

## اثر ترکیبی تمرین قدرتی و رژیم غذایی کم کربوهیدرات بر توده چربی بدن در افراد بزرگسال: یک مرور نظام مند و فراتحلیل

فاطمه شرفی فرد<sup>۱</sup>، فاطمه کاظمی نسب<sup>۲</sup>✉

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۰۴

### چکیده

**هدف:** ترکیب تمرین قدرتی با رویکردهای تغذیه‌ای به عنوان یک استراتژی موثر برای کاهش وزن بدن و توده چربی بدن شناخته شده است. هدف فراتحلیل حاضر بررسی اثر ترکیبی تمرین قدرتی و رژیم غذایی کم کربوهیدرات بر توده چربی بدن در افراد بزرگسال است.

**روش‌شناسی:** جستجوی جامع در پایگاه‌های اطلاعاتی، SCOPUS، WOS، PUBMED، MAGIRAN و مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID) بدون محدود کردن سال انتشار تا سپتامبر ۲۰۲۳ انجام شد. در این فراتحلیل بررسی اثر ترکیبی تمرین قدرتی و رژیم غذایی کم کربوهیدرات بر توده چربی بدن در افراد بزرگسال انجام شد. برای محاسبه اندازه اثر از WMD و فاصله اطمینان ۹۵٪ با استفاده از مدل اثر تصادفی استفاده شد. برای بررسی سوگیری انتشار از تفسیر بصری فونل پلات (نمودار قیفی) استفاده شد.

**یافته‌ها:** در مجموع، ۱۵ مطالعه با ۳۹۰ بزرگسال وارد فراتحلیل حاضر شدند. نتایج نشان داد تمرین قدرتی و رژیم کم کربوهیدرات سبب کاهش معنادار توده چربی بدن با اندازه اثر بزرگ [ $p=0/03$ ،  $(-1/89$  الی  $-0/05)$ ]  $-0/97$  WMD= نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان شد. نتایج تحلیل زیرگروهی براساس وضعیت فعال بودن آزمودنی‌ها نشان داد که تمرین مقاومتی و رژیم کم کربوهیدرات برای آزمودنی‌های غیرورزشکار [ $WMD=-0/88$ ،  $P=0/5$ ] منجر به کاهش معنادار توده چربی بدن در بزرگسالان نشد، اما برای آزمودنی‌های ورزشکار [ $WMD=-0/98$ ،  $P=0/05$ ] WMD نزدیک معناداری بود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج فراتحلیل حاضر نشان می‌دهد که رژیم غذایی کم کربوهیدرات در مقایسه با رژیم غذایی استاندارد اثر مفیدی بر کاهش توده چربی بدن در افرادی که تمرین قدرتی انجام می‌دهند، دارد.

**واژگان کلیدی:** تمرین قدرتی، رژیم کم کربوهیدرات، بزرگسال، توده چربی

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی،  
دانشکده علوم انسانی، دانشگاه  
کاشان، کاشان، ایران  
✉ نویسنده مسئول:  
f\_kazemi85@yahoo.com

۲. گروه تربیت بدنی و علوم  
ورزشی، دانشکده علوم انسانی،  
دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

ISSN: ۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ  
است.

### ارجاع دهی:

شرفی فرد، فاطمه؛ کاظمی نسب، فاطمه. اثر ترکیبی تمرین قدرتی و رژیم غذایی کم کربوهیدرات بر توده چربی بدن در افراد بزرگسال: یک مرور نظام مند و فراتحلیل. پژوهش در تغذیه ورزشی. ۱۴۰۱؛ ۴(۴):صفحه ۳۵-۴۸. doi: 10.22034/ren.2023.140179.1036



# The Combined Impact of Strength Exercise and Low-Carbohydrate Diet on Body Fat Mass in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis

Fatemeh Sharafifard<sup>1</sup>, Fatemeh Kazeminasab<sup>2✉</sup>

Received: 2023/11/25

Accepted: 2023/12/24

## Abstract

**Aims:** The integration of strength training and dietary strategies is recognized as a potent method to decrease body weight and body fat mass. This meta-analysis aims to explore the combined effect of strength training and a low-carbohydrate diet on reducing body fat mass in adults.

**Methods:** We conducted a comprehensive search of the Web of Science, Scopus, PubMed, Magiran, and SID databases with no publication year restrictions up until September 2023. This meta-analysis evaluated the combined influence of strength training and a low-carbohydrate diet on body fat mass in adults. The weighted mean difference (WMD) and 95% confidence interval were calculated using a random effects model to determine the effect size. Publication bias was assessed through visual interpretation of a funnel plot.

**Results:** A total of 15 studies, involving 390 adult participants, were included in this meta-analysis. The results indicated that strength training combined with a low-carbohydrate diet significantly reduced body fat mass with a large effect size in adults compared to the control group ( $p=0.03$ ,  $WMD=0.97$  (-1.89 to -0.05)). The results of subgroup analysis based on the subjects' active status showed that resistance training and low-carbohydrate diet for non-athletes ( $p=0.5$ ,  $WMD=0.88$ ) did not lead to a significant reduction in body fat mass in adults, but for athlete subjects ( $p=0.05$ ,  $WMD=-0.98$ ) was close to significance.

**Conclusion:** According to the findings of this meta-analysis, a low-carbohydrate diet, in comparison to a standard diet, has a beneficial impact on reducing body fat mass in individuals who partake in strength training.

**Keywords:** Strength exercise, Low-carbohydrate diet, Adult, Fat mass.

<sup>1</sup> Department of Physical Education, Faculty of Sport Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran.

<sup>2✉</sup> Department of Physical Education, Faculty of Sport Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran

✉ **Corresponding Author:**  
[f\\_kazemi85@yahoo.com](mailto:f_kazemi85@yahoo.com)

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

## Citation:

Sharafifard F, Kazeminasab F. The combined impact of strength exercise and low-carbohydrate diet on body fat mass: a systematic review and meta-analysis. *Research in Exercise Nutrition*. 2022;1(4):p.35-48. doi.org/10.22034/ren.2023.140179.1036.

## مقدمه

که ۳۰ روز رژیم غذایی کم کربوهیدرات موجب کاهش وزن بدن و چربی بدن در ورزشکاران ژیمناستیک کارهای حرفه‌ای بدون اثرات منفی می‌شود (۳). یکی از اهداف مطالعات در بررسی رژیم کم کربوهیدرات مربوط به کاهش بافت چربی و بهبود در ترکیب بدن می‌باشد (۳، ۵).

از سوی دیگر، یکی دیگر از روش‌های بهبود و کنترل چاقی فعالیت بدنی هست. تمرین قدرتی یک روش ورزشی محبوب با فواید بیشماری از جمله حفظ تراکم مواد معدنی استخوان و افزایش توده بدون چربی است که به راحتی از طریق سایر تمرینات ورزشی (مانند تمرین هوازی) به دست نمی‌آید. همچنین در پیشگیری یا کنترل علائم بسیاری از بیماری‌های مزمن نقش دارد و بنابراین دستورالعمل‌های فعالیت بدنی، شرکت در تمرینات مقاومتی را دو تا سه روز در هفته توصیه می‌کنند (۶). با وجود نتایج متناقض مطالعات پیشین، تاثیر ترکیبی رژیم غذایی کم کربوهیدرات و تمرین مقاومتی بر تغییرات توده چربی بدن در افرادی که تمرین مقاومتی انجام می‌دهند مشخص نیست. لذا هدف پژوهش حاضر بررسی اثر ترکیبی تمرین قدرتی و رژیم غذایی کم کربوهیدرات بر توده چربی بدن در افراد بزرگسال است.

