue 2

Effect of an 8-Week Anaerobic Gymnastics Training on Static, Dynamic Balance and Body Composition in Obese and Normal-Weight Children

Saleh V[1], Afroundeh R[2*], Siahkouhian M[3], Asadi A[4]

1- Ph.D. of Sport Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Education and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2- Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Education and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3- Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Education and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
4- Associate Professor of Biology, Faculty of Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Corresponding author: Afroundeh R, Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Education and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Email: afroundeh@gmail.com

Received: 20 April 2021 Accepted: 9 Sep 2021

Abstract

Introduction: Among all the factors that affect human health and success, maintaining balance and paying attention to physiological characteristics and body composition can be very effective in childhood. This study aimed to evaluate and compare the effects of anaerobic gymnastics training (AGT) on static, dynamic balance, physiological indexes, and body composition in obese and normal-weight boys.

Methods: In this semi-experimental study, sixty obese elementary gymnasts age 8-12 years old were randomly divided into four groups ((obese experimental group, n=15), (obese control group, n= 15), (normal weight experimental group, n= 15) and (normal weight control group, n=15)). The experimental groups had 45 minutes of AGT, which was held 3 sessions per week for 8 weeks. Anthropometrical and body composition characteristics, and balance were measured before and after 8 weeks of AGT.

Results: According to the results we found the significant changes ($P<0.05$) following AGE in obese experimental group (weight= -8.09%, p=0.001, body fat% = -12.81, p=0.001, body fat weight = -19.38, p=0.001, Vo2max = +6.62, p=0.03, static balance = +32.69, p=0.001 and dynamic balance = -6.16, p=0.001). Also, in normal-weight experimental group we found the significant change of (Vo2max = +7.49, p=0.01, maximal heart rate = -3.34, p=0.04, static balance = +23.64, p=0.002, and dynamic balance = -9.97, p=0.001). Also comparing the percentage of changes in variables between the four groups, we found that there were significant changes in the variables of weight, p= 0.001, fat percentage p= 0.005, body fat weight p=0.005, static balance p=0.001, and dynamic balance p=0.002.

Conclusions: Static and dynamic balance improved after 8 weeks of AGT in both obese and normal weight children. In addition, the present exercise protocol reduced body weight, improved body composition, and increased maximal oxygen consumption in obese children.

Keywords: Pediatric Obesity, gymnastics, Weight Loss, Postural Balance.

نشریه پرستاری کودکان
مقاله پژوهشی
زمستان ۱۴۰۰، دوره ۸، شماره ۲

تأثیر ۸ هفته تمرینات بی هوازی ژیمناستیک بر تعادل ایستا، پویا و ترکیب بدنی کودکان چاق و با وزن طبیعی

وحید صالح[۱]، رقیه افرونده[۲*]، معرفت سیاهکوهیان[۳]، اسداله اسدی[۴]

۱- دکترای فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲- دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳- استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۴- دانشیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

نویسنده مسئول: رقیه افرونده، دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
ایمیل: afroundeh@gmail.com

تاریخ دریافت : ۱۴۰۰/۱/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۱۸

چکیده

مقدمه: از بین تمامی عواملی که بر سلامتی و موفقیت انسانها تاثیر می گذارد، حفظ تعادل و توجه به ویژگی های فیزیولوژیکی و ترکیب بدنی می تواند در دوران کودکی بسیار تاثیر گذار باشد. هدف از انجام این تحقیق بررسی و مقایسه تأثیر تمرینات بی هوازی ژیمناستیک بر تعادل ایستا و پویا و ترکیب بدنی در پسران چاق و با وزن طبیعی بود.

روش کار : در این تحقیق نیمه تجربی، ۶۰ پسر ۸ تا ۱۲ ساله که در سطح مبتدی ژیمناستیک ثبت نام کرده بودند به طور تصادفی به چهار گروه (تجربی چاق=۱۵ نفر، کنترل چاق= ۱۵ نفر، تجربی وزن طبیعی= ۱۵ نفر، کنترل وزن طبیعی= ۱۵ نفر) تقسیم بندی شدند. گروه های تجربی ۴۵ دقیقه تمرین بی هوازی ژیمناستیک داشتند که ۳ جلسه در هفته به مدت ۸ هفته برگزار شد. ویژگی های فیزیولوژیکی، ترکیب بدنی و تعادل آزمودنی ها قبل و بعد از ۸ هفته تمرین اندازه گیری شدند.

یافته ها: در گروه تجربی چاق بعد از ۸ هفته تمرینات بی هوازی ژیمناستیک تغییرات معناداری در (وزن= ٪ ۸/۰۹- ، P=۰/۰۰۱، درصد چربی بدن= ٪ ۱۲/۸۱- ، P=۰/۰۰۱، وزن چربی بدن= ٪ ۱۹/۳۸- ، P=۰/۰۰۱، حداکثر اکسیژن مصرفی= ٪ ۶/۶۲+، P=۰/۰۳، تعادل ایستا= ٪ ۳۲/۶۹+، P=۰/۰۰۱، تعادل پویا= ٪ ۶/۱۶- ، P=۰/۰۰۱) مشاهده شد. در گروه تجربی وزن طبیعی تغییرات معناداری در (حداکثر اکسیژن مصرفی= ٪ ۷/۴۹+ ، P=۰/۰۱، حداکثر ضربان قلب= ٪ ۳/۳۴- ، P=۰/۰۴، تعادل ایستا= ٪ ۲۳/۶۴+ ، P=۰/۰۰۲ و تعادل پویا= ٪ ۹/۹۷- ، P=۰/۰۰۱) مشاهده شد. همچنین در مقایسه درصد تغییرات متغیرهای وزن P=۰/۰۰۱، درصد چربی بدن P=۰/۰۰۵ ، وزن توده چربی P=۰/۰۰۵، تعادل ایستا P=۰/۰۰۱ و تعادل پویای P=۰/۰۰۲ بدن تفاوت معناداری در بین گروه های تجربی چاق و وزن طبیعی مشاهده شد.

نتیجه گیری: تعادل ایستا و پویا پس از ۸ هفته تمرینات بی هوازی ژیمناستیک در هر دو گروه کودکان چاق و با وزن طبیعی بهبود یافت. پروتکل تمرینی حاضر باعث کاهش وزن و بهبود ترکیب بدن و افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در کودکان چاق شد.

کلیدواژه ها: چاقی کودکان، ژیمناستیک، کاهش وزن، تعادل وضعیتی.

