Journal of Birjand University of Medical Sciences

Birjand University of Medical Sciences

Systematic review- Meta-analysis

Impact of resistance training and ketogenic diet on body composition factors: a systematic review and meta-analysis

Fatemeh Kazeminasab[1]*, Fatemeh Sharafifard[1]

ABSTRACT

Background and Aims: The combination of resistance training (RT) with a ketogenic diet (KD) is acknowledged as an effective strategy to improve body composition. The present meta-analysis aimed to investigate the combined effect of RT and KD on body composition factors.

Materials and Methods: A comprehensive search was conducted in Web of Science, Scopus, PubMed, Magiran, and Scientific Information Database (SID) until March 2023 without limiting the year of publication. Meta-analysis was performed to investigate the combined effect of RT and KD on body composition. In order to calculate the effect size, weighted mean difference (WMD), and 95% confidence interval were calculated using fixed and random effect models.

Results: A total of 20 studies with 544 adults were included in the present meta-analysis. The results indicated that RT and KD caused a significant decrease in body weight (BW) [-2.15 kg (CI: -3.27 to -1.03), P=0.001,], body fat percentage [-1.57% (CI: -2.53 to -0.61), P=0.001], compared to the control group in adults. While free fat mass (FFM) [-0.39 kg (CI: -1.17 to 0.37), P=0.3], and body mass index (BMI) were not significant [-0.34 kg/m^2 (CI: -1.14 to 0.46), P=0.4].

Conclusion: The results of the present meta-analysis indicated that the KD, compared to the non-KD, had a beneficial effect on reducing BW and fat percentage in people who follow RT. However, the effects of KD combined with RT on increasing FFM were not observed. However, the results of this research regarding the effects of the combination of KD and RT on FFM changes are still challenging, and there is a need to increase the number of investigations in this field to provide a decisive conclusion to examine the combined effects of KD and RT on FFM.

Keywords: Resistance training, Ketogenic diet, Adult, Body composition, Body fat percentage

Citation: Fatemeh Kazeminasab, Fatemeh Sharafifard. [The combined impact of resistance training and ketogenic diet on body composition factors: a systematic review and meta-analysis]. J Birjand Univ Med Sci. 2024; 31(1): 15-37. [Persian]

DOI 10.61186/JBUMS.31.1.15

Received: December 13, 2023 **Accepted:** April 22, 2024

[1] Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanties, University of Kashan, Kashan, Iran

***Corresponding author:** Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanties, University of Kashan, Kashan, Iran
Tel: +98-31-55913706 Fax: +98-31-55913706
E-mail: f_kazemi85@yahoo.com ،fkazeminasab@kashanu.ac.ir

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

مقاله مروری نظام‌مند- متاآنالیز

اثر تمرین مقاومتی و رژیم غذایی کتوژنیک بر فاکتورهای ترکیب بدنی: یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل

فاطمه کاظمی‌نسب[1]*، فاطمه شرفی‌فرد[1]

چکیده

زمینه و هدف: ترکیب تمرین مقاومتی و رژیم غذایی کتوژنیک به‌عنوان یک راهبرد مؤثر برای بهبود ترکیب بدن شناخته شده است. هدف فراتحلیل حاضر بررسی اثر ترکیبی تمرین مقاومتی و رژیم غذایی کتوژنیک بر فاکتورهای ترکیب بدن است.

روش تحقیق: جستجوی جامع در پایگاه‌های اطلاعاتی وب آو ساینس، اسکوپوس، پابمد، مگیران و مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID) بدون محدود کردن سال انتشار تا اسفند ۱۴۰۱ انجام شد. فراتحلیل برای بررسی اثر ترکیبی تمرین مقاومتی و رژیم غذایی کتوژنیک بر ترکیب بدن انجام شد. برای محاسبه اندازه اثر، WMD و فاصله اطمینان ۹۵ ٪ با استفاده از مدل اثر ثابت و تصادفی محاسبه شد.

یافته‌ها: درمجموع، ۲۰ مطالعه با ۵۴۴ بزرگسال وارد فراتحلیل حاضر شدند. نتایج نشان داد تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک سبب کاهش معنادار وزن بدن [P=۰/۰۰۱، (۳/۲۷- الی ۱/۰۳-CI:) ۲/۱۵ kg-]، درصد چربی بدن [P=۰/۰۰۱، (۲/۵۳- الی ۰/۶۱-CI:) ٪ ۱/۵۷-] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان شد. درحالی‌که تغییر توده عضلانی [P=۰/۳، (۱/۱۷- الی CI:۰/۳۷) ۰/۳۹ kg-] و BMI [P=۰/۴، (۱/۱۴- الی CI:۰/۴۶) ۰/۳۴ kg/m^2-] تغییر معناداری نداشتند.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه فراتحلیل حاضر نشان می‌دهد که رژیم غذایی کتوژنیک در مقایسه با رژیم غذایی عادی اثر مفیدی بر کاهش وزن بدن و درصد چربی در افرادی که تمرین مقاومتی انجام می‌دهند، دارد. با این حال، نتایج این پژوهش در رابطه با اثرات رژیم کتوژنیک به همراه تمرین مقاومتی بر تغییرات توده عضلانی بدن هنوز چالش‌برانگیز است و نیاز به افزایش تعداد مطالعات پژوهشی بیشتر در این زمینه است تا بتوان نتیجه‌گیری قاطعانه‌ای برای بررسی اثرات ترکیبی رژیم کتوژنیک و تمرین مقاومتی بر توده عضلانی بدن ارائه داد

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، رژیم کتوژنیک، بزرگسال، ترکیب بدن، درصد چربی بدن

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۴۰۳؛ ۳۱ (۱): ۳۷-۱۵.

دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۲ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۳

[1] گروه فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

***نویسنده مسئول:** گروه فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

آدرس: کاشان- بلوار راوند- دانشگاه کاشان- دانشکده علوم انسانی- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

تلفن: ۰۳۱-۵۵۹۱۳۷۰۶ نمابر: ۰۳۱-۵۵۹۱۳۷۰۶ پست الکترونیکی: fkazeminasab@kashanu.ac.ir ،f_kazemi85@yahoo.com

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

مقدمه

شیوع چاقی با نرخی فزاینده در جهان مواجه است و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ شاخص توده بدنی ۶۰ درصد از جمعیت جهان در محدوده چاقی قرار گیرد (۲, ۱). چاقی با بیماری‌های مختلفی از جمله بیماری‌های متابولیک، قلبی عروقی، اسکلتی عضلانی و تنفسی ارتباط تنگاتنگی دارد (۴, ۳). برای مقابله با بیماری چاقی راهکارهای کاهش وزن مؤثر و طولانی مدت مورد نیاز است (۵). از طرف دیگر افراد تمرین کرده و ورزشکاران نیاز دارند در حالی‌که وزن بدن خود را کنترل می‌کنند، عملکرد ورزشی خود را حفظ کنند و یا به حداکثر برسانند (۶, ۱). به‌عنوان یک استراتژی مؤثر، ترکیب تمرین مقاومتی با برنامه غذایی برای بهبود ترکیب بدن شناخته شده است و مطالعات گوناگونی تأثیر نسبت‌های انواع درشت مغذی‌ها را بر ترکیب بدن با تمرینات مقاومتی نشان داده‌اند (۷). یکی از استراتژی‌های رایج رژیم غذایی رژیم کتوژنیک یا رژیم غذایی با کربوهیدرات بسیار کم می‌باشد (۸). در دهه‌های گذشته محبوبیت رژیم کتوژنیک (رژیم کم کربوهیدرات با پروتئین بالا) افزایش یافته است که عمدتا به دلیل اثرگذاری بر ترکیب بدن از طریق کاهش میزان چربی بدن و حفظ توده عضلانی است (۱۱-۹, ۷). رژیم کتوژنیک با مصرف کربوهیدرات حداکثر تا ۵۰ گرم در روز و تا ۱۰ درصد از کالری مورد نیاز روزانه مشخص می‌شود. در حالی‌که مصرف پروتئین متوسط یا زیاد است (۳۵-۳۰ درصد کیلوکالری) و انرژی باقی‌مانده به چربی‌ها اختصاص دارد و با توجه به مصرف کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها متغیر است (۶۰-۵۵ درصد کیلوکالری) (۱۲). کتوژنز فرایندی است که با سازگاری چربی اتفاق می‌افتد، طی آن اسیدهای چرب در میتوکندری از طریق واکنش بتااکسیداسیون به استیل-کوا تبدیل و سپس به اجسام کتونی تبدیل می‌شوند. اجسام کتونی شامل استواستات، بتاهیدروکسی بوتیرات و مقدار کمی استون است. اجسام کتونی در چرخه اسید تری کربوکسیلیک (TCA[1]) وارد می‌شوند و به عنوان سوخت جایگزین می‌گردند این توزیع سهم‌های درشت مغذی در رژیم کتوژنیک نهایتاً منجر به ایجاد کتوزیس فیزیولوژیکی می‌شود (اجسام کتونی بین ۷ تا ۸ میلی‌مول در خون و PH خون ۷/۴) (۷). پیامد افزایش اجسام کتونی و سازگاری‌های فیزیولوژیکی پس از مصرف رژیم کتوژنیک، کاهش توده بدن افراد چاق (۱۳) و غلظت لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL)[2]، تری‌گلیسیرید و گلوکز می‌باشد (۱۴). بیشترین نگرانی در ارتباط با کارایی رژیم‌های غذایی، تأثیر آن بر ترکیب بدن است. به همین دلیل مقایسه اثربخشی رژیم‌های غذایی مختلف بر اساس کاهش وزن صحیح نیست، چرا که ممکن است با از دست دادن توده بدون چربی همراه باشد (۵). مطالعات نشان می‌دهد که رژیم کتوژنیک منجر به کاهش بیشتر توده بدن در مقایسه با وعده‌های غذایی کم چرب می‌شود (۴). نگهداری از توده بدون چربی بدن به دلیل حفظ متابولیسم و عملکرد مناسب بدن امری ضروری برای همه افراد از جمله ورزشکاران است. از سویی دیگر، کارآمدترین روش برای حفظ یا افزایش توده بدون چربی بدن تمرین مقاومتی است. تمرین مقاومتی راهکاری برای محدود کردن کاهش توده بدون چربی بدن در طول مسیر کاهش وزن است (۱).