## روش‌شناسی

این پژوهش یک مطالعه مرور سیستماتیک-فراتحلیل است که بر اساس دستورالعمل کوکران<sup>۲</sup> و PRISMA<sup>۳</sup> انجام شد (۷، ۸).

## روش جستجوی مقالات

جستجو برای مقالات انگلیسی در پایگاه‌های اطلاعاتی وب آو ساینس<sup>۴</sup>، اسکوپوس<sup>۵</sup> و پابمد<sup>۶</sup> بدون محدود کردن سال انتشار تا سپتامبر ۲۰۲۳ انجام شد. همچنین جستجو برای مقالات فارسی در پایگاه‌های داده مگیران<sup>۷</sup> و مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی<sup>۸</sup> با استفاده از کلمات کلیدی "تمرین بدنی"، "تمرین ورزشی"، "توده چربی"، "رژیم کم کربوهیدرات"، "محدودیت کالری" و "رژیم پرچرب" تا شهریور ۱۴۰۲ انجام شد. همچنین با استفاده از کلمات انگلیسی "Strength training"، "weight training"، "resistance training"، "weightlifting"، "Pilates"، "CrossFit"، "athletes"، "performance"، "athletes"، "very-low carbohydrate diet"، "low"

چاقی همچنان یک نگرانی مهم سلامت عمومی در سراسر جهان است. بر اساس آخرین داده‌های سازمان جهانی بهداشت شیوع چاقی در حال افزایش است، به طوری که ۱۳ درصد از بزرگسالان در سراسر جهان به عنوان چاق و ۳۹ درصد به عنوان اضافه وزن طبقه‌بندی می‌شوند؛ به طوری که بیماری‌های مرتبط با چاقی مانند بیماری قلبی عروقی، دیابت نوع ۲ و انواع سرطان‌ها در ارتباط با اپیدمی جهانی افزایش چشمگیری داشته باشند. در حالی که تلاش‌های روزافزون برای مبارزه با این اپیدمی ادامه دارد، استراتژی‌های کاهش توده بدن همچنان یک معضل پیچیده و چالش برانگیز برای پزشکان مراقبت‌های بهداشتی و افراد مبتلا به چاقی می‌باشند (۱).

استراتژی‌های مختلفی مانند توجه به رژیم غذایی و فعالیت بدنی از مدت‌ها قبل برای کاهش وزن بدن پیشنهاد شده است. یکی از استراتژی‌های رایج رژیم غذایی طبقه‌بندی بر اساس دریافت درشت مغذی‌ها از جمله چربی، پروتئین و کربوهیدرات است. بر اساس سهم کربوهیدرات در رژیم غذایی، رژیم‌ها را می‌توان به عنوان رژیم غذایی با کربوهیدرات بسیار کم-کتونیک (کمتر از ۵ درصد)، رژیم غذایی با کربوهیدرات متوسط و رژیم غذایی با کربوهیدرات پایین تقسیم بندی کرد. امروزه رویکرد رژیم کم کربوهیدرات یک استراتژی محبوب برای کاهش وزن بدن و توده چربی است. این توزیع درشت مغذی منجر به افزایش تولید اجسام کتون و در نتیجه کتوز فیزیولوژیکی<sup>۱</sup> می‌شود (۱، ۲). مطالعات نشان می‌دهد که رژیم‌های غذایی با کربوهیدرات محدود به طور فزاینده‌ای برای کنترل شرایط مختلف سلامت از جمله اختلالات عصبی، چاقی، دیس لیپیدی، فشار خون بالا، دیابت، سندرم متابولیک و سرطان‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. در نتیجه رژیم‌های غذایی با کربوهیدرات محدود محبوبیت زیادی پیدا کرده اند (۳، ۴).

در ابتدای استفاده از رژیم کم کربوهیدرات به دلیل محدود شدن گلوکز، انرژی ابتدا از طریق واکنش‌های گلیکولیز و گلوکونئوز تولد می‌شود، اما بعد از گذشت ۴ تا ۷ روز از ادامه رژیم کم کربوهیدرات، لیپولیز بافت چربی منبع اصلی سوخت محسوب می‌شود و در دراز مدت این سازگاری به کاهش نسبت تبادل تنفسی تبدیل می‌شود که نشان‌دهنده تغییر متابولیک به سمت وابستگی بیشتر به اسیدهای چرب است (۳). به همین دلیل به نظر می‌رسد رژیم کم کربوهیدرات یک رژیم غذایی مناسب برای کاهش توده چربی بدن باشد. پائولی و همکاران نشان دادند

## 1. Physiological ketosis

2. Cochrane
3. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
4. Web of science
5. Scopus
6. PubMed
7. Magiran
8. SID

فاصله اطمینان ۹۵ درصد (CI) و با استفاده از مدل اثر تصادفی (Random) محاسبه شد. برای تعیین ناهمگونی (عدم تجانس) مطالعات، از آزمون I<sup>2</sup> استفاده شد که مقدار ناهمگونی طبق دستورالعمل کوکران براساس کمتر از ۲۵ درصد (ناهمگونی خفیف)، بیشتر از ۲۵ درصد (ناهمگونی کم)، بیشتر از ۵۰ درصد (ناهمگونی متوسط) و بیشتر از ۷۵ درصد (ناهمگونی بالا) تفسیر شد (۱۰). در صورت وجود ناهمگونی، با استفاده از تحلیل حساسیت<sup>۶</sup> از طریق روش خارج کردن یک به یک مطالعات<sup>۷</sup> با لحاظ کردن I<sup>2</sup> کمتر از ۵۰ به عنوان ملاک انجام شد (۱۱). سوگیری انتشار نیز با استفاده از تفسیر بصری فونل پلات بررسی شد که در صورت مشاهده سوگیری، تست Egger به عنوان یک تست تعیین کننده ثانویه استفاده شد که در آن  $p=0/1$  به عنوان وجود سوگیری انتشار معنی دار در نظر گرفته شد (۱۲). تحلیل زیر گروهی بر اساس مدت تمرین (کوتاه مدت: کمتر از ۸ هفته، طولانی مدت: بیشتر و مساوی ۸ هفته) و وضعیت ورزشکار یا غیرورزشکار بودن آزمودنی‌ها انجام شد. آزمون‌های آماری با استفاده از نرم افزار CMA2 انجام شدند.

### بررسی کیفیت مقالات

ارزیابی کیفیت مطالعات به طور مستقل توسط دو محقق انجام شد. بررسی کیفیت مطالعات با استفاده از چک لیست ۹ سوالی پدرو<sup>۸</sup> انجام شد (۱۳). معیارهای بررسی کیفیت مقالات شامل موارد زیر بود: ۱- مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها، ۲- اختصاص شرکت کنندگان به طور تصادفی به گروه‌های مختلف، ۳- آشنایی نداشتن شرکت کنندگان نسبت به گروه بندی‌هایشان، ۴- یکسان بودن آزمودنی‌ها در شرایط پایه (قبل از اعمال مداخله) در گروه‌های مختلف مطالعه، ۵- وجود ارزیابی یکسو کور برای متغیر اصلی پژوهش، ۶- خروج کمتر از ۱۵ درصد شرکت کنندگان از پژوهش، ۷- انجام تجزیه و تحلیل به صورت Intention to treat (ITT) ۸- وجود گزارش تفاوت آماری بین گروهی برای متغیر اصلی پژوهش، ۹- وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (P value). به تمام سؤالات چک لیست Pedro، با دو گزینه‌ی بله ✓ و یا خیر ✗ پاسخ داده شد. امتیاز حداقل صفر و حداکثر ۹ بود که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر مطالعه بود (جدول ۲).