مقدمه

ویژگی ها و ابعاد جسمانی، عوامل اولیه ای هستند که می توانند حرکت، مهارتها و زندگی سالم روزمره ی انسانها را تحت تاثیر قرار دهند؛ به همین دلیل توجه به آثار این عوامل حین ارزیابی های جسمانی و حرکتی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از بین تمامی عواملی که بر سلامتی و موفقیت انسانها تاثیر می گذارد، حفظ تعادل و توجه به ویژگی های فیزیولوژیکی و ترکیب بدنی می تواند در سنین پایین و دوران کودکی بسیار تاثیرگذار باشد (۱). تعادل و ترکیب بدنی همراه با افزایش سن

کودکان رشد می کنند (۱). همچنین دوره سنی کودکی از مهم ترین دوره های سنی برای رشد جسمی و حرکتی کودکان است. علاوه بر رشد حرکتی و فیزیولوژیکی، رفتارهای اجتماعی نیز در این دوره شکل می گیرد (۲). در این دوره سنی، ژیمناستیک می تواند برای حفظ ترکیب بدنی و جلوگیری از چاقی و افزایش تعادل و مهارت های حرکتی پایه بسیار مهم باشد. زیرا ژیمناستیک یک ورزش پایه و مادر است و تمام مهارتهای حرکتی و بنیادی که برای سلامتی و رشد کودکان لازم است را در بر می گیرد. تعادل علاوه بر اینکه برای هر رشته ورزشی مورد نیاز است، حتی در زندگی روزمره هم برای جلوگیری از افتادن ها و آسیب دیدگی لازم و ضروری است (۳).

تعادل را می توان توانایی حفظ یا برگشت مرکز ثقل بدن در محدوده پایداری به کمک سطح اتکا (یعنی کف پا که روی آن تکیه داده شده) با کمترین نوسان یا بیشترین ثبات و بدون افتادن تعریف کرد (۴). حفظ تعادل نیازمند هماهنگی دستگاههای حسی، عصبی و عضلانی اسکلتی است (۵). کنترل وضعیت قامت یا تعادل را می توان به صورت ایستا (توانایی ماندن در یک حالت پایه با کمترین حرکت) و پویا (توانایی اجرای یک کار در حالتی که وضعیت پایدار بماند) دسته بندی کرد (۶). عوامل مختلف نوروفیزیولوژیک و مکانیکی می توانند تعادل را تحت تاثیر قرار دهند. ویژگیهایی مانند؛ وزن، ترکیب بدنی، قدرت عضلات اسکلتی و آمادگی جسمانی می توانند بر تعادل افراد تاثیرگذار باشند (۵، ۶). بنابرای حین ارزیابی تعادل باید فاکتورهای تاثیرگذار بر آن را در نظر گرفت.

امروزه چاقی به بالاترین میزان در سراسر جهان رسیده است. چاقی با اختلالات متابولیکی، قلبی و عروقی، تنفسی و ضعف عضلانی همراه است (۷). چاقی دوران کودکی یک وضعیت پیچیده و چند وجهی است که تحت تأثیر عوامل ارثی و اجتماعی به عنوان نژاد، قومیت و عملکرد بدنی قرار دارد (۷). این کودکان در شرکت در تمرینات بدنی مشکل دارند و تمایل دارند تمریناتی را با هزینه کم انرژی انتخاب کنند (۷). همچنین مطالعات قبلی نشان داده است که آمادگی جسمانی در افراد چاق به طور قابل توجهی پایین تر از افراد با وزن طبیعی است (۸). سطح پایین آمادگی بدنی در افراد چاق می تواند ناشی ازعدم تحرک آنها در مقایسه با افراد با وزن طبیعی باشد (۹).

اگر چه امروزه با استفاده از روش های دارو درمانی می توان تا اندازه ای نارسایی های جسمانی ناشی از چاقی و ضعف تعادل را برطرف کرد، اما به نظر می رسد برای مقابله با این معضل بزرگ و رو به رشد کودکان، باید راهکارهای مطمئن تر و کم هزینه تری پیدا کرد. ورزش و فعالیت های بدنی یک ابزار مفید و قابل اجرا برای پیشگیری و حتی درمان بسیاری از بیماری ها و مشکلات جسمی، روحی و روانی برای انسانها شناخته شده است (۱۰). تاثیر ۶ ماه لرزش کل بدن توسط دستگاه لرزاننده و تمرینات مینی ترامپولین و تردمیل بر کودکان چاق توسط محققان بررسی شدند و مشخص شد که این تمرینات بر تعادل و کاهش وزن کودکان چاق موثر است (۱۱) Nagar و Silawat (۲۰۱۰) مطالعه ای تحت عنوان تاثیر ورزش ژیمناستیک بر تعادل ۶۰ پسر ۷ تا ۹ ساله مدرسه ای انجام دادند. نتیجه گیری چنین بود که تمرینات ژیمناستیک باعث بهبود تعادل و چابکی شدند (۱۲). Kayapnar (۲۰۱۰)، به تاثیر ۳ ماه برنامه تمرینی شامل یکسری حرکات ساده و پایه ای و بازی بر تعادل بچه ها پرداختند. نتایج نشان داد برنامه آموزشی بطور مثبتی بر روی تعادل ایستا و پویا بچه ها تاثیر گذاشت (۱۳). در سال ۲۰۰۸ ، Gunendi و همکاران در تحقیقی به بررسی اثر ۴ هفته تمرین هوازی زیر بیشینه بر تعادل زنان پرداختند. آنها بیان کردند که ۴ هفته برنامه تمرین هوازی زیر بیشینه، تعادل ایستا و پویا در آزمودنی ها را به صورت معنی داری بهبود می بخشد (۱۴).

با توجه به اهمیت رشته ژیمناستیک در سنین کودکی به عنوان یک ورزش پایه و مادر، و تا آنجا که دانش ما اجازه می دهد در گذشته، مطالعه ای یافت نشد که به تاثیر تمرینات بی هوازی ژیمناستیک بر روی تعادل و ترکیب بدنی کودکان چاق و با وزن طبیعی بپردازد، از اینرو هدف از انجام این تحقیق تاثیر ۸ هفته تمرینات بی هوازی ژیمناستیک بر تعادل و ترکیب بدنی کودکان چاق و با وزن طبیعی بود.

روش کار

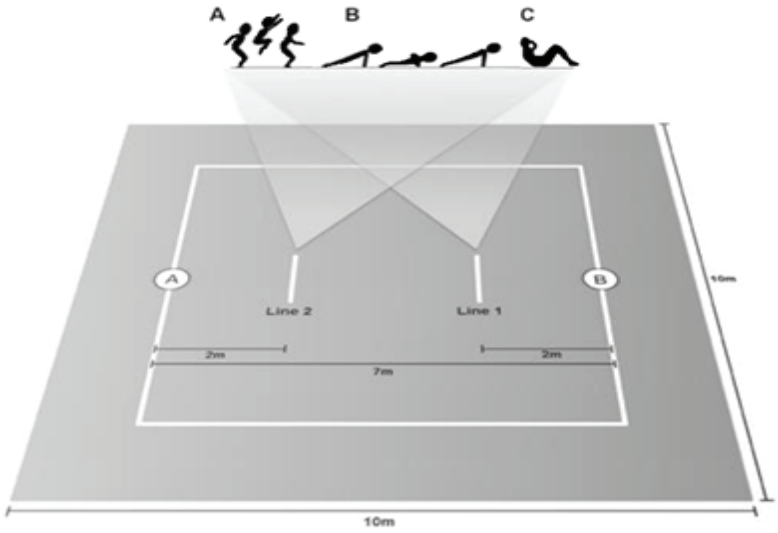
تحقیق حاضر نیمه تجربی و با طرح پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل است. شصت پسر ۸ تا ۱۲ ساله که در سطح مبتدی ژیمناستیک ثبت نام کرده بودند در این مطالعه شرکت کردند و به طور تصادفی ساده به چهار گروه ((گروه تجربی چاق= ۱۵ نفر)، (گروه کنترل چاق= ۱۵ نفر)، (گروه تجربی وزن طبیعی= ۱۵ نفر) و (گروه کنترل وزن طبیعی= ۱۵