از طرف دیگر، در تمرینات مقاومتی برای تأمین انرژی به ذخایر گلیکوژن عضلانی نیاز است. دریافت کربوهیدرات و غلظت‌های گلیکوژن عضله نقش مهمی در وضعیت انرژی و مسیرهای سیگنال‌دهی درون سلولی ایفا می‌کنند و این نقش از طریق تأثیر بر فعالیت پروتئین کیناز فعال شده با AMP (AMPK)[3] که یک عامل اصلی است صورت می‌گیرد. به‌طوری‌که اندازه و ظرفیت عضله برای هیپرتروفی را محدود می‌کند و آتروفی عضله را افزایش می‌دهد (۷). همچنین نشان داده شده است که مصرف کربوهیدرات کم در رژیم غذایی کتوژنیک منجر به افزایش AMPK و فعالیت آن شده که به نوبه خود منجر به کاهش سنتز پروتئین و جلوگیری از افزایش توده بدون چربی بدن از طریق mTORC1[4] می‌شود (۱۵). اخیراً نشان داده شده است که یک رژیم غذایی پرپروتئین می‌تواند توده عضلانی را در طول مرحله از دست دادن چربی و وزن بدن حفظ کند. (۷). رژیم کتوژنیک سهم متوسط تا بالایی از مصرف پروتئین را دارد (۳۵-۳۰ درصد از کالری روزانه). مصرف پروتئین همراه با

[1] Tricarboxylic acid

[2] Low-density lipoprotein
[3] AMP-activated protein kinase
[4] Mammalian target of rapamycin complex 1

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

تمرین مقاومتی عامل مهمی برای سازگاری هیپرتروفی عضله است (۱۶). در مطالعات پیشین گزارش شده است که رژیم غذایی با پروتئین کافی توانایی حفظ توده بدون چربی را دارد که مکانیسم آن از طریق مهار فسفوریلاسیون AMPK و فعال کردن مسیر سیگنالینگ mTORC1 است (۱۷).

مطالعه فراتحلیل Hu و همکاران در سال ۲۰۲۱ به بررسی اثر ترکیبی تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT)[1] (۶۰-۱۰ دقیقه و ۷۰درصد اوج توان و ۹۰ درصد پیک Vo2) و رژیم کتوژنیک (۵۰-۳۰ گرم کربوهیدرات، ۱۳۰-۶۰ گرم پروتئین و ۲۶۰-۱۱۸ گرم چربی در روز) بر ترکیب بدن افراد بزرگسال پرداخته‌اند (۱۸). در مجموع ۱۰ مطالعه وارد این فراتحلیل شده است که نتایج نشان می‌دهد این دو مداخله ترکیبی HIIT و رژیم کتوژنیک سبب کاهش معنادار وزن بدن، BMI و درصد چربی شده است، در حالی‌که توده چربی و توده عضلانی تغییر معناداری نسبت به گروه کنترل نداشته است. همچنین در مطالعه وانگ[2] و همکاران در سال ۲۰۲۲ اثر ترکیبی تمرینات همزمان رژیم کتوژنیک بر ترکیب بدن و عملکرد هوازی در افراد سالم بررسی شده است (۱۹). در این مطالعه فراتحلیل ۸ مطالعه شامل ۱۷۰ آزمودنی مورد ارزیابی قرار گرفته است؛ نتایج حاکی از آن است که وزن بدن، درصد چربی و توده عضلانی به دنبال ترکیب تمرینات همزمان و رژیم کتوژنیک تغییر معناداری نداشته است (۱۹). از آنجا که به نظر می‌رسد کاهش میزان چربی بدن در رژیم کتوژنیک (محدود به کربوهیدرات) نسبت به رژیم غذایی محدود به چربی، بیشتر باشد و همچنین تمرین مقاومتی روشی برای حفظ و یا افزایش توده عضلانی است، مطالعات اخیر با هدف بررسی اثر ترکیبی تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک بر ترکیب بدن و کاهش وزن بدن انجام شده است (۲۲-۲۰, ۱). با وجود نتایج ناهمسو مطالعات پیشین، تأثیر کلی رژیم غذایی کتوژنیک بر تغییرات ترکیب بدن در افرادی که تمرین مقاومتی انجام می‌دهند مشخص نیست. از طرف دیگر هنوز شواهد دقیقی برای تعیین یک استراتژی دقیق رژیم غذایی برای کاهش وزن ورزشکارانی که در رشته‌های ورزشی با طبقه‌بندی بر اساس وزن بدن شرکت می‌کنند، وجود ندارد و مشخص نیست که رژیم کتوژنیک می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی کاهش وزن مؤثر برای این ورزشکاران توصیه شود یا خیر. همچنین، شواهد دقیقی برای بررسی جزئیات پروتکل تمرین مقاومتی از جمله شدت، تعداد ست، تعداد تمرین و تعداد جلسات در هفته برای ورزشکاران مقاومتی که همزمان از رژیم کتوژنیک استفاده می‌کنند و هدف حفظ توده عضلانی را دارند، مشخص نیست. از سوی دیگر، یک مطالعه مرور نظام‌مند و فراتحلیل توسط Ashtary-Larky و همکاران در سال ۲۰۲۱ با هدف بررسی اثر ترکیبی تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک بر ترکیب بدن انجام شده و با ۱۳ مطالعه کارآزمایی بالینی (RCT) و ۲۴۴ آزمودنی به این نتیجه رسیدند که رژیم کتوژنیک سبب کاهش معنادار وزن بدن و فاکتورهای ترکیب بدن از جمله توده چربی بدن و توده عضلانی نسبت به رژیم عادی شد (۷). با توجه به اینکه نتایج برخی از مطالعات پژوهشی اصیل حاکی از آن است که رژیم کتوژنیک با کاهش یا تغییر توده عضلانی در ورزشکاران مقاومتی همراه نیست (۲۴, ۲۳) و یا حتی سبب افزایش توده عضلانی شده است (۲۵). مطالعه حاضر طراحی شد تا پژوهش فراتحلیل پیشین Ashtary-Larky و همکاران را به‌روزرسانی کند. لذا هدف فراتحلیل حاضر بررسی اثر ترکیبی رژیم کتوژنیک و تمرینات مقاومتی بر ترکیب بدن به منظور تحلیل و تعمیم نتایج برای افراد و ورزشکاران مقاومتی به خصوص ورزشکاران رشته‌های دارای کلاس وزنی مانند تکواندو و وزنه برداری بود.

روش تحقیق

این پژوهش یک مطالعه مرور سیستماتیک-فراتحلیل است که بر اساس دستورالعمل کاکرین[3] و PRISMA[4] انجام شد (۲۷, ۲۶).

روش جستجوی مقالات

جستجو برای مقالات انگلیسی در پایگاه‌های اطلاعاتی وب آو ساینس[5]، اسکوپوس[6] و پابمد[1] بدون محدود کردن سال انتشار با

[1] High Intensity Interval Training
[2] Wang

[3] Cochrane
[4] Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
[5] Web of science
[6] Scopus

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

استفاده از کلمات انگلیسی "Strength training"، "weight training"، "resistance training"، "weightlifting"، "performance"، "athletes"، "CrossFit"، "Pilates"، "athletes"، "ketogenic"، "ketogenic diet"، "ketosis"، "ketone bodies"، "ketones"، "high-fat، low carbohydrate diet"، "very-low carbohydrate diet"، "carbohydrate-restricted diet"، "weight loss"، "Body fat"، "adiposity"، "body composition"، "anthropometric indices"، "abdominal fat"، "visceral fat" و "adipose tissue" تا مارس[2] سال ۲۰۲۳ انجام شد. همچنین جستجو برای مقالات فارسی در پایگاه‌های داده مگیران[3] و مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی[4] با استفاده از کلمات کلیدی "تمرین بدنی"، "تمرین ورزشی"، " ترکیب بدنی"، "درصد چربی بدن"، "رژیم کم کربوهیدرات"، "محدودیت کالری"، "رژیم کتوژنیک" و"رژیم پرچرب" تا اسفند ۱۴۰۱ انجام شد. همچنین، جستجو به روش دستی در گوگل اسکولار[5] 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 ورزشی (تمرین مقاومتی و تمرین ترکیبی) و رژیم کتوژنیک در برابر گروه کنترل (تمرین ورزشی و رژیم غیرکتوژنیک)؛ ۴-مطالعات اندازه‌گیری کننده فاکتورهای ترکیب بدن (وزن بدن، شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن و توده عضلانی (کیلوگرم)) بود. ۵- مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی سازی شده[6] (RCT) و مطالعات غیرتصادفی شده[7] (NRs) و مطالعات متقاطع (Crossover). معیارهای خروج شامل پایان نامه‌ها، مقالات در همایش‌ها و مطالعاتی که بر روی حیوانات انجام شده بود. همچنین مطالعاتی که اثر یک جلسه تمرین ورزشی حاد را سنجیده بودند، از مطالعه فراتحلیل حاضر خارج شدند. بررسی اولیه مقالات به صورت مستقل توسط دو پژوهشگر انجام شد.

