Journal of
Sport Biomechanics

Spring 2023. Vol 9. Issue 1

Review Paper

# A Review of Running Mechanics in Obese or Overweight Individuals

**Ebrahim Piri[1], *Amir Ali Jafarnezhadgero[2]**

1. Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Use your device to scan and read the article online

**Citation:** Piri E, Jafarnezhadgero AA. A Review of Running Mechanics in Obese or Overweight Individuals (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2022; 9 (1) :16-31. https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.1.99.3

https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.1.99.3

CC BY NC

**Article Info:**

**Received:** 16 May 2023
**Accepted:** 5 June 2023
**Available Online:** 20 June 2023

**Keywords:**

Running, Overweight, Obesity, Injury

## ABSTRACT

**Objective** Obesity and overweight have become global problems that can affect the mechanics of running in affected individuals. Therefore, the aim of the present study was to review the mechanics of running in obese or overweight individuals.

**Methods** The present study was a library and systematic review. The search for articles in Persian and English was performed from the beginning of 2003 until the beginning of January 2023. This search was conducted in various databases, including WOS, SID, Magiran, Scopus, PubMed, ISC, and Google Scholar. Additionally, the type of selected studies included original research, review articles, and clinical trials. Seventeen related articles were selected based on inclusion and exclusion criteria. Finally, 12 articles related to running mechanics in overweight or obese individuals were analyzed.

**Results** The review of three articles showed that there is a direct relationship between an increase in body mass index (BMI) and an increase in plantar pressure. Additionally, the results of two articles were related to the increase in loading rate in obese individuals while running. The findings of two articles indicated the collapse of the arches of the feet and ultimately the reduction of shocks caused by running. Examining the results of one of the articles showed that in overweight or obese individuals, doing exercises such as running can be a reason for micro fractures of the tibia. The findings of one of the articles also showed that people with a high body mass index have a lower range of motion than people with a normal weight while running. Finally, the findings of three articles in the field of muscle electrical activity showed that in overweight individuals, activities such as running can be effective in reducing the strength of plantar flexor muscles.

**Conclusion** It seems that obese and overweight individuals are at risk of injury during running due to biomechanical reasons.

* ***Corresponding Author:***
**Amir Ali Jafarnezhadgero**
**Address:** Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
**Tel:** +98 (910) 5146214
**E-mail:** amiralijafarnezhad@gmail.com

## Extended Abstract

### 1. Introduction

Obesity and overweight are considered to be one of the basic problems of today's world. It is well known that obesity and overweight are closely related to the emergence of other diseases (1). From a biomechanical point of view, based on the latest studies conducted in the field of running mechanics in obese or overweight children, it has been shown that the appearance of obesity can be directly related to an increase in the rate of injury, osteoarthritis of the lower limb joints, an increase in the peak of ground reaction forces, an increase in pressure on the anterior cruciate ligaments, subsequently causing patellofemoral pain and ultimately leading to disability (7, 8). Therefore, Davita et al. reported that there is a direct relationship between the increase in body mass index and the torque created in the knee joint among obese people. In fact, the changed kinematic running pattern in obese people is associated with an increase in torque around the knee joint (15). Therefore, the aim of the present study was to review the running mechanics in obese or overweight individuals.

### 2. Methods

The present study was a library and systematic review. The search for articles in Persian and English was performed from the beginning of 2003 until January 2023. This search was conducted in various databases, including WOS, SID, Magiran, Scopus, PubMed, ISC, and Google Scholar. Additionally, the type of selected studies included original research, review articles, and clinical trials. Seventeen related articles were selected based on inclusion and exclusion criteria. Finally, 12 articles related to running mechanics in overweight or obese individuals were analyzed.

### 3. Results

The review of three articles showed that there is a direct relationship between an increase in body mass index (BMI) and an increase in plantar pressure. Additionally, the results of two articles were related to the increase in loading rate in obese individuals while running. The findings of two articles indicated the collapse of the arches of the feet and ultimately the reduction of shocks caused by running. Examining the results of one of the articles showed that in overweight or obese individuals, doing exercises such as running can be a reason for micro fractures of the tibia. The findings of one of the articles also showed that people with a high body mass index have a lower range of motion than people with a normal weight while running. Finally, the findings of three articles in the field of muscle electrical activity showed that in overweight individuals, activities such as running can be effective in reducing the strength of plantar flexor muscles. Table 3 shows the evaluation of the quality of the articles, which was investigated using Dunn and Black's questionnaire (31). The scores assigned to the questions are 1 or 0, assigning the number 1 means approval, and zero means rejection or disapproval. Only for question 27 of this questionnaire, a number between 0-5 is assigned. Assigning the number 5 or a number close to it indicates the high quality of the article, and assigning the number zero or a number close to it indicates the low quality of the article in terms of citations.

### 4. Conclusion

Obesity or overweight is a common disease that can affect running mechanics in affected individuals. From a biomechanical point of view, an increase in pressure on the soles of the feet can lead to an increase in pressure on the joints of the lower limbs, which may cause knee pain and back pain. One of the most important factors contributing to the occurrence of injury is the amount of force applied to the lower limb joints (29). One limitation of current research is the lack of examination of running mechanics in obese individuals over long-term periods. It is suggested that future studies investigate kinetic, kinematic, and electromyographic variables during activities such as walking, running, and stair climbing in obese individuals.

## Ethical Considerations

## Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be considered in this research.

## Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

## Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing article.

## Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

# مقاله مروری

## مروری بر مکانیک دویدن در افراد چاق یا دارای اضافه وزن

ابراهیم پیری[۱]، *امیرعلی جعفرنادگرو[۲]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

**اطلاعات مقاله:**

**تاریخ دریافت:** ۱۲ اردیبهشت ۱۴۰۲
**تاریخ پذیرش:** ۲۵ خرداد ۱۴۰۲
**تاریخ انتشار:** ۳۰ خرداد ۱۴۰۲

**کلید واژه‌ها:**
دویدن، اضافه‌وزن، چاقی، آسیب

## چکیده

**هدف** مشکل چاقی و اضافه‌وزن به یک معضل جهانی تبدیل شده است که می‌تواند مکانیک دویدن را در این افراد تحت تأثیر قرار دهد. لذا هدف از پژوهش حاضر مروری بر مکانیک دویدن در افراد چاق یا دارای اضافه‌وزن بود.