نفر)) تقسیم شدند. آزمودنی ها بر اساس معیارهای انجمن ورزش آمریکا و معادله جکسون و پولاک برای اندازه گیری چربی زیر پوستی سه نقطه ای با در نظر گرفتن درصد چربی ۲۶٪ و بالاتر به عنوان گروه چاق و درصد چربی ۶ تا ۱۳٪ به عنوان گروه وزن طبیعی تقسیم بندی شدند (۱۵). معیارهای خروج از تحقیق شامل شواهدی از هرگونه بیماری، دارو درمانی و ناهنجاری های ساختاری بود. پروتکل مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با کد اخلاق (IR.ARUMS.REC.1397.290) و کارآزمایی بالینی ایران به شماره ثبتی (IRCT20190917044807N1) تصویب شد. این مطالعه منطبق با اصول و قواعد بیانیه هلسینکی در سال ۱۹۷۵ (بازبینی شده در سال ۲۰۰۸) می باشد. قبل از شروع تحقیق، همه آزمودنی ها و والدین آنها در مورد روش مطالعه و خطرات احتمالی درگیر مطلع شدند، و والدین و آزمودنی ها نیز فرم رضایت نامه کتبی را امضا کردند.

پروتکل تمرینی

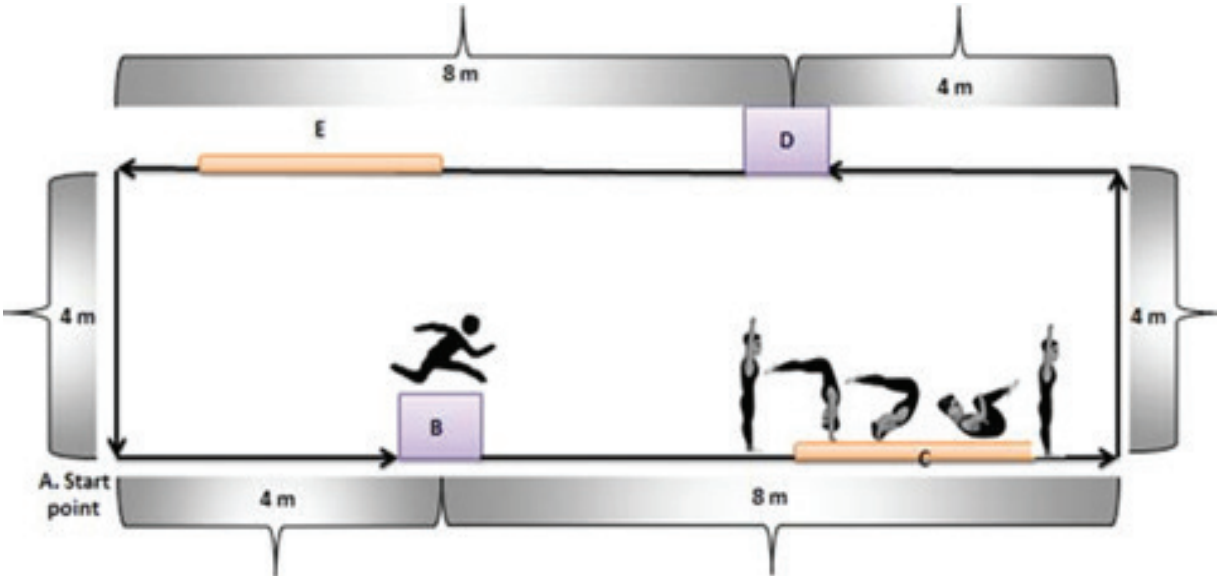
گروه های تجربی تمرینات بی هوازی ژیمناستیک را به مدت ۸ هفته انجام دادند. در حالی که گروه های کنترل در هیچ گونه فعالیت ورزشی مشارکت نداشتند. مراحل اجرایی این تحقیق شامل یک مرحله آشنایی (۳ جلسه برای آشنایی آزمودنی ها با تجهیزات و پروتکل ها)، به دنبال آن پیش آزمون، سپس ۸ هفته تمرینات بی هوازی ژیمناستیک (۳ روز در هفته) و پس آزمون بود. هر جلسه تمرینی ۴۵ دقیقه طول می کشید که شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۳۰ دقیقه تمرین اصلی (تمرینات بی هوازی ژیمناستیک) و ۵ دقیقه سرد کردن به منظور بازگشت به حالت اولیه بود که توسط یک مربی با تجربه هدایت می شدند. در حین گرم کردن، آزمودنی ها یکسری از حرکات سرگرم کننده و جذاب ژیمناستیک مانند (دویدن، حرکات خرگوشی، گربه ای، خرچنگی و کانگورو و ...) را انجام دادند. تمرینات بی هوازی ژیمناستیک شامل ۳۰ ثانیه پرش متوالی، ۳۰ ثانیه پرش عمودی متوالی روی سکو، تمرین بی هوازی مخصوص ایروبیک ژیمناستیک و تمرینات دویدن پرش کردن و غلت جلو زدن بودند (۱۶، ۱۷).

با توجه به نتایج و پیشنهادات مطالعات قبلی ما از تست ۳۰ ثانیه پرش متوالی در این تحقیق استفاده کردیم. زیرا بنظر می رسد که ۳۰ ثانیه پرش متوالی، به عنوان یک تمرین تخصصی و ویژه برای ورزشهایی از قبیل ژیمناستیک، بسکتبال، والیبال و ... که ماهیت تداومی و ادامه دار ندارند، تاثیرگذار باشد (۱۷). از آنجایی که تمرین ۳۰ ثانیه پرش عمودی متوالی روی سکو یک رابطه نزدیکی با تست استاندارد ۳۰ ثانیه وینگیت داشت و انجام دادن این نوع تمرین در تمرینات بدنسازی ژیمناستیک خیلی رایج هست، ما یکی از بخش های اصلی تمرینات بی هوازی ژیمناستیک را تمرین ۳۰ ثانیه پرش عمودی متوالی روی سکو در نظر گرفتیم. تمرین بی هوازی مخصوص ایروبیک ژیمناستیک یکی دیگر از تمریناتی بود که در این تحقیق استفاده شد. ما این پروتکل تمرینی را با توجه به سن، ترکیب بدن و سطح آمادگی آزمودنی ها با کمی تغییرات در مشکلی حرکات استفاده کردیم تا قابلیت اجرایی برای آزمودنی ها را داشته باشد. نسخه تمرین بی هوازی مخصوص ایروبیک ژیمناستیک مورد استفاده در مطالعه حاضر بدین شرح بود که، این آزمون شامل ۲ ست بود. هر ست شامل ۶ تکرار متوالی و بدون استراحت بود. در بین ست ها نیز سه دقیقه زمان ریکاوری و استراحت در نظر گرفته شد. هر تکرار شامل تمرینات بی هوازی در سه بخش (پرش عمودی پا جمع (شکل 1A)، حرکت شنا سوئدی (شکل 1B) و حرکت درازنشست (شکل 1C) بود و از افراد خواسته شد که تمرین را در سریعترین زمان ممکن به پایان برسانند. همانطور که در (شکل ۱) نشان داده شده است، تمرین در یک فضای ۱۰ × ۱۰متری انجام شد و نقطه شروع آن، نقطه «A» است. بعد از فرمان شروع، آزمودنی زمین را لمس می کند و هفت متر به سمت نقطه B می دود. در نقطه B آزمودنی دوباره زمین را لمس می کند و ۲ متر به سمت نقطه A بر می گردد (خط ۱). در این مرحله آزمودنی هرکدام از سه حرکت اشاره شده در بالا را یک بار انجام می دهد و سپس به «نقطه B» باز می گردد و زمین را با دست لمس می کند. در این مرحله اولین تکرار تمام و تکرار دوم شروع می شود و آزمودنی ۷ متر به سمت نقطه A می دود و زمین را با دست لمس می کند و دو متر به سمت نقطه B بر می گردد (خط ۲) و هرکدام از سه حرکت اشاره شده در بالا را دوباره یک بار انجام می دهد و سپس به سمت نقطه A بر می گردد و زمین را با دست لمس می کند. در این مرحله تکرار دوم تمام و تکرار سوم شروع می شود. این الگو تا زمان تمام شدن ۶ تکرار ادامه می یابد.