استخراج داده‌ها

متن کامل تمام مقالات وارد شده بررسی شدند و نهایتاً داده‌های وزن بدن، شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن و توده عضلانی (کیلوگرم) توسط دو نویسنده به صورت مستقل استخراج شد. اطلاعات مربوط به نوع مطالعه و کشور، نویسنده اول، سال انتشار، تعداد نمونه در هر گروه، متغیّرهای پژوهش، ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل: سن، جنسیت، پروتکل تمرین (نوع تمرین ورزشی، شدت و مدت هر جلسه تمرین، تعداد جلسات در هفته و مدت کل تمرین) و مداخله رژیم غذایی کتوژنیک و غیرکتوژنیک بررسی و استخراج شد. برای مطالعاتی که داده‌ها به صورت نمودار گزارش شده بود، استخراج داده‌ها با استفاده از Getdata از نمودار مقالات صورت گرفت. همچنین با استفاده از خطای استاندارد میانگین (SEM)، انحراف استاندارد (SD) تخمین زده شد (۲۸).

فراتحلیل

فراتحلیل حاضر برای بررسی اثر ترکیبی تمرین ورزشی و رژیم کتوژنیک بر فاکتورهای ترکیب بدنی در بزرگسالان انجام شد. برای این منظور، برای اندازه اثر از تفاوت میانگین وزنی (WMD[8]) و با فاصله اطمینان ۹۵ درصد (CI) و با استفاده از مدل اثر ثابت (Fixed) و یا مدل اثر تصادفی (Random) محاسبه شد. برای تعیین ناهمگونی (عدم تجانس) مطالعات، از آزمون I^2 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

[1] PubMed
[2] March
[3] Magiran
[4] SID
[5] Google scholar
[6] Randomized control trial
[7] Non-randomized studies
[8] Weighted mean differences

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

بالا) تفسیر شد (۲۹). در صورت وجود ناهمگونی، با استفاده از تحلیل حساسیت[1] از طریق روش خارج کردن یک به یک مطالعات[2] با لحاظ کردن I2 کمتر از ۵۰ به عنوان ملاک انجام شد (۳۰). سوگیری انتشار نیز با استفاده از تفسیر بصری فونل پلات بررسی شد که در صورت مشاهده سوگیری، تست Egger به‌عنوان یک تست تعیین‌کننده ثانویه استفاده شد که در آن P=۰/۱ به عنوان وجود سوگیری انتشار معنی‌دار در نظر گرفته شد (۳۱). تحلیل زیر گروهی بر اساس مدت تمرین (کوتاه مدت: کمتر از ۸ هفته، طولانی مدت: بیشتر و مساوی ۸ هفته) و وضعیت فعال بودن آزمودنی‌ها (ورزشکار یا غیرورزشکار) انجام شد. آزمون‌های آماری با استفاده از نرم افزار CMA2 [3]انجام شدند.

بررسی کیفیت مقالات

ارزیابی کیفیت مطالعات به‌طور مستقل توسط دو پژوهشگر (ف ش و ف ک) انجام شد. بررسی کیفیت مطالعات با استفاده از چک‌لیست ۹ سؤالی Pedro انجام شد (۳۲). معیارهای بررسی کیفیت مقالات شامل موارد زیر بود: ۱- مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها، ۲- اختصاص شرکت کنندگان به‌طور تصادفی به گروه‌های مختلف، ۳- آشنایی نداشتن شرکت کنندگان نسبت به گروه بندی‌هایشان، ۴- یکسان بودن آزمودنی ها 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 به‌صورت 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 چک‌لیست Pedro، با دو گزینه 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

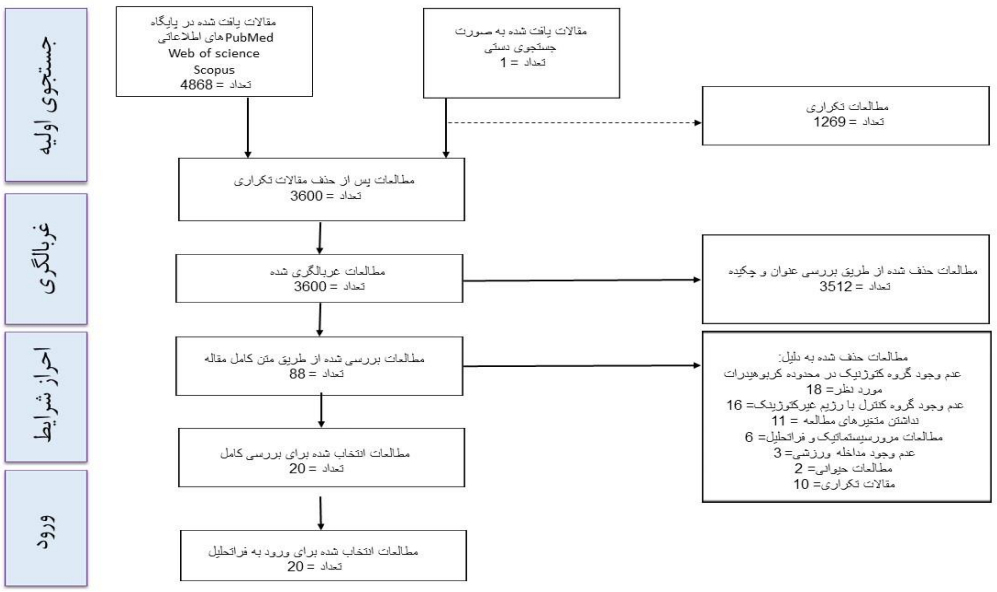
بر اساس جستجو در پایگاه‌های اطلاعات علمی تا مارس ۲۰۲۳، ۴۸۶۹ مقاله یافت شد. پس از حذف مقالات تکراری (۱۲۶۹ مقاله)، ۳۶۰۰ مقاله برای غربالگری اولیه باقی ماندند. پس از بررسی عناوین و چکیده مقالات، براساس کلید واژه‌های اصلی از جمله تمرین مقاومتی، رژیم کتوژنیک، ترکیب بدن، درصد چربی بدن و توده عضلانی، ۳۵۱۲ مطالعه حذف شد (مقالاتی که دارای کلیدواژه‌های مطالعه حاضر نبودند) و در نهایت ۸۸ مقاله برای ارزیابی متن کامل انتخاب شدند که پس از بررسی متن کامل مقالات، ۶۸ مقاله از مطالعه حاضر به دلایل (نداشتن گروه رژیم غذایی کتوژنیک در محدوده کربوهیدرات مورد نظر "کمتر از ۱۰ درصد کیلوکالری از کربوهیدرات یا کمتر از ۵۰ گرم کربوهیدرات در روز"، نداشتن گروه کنترل با رژیم غذایی غیرکتوژنیک، نداشتن داده‌های ترکیب بدن در پیش و پس آزمون، مطالعات مرورسیستماتیک و فراتحلیل، عدم وجود مداخله ورزشی، مطالعات حیوانی و یا مطالعات تکراری) خارج شدند. لازم به ذکر است که مطالعات Meirelles ۲۰۱۶ (۳۳) با مصرف کربوهیدرات ۷۰ گرم در روز Valsdottir ۲۰۲۰ (۳۴) با مصرف ۱۰۰ گرم کربوهیدرات در روز حذف شدند. در نهایت، ۲۰ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر شدند (شکل ۱). ۱۹ مداخله برای متغیر وزن بدن، ۵ مداخله برای متغیر شاخص توده بدنی، ۷ مداخله برای درصد چربی بدن و ۱۶ مداخله برای توده عضلانی وجود داشت.