**روش‌ها** مطالعه حاضر از نوع کتابخانه‌ای و مروری سیستماتیک بود، جستجوی مقالات به زبان فارسی و لاتین از ابتدای سال ۲۰۰۳ تا ابتدای ماه ژانویه سال ۲۰۲۳ بود که در پایگاه‌های استنادی وب‌آوساینس، پایگاه مرکز اطلاعات علمی و جهاد دانشگاهی، مگ‌ایران، اسکاپوس، پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، پاب‌مد و گوگل-اسکولار صورت پذیرفت. به‌علاوه نوع مطالعه از نوع مقالات مروری بود. ۱۷ مقاله مرتبط بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند. در نهایت ۱۲ مقاله در ارتباط با مکانیک دویدن در افراد دارای اضافه‌وزن و یا چاق بود مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها** تعداد بررسی ۳ مقاله نشان داد که مابین افزایش شاخص توده بدنی (BMI) و افزایش فشارهای کف‌پایی رابطه مستقیمی وجود دارد. به‌علاوه نتایج ۲ مقاله در ارتباط افزایش نرخ بارگذاری در افراد چاق در حین دویدن بود. یافته‌های ۲ مقاله حاکی از فروپاشی قوس‌های کف‌پایی و در نهایت کاهش شوک‌های ناشی از دویدن بود. بررسی نتایج یکی از مقالات نشان داد که در افراد دارای اضافه‌وزن یا چاق انجام تمریناتی همچون دویدن می‌تواند زمینه‌ای برای بروز ریزشکستگی‌های استخوان درشت‌نئی باشد. یافته‌های یکی از مقالات نیز نشان داد که افراد دارای شاخص توده بدنی بالا دامنه حرکتی کمتری نسبت به افراد با وزن نرمال در حین دویدن دارند. در نهایت یافته‌های ۳ مقاله در حوزه فعالیت الکتریکی عضلات نشان داد که در افراد دارای اضافه‌وزن فعالیت‌هایی همچون دویدن می‌تواند در کاهش قدرت عضلات فلکسورهای کف‌پایی مؤثر باشد.

**نتیجه‌گیری** بر اساس مطالعه حاضر به نظر می‌رسد افراد چاق و دارای اضافه‌وزن در حین دویدن به دلایل بیومکانیکی در معرض آسیب قرار دارند.

*نویسنده مسئول:
*امیرعلی جعفرنژادگرو*
آدرس: ۲. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
تلفن: ۵۱۴۶۲۱۴ (۹۱۰) ۹۸+
ایمیل: amiralijafarnezhad@gmail.com

## مقدمه

چاقی و اضافه‌وزن یکی از معضلات اساسی جهان امروزی محسوب می‌شود که روزبه‌روز در حال گسترش است. به‌خوبی مشخص شده است چاقی و اضافه‌وزن در ارتباط نزدیکی با ظهور سایر بیماری‌ها می‌باشد (۱). بر اساس آخرین آمار وزارت بهداشت، بیش از ۵۶ درصد جمعیت بالای ۱۸ سال کشور ایران دارای شاخص توده بدنی بالای ۳۰ هستند، همچنین آمار و ارقام حاکی از رشد ۵٫۵ برابری شمار افراد چاق در کشورمان طی ۴ دهه گذشته می‌باشد (۲). شیوع کلی چاقی و اضافه‌وزن در جوامع درحال‌توسعه و سنین مختلف، بسیار متفاوت است. کمترین شیوع این بیماری مربوط به مناطق جنوب و جنوب‌شرق آسیا (با چاقی حدود ۸/۵ درصد و اضافه‌وزن ۷/۲ درصد) و بیشترین آن‌ها مربوط به خاورمیانه و اروپای مرکزی و شرقی (با چاقی حدود ۵/۱۴ درصـــد و اضافه‌وزن ۴۵ درصد) است (۳, ۴). چاقی جز بیماری‌های پیچیده مزمن است که با بیش از حد بودن چربی بدن مشخص می‌شود. چاقی را معمولاً با شاخص توده بدنی و یا ترکیب بدنی می‌سنجند، علت تجمع چربی اضافه این است که کالری‌های مصرف شده از کالری‌های سوزانده شده بیشتر است (۵). در مردان، چربی ضروری حدود ۳ درصد وزن بدن و در زنان حدود ۱۲ درصد وزن بدن را تشکیل می‌دهد. دامنه طبیعی چربی بدن در مردان ۱۸ تا ۲۴ درصد و در زنان، ۲۵ تا ۳۱ درصد گزارش شده است (۶).

به لحاظ بیومکانیکی بر اساس آخرین مطالعات انجام گرفته شده در زمینه مکانیک دویدن در کودکان چاق یا دارای اضافه‌وزن نشان داده شده است که ظهور چاقی می‌تواند در ارتباط مستقیمی با افزایش نرخ آسیب، استئوآرتریت مفاصل اندام تحتانی، افزایش اوج نیروهای عکس‌العمل زمین، افزایش فشار بر روی رباط‌های صلیبی قدامی و متعاقب آن درد کشککی–رانی و در نهایت منجر به ناتوانی فرد گردد (۷, ۸). در همین راستا مطالعات متعددی برای پیشگیری از ابتلا به چاقی اظهار کرده‌اند که انجام فعالیت بدنی منظم می‌تواند زمینه‌ای برای پیشگیری این بیماری باشد (۹, ۱۰).

یکی از روش‌های منتخب افراد دارای اضافه‌وزن و چاق در جهت بهبود شرایط آمادگی جسمانی فعالیت هوازی همچون راه‌رفتن و دویدن است. دویدن یک شکل سریع از حرکت بدن انسان بر روی زمین است که با حرکت متناوب بدن انسان مشخص می‌شود، به‌نحوی‌که برای تناسب‌اندام یک فعالیت محبوب است و بیش از ۲۳ میلیون نفر گزارش داده‌اند که حداقل ۵۰ روز در سال می‌دوند (۱۱). در ارتباط میزان اثرگذاری دویدن و کاهش درصد چربی نتایج مطالعات حاکی از اثرگذاری مثبت این نوع فعالیت بدنی به دلیل درگیری سیستم هوازی (البته با شدت ۶۵–۵۵ درصد ضربان قلب بیشینه) و متعاقب آن اکسایش چربی اضافی بدن گزارش شده است (۱۲, ۱۳).

بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته در خصوص گشتاور آزاد و نرخ بارگذاری عمودی رابطه مستقیم مابین افزایش نیروی عمودی عکس‌العمل زمین و بروز آسیب‌دیدگی وجود دارد. همچنین شواهد حاکی از آن است که هر چه زمان رسیدن به اوج نیروهای واکنشی زمین سریع‌تر اتفاق بیافتد میزان اثرگذاری نیرو بر مفاصل اندام تحتانی افزایش می‌یابد (۱۴). در همین راستا دویتا و همکاران، گزارش کردند که ارتباط مستقیمی بین افزایش شاخص توده بدنی و گشتاور ایجاد شده در مفصل زانو در بین افراد چاق دیده می‌شود. درواقع الگوی دویدن سینماتیکی تغییریافته در افراد چاق با افزایش گشتاور حول مفصل زانو همراه می‌باشد (۱۵).