شکل ۱: نحوه اجرای تمرین بی هوازی مخصوص ایروبیک ژیمناستیک

تمرین دویدن، پریدن و غلت جلو زدن بدلیل ماهیت تمرینی که منجر به متابولیسم بی هوازی می شود، جزء تمرینات بدنسازی بی هوازی ژیمناستیک به حساب می آید و یکی دیگر از تمریناتی بود که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۲). تمرین دویدن، پریدن و غلت جلو زدن در دو ست انجام می شد و هر ست شامل ۵ تکرار بدون وقفه و متوالی با سرعت هرچه تمام تر اجرا می شد و در بین هر ست ۳ دقیقه زمان استراحت و ریکاوری وجود داشت. در هر تکرار بعد از فرمان شروع، آزمودنی به سرعت ۴ متر به سمت نقطه B می دود تا از روی سکوی ۵۰ سانتی متری پرش کند، سپس به سمت نقطه C می دود تا بر روی تشک ایمنی حرکت غلت جلو را اجرا کند. بعد از اجرای حرکت غلت جلو، آزمودنی به سرعت مسیر خودش را تغییر می دهد تا به سمت نقطه D حرکت کند و از روی سکو دوباره با انجام پرش رد بشود و بعد از آن به سمت نقطه D حرکت کند و روی تشک ایمنی حرکت غلت جلو را اجرا کند و به سمت نقطه شروع (نقطه A) برسد. در این مرحله تکرار اول تمام و تکرار دوم شروع خواهد شد. این الگو تا تمام شدن ۵ تکرار ادامه خواهد یافت.



شکل ۲: نحوه اجرای تمرین دویدن، پریدن و غلت جلو زدن

اندازه گیری ترکیب بدنی

متغیرهـای ترکیـب بدنـی شـامل وزن، درصـد چربـی بـدن و وزن چربـی بـدن قبـل و بعـد از ۸ هفتـه تمرینـات بـی هـوازی ژیمناسـتیک انـدازه گیـری شـد. قد سـنج مدل سـکا ۲۱۳ سـاخت کشـور آلمـان بـا ضریـب خطـای ۱٪ سـانتی متـر بـرای سـنجش طـول قـد افـراد مـورد اسـتفاده قـرار گرفـت. وزن بـا اسـتفاده از تـرازوی قابـل حمـل شـرکت بیـو اسـپیز مـدل HB20 سـاخت کشـور کـره جنوبـی بـا ضریـب خطـا ۱٪ کیلوگـرم انـدازه گیـری شـد. آزمـون ضخامـت چربـی سـه نقطـه ای یـک روش قابـل اعتمـاد بـرای بـرآورد درصـد چربـی بـدن اسـت کـه در مطالعـه حاضـر اسـتفاده شـده اسـت. درصـد چربـی بـدن آزمودنـی هـا از طریـق ضخامـت چربـی زیـر پوسـتی در ۳ نقطـه سـینه، شـکم و ران توسـط کالیپـر هارپنـدن مـدل RH15 9LB انـدازه گیـری و بـا اسـتفاده از معادلـه جکسـون و پـولاک محاسـبه شـد (۱۵).

درصـد چربـی بـدن = ۴۹۵ ÷ (۱/۱۰۹۳۸ – (S×۰/۰۰۰۸۲۶۷) + (S×S× ۰/۰۰۰۰۰۱۶) – ((a×۰/۰۰۰۲۵۷۴) – ۴۵۰

S = مجموع ضخامت چربی در سه نقطه به میلیمتر

a = سن

بـرای بـه دسـت آوردن بهتریـن و بـا ثبـات تریـن انـدازه گیـری، تمـام انـدازه گیـری هـای پوسـتی در سـمت راسـت و توسـط یک فـرد انجـام شـد. همچنیـن حداقـل در هـر نقطـه دو انـدازه گیـری انجـام شـد. اگـر دو انـدازه گیـری بیـش از ۲ میلـی متـر از هـم تفـاوت داشـت، انـدازه گیـری سـوم انجـام مـی شـد. وزن چربـی بـدن بـا فرمـول هـای زیـر محاسـبه شـدند (۱۵).

وزن چربی بدن =وزن بدن× درصد چربی بدن

اندازه گیری حداکثر اکسیژن مصرفی

بـرای انـدازه گیـری حداکثـر اکسـیژن مصرفـی، بـه شـرکت کننـدگان دسـتور داده شـد کـه دو سـاعت قبـل از آزمایـش از خـوردن غـذا و کافئیـن خـودداری کننـد و ۴۸ سـاعت قبـل از آزمایـش هیـچ تمریـن بدنـی شـدید انجـام ندهنـد. از آنجـا کـه آزمودنـی هـا کـودک ۸-۱۲ سـاله بودنـد، بـه همیـن منظـور تحت ارزیابـی حداکثـر اکسـیژن مصرفـی بـا اسـتفاده از پروتـکل بالـک تعدیـل شـده بـر روی نـوار گـردان قـرار گرفتنـد. ایـن پروتـکل بـرای افـراد ناتـوان، چـاق، کـودکان خردسـال یـا افـرد مبتـلا بـه بیمـاری مزمـن بسـیار مناسـب اسـت (۱۸). بعـد از گـرم کـردن، آزمودنـی هـا بـا سـرعت ثابـت ۳/۵ متـر بـر سـاعت و بـا شـیب ۲درصـد آزمـون را شـروع کردنـد و هـر ۱ دقیقـه ۲درصـد بـر شـیب نوارگـردان اضافـه مـی شـد، تـا زمانـی کـه آزمودنـی هـا بـه سـر حـد واماندگـی برسـند (۱۸). زمـان دویـدن و مسـافت طی شـده توسـط آزمودنـی هـا ثبـت شـد و بالاتریـن عـدد اکسـیژن مصرفـی کـه توسـط دسـتگاه گازآنالایـزر نشـان داده شـده بـود بعنـوان حداکثـر اکسـیژن مصرفـی در نظـر گرفتـه شـد (۱۸).