[1] Sensitivity analysis
[2] Leave one-out method
[3] Comprehensive Meta-Analysis

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

جدول ۲- ارزیابی کیفیت مطالعات

نویسندگان و سال انتشار	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	جمع امتیاز
Jabekk ۲۰۱۰ (۵)	✓	✓	×	×	×	✓	×	✓	✓	۵
Wood ۲۰۱۲ (۳۸)	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	✓	۵
Paoli ۲۰۱۲ (۲۳)	✓	×	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۵
Rhyu ۲۰۱۴ (۳۶)	×	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۵
Wilson ۲۰۱۷ (۲۵)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
Gregory ۲۰۱۷ (۲۴)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
Greene ۲۰۱۸ (۶)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
Kephart ۲۰۱۸ (۱۵)	✓	×	×	×	×	✓	×	✓	✓	۴
Vargas ۲۰۱۸ (۳۷)	×	✓	×	✓	×	×	×	✓	✓	۴
Vargas-Molina ۲۰۲۰ (۱۲)	×	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۵
Hadizadeh ۲۰۲۰ (۱)	×	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۵
Paoli ۲۰۲۱ (۲۰)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۵
Michalczyk ۲۰۱۸ (۲۱)	×	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۵
Vidic ۲۰۲۱ (۴۱)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
Mancin ۲۰۲۲ (۴۰)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
Mcswiney ۲۰۱۸ (۴۳)	✓	×	×	×	×	✓	×	✓	✓	۴
Antonio ۲۰۲۱ (۳۹)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
Perissiou ۲۰۲۰ (۴)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
Tay ۲۰۱۸ (۳۵)	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	✓	✓	۷
Hassanvand ۲۰۲۳ (۴۲)	✓	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	۶



شکل ۱- فلوچارت انتخاب مطالعات

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

۵۴۴ آزمودنی وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند که همه شرکت‌کنندگان، بزرگسالان ورزشکار و یا غیرورزشکار بودند. ۲۶۹ آزمودنی با میانگین سن ۴/۹۰±۳۴/۶۳ و شاخص توده بدنی ۲/۱۴±۳۴/۴ در گروه تمرین ورزشی و رژیم کتوژنیک و ۲۷۵ آزمودنی با میانگین سن ۴/۹۶±۳۴/۱۳ و شاخص توده بدنی ۱/۱۴±۳۵/۴ در گروه تمرین ورزشی و رژیم غیرکتوژنیک بودند. در مطالعات، گروه کنترل از رژیم غذایی عادی، کم کربوهیدرات و پرکربوهیدرات استفاده کردند (جدول ۱). تعداد آزمودنی‌های هر مطالعه در محدوده ۱۲ نفر (۱۵) و ۱۱۵ نفر (۳۵) بود.

ویژگی پروتکل‌های تمرین

۲۰ مطالعه (۲۰ مداخله) وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند که براساس نوع تمرین به ۱۸ مداخله تمرین مقاومتی و ۲ مداخله تمرین ترکیبی طبقه‌بندی شدند. شدت تمرین مقاومتی از ۵۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه بود (۴, ۱۵, ۲۰, ۲۱, ۲۴, ۲۵, ۶-۴۲). هم‌چنین حداقل مدت مداخله تمرین مقاومتی ۳ هفته (۳۶) و حداکثر ۱۲ هفته (۳۸, ۶, ۱۵) بود. شدت تمرین ترکیبی از ۷۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه و ۵۶ تا ۶۸ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و مدت مداخله در دامنه ۱۲ تا ۱۰۴ هفته بود (۴۳, ۳۵). همچنین تمرین ترکیبی شامل تمرین مقاومتی و هوازی بود.

ویژگی رژیم غذایی کتوژنیک

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

نتایج فراتحلیل

وزن بدن

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۹ مداخله نشان داد که تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک سبب کاهش معنادار وزن بدن [WMD=-۲/۱۵ kg(-۱/۰۳ الی -۳/۲۷)، P=۰/۰۰۱] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان شد (شکل ۲). با استفاده از آزمون I2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (P=۰/۹۹، I^2=۰/۰۰۰).

نتایج تحلیل زیرگروهی براساس مدت تمرین نشان داد که مداخله با مدت کمتر از ۸ هفته (۷ مداخله) [P=۰/۰۰۱، ۲/۵۵ kg- =WMD] منجر به کاهش معنادار وزن بدن در بزرگسالان شد، اما مداخله با مدت بیشتر از ۸ هفته (۱۲ مداخله) [P=۰/۱، ۱/۴۱ kg- =WMD] منجر به کاهش معنادار وزن بدن نشد. همچنین، نتایج تحلیل زیرگروهی براساس وضعیت فعال بودن آزمودنی‌ها نشان داد که تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک برای هر دو آزمودنی‌های ورزشکار (۱۴ مداخله) [WMD=-۲/۱۵ kg،P=۰/۰۲] و آزمودنی‌های غیرورزشکار (۵ مداخله) [P=۰/۰۰۲، ۲/۱۶ kg- =WMD] منجر به کاهش معنادار وزن بدن در بزرگسالان شد.

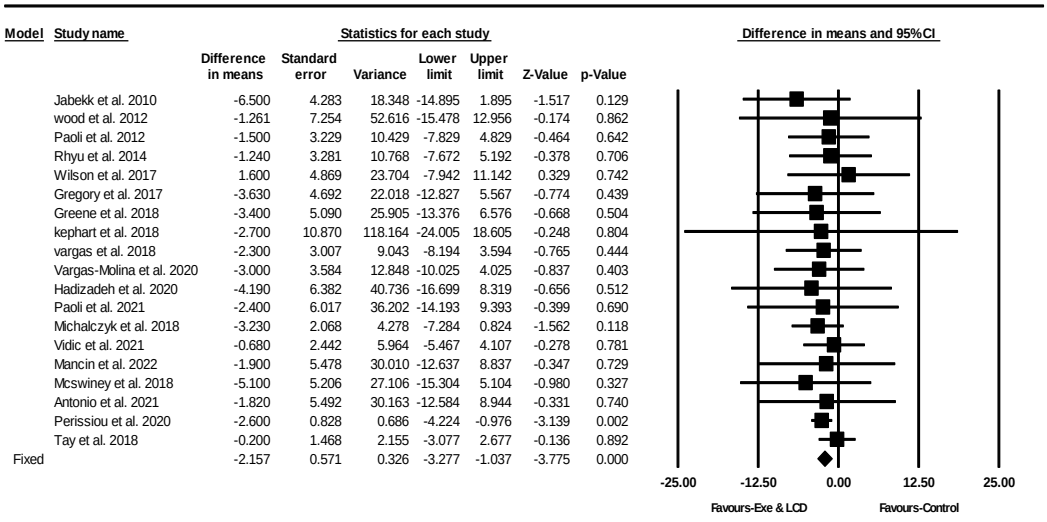
شاخص توده بدنی (BMI)[1]

تجزیه و تحلیل داده‌های ۵ مداخله نشان داد که تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک سبب کاهش معنادار BMI [P=۰/۴ ، (۱/۱۴- الی ۰/۴۶) kg/m^2=-۰/۳۴ WMD] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان نشد (شکل ۳). با استفاده از آزمون I2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (P=۰/۵، I^2=۰/۰۰۰).

به‌دلیل تعداد کم مطالعات برای متغیر BMI، امکان تحلیل زیرگروه فراهم نشد.

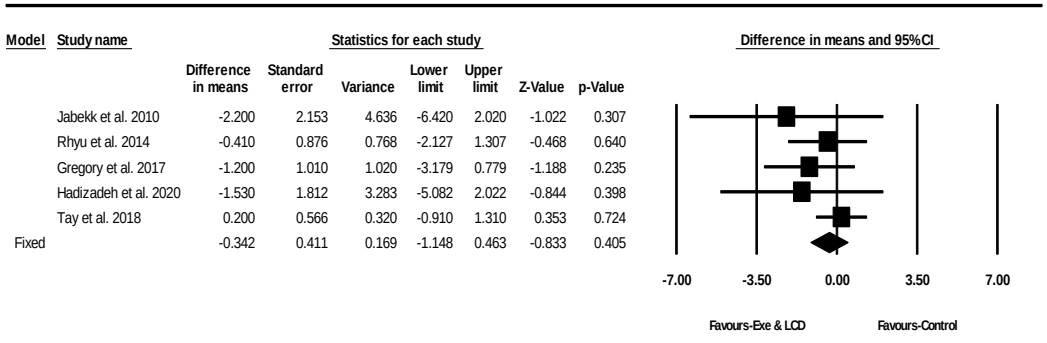
[1] Body mass index

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]



Model	Study name	Difference in means	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
	Jabekk et al. 2010	-6.500	4.283	18.348	-14.895	1.895	-1.517	0.129
	wood et al. 2012	-1.261	7.254	52.616	-15.478	12.956	-0.174	0.862
	Paoli et al. 2012	-1.500	3.229	10.429	-7.829	4.829	-0.464	0.642
	Rhyu et al. 2014	-1.240	3.281	10.768	-7.672	5.192	-0.378	0.706
	Wilson et al. 2017	1.600	4.869	23.704	-7.942	11.142	0.329	0.742
	Gregory et al. 2017	-3.630	4.692	22.018	-12.827	5.567	-0.774	0.439
	Greene et al. 2018	-3.400	5.090	25.905	-13.376	6.576	-0.668	0.504
	kephart et al. 2018	-2.700	10.870	118.164	-24.005	18.605	-0.248	0.804
	vargas et al. 2018	-2.300	3.007	9.043	-8.194	3.594	-0.765	0.444
	Vargas-Molina et al. 2020	-3.000	3.584	12.848	-10.025	4.025	-0.837	0.403
	Hadizadeh et al. 2020	-4.190	6.382	40.736	-16.699	8.319	-0.656	0.512
	Paoli et al. 2021	-2.400	6.017	36.202	-14.193	9.393	-0.399	0.690
	Michalczyk et al. 2018	-3.230	2.068	4.278	-7.284	0.824	-1.562	0.118
	Vidic et al. 2021	-0.680	2.442	5.964	-5.467	4.107	-0.278	0.781
	Mancin et al. 2022	-1.900	5.478	30.010	-12.637	8.837	-0.347	0.729
	Mcswiney et al. 2018	-5.100	5.206	27.106	-15.304	5.104	-0.980	0.327
	Antonio et al. 2021	-1.820	5.492	30.163	-12.584	8.944	-0.331	0.740
	Perissiou et al. 2020	-2.600	0.828	0.686	-4.224	-0.976	-3.139	0.002
	Tay et al. 2018	-0.200	1.468	2.155	-3.077	2.677	-0.136	0.892
Fixed		-2.157	0.571	0.326	-3.277	-1.037	-3.775	0.000