بیومکانیک راه‌رفتن تحت تأثیر سرعت راه‌رفتن و چاقی می‌تواند بر گشتاور عضلات، نرخ بارگذاری، کاهش زمان رسیدن به اوج نیروهای عکس‌العمل زمین و بروز آسیب مؤثر باشد. با توجه به این که گشتاور عضلات حول مفصل زانو به‌طورکلی با چاقی افزایش می‌یابد، در طیف وسیعی از سرعت‌های راه‌رفتن، منجر به اعمال بارهای زیادی بر روی مفاصل اندام تحتانی می‌شود. این یافته نشان می‌دهد که افراد چاق احتمالاً برای کاهش هزینه‌های متابولیک و یا اعمال بارهای زانو، الگوی راه‌رفتن خود را تغییر می‌دهند (۱۶). به‌علاوه در تحقیقی که رولز و همکاران، مکانیک دویدن را در کودکان سالم و چاق بررسی کردند اظهار نمودند که کودکان چاق و

دارای اضافه‌وزن در مقایسه با افراد سالم اوج نیروی عمودی و نرخ بارگذاری قابل‌توجهی بیشتر از خود نشان می‌دهند (۱۷). بر اساس شواهد افزایش نرخ بارگذاری و نیروی عکس‌العمل زمین در راستای عمودی از شاخص‌های اصلی بروز آسیب‌های اندام تحتانی از جمله ریز شکستگی‌های استخوان تیبیا، سندرم درد کشککی‌رانی، سندرم باند ایلیوتیبیال، فاشیای کف پا و سایر آسیب‌های بافت نرم مرتبط دانسته‌اند (۱۸). با توجه به اهمیت این موضوع در این افراد و عدم وجود مقاله مروری در این زمینه، ضرورت انجام این کار برجسته‌تر می‌شود. لذا هدف از پژوهش حاضر مروری بر مکانیک دویدن در افراد چاق یا دارای اضافه‌وزن بود.

## روش شناسی

مطالعه حاضر از نوع کتابخانه‌ای و مروری سیستماتیک بود، جستجوی مقالات به زبان فارسی و لاتین از ابتدای سال ۲۰۰۳ تا ابتدای ماه ژانویه سال ۲۰۲۳ بود. جستجو مقالات در پایگاه‌های استنادی وب‌آوساینس، پایگاه مرکز اطلاعات علمی و جهاد دانشگاهی، مگ‌ایران، اسکاپوس، پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، پاب‌مد و گوگل‌اسکولار صورت پذیرفت. به‌علاوه نوع مطالعه از نوع پژوهشی اصیل مقالات مروری و کارآزمایی بالینی بود.

مطالعه حاضر در سال ۱۴۰۲، در دانشگاه محقق اردبیلی انجام گرفت. برای استخراج مقالات از کلید واژه‌های دویدن[1] چاقی[2] اضافه‌وزن[3] نیروی عکس‌العمل زمین[4] فعالیت الکتریکی عضلات[5] گشتاور آزاد[6] تمرینات ورزشی[7] و کاهش وزن[8] استفاده شد. ۱۷ مقاله مرتبط بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند. لازم به ذکراست که انتخاب اولیه مقالات تنها بر اساس عنوان مطالعه مروری حاضر انجام شد. معیارهای ورود و خروج به مطالعه شامل مواردی از قبیل: ۱- مقالات در حوزه مکانیک دویدن در افراد دارای اضافه‌وزن و چاقی بود. ۲- مقالاتی که شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها بالای ۲۵ کیلوگرم بر مجذور متر بود. ۳- مقالاتی که آزمودنی‌ها سابقه‌ی عمل جراحی، سابقه شکستگی در اندام تحتانی، مشکلات عصبی-عضلانی، اختلاف طول اندام بیشتر از ۵ میلی‌متر از مطالعه خارج شدند. در نهایت ۱۲ مقاله در ارتباط با اثرات مکانیک دویدن در افراد مبتلا به چاقی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. اعتبارسنجی مقالات از طریق سنجش و ارزیابی مقالاتی که در پایگاه‌های Scopus، WOS و یا ISC نمایه شده بودند مورد ارزیابی قرار گرفت. مقالات مربوطه باید حداقل در یکی از این ۳ پایگاه استنادی نمایه شده بود (شکل ۱). به‌علاوه شکل ۲، روند انتخاب مقالات مطالعه مروری حاضر را نشان می‌دهد.

## نتایج

در مطالعه حاضر ۱۷ مقاله با استفاده از کلمات کلیدی جستجو شد. تعداد ۵ مقاله به دلیل عدم کسب معیارهای ورود مطالعه حذف گردید و تنها ۱۲ مقاله بر اساس معیار ورود، مورد تحلیل قرار گرفتند. از این تعداد بررسی ۳ مقاله نشان داد که مابین افزایش شاخص توده بدنی و افزایش فشارهای کف‌پایی و متعاقب آن بروز آسیب رابطه مستقیمی وجود دارد. به‌علاوه تعداد ۲ مقاله از مقالات مورد

1. Running
2. Obesity
3. Overweight
4. Ground reaction force
5. Electrical activity of muscles
6. Free moment
7. Sports exercises
8. Weight Loss

بررسی در ارتباط افزایش نرخ بارگذاری در افراد چاق در حین دویدن پرداخته است. یافته‌های ۲ مقاله حاکی از فروپاشی قوس‌های کف‌پایی و در نهایت کاهش شوک‌های ناشی از دویدن بود.

بررسی نتایج یکی از مقالات نشان داد که در افراد دارای اضافه‌وزن یا چاق انجام تمریناتی همچون دویدن می‌تواند زمینه‌ای برای بروز ریزشکستگی‌های استخوان درشت‌نئی باشد. یافته‌های یکی از مقالات نیز نشان داد که افراد دارای شاخص توده بدنی بالا دامنه حرکتی کمتری نسبت به افراد با وزن نرمال در حین دویدن دارند. در نهایت یافته‌های ۳ مقاله در حوزه فعالیت الکتریکی عضلات نشان داد که در افراد دارای اضافه‌وزن فعالیت‌هایی همچون دویدن می‌تواند در کاهش قدرت عضلات فلکسورهای کف‌پایی مؤثر باشد. نتایج حاصل از بررسی مقالات به‌طور خلاصه در جدول (۱،۲)، ارائه شده است.