اندازه گیری تعادل ایستا و پویا

بـرای انـدازه گیـری تعـادل ایسـتا از آزمـون لـک لـک اسـتفاده شـد (۱۹). در ایـن تسـت آزمودنـی بـدون کفـش روی سـطح صـاف

مـی ایسـتد، دسـت هـا را روی مفصـل ران گذاشـته، سـپس پـای غیـر تکیـه گاه (پـای برتـر) را مجـاور زانـوی پـای تکیـه گاه (پای غیـر برتـر) قـرار مـی دهـد. سـپس آزمودنـی پاشـنه پـا را بلنـد کـرده تـا تعـادل را روی سـینه پـا برقـرار سـازد. از زمانـی کـه آزمودنـی پاشـنه را از روی زمیـن بلنـد کنـد، کرنومتـر شـروع بـه کار مـی کنـد. مـدت زمانـی کـه آزمودنـی بتوانـد ایـن حالـت را حفـظ کنـد بـه عنـوان امتیـاز او محاسـبه مـی گـردد.

جهـت ارزیابـی تعـادل پویـا آزمودنـی یـک روز قبـل از شـروع تمرینـات، آزمـون زمـان برخاسـتن و رفتـن را بـا پایایـی ۹۹٪ در گـروه هـای تجربـی و کنتـرل اجـرا کـرد (۱۹). آزمـون بـه ایـن صـورت اجـرا مـی شـود کـه شـرکت کننـده بـدون اسـتفاده از دسـتهایش از روی صندلـی بـدون دسـته برخاسـته، پـس از طـی مسـیر سـه متـری بـاز مـی گـردد و دوبـاره روی صندلـی مـی نشـیند (۱۹). کمتریـن زمـان ثبـت شـده بـرای اجـرای ایـن آزمـون بـرای هـر آزمودنـی ثبـت مـی شـد.

تمامـی داده هـا بـه صـورت میانگیـن و انحـراف اسـتاندارد بـا اسـتفاده از نـرم افـزار SPSS نسـخه ۲۳ انجـام شـد. از آزمـون کلموگـروف- اسـمیرنوف بـرای آزمایـش نرمال بـودن توزیـع داده هـا، و بـرای بررسـی همگنـی واریانـس هـا در نمـرات متغیـر های وابسـته از آزمـون لـون اسـتفاده شـد. جهـت بررسـی تغییـرات درون گروهـی و بـرون گروهـی بـه ترتیـب از آزمـون t زوجـی و آزمـون تحلیـل واریانـس یـک طرفـه همـراه بـا آزمـون تعقیبـی LSD در سـطح معنـی داری P<۰/۰۵ اسـتفاده گردیـد.

یافته ها

(جـدول۱) ویژگـی هـای سـن، ترکیـب بدنـی، فیزیولوژیکـی و تعـادل آزمودنـی هـا را در پیـش آزمـون نشـان مـی دهـد (جـدول ۱). همانطـور کـه در جـدول ۱ مشـاهده مـی شـود در متغیـر هـای وزن، درصـد چربـی بـدن، وزن چربـی بـدن، حداکثـر اکسـیژن مصرفـی، تعـادل ایسـتا و پویـا تفـاوت معنـاداری بیـن گـروه هـا مشـاهده مـی شـود (P<۰/۰۵).

جدول ۱: ویژگیهای سن، ترکیب بدنی، شاخص های فیزیولوژیکی و تعادل آزمودنی ها در پیش آزمون

	کنترل چاق میانگین (انحراف معیار)	تجربی چاق میانگین (انحراف معیار)	کنترل وزن طبیعی میانگین (انحراف معیار)	تجربی وزن طبیعی میانگین (انحراف معیار)	سطح معناداری
سن (سال)	۹/۸۰(۱/۳۲)	۱۰/۱۳(۱/۳۵)	۹/۸۶(۱/۳۰)	۹/۸۰(۱/۴۷)	۰/۸۹
وزن (کیلوگرم)	۵۰/۶۰(۵/۷۶)	۵۰/۷۳(۵/۰۴)	۲۹/۴۳(۳/۶۶)	۲۹/۴۰(۳/۵۶)	*۰/۰۰۱
چربی بدن(درصد)	۲۷/۰۳(۰/۶۹)	۲۷/۳۳(۰/۶۷)	۶/۷۹(۰/۴۵)	۶/۷۴(۰/۳۵)	*۰/۰۰۱
وزن چربی بدن (کیلوگرم)	۱۳/۵۲(۰/۷۱)	۱۳/۸۱(۱/۸۹)	۲/۰۹(۰/۲۵)	۰/۰۶(۰/۱۷)	*۰/۰۰۱
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	۲۸/۳۶(۲/۱۷)	۲۷/۹۶(۱/۸۹)	۳۵/۷۸(۳/۹۶)	۳۷/۶۳(۵/۵۶)	*۰/۰۰۱
تعادل ایستا (ثانیه)	۲/۳۶(۰/۴۰)	۲/۲۷(۰/۳۸)	۳/۰۳(۰/۹۳)	۳/۱۷(۱/۰۲)	*۰/۰۰۲
تعادل پویا (ثانیه)	۶/۹۰(۰/۳۶)	۶/۷۷(۰/۴۵)	۶/۴۵(۰/۳۶)	۶/۲۸(۰/۴۴)	*۰/۰۰۱

* مقادیر P معنی دار بود (P≤۰/۰۵).

جدول ۲: مقادیر پیش آزمون و پس آزمون گروه های مختلف برای متغیرهای ترکیب بدنی، شاخص های فیزیولوژیکی و تعادل