شکل ۲- نمودار انباشت (Forest plot). اثر تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک بر وزن بدن در بزرگسالان



Model	Study name	Difference in means	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
	Jabekk et al. 2010	-2.200	2.153	4.636	-6.420	2.020	-1.022	0.307
	Rhyu et al. 2014	-0.410	0.876	0.768	-2.127	1.307	-0.468	0.640
	Gregory et al. 2017	-1.200	1.010	1.020	-3.179	0.779	-1.188	0.235
	Hadizadeh et al. 2020	-1.530	1.812	3.283	-5.082	2.022	-0.844	0.398
	Tay et al. 2018	0.200	0.566	0.320	-0.910	1.310	0.353	0.724
Fixed		-0.342	0.411	0.169	-1.148	0.463	-0.833	0.405

شکل ۳- نمودار انباشت (Forest plot). اثر تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک بر BMI در بزرگسالان

درصد چربی بدن

تجزیه و تحلیل داده‌های ۷ مداخله نشان داد که تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک سبب کاهش معنادار درصد چربی بدن [WMD=-۱/۵۷ ٪(-۰/۶۱ الی -۲/۵۳)، P=۰/۰۰۱] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان شد (شکل ۴). با استفاده از آزمون I2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (I^2=۴۰/۸۸ ،P=۰/۱).

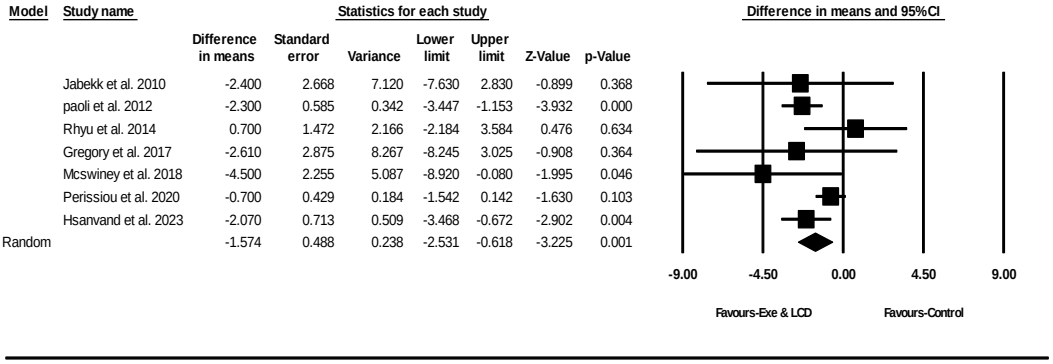
نتایج تحلیل زیرگروهی براساس مدت تمرین نشان داد که مداخله با مدت بیشتر از ۸ هفته (۳ مداخله) [P=۰/۰۰۱، ٪ ۲/۲۹- =WMD] منجر به کاهش معنادار درصد چربی بدن در بزرگسالان شد، اما مداخله با مدت کمتر از ۸ هفته (۴ مداخله) [P=۰/۰۷، ٪۱/۱۸- =WMD] منجر به کاهش معنادار درصد چربی بدن در بزرگسالان نشد. همچنین، نتایج تحلیل زیرگروهی براساس وضعیت فعال بودن آزمودنی‌ها نشان داد که تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک برای هر دو آزمودنی‌های ورزشکار (۴ مداخله) [P=۰/۰۴، ٪ ۱/۸۷- =WMD] و برای آزمودنی‌های غیرورزشکار (۳ مداخله) [P=۰/۰۲، ٪ ۱/۲۶- =WMD] منجر به کاهش معنادار درصد چربی بدن در بزرگسالان شد.

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

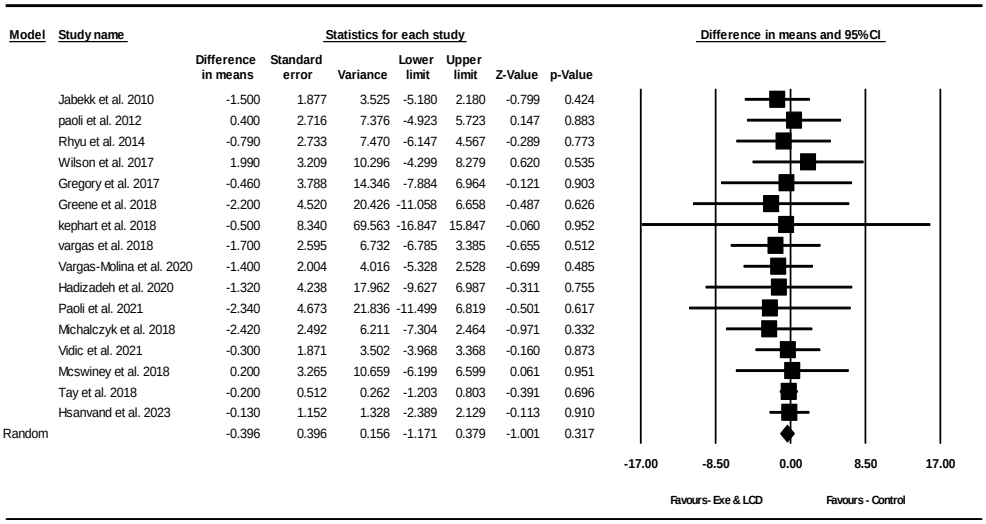
توده عضلانی

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۶ مداخله نشان داد که تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک سبب تغییر معنادار توده عضلانی [P=۰/۳، WMD=−۰/۳۹ kg (۱/۱۷− الی ۰/۳۷)] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان نشد (شکل ۵). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (P=۰/۱، I^2=۰/۰۰).

نتایج تحلیل زیرگروهی براساس مدت تمرین نشان داد که مداخله با مدت کمتر از ۸ هفته (۱۳ مداخله) [P=۰/۵، WMD= −۰/۹۴ kg] و مداخله با مدت بیشتر از ۸ هفته (۳ مداخله) [P=۰/۴، WMD=−۰/۳۴ kg] منجر به کاهش معنادار توده عضلانی بدن نشد. همچنین، علاوه براین، نتایج تحلیل زیرگروهی براساس وضعیت فعال بودن آزمودنی‌ها نشان داد که تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک برای آزمودنی‌های برای هیچ کدام از آزمودنی‌های ورزشکار (۱۲ مداخله) [P=۰/۳، WMD=−۰/۷۸ kg] و آزمودنی‌های غیرورزشکار (۴ مداخله) [P=۰/۵، WMD= −۰/۲۷ kg] منجر به کاهش معنادار توده عضلانی بدن در بزرگسالان نشد.



شکل ٤- نمودار انباشت (Forest plot). اثر تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک بر درصد چربی بدن در بزرگسالان



شکل ٥- نمودار انباشت (Forest plot). اثر تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک بر توده چربی بدن در بزرگسالان

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

سوگیری انتشار

نتیجه تست آزمون Egger نشان‌دهنده عدم سوگیری انتشار معنادار برای وزن بدن (P=۰/۷)، درصد چربی بدن (P=۰/۴) و توده عضلانی (P=۰/۱) و وجود سوگیری انتشار برای BMI (P=۰/۰۲) بود.

کیفیت مطالعات

نتایج بررسی کیفیت مقالات با استفاده از Pedro نشان داد که حداقل امتیاز کیفیت مقالات ۴ و حداکثر امتیاز ۷ بود (جدول۲).

بحث

هدف پژوهش فراتحلیل حاضر، مقایسه اثر ترکیبی تمرین مقاومتی و رژیم غذایی کتوژنیک بر فاکتورهای ترکیب بدن بود. نتایج ۲۰ مطالعه با ۵۴۴ آزمودنی حاکی از این بود که تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک سبب کاهش معنادار وزن بدن و درصد چربی بدن نسبت به گروه کنترل شد. اما تمرین مقاومتی و رژیم کتوژنیک نسبت به گروه کنترل سبب تغییر معنادار توده عضلانی نشد. با توجه به اینکه ناهمگونی پروتکل ورزشی (مدت مداخله)، میزان فعال بودن آزمودنی‌ها می‌تواند بر نتایج اصلی پژوهش اثرگذار باشد، لذا در این مطالعه فراتحلیل، تحلیل زیرگروهی برای مدت تمرین (کمتر از ۸ هفته و بیشتر از ۸ هفته) و میزان فعال بودن آزمودنی‌ها (ورزشکار و غیرورزشکار) انجام شد. نتایج تحلیل زیرگروهی نشان می‌دهد که نتایج فراتحلیل حاضر با نتایج فراتحلیل پیشین در سال ۲۰۲۱ که ۱۳ مطالعه با ۲۴۴ آزمودنی مورد بررسی قرار داده برای کاهش وزن و کاهش درصد چربی همخوانی دارد، اما برای تغییرات توده عضلانی همخوانی ندارد. در این مطالعه فراتحلیل گزارش شده است که رژیم کتوژنیک سبب کاهش معنادار توده عضلانی (WMD =-۱/۲۶kg) نسبت به رژیم غیرکتوژنیک شد (۷). البته باید به این نکته اشاره کرده که مطالعه فراتحلیل پیشین ۱۳ مطالعه RCT را مورد بررسی قرار داده است و پژوهش حاضر ۲۰ مطالعه را تحلیل نموده است. البته نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که رژیم کتوژنیک توده عضلانی را به میزان ۰/۳۹- کیلوگرم کاهش داده است؛ امّا معنادار نبوده است (P=۰/۳).

نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد رژیم کتوژنیک و تمرین مقاومتی سبب کاهش معنادار وزن بدن می‌شود (WMD=-۲/۱۵۷) که با مطالعه فراتحلیل پیشین برای کاهش معنادار وزن بدن همسو است (۷). همچنین نتیجه کاهش وزن در رژیم کتوژنیک در مقایسه با غیرکتوژنیک مشابه فراتحلیل‌های پیشین بر روی جمعیت‌هایی است که تمرین ورزشی انجام نمی‌دهند (۴۴, ۱۳). در مطالعه هادیزاده و همکاران یک دوره رژیم کتوژنیک و تمرین مقاومتی را بر کاهش وزن در افراد غیرورزشکار بررسی کردند. یافته‌ها حاکی از کاهش معنادار وزن بدن نسبت به گروه رژیم غذایی استاندارد و تمرین مقاومتی بود (۱). از طرفی یافته‌های فراتحلیل حاضر برای کاهش وزن بدن با مطالعات Vidic و همکاران وTay و همکاران ناهمسو است (۴۱, ۳۵). Tay و همکاران اثر ترکیبی رژیم کتوژنیک و تمرین مقاومتی نسبت به رژیم کم چربی-پرکربوهیدرات و تمرین مقاومتی بر روی افراد دیابتی را در طی دو سال بررسی کردند و تغییر معناداری در وزن بدن و توده چربی مشاهده نشد (۳۵). کاهش وزن بدن توسط نسبت‌های مختلف کربوهیدرات و چربی در رژیم غذایی به خودی خود تعیین نمی‌شود، بلکه با کالری دریافتی مشخص می‌گردد. با این حال تغییر در مصرف درشت مغذی‌ها می‌تواند بر دریافت انرژی و نهایتاً وزن بدن اثرگذار باشد (۴۵). در اثر کاهش مصرف کربوهیدرات میزان گلیکوژن ذخیره شده کاهش می‌یابد و به دنبال آن آب کمتری ذخیره می‌شود، زیرا به ازای هر ۱ گرم گلیکوژن، ۳ گرم آب ذخیره می‌شود که می‌تواند تا دو کیلوگرم کاهش وزن در طول مدت محدودیت کربوهیدرات داشته باشد و به عنوان مرحله اولیه کاهش وزن شناخته می‌شود (۴۶, ۱۲). همچنین از دلایل احتمالی کاهش وزن در رژیم‌های کم کربوهیدرات می‌توان به محدود کردن کربوهیدرات‌ها به‌ویژه با شاخص گلایسمی بالا که باعث کاهش خودبخودی انرژی دریافتی می‌شود اشاره کرد. از طرفی در رژیم کتوژنیک به دلیل اثر ترموژنیک هضم مقادیر بیشتر از پروتئین به مقدار ۴۰-۲۰ درصد موجب احساس سیری طولانی مدت می‌شود که به عنوان مکانیسمی برای کاهش وزن در نظر گرفته شده است (۴۶, ۶).

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

در رژیم کتوژنیک محدودیت مصرف کمتر از ۱۰ درصد انرژی روزانه از کربوهیدرات وجود دارد، بنابراین عدم توانایی حفظ گردش اگزالواستات از طریق کربوهیدرات‌ها بدن را به سمت متابولیسم چربی و بتااکسیداسیون سوق می‌دهد. (۴۷). استفاده از اجسام کتونی می‌تواند انرژی موجود بیشتری را نسبت به سازگاری با گلوکز آزاد کند. رژیم کتوژنیک با تغییر متابولیکی به سمت اکسیداسیون چربی و ذخیره گلیکوژن می‌تواند اثر مطلوبی بر سنتز مجدد ATP در طول تمرینات ورزشی مقاومتی داشته باشد (۴۳). همچنین در رژیم کتوژنیک نسبت به رژیم غیرکتوژنیک (رژیم غذایی با کربوهیدرات بالا و رژیم غذایی بر اساس عادات تغذیه‌ای و رژیم های غذایی بدون محدودیت کربوهیدرات) انرژی مصرفی در حالت استراحت کاهش کمتری دارد و فرد می‌تواند با متابولیسم بیشتر کاهش وزن بهتری داشته باشد (۶). بنابراین افرادی که در رشته‌های ورزشی با طبقه‌بندی بر اساس وزن بدن شرکت می‌کنند، می‌توانند از رژیم کتوژنیک به عنوان یک استراتژی کاهش وزن مؤثر بهره جویند.

نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد رژیم کتوژنیک و تمرین مقاومتی سبب کاهش معنادار درصد چربی بدن می‌شود. این کاهش ناشی از انتخاب‌های غذایی محدود و افزایش احساس سیری به دلیل دریافت پروتئین به نظر می‌رسد (۴۸). همچنین بهبود در متابولیسم و انرژی مصرفی در حالت استراحت می‌تواند یکی از مکانیسم‌های اصلی باشد که رژیم کتوژنیک توسط آن چربی بدن را کاهش می‌دهد، حتی زمانی که انرژی دریافتی در دو گروه رژیم کتوژنیک و غیرکتوژنیک برابر باشد (۲۰).

در حالی‌که اثرات کتوژنیک بر وزن بدن و میزان چربی بدن در مطالعات ارزیابی ترکیب بدن بر روی ورزشکاران ثابت و کاهشی است (۳۷, ۲۳)، نتایج برای برای توده بدون چربی (توده عضلانی) متغیر است. برخی مطالعات از جمله مطالعه فراتحلیل Ashtary-Larky و همکاران (۷) و اکثر مطالعات پژوهشی اصیل کاهش توده عضلانی را گزارش کردند (۵۱-۴۹)، اما Wilson و همکاران افزایش توده بدون چربی بدن را به‌دنبال مداخله رژیم کتوژنیک و تمرین مقاومتی (۴-۳ ست با ۱۵-۵ حرکت با شدت ۹۵-۶۵ درصد 1RM) به‌صورت همزمان در مردان تمرین‌کرده نشان دادند (۲۵).

توجه به این نکته مهم است که روش ارزیابی توده عضلانی توسط DXA (اسکن تراکم استخوان dual-energy X-ray absorptiometry) که شامل آب داخل سلولی است، می‌تواند بر نتایج تحقیقات اثرگذار باشد (۲۵). درحالی‌که مطالعه Paoli و همکاران حفظ توده عضلانی ناشی از رژیم کتوژنیک و تمرین مقاومتی را نشان داد که این نتیجه می‌تواند به دلیل تأثیر محرک‌های تمرین مقاومتی و همچنین به‌دلیل حفظ سطح بالای پروتئین در رژیم غذایی (۲/۵ گرم بر وزن بدن) باشد. لازم به ذکر است هر جلسه تمرین Paoli و همکاران شامل ۵ تکرار با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه و پس از آن یک تا دو ست با ۶۰-۸۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام شده است (۲۰). نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد رژیم کتوژنیک و تمرین مقاومتی سبب تغییر معنادار توده عضلانی نمی‌شود که با مطالعه فراتحلیل Vargas-Molina و همکاران همسو است (۲۲). از طرفی با انجام تحلیل زیرگروه براساس مدت تمرین، نتایج این پژوهش حاکی از آن است که کاهش معنادار وزن بدن در ورزشکاران مقاومتی برای مدت کمتر از هشت هفته نسبت به مداخلات بیشتر از هشت هفته بود، در حالی‌که درصد چربی بدن به‌طور معناداری کاهش نیافته است. با وجود اینکه تعداد مطالعات این زیرگروه، ۴ مداخله برای مدت تمرین کمتر از ۸ هفته و ۳ مداخله برای مدت تمرین بیشتر از ۸ هفته بود و این تعداد مطالعه برای تحلیل زیرگروه، عدد بالایی نیست، می‌توان نتایج را به این صورت تفسیر کرد که احتمالاً کاهش وزن بدن به‌خاطر کاهش توده عضلانی (نه به‌خاطر کاهش درصد چربی بدن) بوده است. علاوه بر این، با توجه به اینکه ۱۹ مطالعه برای متغیر وزن بدن، ۷ مطالعه برای متغیر درصد چربی بدن و ۱۶ مطالعه برای متغیر توده عضلانی وارد فراتحلیل حاضر شده است، مطالعات زیادی وجود دارند که درصد چربی بدن را گزارش نکرده‌اند و بنابراین، برای نتیجه‌گیری قطعی‌تر نیاز به افزایش تعداد مطالعات پژوهشی بیشتر در این زمینه است تا بتوان تحلیل زیرگروه با تعداد مطالعات بیشتر برای تفسیر درصد چربی بدن انجام داد.