گام اول: جستجو در پایگاه‌های تخصصی PubMed،WOS،Scopus، SID،Magiran،ISC و Google Scholar و انتخاب کلید واژه مناسب

↓

گام دوم: تعیین استراتژی‌های جستجو (ارزیابی بر اساس نمایه‌گذاری در پایگاه‌های اطلاعاتی Scopus، WOS و یا ISC)

↓

گام سوم: فهرست نمودن متون بدست آمده بر اساس زمان انتشار و تهیه خلاصه و متن کامل مقالات (N=۱۷)

↓

گام چهارم: ارزیابی مقالات از نظر شرایط ورود به مطالعه و متدولوژی (۵ مقاله از مطالعه خارج ۱۲ مقاله شرایط ورود به مطالعه را داشتند).

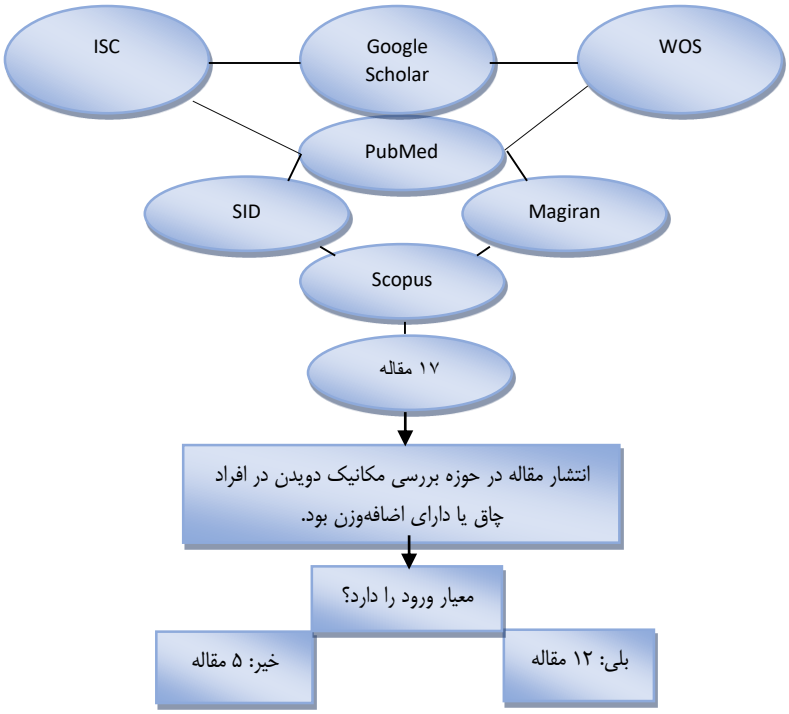
↓

گام پنجم: یادداشت نمودن نکات کلیدی مقالات برای بهبود کیفیت روش کار

↓

گام ششم: بررسی نهایی مقالات با منابع معتبر

شکل ۱. جدول مربوط به نحوه بررسی کیفیت مقالات




شکل ۲. روند جستجو، بررسی و انتخاب مقالات

جدول ۱. مطالعات در حوزه نیروی عکس‌العمل زمین.

| اسامی نویسندگان | نام مجله و سال انتشار | نوع تحقیق | نمونه-گیری | نوع تمرین، مدت مداخله (هفته) و تعداد جلسات در هفته | تعداد آزمودنی‌ها، جنسیت و نوع عارضه | نتایج اصلی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| بروزر و رولز (۸) | Medicine and Science in Sports and Exercise-2021 | تجربی | هدفمند | تمرینات دویدن در سطح بدون شیب، آنی | ۴۲ کودک پسر چاق | ارتباط مستقیم مابین افزایش BMI و افزایش نرخ بارگذاری و نیروهای واکنشی زمین. |
| تیروش و همکاران (۱۹) | Gait & Posture-2019 | تجربی | تصادفی | تمرینات دویدن طی ۸ جلسه‌ی دو هفته‌ای. | ۲۵ کودک دارای اضافه‌وزن و ۱۲ کودک با وزن سالم در این مطالعه شرکت کردند. | ارتباط مستقیم چاقی و آسیب به صفحات رشد کودکان و بروز استرس فراکچرهای شدید در استخوان تیبیا. |
| تیروش و همکاران (۲۰) | Journal of Applied Biomechanics-2020 | تجربی | تصادفی | دویدن بر روی تردمیل با ۱۲۰ درصد سرعت پایه | ۲۰ کودک دارای اضافه‌وزن و ۱۲ کودک با وزن سالم در این مطالعه شرکت کردند. | کودکان دارای اضافه‌وزن جذب کمتری در مقایسه کودکان سالم داشتند. |
| روبینشتاین و همکاران (۲۱) | Footwear Science-2017 | تجربی | هدفمند | مقایسه سرعت دویدن کودکان دارای اضافه‌وزن و سالم. | سی و یک کودک دارای اضافه‌وزن پیش از بلوغ (۱/۳ ± ۹/۹ سال) و ۱۰ کودک نابالغ (۱/۲ ± ۹/۹ سال) در این مطالعه شرکت کردند. | نتایج نشان می‌دهد که کودکان دارای اضافه‌وزن الگوهای مختلف دویدن را با افزایش فشار پا ایجاد می-کنند که ممکن است آن‌ها را مستعد درد پا و آسیب‌های ناشی از استفاده بیش‌ازحد کند. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| رولز (۱۷) | South Dakota State University-2016 | تجربی | هدفمند | تفاوت‌های مکانیکی در مکانیک دویدن را بین کودکان دارای وزن سالم و اضافه اضافه‌وزن/چاق. | کینماتیک و نیروهای عکس‌العمل زمین ۴۲ کودک چاق جمع‌آوری شد. | کودکان چاق بار عمودی بالاتر، گشتاورهای مفصلی بیشتر و تکانه‌های زاویه‌ای مفصل بیشتری را در حین دویدن نشان می‌دهند. |
| وینسنت و همکاران (۲۲) | PM&R, 2020 | تجربی | تصادفی | یک سیستم آنالیز حرکت نوری هفت دوربینی برای ثبت سینماتیک در حال اجرا و یک تردمیل ابزاردار برای ثبت داده‌های جنبشی استفاده شد. | ۱۸ زن چاق و ۳۶ زن سالم. | دوندگان مبتلا به چاقی با افزایش سفتی پایین بدن و محدود کردن جابجایی عمودی، نیروهای ضربه را کاهش دادند و نرخ بارگذاری را بیشتر از دوندگان غیرچاق کنترل کردند. |
| باس (۲۳) | Medicine & Science in Sports & Exercise-2003 | تجربی | هدفمند | مقایسه کینماتیک فاز ایستادن و نیروهای واکنش زمین در دویدن بین مردان جوان و مسن | ۱۶ دونده مسن و دارای اضافه‌وزن (۵۵ تا ۶۵ سال) و ۱۳ دونده مرد جوان (۲۰ تا ۳۵ سال) انتخاب شدند. | افزایش نرخ بارگذاری اولیه نشان‌دهنده از دست دادن ظرفیت جذب ضربه در دوندگان مسن‌تر است. |
| سشیا و همکاران (۲۴) | European journal of sport science-2016 | نیمه‌تجربی | در دسترس | مقایسه ارتباط بین آمادگی جسمانی (هوازی، سرعت، چابکی، قدرت، انعطاف‌پذیری و تعادل) و شاخص توده بدنی در کودکان پیش از بلوغ بود. | درمجموع ۲۴۱۱ دانش-آموز چاق و سالم (۷ تا ۱۱ ساله) در این مطالعه شرکت کردند. | دانش‌آموزان چاق سرعت دو، انعطاف، تعادل کمتری نسبت به دانش‌آموزان با وزن طبیعی نشان دادند. |
| ویوج و همکاران (۲۵) | Obesity Reviews-2017 | کارآزمایی بالینی | هدفمند | تمرینات دویدن تناوبی شدید و مداوم، ۱۰ هفته به مدت ۳ جلسه در هفته | از ۱۳۳۴ مقاله غربال شده ۱۳ مقاله مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. | انجام تمرینات هوازی همچون دویدن با کاهش درصد چربی می‌تواند بر کاهش گشتاور مفاصل و فشارهای کف‌پایی مؤثر واقع شود. |