### یافته‌ها

“carbohydrate diet” ، “carbohydrate-restricted diet” ، “weight loss” ، “Body fat” ، “adiposity” ، “abdominal fat” ، “visceral fat” ، “adipose tissue” و “diet restriction” شدند. همچنین، جستجو به روش دستی در گوگل اسکولار<sup>۱</sup> انجام شد. جستجو پایگاه‌های اطلاعاتی توسط دو محقق به صورت مستقل انجام شد.

### معیارهای ورود و خروج از تحقیق

برای انجام پژوهش فراتحلیل، مقالات با مشخصات زیر وارد مطالعه شدند: ۱- مطالعات انجام شده بر روی بزرگسالان؛ ۲- مطالعات منتشر شده به زبان انگلیسی و فارسی؛ ۳- مطالعات بررسی کننده اثر ترکیبی تمرین قدرتی و رژیم کم کربوهیدرات در برابر گروه کنترل (تمرین قدرتی و رژیم استاندارد)؛ ۴- مطالعات اندازه‌گیری کننده توده چربی بدن (kg) بود. ۵- مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی سازی شده<sup>۲</sup> (RCT) و مطالعات غیرتصادفی شده<sup>۳</sup> (NRs) و مطالعات متقاطع (Crossover). معیارهای خروج شامل پایان نامه‌ها، مقالات در همایش‌ها و مطالعاتی که بر روی حیوانات انجام شده بود. همچنین تحقیقاتی که اثر یک جلسه تمرین ورزشی حاد را سنجیده بودند، از پژوهش مرور نظام‌مند حاضر خارج شدند. بررسی اولیه مقالات به صورت مستقل توسط دو محقق انجام شد.

### استخراج داده‌ها

متن کامل تمام مقالات وارد شده بررسی شدند و نهایتاً داده توده چربی بدن (kg) توسط دو محقق به صورت مستقل استخراج شد. اطلاعات مربوط به نوع مطالعه و کشور، نویسنده اول، سال انتشار، تعداد نمونه در هر گروه، متغیرهای پژوهش، ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل: سن، جنسیت، پروتکل تمرین (شدت و مدت هر جلسه تمرین قدرتی، مدت مداخله ورزشی و تعداد جلسات در هفته) و مداخله رژیم غذایی کم کربوهیدرات و استاندارد بررسی و استخراج شد. برای مطالعاتی که داده‌ها به صورت نمودار گزارش شده بود، استخراج داده‌ها با استفاده از نرم افزار Getdata از نمودار مقالات صورت گرفت. همچنین با استفاده از خطای استاندارد میانگین (SEM<sup>۴</sup>)، انحراف استاندارد (SD) تخمین زده شد (۹).

### فراتحلیل

فراتحلیل حاضر برای بررسی اثر ترکیبی تمرین قدرتی و رژیم کم کربوهیدرات بر توده چربی بدن در بزرگسالان انجام شد. برای این منظور، برای اندازه اثر از تفاوت میانگین وزنی (WMD<sup>۵</sup>) و با

1. Google scholar
2. Randomized control trial
3. Non-randomized studies
4. Standard error of the mean
5. Weighted mean differences

6. Sensitivity analysis  
7. Leave one-out method  
8. Pedro

## نتایج فراتحلیل

### تحلیل اصلی

#### توده چربی بدن

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۵ مداخله نشان داد که تمرین مقاومتی و رژیم کم کربوهیدرات سبب کاهش معنادار توده چربی بدن [WMD=-۰/۹۷ (-۰/۰۵ الی -۱/۸۹)، P=۰/۰۳] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان شد (شکل ۲). نتایج آزمون  $I^2$  عدم ناهمگونی بین مطالعات را نشان داد ( $I^2=۰/۰۰$ ،  $P=۰/۰۹$ ).

نتایج تحلیل زیرگروهی براساس مدت تمرین نشان داد که مداخله با مدت کمتر از ۸ هفته [WMD=-۱/۴۱، P=۰/۰۱] منجر به کاهش معنادار توده چربی بدن نشد، اما مداخله با مدت بیشتر از ۸ هفته [WMD=-۰/۹۲، P=۰/۰۶] نزدیک معناداری بود (۰/۰۶). همچنین، نتایج تحلیل زیرگروهی براساس وضعیت فعال بودن آزمودنی‌ها نشان داد که تمرین مقاومتی و رژیم کم کربوهیدرات برای آزمودنی‌های غیرورزشکار [WMD=-۰/۸۸، P=۰/۰۵] منجر به کاهش معنادار توده چربی بدن در بزرگسالان نشد، برای آزمودنی‌های ورزشکار [WMD=-۰/۹۸، P=۰/۰۵] نزدیک معناداری بود.

#### سوگیری انتشار

نتیجه تست آزمون Egger نشان‌دهنده عدم سوگیری انتشار معنادار برای توده چربی بدن ( $P=۰/۰۳$ ) بود.

#### کیفیت مطالعات

نتایج بررسی کیفیت مقالات با استفاده از Pedro نشان داد که حداقل امتیاز کیفیت مقالات ۴ و حداکثر امتیاز ۷ بود (جدول ۲).

#### بحث

هدف پژوهش فراتحلیل حاضر، مقایسه اثر ترکیبی تمرین قدرتی و رژیم غذایی کم کربوهیدرات بر توده چربی بدن بود. نتایج ۱۵ مطالعه با ۳۹۰ بزرگسال حاکی از این بود که تمرین قدرتی و رژیم کم کربوهیدرات سبب کاهش معنادار توده چربی بدن نسبت به گروه کنترل شد. براساس نتایج تحلیل زیرگروهی، نتایج فراتحلیل حاضر با نتایج فراتحلیل اشتری-لارکی<sup>۱</sup> و همکاران ۲۰۲۱ که ۱۳ مطالعه با ۲۴۴ آزمودنی مورد بررسی قرار داده بود، برای کاهش توده چربی همخوانی دارد (۲).

نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد که تمرین قدرتی به همراه رژیم کم کربوهیدرات سبب کاهش معنادار چربی بدن می‌شود که با مطالعه فراتحلیل پیشین برای کاهش معنادار چربی بدن همسو است (۲). در سال‌های اخیر رژیم کم کربوهیدرات معمولاً به عنوان یک استراتژی مفید برای درمان بسیاری از بیماری‌ها و

بر اساس جستجو در پایگاه‌های اطلاعات علمی تا سپتامبر ۲۰۲۳، ۴۲۸۳ مقاله یافت شد. پس از حذف مقالات تکراری (۱۳۰۰ مقاله)، ۲۹۸۳ مقاله برای غربالگری اولیه باقی ماندند. پس از بررسی عناوین و چکیده مقالات و حذف مقالات (۲۹۴۳ مقاله)، در نهایت ۴۰ مقاله برای ارزیابی متن کامل انتخاب شدند که پس از بررسی متن کامل مقالات، ۲۵ مقاله از مطالعه حاضر به دلایل نداشتن گروه رژیم غذایی کم کربوهیدرات در محدوده کربوهیدرات مورد نظر "کمتر از ۱۰ درصد کیلوکالری از چربی یا کمتر از ۵۰ گرم کربوهیدرات در روز"، نداشتن گروه کنترل با رژیم غذایی استاندارد، نداشتن داده توده چربی بدن در پیش و پس آزمون، مطالعات مرورسیستماتیک و فراتحلیل، عدم وجود مداخله ورزشی) خارج شدند. در نهایت، ۱۵ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر شدند (شکل ۱).