از سوی دیگر، فراتحلیل حاضر برای معناداری توده عضلانی با مطالعه فراتحلیل پیشین ناهمسو است (۷). با وجود اینکه تغییر

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

معناداری در توده عضلانی وجود نداشته است، با این حال، برخی از مطالعات پیشین گزارش کرده‌اند که رژیم کتوژنیک سبب کاهش توده عضلانی می‌شود. این کاهش احتمالاً به دلیل مقدار ناکافی پروتئین در رژیم کتوژنیک در افراد تمرین کرده مقاومتی است و لزوم استفاده از مقدار کافی پروتئین مهم به نظر می‌رسد (۷). کاهش توده عضلانی در رژیم کتوژنیک می‌تواند نتیجه مهار مسیر Akt/mTOR باشد. به این صورت که توده عضلانی تحت تحریک مزمن سنتز پروتئین عضله به دست می‌آید که توسط مسیر تنظیم هورمونی IGF1[1] و رونویسی Akt/mTOR تنظیم می‌شود. در اثر رژیم کم کربوهیدرات سطح هورمون آنابولیکی انسولین کاهش می‌یابد که ممکن است مسیر رشد عضلات را مهار کند (۴۲). همچنین رژیم کم کربوهیدرات می‌تواند فسفوریلاسیون AMPK را افزایش دهد و منجر به مهار مسیر Akt/mTOR شود (۴۶).

ارزیابی دقیق‌تری از عضلات اسکلتی برای ارزیابی توده عضلانی در کنار تخمین توده عضلانی کل بدن مورد نیاز است. کاهش وزن بدن بیشتر می‌تواند منجر به کاهش بیشتر توده عضلانی در بدن شود و توضیحی برای کاهش توده عضلانی پس از مصرف رژیم کتوژنیک باشد. مطالعات آینده باید بر جزئیات پروتکل تمرینات مقاومتی مانند تعداد ست‌ها و تکرارهای تمرینی، شدت تمرینات، مدت و شدت استراحت برای ایجاد محرک هیپرتروفیک بیشتر به منظور کاهش توده عضلانی به هنگام رژیم کتوژنیک در افراد تمرین کرده مقاومتی تمرکز کنند. از آنجایی که مصرف پروتئین بیشتر می‌تواند اثر مطلوبی بر توده عضلانی داشته باشد، تحقیقاتی در استفاده از رژیم کتوژنیک به همراه پروتئین بالاتر از آنچه در تحلیل حاضر مشاهده شد، مورد نیاز است تا تعیین کند توده عضلانی می‌تواند در ورزشکاران مقاومتی که از رژیم کتوژنیک استفاده می‌کنند، حفظ شود و یا حتی افزایش یابد (۷).

نقاط قوت و محدودیت‌ها

مطالعه حاضر دارای چندین نقطه قوت است. با توجه به اینکه تفاوت در مدت تمرین و فعال بودن آزمودنی‌ها می‌تواند بر نتایج فراتحلیل اثرگذار باشد، تحلیل زیرگروه براساس مدت مداخله و ویژگی فعال بودن آزمودنی‌ها انجام شد. از طرف دیگر، ناهمگونی برای هیچ‌یک از متغیرهای پژوهش مشاهده نشد. علی‌رغم یافته‌های بالینی مهم مطالعه حاضر، محدودیت‌هایی نیز وجود داشت که می‌بایست در تفسیر داده‌ها موردتوجه قرار گیرد. با توجه به تعداد محدود مطالعات، امکان انجام تحلیل زیرگروه براساس وضعیت سلامتی آزمودنی‌ها (با بیماری یا بدون بیماری) و همچنین مدت و شدت هر جلسه تمرینی فراهم نشد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه فراتحلیل حاضر نشان می‌دهد که رژیم غذایی کتوژنیک در مقایسه با رژیم غذایی عادی اثر مفیدی بر کاهش وزن بدن و درصد چربی در افراد با تمرین مقاومتی ، دارد. بااین‌حال، نتایج این پژوهش در رابطه با اثرات رژیم کتوژنیک به همراه تمرین مقاومتی بر تغییرات توده عضلانی بدن هنوز مبهم و چالش‌برانگیز است و نیاز به افزایش تعداد مطالعات پژوهشی بیشتر در این زمینه است تا بتوان نتیجه‌گیری قاطعانه‌ای برای بررسی اثرات ترکیبی رژیم کتوژنیک و تمرین مقاومتی بر توده عضلانی بدن ارائه داد.

ملاحظات اخلاقی

ملاحظات اخلاقی این مقاله، طبق دستورالعمل بین‌المللی پروتکل مقالات مرور نظام‌مند در سایت PROSPERO به نشانی https://www.crd.york.ac.uk/prospero با کد تأییدیه CRD42024546764 انجام شد.

تقدیر و تشکّر

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

حمایت مالی

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

[1] Insulin-like growth factor 1

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

مشارکت نویسندگان

فاطمه کاظمی‌نسب طراحی ایده و موضوع پژوهش، فاطمه کاظمی‌نسب و فاطمه شرفی‌فرد غربالگری مطالعات، استخراج داده و نوشتن مقاله را انجام داده‌اند.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

منابع:

1- Hadizadeh M, Gan WY, Mohafez H, Sugajima Y. Impact of ketogenic diet on body composition during resistance training among untrained individuals. Open Sports Sci. J. 2020; 13(1): 114-9. DOI: 10.2174/1875399X02013010114

2- Kelly T, Yang W, Chen C-S, Reynolds K, He J. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. Int J Obes (Lond). 2008; 32(9):1431-7. DOI: 10.1038/ijo.2008.102

3- Wang S, Zhou H, Zhao C, He H. Effect of Exercise training on body composition and inflammatory cytokine levels in overweight and obese individuals: a systematic review and network Meta-analysis. Front Immunol. 2022; 13: 921085. DOI: 10.3389/fimmu.2022.921085

4- Perissiou M, Borkoles E, Kobayashi K, Polman R. The effect of an 8 week prescribed exercise and low-carbohydrate diet on cardiorespiratory fitness, body composition and cardiometabolic risk factors in obese individuals: A randomised controlled trial. Nutrients. 2020; 12(2): 482. DOI: 10.3390/nu12020482

5- 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. Nutr Metab (Lond). 2010; 7: 17. DOI: 10.1186/1743-7075-7-17

6- 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. J Strength Cond Res. 2018; 32(12): 3373-82. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002904

7- 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. Crit Rev Food Sci Nutr. 2022; 62(21): 5717-32. DOI: 10.1080/10408398.2021.1890689

8- Ashtary-Larky D, Bagheri R, Bavi H, Baker JS, Moro T, Mancin L, Paoli A. Ketogenic diets, physical activity and body composition: a review. Br J Nutr. 2022; 127(12): 1898-920. DOI: 10.1017/S0007114521002609

9- Haghighat N, Ashtary-Larky D, Bagheri R, Mahmoodi M, Rajaei M, Alipour M, et al. The effect of 12 weeks of euenergetic high-protein diet in regulating appetite and body composition of women with normal-weight obesity: a randomised controlled trial. Br J Nutr. 2020; 124(10): 1044-51. DOI: 10.1017/S0007114520002019

10- Johnston CS, Sears B, Perry M, Knurick JR. Use of novel high-protein functional food products as part of a calorie-restricted diet to reduce insulin resistance and increase lean body mass in adults: a randomized controlled trial. Nutrients. 2017; 9(11): 1182. DOI: 10.3390/nu9111182

11- Kim JE, O'Connor LE, Sands LP, Slebodnik MB, Campbell WW. Effects of dietary protein intake on body composition changes after weight loss in older adults: a systematic review and meta-analysis. Nutr Rev. 2016; 74(3): 210-24. DOI: 10.1093/nutrit/nuv065

12- Vargas-Molina S, Petro JL, Romance R, Kreider RB, Schoenfeld BJ, Bonilla DA, Benitez-Porres J. Effects of a ketogenic diet on body composition and strength in trained women. J Int Soc Sports Nutr. 2020; 17(1). DOI: 10.1186/s12970-020-00348-7

13- Bueno NB, de Melo ISV, de Oliveira SL, da Rocha Ataide T. Very-low-carbohydrate ketogenic diet v. low-fat diet for long-term weight loss: a meta-analysis of randomised controlled trials. Br J Nutr. 2013; 110(7): 1178-87. DOI: 10.1017/S0007114513000548

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

14- Dashti HM, Mathew TC, Hussein T, Asfar SK, Behbahani A, Khoursheed MA, et al. Long-term effects of a ketogenic diet in obese patients. Exp Clin Cardiol. 2004; 9(3): 200-5. PMID: 19641727

15- 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. DOI: 10.3390/sports6010001

16- Masood W, Annamaraju P, Uppaluri KR. Ketogenic diet. StatPearls [Internet]: StatPearls Publishing; 2021.