بر اساس جدول ۳، ارزیابی کیفیت مقالات توسط پرسشنامه دان و بلک مورد بررسی قرار گرفت (۳۱). این پرسشنامه در قالب ۲۷ سؤال طراحی شده است و از قسمت‌های مختلف مقاله سؤالات متنوعی برای ارزیابی کیفیت مقاله ارائه شده است. نمراتی که به سؤالات اختصاص می‌یابد عدد ۱ یا ۰ است، اختصاص عدد یک به معنای تأیید و صفر به معنای رد یا عدم‌تأیید است. لازم به ذکر است تنها در خصوص سؤال ۲۷ این پرسشنامه عددی مابین ۵-۰ اختصاص می‌یابد. اختصاص عدد ۵ یا عددی نزدیک به آن نشان‌دهنده باکیفیت بودن مقاله و اختصاص عدد صفر و یا عددی نزدیک به آن نشان‌دهنده پایین بودن کیفیت مقاله به لحاظ استناددهی است. لازم به ذکر است که وجود هرگونه اختلاف در نمره‌دهی مقالات توسط هر دو نویسنده به‌صورت جداگانه بررسی شد و مواردی که مابین آن‌ها نویسندگان دارای اختلاف نظر بودند پس از مشورت و بحث در این خصوص نمره‌دهی انجام شد تا خطا در نمره‌دهی به حداقل برسد. در این مطالعه مروری میانگین نمرات کیفیت مقالات بر اساس پرسشنامه دان و بلک اعدادی مابین ۱۸-۲۶ بود، از طرفی در مجموع کل میانگین نمرات کسب‌شده برای مقالات مورد بررسی از کیفیت ۸۳/۳۲ درصدی برخوردار بود. بالاترین کیفیت مربوط به دو مقاله با کسب نمره کیفیت ۹۶/۲۹ درصد و کمترین کیفیت مقاله نیز مربوط به یکی از مقالات با کیفیت ۶۶/۶۶ درصدی بود.

جدول ۲. مطالعات در حوزه فعالیت الکتریکی عضلات.

| اسامی نویسندگان | نام مجله و سال انتشار | نوع تحقیق | نمونه-گیری | نوع تمرین، مدت مداخله (هفته) و تعداد جلسات در هفته | تعداد آزمودنی‌ها، جنسیت و نوع عارضه | نتایج اصلی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ولی‌زاده اورنج و همکاران (۲۶) | The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine-2022 | نیمه-تجربی | در دسترس | تأثیر کفش کنترل حرکتی بر هم‌انقباضی مفصل زانو، تأثیر آنی | ۱۵ زن دارای اضافه‌وزن با افت استخوان ناوی بیش از ۱۰ میلی‌متر | نتایج نشان داد میزان هم-انقباضی جهت‌دار بین دو عضله پهن داخلی و پهن خارجی طی فاز پاسخ بارگیری و همچنین هم‌انقباضی جهت‌دار بین عضلات جانب داخلی و جانب خارجی مفصل زانو طی فاز میانه استقرار طی شرایط دویدن با کفش کنترل حرکتی در مقایسه با کفش کنترل به‌طور معناداری بالاتر است. |
| نادری و همکاران (۲۷) | The Foot-2020 | نیمه تجربی | تصادفی | قبل و بعد از ۳۰ دقیقه دویدن، توزیع دینامیک فشار پا در حین دویدن و قدرت عضلات کف پا، اندازه‌گیری شد. | ۲۵ دونده مرد با وزن طبیعی (۵٫۳ ± ۷۲٫۰ کیلوگرم)، ۲۵ مرد دارای اضافه‌وزن (۵٫۶ ± ۸۰٫۸ کیلوگرم) و ۲۵ مرد چاق (۶٫۵ ± ۹۶٫۸ کیلوگرم) دونده انتخاب شدند. | چاقی با افزایش فشارهای کف‌پایی همراه است. همچنین پس از دویدن خستگی در قدرت عضله فلکسور کف پا و اینورتور تشدید می‌شود. |
| بییرل و همکاران (۲۸) | International journal of exercise science, 2019, | کارآزمایی بالینی | هدفمند | شرکت‌کنندگان به مدت ۱۰ دقیقه روی تردمیل در شرایط پابرهنه و کفش با سرعت ۹ کیلومتر در ساعت و شیب ۱ درصد دویدند. | هفده شرکت‌کننده زن ۱۸ تا ۲۳ ساله برای این مطالعه انتخاب شدند. | افزایش فعالیت عضله ساقی قدامی و دو قلوی داخلی می-تواند در بروز آسیب عضلانی مؤثر باشد. |

جدول ۳. ارزیابی کیفیت مقالات مورد بررسی توسط پرسشنامه دان و بلک.