#### ویژگی آزمودنی‌ها

۳۹۰ آزمودنی وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند که همه شرکت کنندگان، بزرگسالان ورزشکار و یا غیرورزشکار بودند. ۱۹۳ آزمودنی با میانگین سن ۲۰-۸۶ سال و شاخص توده بدنی ۲۳-۳۴ کیلوگرم بر متر مربع در گروه تمرین قدرتی و رژیم کم کربوهیدرات و ۱۹۷ آزمودنی با میانگین سن ۲۰-۷۶ سال و شاخص توده بدنی ۲۳-۳۵ کیلوگرم بر متر مربع در گروه تمرین قدرتی و رژیم استاندارد بودند. در مطالعات، گروه کنترل از رژیم غذایی عادی، کم کربوهیدرات و پرکربوهیدرات استفاده کردند (جدول ۱). تعداد آزمودنی‌های هر مطالعه در محدوده ۱۲ (۱۴) و ۱۱۵ (۱۵) نفر بود.

#### ویژگی پروتکل‌های تمرین

۱۵ مطالعه (۱۵ مداخله) وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند. شدت تمرین قدرتی از ۵۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه بود. همچنین حداقل مدت مداخله ۴ هفته (۱۶، ۱۷) و حداکثر ۱۰۴ هفته (۱۵) بود.

#### ویژگی رژیم غذایی کم کربوهیدرات

رژیم غذایی کم کربوهیدرات در گروه‌های تمرین قدرتی و رژیم کم کربوهیدرات شامل کربوهیدرات (کمتر از ۱۰ درصد کیلوکالری از کربوهیدرات یا کمتر از ۵۰ گرم کربوهیدرات در روز)، چربی (۶۰ تا ۷۵ درصد کیلوکالری) و پروتئین (۲۰ درصد کیلوکالری) بود. رژیم غذایی گروه کنترل (رژیم استاندارد) شامل کربوهیدرات (۵۵-۵۰ درصد کیلوکالری)، چربی (۲۰-۳۰ درصد کیلوکالری) و پروتئین (۲۰-۳۰ درصد کیلوکالری) بود. آزمودنی‌ها در هر دو گروه، تمرین قدرتی با پروتکل یکسان انجام دادند و تنها تفاوت بین گروه‌ها، نوع رژیم غذایی (رژیم کم کربوهیدرات در گروه مداخله و رژیم غذایی استاندارد در گروه کنترل) بود.

برای چربی). در حالی که پروتئین ها ترموژنیک بیشتری دارند (تقریباً ۲۰-۳۰٪). بنابراین، با توجه به مصرف قابل توجه پروتئین در رژیم های کم کربوهیدرات، این نوع رژیم ها برای افزایش ترموژن و کاهش وزن بدن پیشنهاد می شوند (۲۵-۲۷). به دنبال رژیم کم کربوهیدرات، بدن با کمبود کربوهیدرات و تخلیه گلیکوژن مواجه می شود و بدن مجبور می شود از فرآیند تولید انرژی خاص مانند گلوکونئوژن و کتوژن استفاده کند. به نظر می رسد که افزایش اکسیداسیون چربی در رژیم غذایی و افزایش غلظت بتا هیدروکسی بوتیرات به عنوان مثال کتوز ممکن است به افزایش سرکوب اشتها در رژیم غذایی پرپروتئین رژیم غذایی کم کربوهیدرات و پرچرب کمک کند. نکته قابل توجه این است که انرژی مورد نیاز برای گلوکونئوژن حدود ۴۰۰-۶۰۰ کیلوکالری در روز برآورد شده است. در مقایسه با رژیم های غذایی پرکربوهیدرات ایزوانژیک، مزایای متابولیک رژیم کم کربوهیدرات شامل مصرف انرژی بالاتر (۲۰۰ تا ۳۰۰ کالری) است (۱).

تمرینات مقاومتی به طور قابل توجهی توده چربی بدن را در شرکت کنندگان دارای اضافه وزن یا چاقی صرف نظر از سن و جنس کاهش می دهد. تمرینات مقاومتی یک گزینه موثر برای هدف قرار دادن چربی و کاهش وزن در عین حفظ توده بدون چربی در افراد دارای اضافه وزن یا چاقی است (۲۸). به طوریکه مطالعات قبلی اثر گذاری تمرینات قدرتی بر کاهش توده چربی را گزارش کردند (۲۹، ۳۰). پاتولی و همکاران نشان دادند رژیم غذایی کم کربوهیدرات باعث کاهش قابل توجه توده چربی بدون تاثیر بر عملکرد عضلات شد که با نتایج فراتحلیل حاضر همسو است (۳). کاهش توده چربی مشاهده شده برای سلامت قلب و عروق بسیار مهم است. درصد و توزیع چربی با افزایش خطر ابتلا به فشار خون و بیماری قلبی عروقی مرتبط است. بنابراین نتایج ما نشان می دهد تمرینات قدرتی می تواند به طور بالقوه خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی را در افراد دارای اضافه وزن یا چاقی کاهش دهد. فراتر از ارتباط بالینی توده چربی بدن، ذخایر توده چربی احشایی و زیر پوستی نیز با سلامت کاردیومتابولیک و التهاب سیستمیک در افراد چاق مرتبط است به طوری که چربی احشایی به دلیل ارتباط منفی با بسیاری از جنبه های سلامت دارد، در نتایج فراتحلیل لویز و همکاران گزارش شده است در اثر تمرینات قدرتی کاهش قابل توجهی در توده چربی احشایی و زیر پوستی مشاهده شده است (۳، ۶). نتایج متآنالیزهای قبلی نشان داد که تمرینات مقاومتی به طور قابل توجهی چربی احشایی را در مقایسه با گروه کنترل بهبود می بخشد. به این معناست که تمرینات مقاومتی به تنهایی برای کاهش چربی احشایی مفید

کنترل وزن بدن و چربی بدن در نظر گرفته شده است در واقع بسیاری از مطالعات نشان می دهد که این نوع رژیم غذایی می تواند کارآمدتر از رژیم های غذایی کم چرب باشند. اثربخشی رژیم کتوژنیک بر کاهش توده چربی بدن به عوامل مستعد کننده مربوط می شود و مکانیسم های احتمالی آن عمدتاً کاهش انرژی دریافتی و اشتها و افزایش مصرف انرژی روزانه است. بافت چربی هدف اصلی برنامه کاهش وزن است. رژیم غذایی کم کربوهیدرات بر این فرض استوار است که کاهش مصرف کربوهیدرات منجر به افزایش اکسیداسیون چربی می شود. همچنین غلظت انسولین را کاهش می دهد و این کاهش انسولین باعث افزایش لیپولیز بافت چربی، اکسیداسیون چربی ها و افزایش مصرف انرژی می شود (۱). اگرچه به خوبی ثابت شده است که رژیم کتوژنیک می تواند در از دست دادن توده چربی موثر باشد، به نظر می رسد که دوره های طولانی مدت بیش از ۶ ماه ممکن است موثرتر از یک روش متعادل و محدود با انرژی نباشد (۱۸).

مطالعات قبلی نشان دادند که بر اساس انرژی، پروتئین ها نسبت به کربوهیدرات ها یا چربی ها سیر کننده تر هستند و می توان پیشنهاد کرد که مصرف پروتئین بالاتر در کتوژنیک نقش مهمی در محدود کردن مصرف غذا دارد (۱۹، ۲۰). یک مطالعه تصادفی طراحی شده نشان داده است که رژیم کتوژنیک با پروتئین بالا و کم کربوهیدرات باعث کاهش گرسنگی و کاهش مصرف غذا می شود و همچنین کاهش مصرف کربوهیدرات منجر به کاهش انرژی دریافتی در روز شده است (۲۱).