		کنترل چاق میانگین (انحراف معیار)	تجربی چاق میانگین (انحراف معیار)	کنترل وزن طبیعی میانگین (انحراف معیار)	تجربی وزن طبیعی میانگین (انحراف معیار)
وزن (کیلو گرم)	پیش آزمون	۵۰/۶۰(۵/۷۶)	۵۰/۷۳(۵/۰۴)	۲۹/۴۳(۳/۶۶)	۲۹/۴۰(۳/۵۶)
	پس آزمون	۵۰/۷۰(۵/۷۵)	۴۶/۴۶(۳/۹۷)	۲۹/۹۶(۳/۵۸)	۲۹/۷۳(۳/۴۲)
	Δ٪	+۰/۱۳	−۸/۰۹	+۱/۸۹	+۱/۰۹
	سطح معناداری	۰/۰۸	*۰/۰۰۱	۰/۰۶	۰/۰۶
چربی بدن (درصد)	پیش آزمون	۲۷/۰۳(۰/۶۹)	۲۷/۳۳(۰/۶۷)	۶/۷۹(۰/۴۵)	۶/۷۴(۰/۳۵)
	پس آزمون	۲۷/۱۷(۱/۰۶)	۲۳/۸۴(۱/۵۳)	۶/۸۸(۱/۲۵)	۶/۸۴(۱/۲۱)
	Δ٪	+۰/۵۲	−۱۲/۸۱	+۱/۳۷	+۱/۲۷
	سطح معناداری	۰/۴۴	*۰/۰۰۱	۰/۷۸	۰/۷۵
وزن چربی بدن (کیلو گرم)	پیش آزمون	۱۳/۵۲(۰/۷۱)	۱۳/۸۱(۱/۸۹)	۲/۰۹(۰/۲۵)	۰/۰۶(۰/۱۷)
	پس آزمون	۱۳/۵۰(۱/۷۴)	۱۱/۱۵(۱/۷۳)	۲/۱۰(۰/۵۸)	۲/۰۷(۰/۵۵)
	Δ٪	−۰/۱۸	−۱۹/۳۸	+۰/۱۶	+۰/۰۰۹
	سطح معناداری	۰/۹۴	*۰/۰۰۱	۰/۹۱	۰/۹۶
حداکثر اکسیژن مصرفی (لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	پیش آزمون	۲۸/۳۶(۲/۱۷)	۲۷/۹۶(۱/۸۹)	۳۵/۷۸(۳/۹۶)	۳۷/۶۳(۵/۵۶)
	پس آزمون	۲۸/۳۰(۱/۹۵)	۲۹/۷۲(۲/۷۵)	۳۶/۴۸(۴/۸۸)	۴۰/۱۴(۴/۸۸)
	Δ٪	+۰/۱۴	+۶/۶۲	+۱/۸۱	+۷/۴۹
	سطح معناداری	۰/۹۱	*۰/۰۳	۰/۲۶	*۰/۰۱
تعادل ایستا (ثانیه)	پیش آزمون	۲/۳۶(۰/۴۰)	۲/۲۷(۰/۳۸)	۳/۰۳(۰/۹۳)	۳/۱۷(۱/۰۲)
	پس آزمون	۲/۴۴(۰/۴۴)	۲/۹۳(۰/۴۹)	۳/۰۸(۰/۸۶)	۳/۷۰(۰/۷۳)
	Δ٪	+۳/۵۰	+۳۲/۶۹	+۳/۰۰	+۲۳/۶۴
	سطح معناداری	۰/۱۲	*۰/۰۰۱	۰/۱۹	*۰/۰۰۲
تعادل پویا (ثانیه)	پیش آزمون	۶/۹۰(۰/۳۶)	۶/۷۷(۰/۴۵)	۶/۴۵(۰/۳۶)	۶/۲۸(۰/۴۴)
	پس آزمون	۶/۸۷ (۰/۳۶)	۶/۳۴ (۰/۲۲)	۶/۴۱ (۰/۳۶)	۵/۶۵ (۰/۴۳)
	Δ٪	−۰/۲۹	−۶/۱۶	−۰/۶۰	−۹/۹۷
	سطح معناداری	۰/۳۵	*۰/۰۰۱	۰/۳۴	*۰/۰۰۱

* مقادیر P معنی دار بود (P≤۰/۰۵).

همانطور که (جدول۲) نشان می دهد، نتایج تحلیل آماری درون گروهی با استفاده از t وابسته نشان داد، بعد از ۸ هفته تمرینات بی هوازی ژیمناستیک، متغیرهای وزن، درصد چربی بدن و وزن چربی بدن در گروه تجربی چاق بطور معناداری کاهش یافت (P=۰/۰۰۱) و متغیرهای حداکثر اکسیژن مصرفی (P=۰/۰۳) ، تعادل ایستا از مدت زمان (۲۷/۳۸±۲/ به ۹۳/۴۹±۲/) و تعادل پویا از (۷۷/۴۵±۶/ به ۳۴/۲۲±۶/) به طور معناداری افزایش یافت (P=۰/۰۰۱). در گروه تجربی وزن طبیعی نیز حداکثر ضربان قلب کاهش (P=۰/۰۴) و حداکثر اکسیژن مصرفی (P=۰/۰۱)، تعادل ایستا (P=۰/۰۰۲) و تعادل پویا (P=۰/۰۰۱) افزایش یافت. همچنین تغییرات همه متغیرها در گروه های کنترل معنادار نبود (P/۰۵<) (جدول ۲).

نتایج تحلیل آماری بین گروهی ناشی از تحلیل واریانس یک طرفه برای درصد تغییرات متغیرها نشان داد، تغییرات معناداری در متغیرهای وزن (P= ۰/۰۰۱)، درصد چربی بدن (P=۰/۰۰۵)، وزن چربی بدن (P=۰/۰۰۵)، تعادل ایستا (۰/۰۰۱ =P) و تعادل پویا (P= ۰/۰۰۱) مشاهده شد. به علاوه مقایسه دو به دو میانگین ها با استفاده از آزمون تعقیبی LSD انجام شد. تفاوت درصد تغییرات وزن، درصد چربی بدن و وزن چربی بدن در بین گروه های تجربی چاق با کنترل چاق، تجربی چاق با تجربی وزن طبیعی، و تجربی چاق با کنترل وزن طبیعی معنادار بود (P<۰/۰۵). همچنین در متغیرهای تعادل ایستا و پویا بجز گروه کنترل وزن طبیعی با گروه کنترل چاق (P>۰/۰۵)، در همه گروه ها تفاوت معناداری در بین گروه ها مشاهده شد (P<۰/۰۵) (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج آزمون تعقیبی LSD برای مقایسه درصد تغییرات بین گروهی برای متغیرهای ترکیب بدنی و تعادل

متغیر		گروه	تفاوت میانگین	مقادیر P
وزن (کیلوگرم)	کنترل چاق	تجربی چاق	۸/۲۳	*۰/۰۰۱
	کنترل وزن طبیعی		۰/۰۶	
	تجربی وزن طبیعی		۰/۳۱	
	تجربی چاق	کنترل وزن طبیعی	-۹/۹۹	*۰/۰۰۱
	تجربی وزن طبیعی		*۰/۰۰۱ -۹/۱۸	
	کنترل وزن طبیعی	تجربی وزن طبیعی	۰/۸۰	۰/۳۹
چربی بدن (درصد)	کنترل چاق	تجربی چاق	+۱۳/۳۴	*۰/۰۰۴
	کنترل وزن طبیعی		۰/۸۵ -۰/۸۴	
	تجربی وزن طبیعی		۰/۸۶ -۰/۷۴	
	تجربی چاق	کنترل وزن طبیعی	-۱۴/۱۸	*۰/۰۰۳
	تجربی وزن طبیعی		*۰/۰۰۳ -۱۴/۰۸	
	کنترل وزن طبیعی	تجربی وزن طبیعی	۰/۱۰	۰/۹۸
وزن چربی بدن (کیلوگرم)	کنترل چاق	تجربی چاق	+۱۹/۲۰	*۰/۰۰۴
	کنترل وزن طبیعی		۰/۹۵ -۰/۳۴	
	تجربی وزن طبیعی		۰/۹۷ -۰/۱۹	
	تجربی چاق	کنترل وزن طبیعی	-۱۹/۵۴	*۰/۰۰۳
	تجربی وزن طبیعی		*۰/۰۰۳ -۱۹/۳۹	
	کنترل وزن طبیعی	تجربی وزن طبیعی	۰/۱۵	۰/۹۸
تعادل ایستا (ثانیه)	کنترل چاق	تجربی چاق	-۲۹/۱۸	*۰/۰۰۱
	کنترل وزن طبیعی		۰/۹۵ +۰/۵۰	
	تجربی وزن طبیعی		*۰/۰۱ -۲۰/۱۳	
	تجربی چاق	کنترل وزن طبیعی	+۲۹/۶۹	*۰/۰۰۱
	تجربی وزن طبیعی		*۰/۰۱ +۹/۰۵	
	کنترل وزن طبیعی	تجربی وزن طبیعی	-۲۰/۶۴	*۰/۰۱