| | بروزر و رولز (۸) | تیروش و همکاران (۱۹) | تیروش و همکاران (۲۰) | روبینشتاین و همکارن (۲۱) | رولز (۱۷) | وینسنت و همکاران (۲۲) | باس (۲۳) | سشیا و همکاران (۲۴) | ویوج و همکاران (۲۵) | ولی‌زاده اورنج و همکاران (۲۶) | نادری و همکاران (۲۷) | بییرل و همکاران (۲۸) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آیا فرضیات و اهداف مطالعه به وضوح شرح داده شده است؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا نتایج اصلی به وضوح شرح داده شده است؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا ویژگی بیماران به وضوح شرح داده شده است؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا مداخلات شرح داده شده است؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آیا در خصوص عوامل مخدوش کننده توضیحاتی ارائه شده است؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| آیا یافته‌ها به وضوح شرح داده شده است؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا داده های این مطالعه بصورت تصادفی برای پیامدهای اصلی ارائه شده است؟ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ |
| آیا عوارض جانبی گزارش شده است؟ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ |
| آیا در خصوص ترک بیماران از مطالعه و عوارض آن اطلاعاتی ارائه شده است؟ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ |
| آیا مقادیر واقعی داده‌ها گزارش شده است (بصورت دقیق نه تخمینی)؟ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا در خصوص نحوه انتخاب نمونه‌های مطالعه اطلاعاتی ارائه شده است؟ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ |
| آیا آزمودنی‌ها آمادگی لازم را برای اجرای آزمون داشتند؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ |
| آیا در مورد خصوصیات مکان و امکانات اطلاعاتی ارائه شده است؟ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا در خصوص تلاش مداخلات که بیماران داشتند اطلاعاتی ارائه شده است؟ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا برای یکسان‌سازی مطالعه اطلاعاتی ارائه شده است؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا نتایج مطالعه پس از نرمال کردن داده‌ها به وضوح شرح داده شده است؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ |
| آیا اطلاعاتی از نتایج دوره مداخلات تمرینی و گروه کنترل ارائه شده است؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا از آزمون‌های آماری مناسبی برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا مداخلات قابل اعتماد بود؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا معیار نتایج اصلی قابل اعتماد بود؟ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا گروه‌ها تحت مداخلات متفاوتی قرار داشتند؟ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| آیا آزمودنی‌ها یکسازی شدند؟ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ |
| آیا آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در گروه‌ها قرار گرفتند؟ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۱ |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آیا مداخلات به صورت تصادفی اعمال شد؟ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| آیا شرایطی برای عوامل کنترل نشده در نظرگرفته شده بود؟ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| آیا برنامه خاصی برای از دست دادن بیماران داشتید؟ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۱ |
| آیا مقالات قابل اعتماد و استناد هستند؟ | ۴ | ۴ | ۵ | ۳ | ۳ | ۴ | ۲ | ۳ | ۳ | ۴ | ۴ | ۴ |

## بحث

هدف از پژوهش حاضر مروری بر مکانیک دویدن در افراد چاق یا دارای اضافه‌وزن بود. تعداد بررسی ۳ مقاله نشان داد که مابین افزایش شاخص توده بدنی (BMI) و افزایش فشارهای کف‌پایی رابطه مستقیمی وجود دارد. به‌علاوه نتایج ۲ مقاله در ارتباط افزایش نرخ بارگذاری در افراد چاق در حین دویدن بود. یافته‌های ۲ مقاله حاکی از فروپاشی قوس‌های کف‌پایی و درنهایت کاهش شوک‌های ناشی از دویدن بود. بررسی نتایج یکی از مقالات نشان داد که در افراد دارای اضافه‌وزن یا چاق انجام تمریناتی همچون دویدن می‌تواند زمینه‌ای برای بروز ریزشکستگی‌های استخوان درشت‌نئی باشد. یافته‌های یکی از مقالات نیز نشان داد که افراد دارای شاخص توده بدنی بالا دامنه حرکتی کمتری نسبت به افراد با وزن نرمال در حین دویدن دارند. درنهایت یافته‌های ۳ مقاله در حوزه فعالیت الکتریکی عضلات نشان داد که در افراد دارای اضافه‌وزن فعالیت‌هایی همچون دویدن می‌تواند در کاهش قدرت عضلات فلکسورهای کف‌پایی مؤثر باشد.

چاقی یا اضافه‌وزن یکی از بیماری‌های رایجی است، به‌نحوی‌که می‌تواند مکانیک دویدن را در این افراد تحت تأثیر قرار دهد. به لحاظ بیومکانیکی افزایش فشارهای کف‌پایی می‌تواند زمینه‌ای برای افزایش فشارهای وارده بر مفاصل اندام تحتانی و بروز زانودرد و کمردرد باشد. در همین راستا ویوج و همکاران، طی یک مطالعه سیستماتیک اظهار کردند که دویدن در افراد دارای شاخص توده بدنی بالا می‌تواند منجر به افزایش فشارهای کف‌پایی و زانو درد شود (۲۵). از طرفی روبینشتاین و همکاران، نیز به ارتباط مستقیم افزایش فشارهای کف‌پایی و افزایش احتمال بروز درد در اندام تحتانی اشاره کرده‌اند (۲۱). به نظر می‌رسد عدم جذب فشارهای کف پا در افراد چاق یا دارای اضافه‌وزن یکی از دلایل اصلی بروز زانو درد باشد.

یکی از مهم‌ترین عوامل درگیر در بروز آسیب، میزان نیروهای وارده به مفاصل اندام تحتانی می‌باشد (۲۹). میزان کاربرد نرخ بارگذاری در حین دویدن، معیاری در جهت شناسایی میزان فشار وارد بر بافت‌ها می‌باشد (۳۰). به عبارتی افزایش اثر نرخ بارگذاری بر جذب شوک ضعیف و وارد آمدن میزان بالای فشار بر اندام تحتانی در مدت زمان کوتاه دلالت دارد (۳۱). در مطالعه حاضر یافته‌ها با نتایج پیشین همسو بود. در همین راستا بروزر، طی مطالعه‌ای بر روی ۴۲ کودک پسر چاق اظهار داشتند که مابین چاقی و افزایش نرخ بارگذاری ارتباط مستقیمی وجود دارد (۸). احتمالاً یکی از دلایل اصلی افزایش نرخ بارگذاری در این افراد حین دویدن به دلیل کاهش زمان رسیدن به اوج نیروهای عکس‌العمل زمین باشد. بر اساس مطالعات پیشین نتایج حاکی از آن است که هر چقدر زمان رسیدن به اوج نیروهای عکس‌العمل زمین کمتر باشد مقدار اثرگذاری نیرو افزایش خواهد یافت و بالعکس (۳۲).