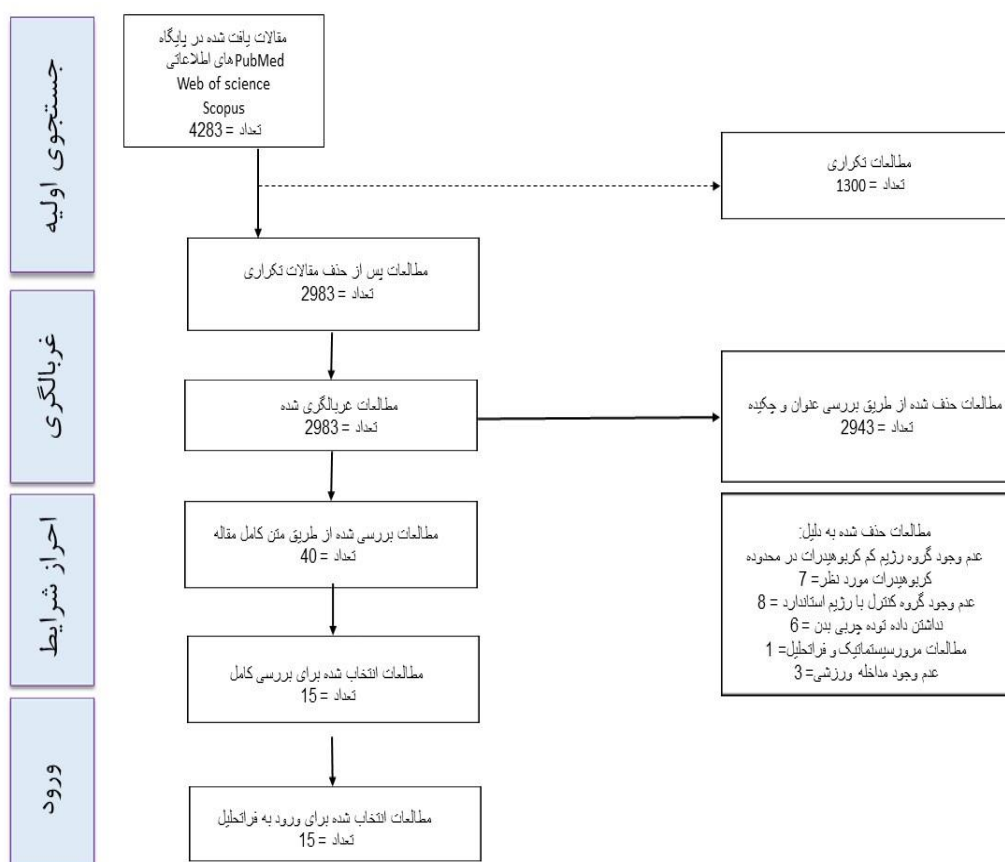
توجه به پاسخ انسولینی درشت مغذی ها از علل دیگر کاهش توده چربی بدن است. به این صورت که پاسخ انسولین بالاتر به وعده های غذایی ممکن است مصرف غذا را افزایش دهد. برخی از مطالعات نشان دادند که یک رژیم غذایی کم کربوهیدرات اشتها را با کاهش غلظت انسولین کاهش داد (۲۲). علاوه بر این مطالعات دیگر کاهش لیپتین و افزایش غلظت گرلین را نشان دادند که دو هورمون تنظیم کننده سیری هستند (۲۳، ۲۴). افزایش لیپولیز (به دلیل کاهش غلظت انسولین) و افزایش کاهش وزن در نتیجه ارزیابی ترکیب بدن در افرادی که رژیم کم کربوهیدرات دارند منجر به از دست دادن توده چربی بیشتری می شود. انتخاب محدود غذایی، افزایش مصرف انرژی و لیپولیز بیشتر از مکانیسم های احتمالی کاهش وزن در افراد پایبند به رژیم غذایی کم کربوهیدرات هست (۱).

کربوهیدرات ها حدود ۳ برابر ترموژن<sup>۱</sup> بیشتری نسبت به چربی ها تولید می کنند (تقریباً ۵-۱۰٪ برای کربوهیدرات ها در مقابل ۳٪

1 Thermogenesis

آزمودنی‌ها می‌تواند بر نتایج تحقیق اثرگذار باشد، تحلیل زیرگروه براساس ورزشکار یا غیرورزشکار بودن آزمودنی‌ها انجام شد. علی‌رغم یافته‌های بالینی مهم مطالعه حاضر، محدودیت‌های نیز وجود داشت که می‌بایست در تفسیر داده‌ها مورد توجه قرار گیرد. با توجه به تعداد محدود مطالعات، امکان انجام تحلیل زیرگروه براساس مدت، شدت تمرین و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها فراهم نشد.

است. شواهد قابل توجهی از متآنالیزها و همچنین سایر مطالعات وجود دارد که نشان می‌دهد مداخلات غذایی در مقایسه با ورزش احتمالاً نقش بیشتری در کاهش وزن برای اکثر افراد ایفا می‌کنند، ترکیب رژیم غذایی به همراه تمرین ورزشی به طور قابل توجهی نتایج بیشتری را به همراه دارد (۳۱). مطالعه حاضر دارای چندین نقطه قوت است. با توجه به اینکه تفاوت در مدت تمرینات قدرتی و رژیم غذایی می‌تواند بر نتایج فراتحلیل اثرگذار باشد، تحلیل زیرگروه براساس مدت مداخله تمرینی انجام شد. همچنین، نظر به اینکه میزان فعال بودن



شکل ۱: فلوجارت انتخاب مطالعات

اثر ترکیبی تمرین قدرتی و رژیم غذایی کم کربوهیدرات بر...

جدول ۱: ویژگی آزمودنی‌ها و پروتکل تمرین ورزشی و رژیم غذایی

مطالعه - سال	ویژگی آزمودنی‌ها	نوع مطالعه - کشور	نمونه (جنسیت)	متغیرها	سن (سال)	شاخص توده بدنی (Kg/m <sup>2</sup> )	مدت مداخله (هفته)	پروتکل تمرین ورزشی	رژیم غذایی کم کربوهیدرات	رژیم غذایی استاندارد (کنترل)
جابک <sup>۱</sup> ۲۰۱۰ (۳۲)	اضافه وزن	RCT- نروژ	۱۶ زن	توده چربی بدن (kg)	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۸ نفر): ۲۰-۴۰ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۸ نفر): ۲۰-۴۰	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات: ۳۲/۹±۴/۵ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد: ۳۱/۷±۴/۲	۱۰	تمرین قدرتی: ۱۲-۸ تکرار به همراه ۹۰ ثانیه استراحت بین ست‌ها، ۲ جلسه در هفته	مصرف کربوهیدرات کمتر از ۲۰ گرم در روز	رژیم استاندارد
وود <sup>۲</sup> ۲۰۱۲ (۳۳)	سندرم متابولیک	RCT- آمریکا	۱۶ مرد	توده چربی بدن (kg)	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۷ نفر): ۵۸/۳±۱۰/۵ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۹ نفر): ۵۸/۸±۶/۲	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات: ۳۴/۵±۳ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۹ نفر): ۳۴±۵/۵	۱۲	تمرین قدرتی پیشرونده: ۱۵-۸ تکرار، ۳ جلسه در هفته	مصرف کربوهیدرات کمتر از ۵۰ گرم در روز بدون محدودیت مصرف چربی و کلسترول	رژیم کم کربوهیدرات: کمتر از ۳۰ درصد انرژی روزانه از چربی و مصرف روزانه ۱۸۰۰ کالری
ویلسون <sup>۳</sup> ۲۰۱۷ (۳۴)	ورزشکار	RCT- آمریکا	۲۵ مرد	توده چربی بدن (kg)	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۱۳ نفر): ۱۸-۳۰ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۱۲ نفر): ۱۸-۳۰	-	۱۱	تمرین قدرتی: ۲ ست با ۱۰ تکرار و شدت ۷۵-۵۰ درصد یک تکرار بیشینه	۷۵ درصد چربی، ۲۰ درصد پروتئین و ۵ درصد کربوهیدرات	رژیم استاندارد: ۲۵ درصد چربی، ۵۵ درصد پروتئین و ۵۵ درصد کربوهیدرات
گریگوری <sup>۴</sup> ۲۰۱۷ (۳۵)	ورزشکار	RCT- آمریکا	۳۱ مرد و زن	توده چربی بدن (kg)	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۱۵ نفر): ۳۵/۴±۹/۴۳ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۱۶ نفر): ۳۳/۸۱±۹/۳۳	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات: ۲۵/۶±۲/۸۶ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۱۶ نفر): ۲۶/۲۱±۲/۹۶	۶	تمرین کراسفیت: ۱ ست با ۳-۲ تکرار با شدت ۸۵-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه، ۴ جلسه در هفته	مصرف کربوهیدرات کمتر از ۵۰ گرم در روز	رژیم استاندارد: رژیم غذایی با توجه به عادات تغذیه ای