تعادل پویا (ثانیه)	کنترل چاق	تجربی چاق	+۵/۸۶	*۰/۰۰۱
	کنترل وزن طبیعی		۰/۸۲	
	تجربی وزن طبیعی		*۰/۰۰۱	
	کنترل وزن طبیعی	کنترل وزن طبیعی	−۵/۵۵	*۰/۰۰۱
	تجربی چاق		*۰/۰۰۹	
	تجربی وزن طبیعی		+۹/۳۶	*۰/۰۰۱

* مقادیر P معنی دار بود (P≤۰/۰۵).

بحث

یافته های اصلی مطالعه حاضر حاکی از آن است که تمرینات بی هوازی ژیمناستیک باعث بهبود تعادل ایستا و پویا و بهبود برخی شاخص های فیزیولوژیکی در گروه تجربی چاق و وزن طبیعی و همچنین باعث کاهش وزن و بهبود ترکیب بدنی در گروه تجربی چاق شد. بهبود قابل توجه تعادل و کاهش وزن بدن را می توان به تأثیر تمرینات بی هوازی طراحی شده اختصاص داد که باعث می شود این تمرینات به عنوان ابزاری مؤثر در نظر گرفته شود که می تواند در توسعه سلامت قلب و عروق، فعالیتهای بدنی و قدرت عضلات مفید باشد. این توضیحات با نظر Janiszewski و Ross که اظهار داشتند فعالیت بدنی پایه اصلی تکنیک های کاهش وزن برای افراد چاق و دارای اضافه وزن است، مطابقت دارد، زیرا فعالیت بدنی باعث افزایش مصرف انرژی، تقویت آمادگی قلبی و ریوی و تعادل می شود (۲۰). نتایج مشابهی توسط Mashaal و همکاران که به بررسی تاثیر تمرینات تحریک کننده سیستم دهلیزی بر روی کودکان چاق پرداخته بودند بدست آمده است. آنها از تمرینات مینی ترامپولین و لرزش کل بدن توسط دستگاه لرزاننده برای بهبود تعادل و کاهش وزن کودکان چاق استفاده کردند و مشاهده کردند که تعادل ایستا و پویای کودکان بهبود یافت و کودکان با کاهش وزن معناداری مواجه شدند (۱۱).

نتایج مطالعه ما مطابق با نتایج Johnston و همکاران حاصل شد (۲۱). آنها گزارش دادند، تمرین بر روی تردمیل باعث افزایش سرعت پیاده روی، استقامت، آمادگی قلبی ریوی و تنظیم وضعیت بدن از طریق کاهش وزن، افزایش کنترل بین عضلات آگونیست و آنتاگونیست، پایداری عملکردی و تعادل می شود. علاوه بر این، بل و همکاران تأثیر یک برنامه تمرینی هوازی و مقاومتی هشت هفته ای را در کودکان و نوجوانان چاق با سنین ۹ تا ۱۶ سال بررسی کردند. نتایج مطالعه نشان داد که اندازه دور کمر آزمودنی ها کاهش قابل توجهی داشت (۲۲). همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در شاخص های پایداری، فیزیولوژیکی و وزن بدن در گروه های تجربی بهبود قابل توجهی وجود دارد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین گروه های تجربی و کنترل بعد از مداخله تمرینی به نفع گروه های تجربی وجود دارد. این پیشرفت ممکن است مربوط به استفاده از پرش های متوالی در تمرینات بی هوازی ژیمناستیک باشد که به مانند یک تمرین پلیومتریک باعث عمل برگشت و انقباض سریع تارهای عضلانی بعد از یک کشش سریع در نظر گرفته می شود، که در واقع باعث تحریک و فعال سازی گیرنده های حسی عمقی عضلات پای کودکان شود. یا حتی ممکن است مربوط به تمرینات دویدن و پریدن و غلت جلو زدن ها باشد (در حرکت غلت جلو آزمودنی ۳۶۰ درجه حول محور فرونتال می چرخد و بلافاصله بلند می شود) که باعث تحریک و فعال سازی سیستم دهلیزی (گوش میانی) شده و منجر به بهبود پایداری ایستاتیکی و دینامیکی شود (۱۱، ۲۳).

ژیمناستیک یک وزش پایه و بنیادی هست و دارای دوره های تمرینی با شدت بالا هست که می تواند باعث کاهش وزن، بهبود سیستم عصبی، هماهنگی عصب و عضله و تعادل کودکان شود (۲۴). به نظر می رسد کنترل وضعیت حرکات و مهارت هایی که در حرکات و تمرینات ژیمناست وجود دارد، نیازمند تولید و هماهنگی نیروهایی است که حرکات را به طور موثر جهت کنترل وضعیت بدن در فضا و زمین ایجاد می کنند. جنبه های تطابقی شامل اصلاح و تطبیق سیستم های حسی و حرکتی در پاسخ به شرایط محیطی متفاوت است و از طرفی جنبه های تخمینی کنترل وضعیتی، سیستم های حسی و حرکتی را برای نیازهای پاسچرال برپایه تجربه و یادگیری

قبلی تنظیم می کند. از این رو تمرینات ژیمناستیک باعث می شود ژیمناست ها یاد بگیرند که چگونه تعادل خود را بر روی دست ها و پاهای خود حفظ کند. ژیمناست ها برخلاف غیر ژیمناست ها در مقابل اتفاقات و حوادث بر هم زننده تعادل، پاسخ های وحشت زده و آسیب زایی را نمی دهند (۱۹).

در پژوهش حاضر وزن، درصد چربی بدن و وزن چربی بدن پس از ۸ هفته تمرینات بی هوازی ژیمناستیک در کودکان گروه تجربی چاق به طور معنی داری کاهش یافت که این نتایج با نتایج مطالعات قبلی همسو است (۸، ۲۵). تحقیقات مطالعات قبلی نشان داده است که آمادگی جسمانی در افراد چاق به طور قابل توجهی پایین تر از افراد با وزن طبیعی است (۸). سطح پایین آمادگی بدنی در افراد چاق می تواند ناشی ازعدم تحرک آنها در مقایسه با افراد با وزن طبیعی باشد (۹). به نظر می رسد که وزن اضافی در کودکان گروه چاق و کم بودن آمادگی بدنی آنها باعث تاثیرگذاری بیشتر تمرینات بی هوازی ژیمناستیک در مقایسه با گروه وزن طبیعی شده و از تحریک کافی برای کاهش وزن در گروه کودکان چاق برخوردار بوده است. در رابطه با محدودیت های تحقیق می توان گفت که، این پژوهش دارای محدودیت هایی همچون فقدان آزمودنی های دختر و نمونه کوچک مورد استفاده در آن بود. برای کشف کاربردهای عملی و سازوکارهایی که به نظر می رسد تعادل را در کودکان افزایش می دهد، به مطالعات بعدی پیشنهاد می شود که از حجم نمونه بزرگ تر و همچنین از آزمودنی های دختر نیز در مطالعات خود استفاده کنند.