دویدن جز فعالیت‌هایی محسوب می‌گردد که همواره اغتشاش‌های بسیاری را به مفاصل اندام تحتانی وارد می‌کند، به‌نحوی‌که آسیب‌های مرتبط با دویدن در مقایسه با پیاده‌رویی حدود ۱۰ برابر بیشتر گزارش شده است. وجود قوس‌های طولی داخلی در کف پا

می‌تواند در حین دویدن با تعدیل این اغتشاش‌ها از بروز ناهنجاری و آسیب‌های اندام تحتانی بکاهد (۳۳). در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق فروپاشی قوس‌های طولی–داخلی کف پا رخ می‌دهد. کلاپس (فروپاشی قوس‌های کف پا)، می‌تواند زمینه‌ی جدی برای افزایش گشتاورهای مفاصل اندام تحتانی، تخریب مفاصل و بروز آسیب‌دیدگی باشد (۳۴). در همین راستا تیروش و همکاران، اظهار کردند که کودکان دارای اضافه‌وزن جذب کمتری در مقایسه کودکان سالم داشتند (۲۰). در حوزه بازگشت قوس‌های طولی–داخلی مطالعات مثبت متعددی در داخل و خارج کشور انجام گرفته که عبارتنداز: ۱- کاهش وزن بدن ۲- استفاده از کفی‌های حمایتی قوس‌های کف‌پایی ۳- تمرینات ورزشی برای بازگشت قوس‌های حمایت‌کننده ۴- ارگونومی ابزارهای ورزشی با هدف بازگشت قوس‌های حمایت‌کننده.

یکی دیگر از آسیب‌های که می‌تواند برای افراد دارای اضافه‌وزن در حین دویدن بسیار جدی باشد بروز ریز شکستگی‌هایی در استخوان درشت‌نئی است. بر اساس شواهد در افراد دارای اضافه‌وزن احتمال شکستگی در مقایسه با افراد با وزن ایده‌آل در حدود ۱۰ درصد بیشتر است (۳۵). همسو با نتایج پیشین مطالعه حاضر نشان داد که مابین چاقی و استرس فراکچر (ریزشکستگی‌ها) ارتباط مستقیمی وجود دارد. در همین راستا تیروش و همکاران، اظهار داشتند که تمرینات دویدن طی ۸ جلسه‌ی دو هفته‌ای در ارتباط مستقیم با بروز استرس فراکچر استخوان تیبیا قرار دارد (۱۹). احتمالاً افزایش نیروهای وارده بر مفاصل اندام تحتانی، عدم جذب و تعدیل نیروهای اعمالی و اختلال در مکانیک دویدن در افراد چاق از دلایل اصلی بروز شکستگی‌های استخوانی باشد.

بروز چاقی و اضافه‌وزن در افراد می‌تواند زمینه‌ای برای کاهش کیفیت زندگی باشد. در همین راستا پیری و همکاران، اظهار کردند که دانشجویان چاق سیگاری در مقایسه با دانشجویان با وزن ایده‌آل سرعت دویدن پایین‌تری دارند (۳۶). به‌علاوه ولی‌زاده اورنج و همکاران، با بررسی مکانیک دویدن ۱۵ زن دارای اضافه‌وزن اظهار کردند که اختلال فعالیت الکتریکی عضلات طی فاز پاسخ بارگذاری و میانه استقرار می‌تواند زمینه‌ای برای کاهش تعادل حین دویدن باشد (۲۶). همچنین همسو با نتایج مطالعات پیشین نادری و همکاران، نشان دادند که چاقی می‌تواند با افزایش فشارهای کف‌پایی در بروز خستگی عضلانی و کاهش قدرت عضلات حمایت-کننده در حین دویدن منجر به اختلال در دامنه فعالیت الکتریکی عضلات و در نهایت آسیب گردد (۲۷). احتمالاً اختلال در فعالیت الکتریکی عضلات در حین دویدن می‌تواند به دلیل اختلالات نیروهای عکس‌العمل زمین باشد که درنهایت با ظهور آسیب‌های عضلانی و مفصلی نمایان خواهد شد.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به عدم بررسی مکانیک دویدن در افراد چاق در بازه‌های زمانی بلندمدت اشاره کرد. پیشنهاد می‌گردد در آینده متغیرهای کینتیکی، کینماتیکی و الکترومایوگرافی فعالیت‌های همچون راه‌رفتن، دویدن، بالا و پایین آمدن از پله در افراد چاق بررسی گردد

## نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس مطالعه حاضر به نظر می‌رسد افراد چاق و دارای اضافه‌وزن در حین دویدن به دلایل بیومکانیکی در معرض آسیب قرار دارند.

## ملاحظات اخلاقی

## پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله از نوع مروری است و مستقیماً از هیچ انسانی یا حیوانی در آن استفاده نشده است.

## حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

## مشارکت نویسندگان

مام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

## تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

## Reference

1. Tabatabaei Molassi O, Larijani B. Overview of the Prevalence of Obesity and its Management in Iran. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism. 2013;5(12):357-74. [Persian]

2. Mohammadi N, Sh R, Aghamolaei T, Akbari M, Amin Shokravi F, Ayar S. Comprehensive health education program (familiarity with applied concepts). Tehran: Mehr Ravesh. 2006. [Persian]

3. Lindström M, Isacsson S-O, Merlo J. Increasing prevalence of overweight, obesity and physical inactivity: two population-based studies 1986 and 1994. The European Journal of Public Health. 2003;13(4):306-12. [DOI:10.1093/eurpub/13.4.306] [PMID]

4. Mohamad Nor NS, Ambak R, Mohd Zaki N, Abdul Aziz NS, Cheong SM, Abd Razak MA, et al. An update on obesity research pattern among adults in Malaysia: a scoping review. BMC women's health. 2018;18(1):5-15. [DOI:10.1186/s12905-018-0590-4] [PMID] [PMCID]

5. Kopelman PG. Obesity as a medical problem. Nature. 2000;404(6778):635-43. [DOI:10.1038/35007508] [PMID]

6. Morrell JS, Lofgren IE, Burke JD, Reilly RA. Metabolic syndrome, obesity, and related risk factors among college men and women. Journal of American College Health. 2012;60(1):82-9. [DOI:10.1080/07448481.2011.582208] [PMID]

7. Spech C, Paponetti M, Mansfield C, Schmitt L, Briggs M. Biomechanical variations in children who are overweight and obese during high-impact activities: A systematic review and meta-analysis. Obesity Reviews. 2022;23(6):e13431. [DOI:10.1111/obr.13431] [PMID]

8. Bowser BJ, Roles K. Effects of Overweight and Obesity on Running Mechanics in Children. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2021;53(10):2101-10. [DOI:10.1249/MSS.0000000000002686] [PMID]

9. Moslehi Najafabadi E, Moslehi Z, Darvakh H. A Comparison of Two Methods of Aerobic Exercise on Serum Orexin A and Weight Loss in Overweight and Obese Boys. Sport Physiology & Management Investigations. 2018;10(3):23-32. [Persian]

10. Pourvaghar MJ, Bahram ME. The effect of a period of resistance training on serum myonectin level (CTRP15) and anthropometric indices related to weight loss in obese adolescents. Journal of Sport Biosciences. 2022;14(1):85-100. [Persian]

11. Schmidt RA, Lee TD, Winstein C, Wulf G, Zelaznik HN. Motor control and learning: A behavioral emphasis: Human kinetics; 2018.