1 Jabekk

2 Wood

3 Wilson

4 Gregory



رژیم استاندارد: رژیم غذایی با توجه به عادات تغذیه ای و مصرف روزانه بیشتر از ۲۵۰ گرم کربوهیدرات	۷۰ درصد چربی، ۲۰ درصد پروتئین و کمتر مساوی ده درصد کربوهیدرات	تمرین قدرتی: وزنه برداری	۱۲	-	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۱۲نفر): ۳۵±۱۱ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۱۲نفر): ۳۵±۱۱	توده چربی بدن (kg)	۲۴ مرد و زن	-RCT استرالیا	وزنه بردار متوسط تا نخبه	گرین <sup>۱</sup> ۲۰۱۸ (۳۶)
رژیم استاندارد	-	تمرین قدرتی (تمرین قدرتی و توان)، حرکات قدرتی با یک تکرار پیشینه	۱۲	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۷نفر): - گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۵نفر): -	توده چربی بدن (kg)	۱۲	-RCT آمریکا	ورزشکار	کفارت <sup>۲</sup> ۲۰۱۸ (۱۴)	
رژیم استاندارد: ۲۵ درصد چربی، ۲۰ درصد پروتئین و ۵۵ درصد کربوهیدرات	مصرف کربوهیدرات ۴۳ گرم در روز ۷۰ درصد چربی، ۲۰ درصد پروتئین و کمتر از ۱۰ درصد کربوهیدرات	تمرین قدرتی: ۲ روز تمرین بالاتنه، ۳ روز تمرین پایین تنه، دقیقه استراحت بین ستها، ۴ جلسه در هفته	۸	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۹نفر): ۲۴/۴±۲/۶ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۱۰نفر): ۲۳/۹±۱/۶	توده چربی بدن (kg)	۱۹ مرد	-RCT اسپانیا	ورزشکار	وارگاس <sup>۳</sup> ۲۰۱۸ (۳۷)	
رژیم استاندارد: بیشتر از ۱/۷ گرم پروتئین و ۱ گرم چربی به ازای هر کیلوگرم وزن بدن روزانه و مصرف کالری باقیمانده از کربوهیدرات	مصرف روزانه ۳۰-۴۰ گرم مصرف کربوهیدرات و ۱/۷ گرم پروتئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن روزانه و مصرف روزانه ۳-۶ وعده غذایی	تمرین قدرتی: تمرین با هدف هایپرتروفی و استقامت عضلانی، ۳ ست با ۱۵-۳ تکرار با استراحت ۴۵ ثانیه تا دقیقه ۲-۴ جلسه در هفته	۸	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۱۰نفر): ۲۳/۸±۳/۶ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۱۱نفر): ۲۳/۷±۲/۲	توده چربی بدن (kg)	۲۱ زن	-RCT اسپانیا	ورزشکار	وارگاس-مولینا <sup>۴</sup> ۲۰۲۰ (۳۸)	

1 Greene

2 Kephart

3 Vargas

4 Vargas-molina

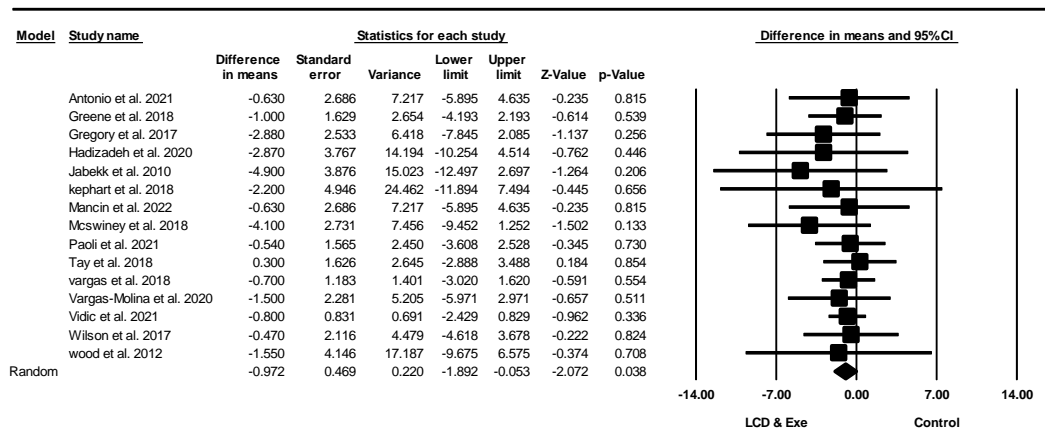
**اثر ترکیبی تمرین قدرتی و رژیم غذایی کم کربوهیدرات بر...**

رژیم استاندارد: مصرف روزانه ۲ گرم پروتئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۲۰ درصد چربی، ۴۵ درصد پروتئین و ۳۵ درصد کربوهیدرات	مصرف روزانه ۲ گرم پروتئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۷۰ درصد چربی، ۲۵ درصد پروتئین و ۵ درصد کربوهیدرات	تمرین قدرتی: ۲ جلسه تمرینات بالاتنه و ۱ جلسه تمرینات پایین تنه با ۲۴ ساعت استراحت بین هر جلسه	۸	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۱۰ نفر): ۲۲/۵۹±۴/۵۹ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۱۰ نفر): ۲۴/۱۲±۳/۶	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۱۰ نفر): ۳۵/۲±۱۰/۱ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۱۰ نفر): ۳۳/۲±۱۰/۵	توده چربی بدن (kg)	۲۰	-RCT مالزی	غیرورزشکار	هادیزاده <sup>۱</sup> ۲۰۲۰ (۳۹)
رژیم غذایی استاندارد: ۵۵ درصد انرژی روزانه از کربوهیدرات	۵ درصد انرژی روزانه از کربوهیدرات	تمرین قدرتی: ۵ تکرار با شدت ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه و سپس ۲-۱ ست با ۳-۲ تکرار با شدت ۶۰-۸۰ درصد یک تکرار بیشینه، (۴-۳) جلسه در هفته	۸	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۹ نفر): ۲۶/۹۷±۱/۸۶ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۱۰ نفر): ۲۶/۶۶±۲/۰۴	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۹ نفر): ۲۶/۲۲±۵/۰۹ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۱۰ نفر): ۳۱/۶۷±۱۰/۳۹	توده چربی بدن (kg)	۱۹ مرد	-RCT ایتالیا	ورزشکار	پاولی <sup>۲</sup> ۲۰۲۱ (۴۰)
رژیم استاندارد: ۱۵ درصد کربوهیدرات، ۲۰ درصد پروتئین و ۶۵ درصد چربی	۵ درصد کربوهیدرات، ۲۰ درصد پروتئین و ۷۵ درصد چربی	تمرین قدرتی: ۱۲-۶ تکرار با ۶۰-۹۰ ثانیه استراحت بین ست ها و ۳-۲ دقیقه استراحت بین ورزش ها، ۴ جلسه در هفته	۸	-	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۱۰ نفر): ۴۲/۷±۱/۵ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۱۰ نفر): ۴۲/۷±۱/۵	توده چربی بدن (kg)	۲۰ مرد	-RCT صربستان	ورزشکار مقاومتی	ویدیک <sup>۳</sup> ۲۰۲۱ (۴۱)
رژیم استاندارد: ۵۰-۵۵ درصد کربوهیدرات، ۱/۸ گرم پروتئین به ازای یک کیلوگرم	کمتر از ۱۰ درصد کربوهیدرات در روز، ۱/۸ گرم پروتئین به ازای یک کیلوگرم وزن بدن و مصرف	تمرین قدرتی و فوتبالی	۴	-	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۸ نفر): ۲۵/۵±۲/۸ گروه تمرین قدرتی+رژیم استاندارد (۸ نفر):	توده چربی بدن (kg)	۱۶ مرد	-RCT ایتالیا	ورزشکار بازیکن فوتبال	مانچین <sup>۴</sup> ۲۰۲۲ (۱۷)