نتیجه گیری

به طور خلاصه، نتایج مطالعه حاضر نشان داد تعادل ایستا و پویا پس از ۸ هفته تمرینات بی هوازی ژیمناستیک در هر دو گروه کودکان چاق و با وزن طبیعی بهبود یافت. علاوه بر این، نتایج نشان داد که پروتکل تمرینی حاضر باعث کاهش وزن و بهبود ترکیب بدن، و حداکثر اکسیژن مصرفی در کودکان چاق می شود.

سپاسگزاری

این مقاله بر گرفته از از رساله دکترا رشته فیزیولوژی ورزشی آقای وحید صالح، به راهنمایی خانم دکتر رقیه افرونده و آقای پروفسور معرفت سیاهکوهیان و استاد مشاور آقای دکتر اسداله اسدی می باشد. بدینوسیله از تمام کسانی که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی می گردد.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می کنند که هیچ تضاد منافعی وجود ندارد.

References

1. Genc H, Kizar O. Effects of Gymnastics on Static and Dynamic Balance in Children (Bingol Province Sample). EduLearn. 2020;9(2):211-221. https://doi.org/10.5539/jel.v9n2p211
2. Atan T, Imamoglu M. Attitudes of secondary school students towards physical education and sports lesson in terms of various variables. Turk J Sport and Exe. 2016;18(2):65-8. https://doi.org/10.15314/tjse.48459
3. Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BH. Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. Can Med Assoc J. 2005 Mar 15;172(6):749-54. https://doi.org/10.1503/cmaj.1040805
4. Emery CA. Is there a clinical standing balance measurement appropriate for use in sports medicine? A review of the literature. J Sci Med Sport. 2003 Dec 1;6(4):492-504. https://doi.org/10.1016/S1440-2440(03)80274-8
5. Langley FA, Mackintosh SF. Functional balance assessment of older community dwelling adults: a systematic review of the literature. Int J Health Allied Sci. 2007;5(4):13. https://doi.org/10.46743/1540-580X/2007.1174
6. Yaggie JA, Campbell BM. Effects of balance training on selected skills. J Strength Cond Res. 2006 May 1;20(2):422-8. https://doi.org/10.1519/00124278-200605000-00031
7. Kostovski M, Tasic V, Laban N, Polenakovic M, Danilovski D, Gucev Z. Pril (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki). 2017 Dec 1;38(3):121-33. https://doi.org/10.2478/prilozi-2018-0013
8. Shook RP, Hand GA, Wang X, Paluch AE, Moran R, Hébert JR, Swift DL, Lavie CJ, Blair SN. Low

fitness partially explains resting metabolic rate differences between African American and white women. Am J Med. 2014 May 1;127(5):436-42. https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2014.02.003

9. Newton Jr RL, Han H, Zderic T, Hamilton M. The energy expenditure of sedentary behavior: a whole room calorimeter study. PLoS One. 2013 May 3;8(5):e63171. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063171
10. El-Alameey IR, Ahmed HH, Abushady MM. Role of Lifestyle Intervention Program in Regulating Brain Derived Neurotrophic Factor in Obese Children with Metabolic Syndrome Components. Biomed Pharmacol J. 2019 Sep 25;12(3):1317-28. https://doi.org/10.13005/bpj/1760
11. Mashaal AH, El-Negmy EH, Al-Talawy HE, Helal SI, Kandil W, Abd ElHady HS. Effect of Vestibular Stimulation on Balance in Obese Children. Int J Pharm Phytopharmacological Res. 2018 Feb 1;8(1):27-32.
12. Nagar BL, Silawat N, Makwana VR. Effect of Gymnastics Training on Balance of Secondary School Boys. J Adv Res. 2010;1(1).
13. Kayapnar F. The Effect of Movement Education Program on StaticBalance Skills of Pre-School Children. World Appl Sci J. 2011; 12 (6): 871-876. https://doi.org/10.1080/09735070.2016.11905518
14. Gunendi Z, Ozyemisci-Taskiran O, Demirsoy N. The effect of 4-week aerobic exercise program on postural balance in postmenopausal women with osteoporosis. Rheumatol Int. 2008 Oct 1;28(12):1217. https://doi.org/10.1007/s00296-008-0651-3
15. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. Br J Nutr. 1978 Nov;40(3):497-504. https://doi.org/10.1079/BJN19780152
16. Alves CR, Borelli MT, de Salles Paineli V, de Almeida Azevedo R, Borelli CC, Junior AH, Gualano B, Artioli GG. Development of a specific anaerobic field test for aerobic gymnastics. PloS One. 2015 Apr 13;10(4):e0123115. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123115
17. Čular D, Ivančev V, Zagatto AM, Milić M, Beslija T, Sellami M, Padulo J. Validity and reliability of the 30-s continuous jump for anaerobic power and capacity assessment in combat sport. Front physiol. 2018 May 15;9:543. https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00543
18. Washington RL, Bricker JT, Alpert BS, Daniels SR, Deckelbaum RJ, Fisher EA, Gidding SS, Isabel-Jones J, Kavey RE, Marx GR. Guidelines for exercise testing in the pediatric age group. From the Committee on Atherosclerosis and Hypertension in Children, Council on Cardiovascular Disease in the Young, the American Heart Association. Circulation. 1994 Oct;90(4):2166-79. https://doi.org/10.1161/01.CIR.90.4.2166
19. Saleh V. The relationship between floor exercise landing deduction, anthropometric characteristics and balance in 6 to 8 years old gymnasts. Sci Gymnast J. 7 (2). 2015 May 1:25-32.
20. Janiszewski PM, Ross R. The utility of physical activity in the management of global cardiometabolic risk. Obesity. 2009 Dec;17(S3):S3-14. https://doi.org/10.1038/oby.2009.382
21. Johnston H, Boutin H, Allan SM. Assessing the contribution of inflammation in models of Alzheimer's disease. Biochem Soc Trans. 2011 Aug;39(4):886-90.. https://doi.org/10.1042/BST0390886
22. Ratnam N, Bulsara M, Finn JC, Davis EA. Exercise Alone Reduces Insulin Resistance in Obese Children Independently of Changes in Body Composition. J Clin Endocrinol Metab. 2007;92(11):4230-5. https://doi.org/10.1210/jc.2007-0779
23. Mitsiou M, Sidiropoulou M, Giagkazoglou P, Tsimaras V. Effect of trampoline-based intervention program in static balance of children with developmental coordination disorder. Br J Sports Med. 2011 Feb 1;45(2):e1-. https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.081554.52
24. Saleh V, Afroundeh R, Siahkohiyan M, Asady A. Anaerobic gymnastics exercises evoke systemic brain-derived neurotrophic factor in obese and normal-weight children. Int J Pediatr. 2020 May 26.