12. Broeder C, Brenner M, Hofman Z, Paijmans I, Thomas E, Wilmore J. The metabolic consequences of low and moderate intensity exercise with or without feeding in lean and borderline obese males. International journal of obesity. 1991;15(2):95-104.

13. Bergman BC, Brooks GA. Respiratory gas-exchange ratios during graded exercise in fed and fasted trained and untrained men. Journal of applied physiology. 1999;86(2):479-87. [DOI:10.1152/jappl.1999.86.2.479] [PMID]

14. Seagers K, Uhlrich SD, Kolesar JA, Berkson M, Janeda JM, Beaupre GS. Changes in foot progression angle during gait reduce the knee adduction moment and do not increase hip moments in individuals with knee osteoarthritis. medRxiv. 2022. [DOI:10.1101/2022.01.10.22268858]

15. DeVita P, Hortobágyi T. Obesity is not associated with increased knee joint torque and power during level walking. Journal of biomechanics. 2003;36(9):1355-62. [DOI:10.1016/S0021-9290(03)00119-2] [PMID]

16. Browning RC, Kram R. Effects of obesity on the biomechanics of walking at different speeds. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2007;39(9):1632-41. [DOI:10.1249/mss.0b013e318076b54b] [PMID]

17. Roles K. Differences in Running Mechanics Between Overweight/Obese and Healthy Weight Children. 2016.

18. Milner CE, Ferber R, Pollard CD, Hamill J, Davis IS. Biomechanical factors associated with tibial stress fracture in female runners. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2006;38(2):323-8. [DOI:10.1249/01.mss.0000183477.75808.92] [PMID]

19. Tirosh O, Steinberg N, Nemet D, Eliakim A, Orland G. Visual feedback gait re-training in overweight children can reduce excessive tibial acceleration during walking and running: An experimental intervention study. Gait & posture. 2019;68:101-5. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2018.11.006] [PMID]

20. Tirosh O, Orland G, Eliakim A, Nemet D, Steinberg N. Attenuation of lower body acceleration in overweight and healthy-weight children during running. Journal of Applied Biomechanics. 2020;36(1):33-8. [DOI:10.1123/jab.2019-0138] [PMID]

21. Rubinstein M, Eliakim A, Steinberg N, Nemet D, Ayalon M, Zeev A, et al. Biomechanical characteristics of overweight and obese children during five different walking and running velocities. Footwear Science. 2017;9(3):149-59. [DOI:10.1080/19424280.2017.1363821]

22. Vincent HK, Kilgore III JE, Chen C, Bruner M, Horodyski M, Vincent KR. Impact of body mass index on biomechanics of recreational runners. PM&R. 2020;12(11):1106-12. [DOI:10.1002/pmrj.12335] [PMID]

23. Bus SA. Ground reaction forces and kinematics in distance running in older-aged men. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2003;35(7):1167-75. [DOI:10.1249/01.MSS.0000074441.55707.D1] [PMID]

24. Ceschia A, Giacomini S, Santarossa S, Rugo M, Salvadego D, Da Ponte A, et al. Deleterious effects of obesity on physical fitness in pre-pubertal children. European journal of sport science. 2016;16(2):271-8. [DOI:10.1080/17461391.2015.1030454] [PMID]

25. Wewege M, Van Den Berg R, Ward R, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. Obesity Reviews. 2017;18(6):635-46. [DOI:10.1111/obr.12532] [PMID]

26. Valizadehorang A, Jafarnezhadgero A, Alihosseini S. The Effects of Motion Control Shoes on Knee Joint Co-Contraction in Overweight Individuals With Flat Feet. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2022;10(6):1182-93. [Persian] [DOI:10.32598/SJRM.10.6.5]

27. Naderi A, Baloochi R, Rostami KD, Fourchet F, Degens H. Obesity and foot muscle strength are associated with high dynamic plantar pressure during running. The Foot. 2020;44:101683. [Persian] [DOI:10.1016/j.foot.2020.101683] [PMID]

28. Beierle R, Burton P, Smith H, Smith M, Ives SJ. The effect of barefoot running on EMG activity in the gastrocnemius and tibialis anterior in active college-aged females. International journal of exercise science. 2019;12(1):1110.

29. McNair PJ, Prapavessis H, Callender K. Decreasing landing forces: effect of instruction. British journal of sports medicine. 2000;34(4):293-6. [DOI:10.1136/bjsm.34.4.293] [PMID] [PMCID]

30. Cook TM, Farrell KP, Carey IA, Gibbs JM, Wiger GE. Effects of restricted knee flexion and walking speed on the vertical ground reaction force during gait. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 1997;25(4):236-44. [DOI:10.2519/jospt.1997.25.4.236] [PMID]

31. Hargrave MD, Carcia CR, Gansneder BM, Shultz SJ. Subtalar pronation does not influence impact forces or rate of loading during a single-leg landing. Journal of athletic training. 2003;38(1):18.

32. Jafarnezhadgero A, Sheikhalizadeh H, Salahi Movasagh S. Running ground reaction force characteristics in children with forward head posture compared to healthy control ones. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2018;7(4):217-26. [Persian]

33. Ramezanian F, Bagheri S, Naderi A. Effect of Arch Support Foot Orthosis on Pain Severity in Recreational Runners with Shin Splint during Running. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2020;9(4):235-45. [Persian]

34. Rahimi A, Ghadirian F, RezaSoltani A, Khalkhali Zavieh M. Relationship between the medial longitudinal arch and the thoracic and lumbar curvatures with the static and dynamic stability in obese females. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2012;1(2):15-22. [Persian]

35. Premaor MO, Comim FV, Compston JE. Obesity and fractures. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia. 2014;58:470-7. [DOI:10.1590/0004-2730000003274] [PMID]

36. Piri E, Bolboli L. The effect of eight weeks of brisk walking and ascorbic acid supplementation on some physiological indicators in obese and overweight smoking students. Scientific Journal of New Management and Accounting Research Approaches. 2023;6(23):744-52. [Persian]