1. Hadizade
2. Paoli
3. Vidic 2021
4. Mancin 2022

وزن بدن (۳۰ درصد) و ۲۰-۲۵ درصد چربی	چربی به صورت عادی	۲۵/۵±۲/۸							
تمرین ترکیبی (تمرین قدرتی، تمرین تناوبی با شدت بالا و دوچرخه سواری)	تمرین مقاومتی: ۶ ست با ۸-۱۰ تکرار با ۷۰- ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه	۱۲	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۹ نفر): ۲۵/۶±۳	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۹ نفر): ۸۶/۳±۱۴/۳	توده چربی بدن (kg)	۲۰ مرد	NRs- ایرلند	ورزشکار استقامتی	مک سوینی <sup>۱</sup> ۲۰۱۸ (۴۲)
مصرف کمتر از ۵۰ گرم در روز کربوهیدرات، ۱۰-۱۵ درصد پروتئین و بیشتر از ۷۵ درصد چربی	تمرین قدرتی و فوتبال به مدت ۸ ساعت در هفته	۴	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۸ نفر): ۲۴/۵±۲/۱	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۸ نفر): ۲۵/۵±۲/۵	توده چربی بدن (kg)	۱۶ مرد	RCT- ایتالیا	ورزشکار بازیکن نیمه حرفه ای فوتبال	آنتونیو <sup>۲</sup> ۲۰۲۱ (۴۳)
رژیم غذایی استاندارد: ۵۵-۵۰ درصد کربوهیدرات، ۳۰ درصد پروتئین و ۲۰-۲۵ درصد چربی ۳۰-۴۰ گرم پروتئین کازئین قبل از خواب	مصرف کمتر از ۱۰ درصد کربوهیدرات در روز، ۲۵-۳۰ درصد پروتئین و ۶۵-۷۰ درصد چربی ۳۰-۴۰ گرم پروتئین کازئین قبل از خواب	۱۰۴	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۸ نفر): ۳۴/۲±۴/۱۴	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۵۸ نفر): ۵۸	توده چربی بدن (kg)	۱۱۵ مرد و زن	RCT- استرالیا	غیر ورزشکار دیابتی نوع دو	تای <sup>۳</sup> ۲۰۱۸ (۱۵)
رژیم استاندارد: ۵۳ درصد کربوهیدرات، ۱۷ درصد پروتئین و کمتر از ۳۰ درصد چربی	مصرف کربوهیدرات کمتر از ۵۰ گرم در روز، ۲۸ درصد پروتئین و ۵۸ درصد چربی		گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۵۷ نفر): ۳۵/۱±۴/۱۴	گروه تمرین قدرتی+کم کربوهیدرات (۵۷ نفر): ۵۸					

1. Mcswiney 2018
2. Antonio 2021
3. Tay 2018



شکل ۲: نمودار انباشت (Forest plot). اثر تمرین قدرتی و رژیم کم کربوهیدرات بر توده چربی بدن در بزرگسالان

جدول ۲: ارزیابی کیفیت مطالعات

نویسندگان و سال انتشار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	جمع امتیاز
جابک ۲۰۱۰ (۱)	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	۵
وود ۲۰۱۰ (۲)	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	۵
ویلسون ۲۰۱۴ (۵)	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	۶
گریگوری ۲۰۱۷ (۶)	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	۶
گرین ۲۰۱۷ (۷)	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	۶
کفارت ۲۰۱۸ (۸)	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	۴
وارگاس ۲۰۱۸ (۹)	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	۴
وارگاس-مولینا ۲۰۱۸ (۱۰)	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	۵
هادیزاده ۲۰۲۰ (۱۱)	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	۵
پائولی ۲۰۲۱ (۱۲)	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	۵
ویدیک ۲۰۱۸ (۱۴)	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	۶
مانچین ۲۰۲۱ (۱۵)	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	۶
مک سوینی ۲۰۲۲ (۱۶)	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	۴
آنتونیو ۲۰۱۸ (۱۷)	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	۶
تای ۲۰۲۰ (۱۹)	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	۷

### بحث و نتیجه گیری

نتایج فراتحلیل حاضر نشان می‌دهد که رژیم غذایی کم کربوهیدرات به همراه تمرین قدرتی سبب کاهش معنادار توده چربی بدن در ورزشکاران قدرتی می‌شود.

### حمایت مالی

این تحقیق هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

### تشکر و قدردانی

از نویسندگانی که داده‌های مطالعات خود را در اختیار ما قرار دادند، تشکر می‌نماییم.

### تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

- [13] de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2009;55(2):129-33.
- [14] Kephart WC, Pledge CD, Roberson PA, Mumford PW, Romero MA, Mobley CB, et al. The three-month effects of a ketogenic diet on body composition, blood parameters, and performance metrics in CrossFit trainees: a pilot study. *Sports*. 2018;6(1):1.
- [15] Tay J, Thompson CH, Luscombe-Marsh ND, Wycherley TP, Noakes M, Buckley JD, et al. Effects of an energy-restricted low-carbohydrate, high unsaturated fat/low saturated fat diet versus a high-carbohydrate, low-fat diet in type 2 diabetes: a 2-year randomized clinical trial. *Diabetes, Obesity and Metabolism*. 2018;20(4):858-71.
- [16] Antonio Paoli A, Mancin L, Caprio M, Monti E, Narici MV, Cenci L, et al. Effects of 30 days of ketogenic diet on body composition, muscle strength, muscle area, metabolism, and performance in semi-professional soccer players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2021;18(1):62.
- [17] Mancin L, Amatori S, Caprio M, Sattin E, Bertoldi L, Cenci L, et al. Effect of 30 days of ketogenic Mediterranean diet with phytoextracts on athletes' gut microbiome composition. *Frontiers in Nutrition*. 2022;9.
- [18] Brehm BJ, Seeley RJ, Daniels SR, D'Alessio DA. A randomized trial comparing a very low carbohydrate diet and a calorie-restricted low fat diet on body weight and cardiovascular risk factors in healthy women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2003;88(4):1617-23.
- [19] Stubbs R, Van Wyk M, Johnstone A, Harbron C. Breakfasts high in protein, fat or carbohydrate: effect on within-day appetite and energy balance. *European journal of clinical nutrition*. 1996;50(7):409-17.
- [20] Astrup A. *The satiating power of protein—a key to obesity prevention?* : Oxford University Press; 2005. p. 1-2.
- [21] Johnstone AM, Horgan GW, Murison SD, Bremner DM, Lobley GE. Effects of a high-protein ketogenic diet on hunger, appetite, and weight loss in obese men feeding ad libitum. *The American journal of clinical nutrition*. 2008;87(1):44-55.
- [22] Rodin J. Insulin levels, hunger, and food intake: an example of feedback loops in body weight regulation. *Health Psychology*. 1985;4(1):1.
- [23] Boden G, Sargrad K, Homko C, Mozzoli M, Stein TP. Effect of a low-carbohydrate diet on appetite, blood glucose levels, and insulin

## منابع

- [1] Ashtary-Larky D, Bagheri R, Bavi H, Baker JS, Moro T, Mancin L, et al. Ketogenic diets, physical activity and body composition: a review. *British Journal of Nutrition*. 2022;127(12):1898-920.
- [2] Ashtary-Larky D, Bagheri R, Asbaghi O, Tinsley GM, Kooti W, Abbasnezhad A, et al. Effects of resistance training combined with a ketogenic diet on body composition: a systematic review and meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022;62(21):5717-32.
- [3] Paoli A, Cenci L, Pompei P, Sahin N, Bianco A, Neri M, et al. Effects of two months of very low carbohydrate ketogenic diet on body composition, muscle strength, muscle area, and blood parameters in competitive natural body builders. *Nutrients*. 2021;13(2):374.
- [4] Agha-alinejad H, Ahmadi Hekmatikar A, Emami Ma. Carbohydrate sports nutrition timing in elite athletes: A brief review study. *Research in Exercise Nutrition*. 2022;1(1):53-41.
- [5] Vargas-Molina S, Gómez-Urquiza JL, García-Romero J, Benítez-Porres J. Effects of the ketogenic diet on muscle hypertrophy in resistance-trained men and women: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(19):12629.
- [6] Wewege MA, Desai I, Honey C, Coorie B, Jones MD, Clifford BK, et al. The effect of resistance training in healthy adults on body fat percentage, fat mass and visceral fat: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*. 2022;52(2):287-300.
- [7] Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic reviews*. 2015;4(1):1-9.
- [8] Tarsilla M. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. *Journal of Multidisciplinary Evaluation*. 2010;6(14):142-8.
- [9] Wan X, Wang W, Liu J, Tong T. Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. *BMC medical research methodology*. 2014;14:1-13.
- [10] Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. *Bmj*. 2003;327(7414):557-60.
- [11] Copas J, Shi JQ. Meta-analysis, funnel plots and sensitivity analysis. *Biostatistics*. 2000;1(3):247-62.
- [12] Egger M, Smith GD, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *Bmj*. 1997;315(7109):629-34.

- power, and hormonal profiles in resistance training men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2020;34(12):3463-74.
- [35] Gregory RM, Hamdan H, Torisky D, Akers J. A low-carbohydrate ketogenic diet combined with 6-weeks of crossfit training improves body composition and performance. *Int J Sports Exerc Med*. 2017;3(2):1-10.
- [36] Greene DA, Varley BJ, Hartwig TB, Chapman P, Rigney M. A LOW-CARBOHYDRATE KETOGENIC DIET REDUCES BODY MASS WITHOUT COMPROMISING PERFORMANCE IN POWERLIFTING AND OLYMPIC WEIGHTLIFTING ATHLETES. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2018;32(12):3373-82.
- [37] Vargas S, Romance R, Petro JL, Bonilla DA, Galancho I, Espinar S, et al. Efficacy of ketogenic diet on body composition during resistance training in trained men: a randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018;15.
- [38] Vargas-Molina S, Petro JL, Romance R, Kreider RB, Schoenfeld BJ, Bonilla DA, et al. Effects of a ketogenic diet on body composition and strength in trained women. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2020;17(1).
- [39] Hadizadeh M, Gan WY, Mohafez H, Sugajima Y. Impact of ketogenic diet on body composition during resistance training among untrained individuals. *Open Sports Sciences Journal*. 2020;13(1):114-9.
- [40] Paoli A, Cenci L, Pompei P, Sahin N, Bianco A, Neri M, et al. Effects of Two Months of Very Low Carbohydrate Ketogenic Diet on Body Composition, Muscle Strength, Muscle Area, and Blood Parameters in Competitive Natural Body Builders. *Nutrients*. 2021;13(2).
- [41] Vidic V, Ilic V, Toskic L, Jankovic N, Ugarkovic D. Effects of calorie restricted low carbohydrate high fat ketogenic vs. non-ketogenic diet on strength, body-composition, hormonal and lipid profile in trained middle-aged men. *Clinical Nutrition*. 2021;40(4):1495-502.
- [42] McSwiney FT, Wardrop B, Hyde PN, Lafountain RA, Volek JS, Doyle L. Keto-adaptation enhances exercise performance and body composition responses to training in endurance athletes. *Metabolism-Clinical and Experimental*. 2018;81:25-34.
- [43] Antonio Paoli A, Mancin L, Caprio M, Monti E, Narici MV, Cenci L, et al. Effects of 30 days of ketogenic diet on body composition, muscle strength, muscle area, metabolism, and performance in semi-professional soccer players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2021;18(1).
- resistance in obese patients with type 2 diabetes. *Annals of internal medicine*. 2005;142(6):403-11.
- [24] Volek JS, Westman EC. Very-low-carbohydrate weight-loss diets revisited. *Cleveland Clinic journal of medicine*. 2002;69(11):849, 53, 56-8 passim.
- [25] Acheson K. Influence of autonomic nervous system on nutrient-induced thermogenesis in humans. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif)*. 1993;9(4):373-80.
- [26] Feinman RD, Fine EJ. Nonequilibrium thermodynamics and energy efficiency in weight loss diets. *Theoretical Biology and Medical Modelling*. 2007;4:1-13.
- [27] Halton TL, Hu FB. The effects of high protein diets on thermogenesis, satiety and weight loss: a critical review. *Journal of the American college of nutrition*. 2004;23(5):373-85.
- [28] Lopez P, Taaffe DR, Galvão DA, Newton RU, Nonemacher ER, Wendt VM, et al. Resistance training effectiveness on body composition and body weight outcomes in individuals with overweight and obesity across the lifespan: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2022;23(5):e13428.
- [29] Morze J, Rucker G, Danielewicz A, Przybyłowicz K, Neuenschwander M, Schlesinger S, et al. Impact of different training modalities on anthropometric outcomes in patients with obesity: a systematic review and network meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2021;22(7):e13218.
- [30] Bellicha A, van Baak MA, Battista F, Beaulieu K, Blundell JE, Busetto L, et al. Effect of exercise training on weight loss, body composition changes, and weight maintenance in adults with overweight or obesity: An overview of 12 systematic reviews and 149 studies. *Obesity Reviews*. 2021;22:e13256.
- [31] Khalafi M, Malandish A, Rosenkranz SK, Ravasi AA. Effect of resistance training with and without caloric restriction on visceral fat: A systemic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2021;22(9):e13275.
- [32] Jabekk PT, Moe IA, Meen HD, Tomten SE, Hostmark AT. Resistance training in overweight women on a ketogenic diet conserved lean body mass while reducing body fat. *Nutrition & Metabolism*. 2010;7.
- [33] Wood RJ, Gregory SM, Sawyer J, Milch CM, Matthews TD, Headley SAE. Preservation of Fat-Free Mass After Two Distinct Weight Loss Diets with and without Progressive Resistance Exercise. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*. 2012;10(3):167-74.
- [34] Wilson JM, Lowery RP, Roberts MD, Sharp MH, Joy JM, Shields KA, et al. Effects of ketogenic dieting on body composition, strength,