17- Cuthbertson D, Smith K, Babraj J, Leese G, Waddell T, Atherton P, et al. Anabolic signaling deficits underlie amino acid resistance of wasting, aging muscle. FASEB J. 2005; 19(3): 422-4. DOI: 10.1096/fj.04-2640fje

18- Hu J, Wang Z, Lei B, Li J, Wang R. Effects of a low-carbohydrate high-fat diet combined with high-intensity interval training on body composition and maximal oxygen uptake: a systematic review and meta-analysis.Int J Environ Res Public Health. 2021; 18(20): 10740. DOI: 10.3390/ijerph182010740

19- Wang Y, Zhou K, Wang V, Bao D, Zhou J. The effects of concurrent training combined with low-carbohydrate high-fat ketogenic diet on body composition and aerobic performance: a systematic review and meta-analysis. Int J Environ Res Public Health. 2022; 19(18): 11547. DOI: 10.3390/ijerph191811542

20- 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. DOI: 10.3390/nu13020374

21- Michalczyk M, Zajac A, Mikolajec K, Zydek G, Langfort J. No modification in blood lipoprotein concentration but changes in body composition after 4 weeks of low carbohydrate diet (LCD) followed by 7 days of carbohydrate loading in basketball players. J Hum Kinet. 2018; 65: 125. DOI: 10.2478/hukin-2018-0102

22- 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. Int J Environ Res Public Health. 2022; 19(19): 12629. DOI: 10.3390/ijerph191912629

23- Paoli A, Grimaldi K, D'Agostino D, Cenci L, Moro T, Bianco A, Palma A. Ketogenic diet does not affect strength performance in elite artistic gymnasts. J Int Soc Sports Nut. 2012; 9(1): 34. DOI: 10.1186/1550-2783-9-34

24- 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. DOI: 10.23937/2469-5718/1510054

25- Wilson JM, Lowery RP, Roberts MD, Sharp MH, Joy JM, Shields KA, et al. Effects of ketogenic dieting on body composition, strength, power, and hormonal profiles in resistance training men. J Strength Cond Res. 2020; 34(12): 3463-74. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001935

26- 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. Syst Rev. 2015; 4(1): 1-9. DOI: 10.1186/2046-4053-4-1

27- Tarsilla M. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. J of Multi Evaluat. 2010; 6(14): 142-8. DOI: 10.56645/jmde.v6i14.284

28- 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 Med Res Methodol. 2014; 14: 135. DOI: 10.1186/1471-2288-14-135

29- Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. BMJ. 2003; 327(7414): 557-60. DOI: 10.1136/bmj.327.7414.557

30- Copas J, Shi JQ. Meta-analysis, funnel plots and sensitivity analysis. Biostatistics. 2000; 1(3): 247-62. DOI: 10.1093/biostatistics/1.3.247

31- Egger M, Smith GD, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. BMJ. 1997; 315(7109): 629-34. DOI: 10.1136/bmj.315.7109.629

32- De Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. Aust J Physiother. 2009; 55(2): 129-33. DOI: 10.1016/s0004-9514(09)70043-1

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

33- Meirelles CM, Gomes PSC. Combined effects of resistance training and carbohydrate-restrictive or conventional diets on weight loss, blood variables and endothelium function. Revista de Nutrição, 2016; 29(4): 543-54. DOI: 10.1590/1678-98652016000400009

34- Valsdottir TD, Øvrebø B, Falck TM, Litleskare S, Johansen EI, Henriksen C, Jensen J. Low-Carbohydrate High-Fat Diet and Exercise: Effect of a 10-Week Intervention on Body Composition and CVD Risk Factors in Overweight and Obese Women-A Randomized Controlled Trial. Nutrients. 2020; 13(1): 110. DOI: 10.3390/nu13010110

35- 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 Obes Metab. 2018; 20(4): 858-71. DOI: 10.1111/dom.13164

36- Rhyu H-s, Cho S-Y. The effect of weight loss by ketogenic diet on the body composition, performance-related physical fitness factors and cytokines of Taekwondo athletes. J Exerc Rehabil. 2014; 10(5): 326-31. DOI: 10.12965/jer.140160

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. J Int Soc Sports Nutr. 2018; 15(1): 31. DOI: 10.1186/s12970-018-0236-9

38- Wood RJ, Gregory SM, Sawyer J, Milch CM, Matthews TD, Headley SA. Preservation of fat-free mass after two distinct weight loss diets with and without progressive resistance exercise. Metab Syndr Relat Disord. 2012; 10(3): 167-74. DOI: 10.1089/met.2011.0104

39- 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. J Int Soc Sports Nutr. 2021; 18(1): 62. DOI: 10.1186/s12970-021-00459-9

40- 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. Front Nutr. 2022; 9 : 979651. DOI: 10.3389/fnut.2022.979651

41- Vidić V, Ilić V, Toskić L, Janković N, Ugarković 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. Clin Nutr. 2021; 40(4): 1495-502. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.02.028

42- Hsanvand B, Dalvand H, Babaali Z. Investigating the Effect of Eight Weeks of Ketogenic Diet Combined with Resistance Training on Muscle Strength and Body Composition of Obese Women. J Jiroft Univ Med Sci. 2023; 9(4): 1109-20. [Persian] URL: http://journal.jmu.ac.ir/article-1-676-en.html

43- 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. 2018; 81: 25-34. DOI: 10.1016/j.metabol.2017.10.010

44- Krieger JW, Sitren HS, Daniels MJ, Langkamp-Henken B. Effects of variation in protein and carbohydrate intake on body mass and composition during energy restriction: a meta-regression. Am J Clin Nutr. 2006; 83(2): 260-74. DOI: 10.1093/ajcn/83.2.260

45- Howell S, Kones R. “Calories in, calories out” and macronutrient intake: the hope, hype, and science of calories. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2017; 313(5): E608-E612. DOI: 10.1152/ajpendo.00156.2017

46- Valenzuela PL, Castillo-García A, Lucia A, Naclerio F. Effects of combining a ketogenic diet with resistance training on body composition, strength, and mechanical power in trained individuals: a narrative review. Nutrients. 2021; 13(9): 3083. DOI: 10.3390/nu13093083

47- Sherrier M, Li H. The impact of keto-adaptation on exercise performance and the role of metabolic-regulating cytokines. Am J Clin Nutr. 2019; 110(3): 562-73. DOI: 10.1093/ajcn/nqz145

48- Westerterp-Plantenga M, Nieuwenhuizen A, Tome D, Soenen S, Westerterp K. Dietary protein, weight loss, and weight maintenance. Annu Rev Nutr. 2009; 29: 21-41. DOI: 10.1146/annurev-nutr-080508-141056

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

49- Brinkworth GD, Noakes M, Buckley JD, Keogh JB, Clifton PM. Long-term effects of a very-low-carbohydrate weight loss diet compared with an isocaloric low-fat diet after 12 mo. Am J Clin Nutr. 2009; 90(1): 23-32. DOI: 10.3945/ajcn.2008.27326

50- 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. Am J Clin Nutr. 2008; 87(1): 44-55. DOI: 10.1093/ajcn/87.1.44

51- Ruth MR, Port AM, Shah M, Bourland AC, Istfan NW, Nelson KP, et al. Consuming a hypocaloric high fat low carbohydrate diet for 12 weeks lowers C-reactive protein, and raises serum adiponectin and high density lipoprotein-cholesterol in obese subjects. Metabolism. 2013; 62(12): 1779-87. DOI: 10.1016/j.metabol.2013.07.006

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

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

مطالعه - سال	ویژگی آزمودنی ها	نوع مطالعه- کشور	نمونه (جنسیت)	متغیرها	سن (سال)	شاخص توده بدنی BMI(Kg/m²)	مدت مداخله (هفته)	پروتکل تمرین ورزشی	رژیم کتوژنیک	رژیم غیرکتوژنیک
Jabekk ۲۰۱۰ (۵)	اضافه وزن	RCT- نروژ	۱۶ زن	وزن بدن BMI درصد چربی بدن توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۸ نفر) : ۲۰-۴۰ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۸ نفر): ۲۰-۴۰	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک: ۳۲/۹±۴/۵ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک: ۳۱/۷±۴/۲ :۲	(۱۰)	تمرین مقاومتی: ۵ هفته اول ۱۲ RM و ۵ هفته دوم ۸ RM به همراه ۹۰ ثانیه استراحت بین ست‌ها، ۲ جلسه در هفته تعداد حرکت: ۸	مصرف کربوهیدرات کمتر از ۲۰ گرم در روز	رژیم غذایی استاندارد
Wood ۲۰۱۲ (۳۸)	سندرم متابولیک	RCT- آمریکا	۱۶مرد	وزن بدن	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۷ نفر): ۵۸/۳±۱۰/۵ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۹ نفر): ۵۸/۸±۶/۲	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۷ نفر): ۳۴/۵±۳ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۹ نفر): ۳۴±۵/۵	(۱۲)	تمرین مقاومتی پیشرونده: ۶ هفته اول ۱۵-۱۰ تکرار و ۶ هفته دوم ۱۲-۸ تکرار، ۳ جلسه در هفته تعداد حرکت: ۱۱	مصرف کربوهیدرات کمتر از ۵۰ گرم در روز بدون محدودیت مصرف چربی و کلسترول	رژیم غیرکتوژنیک: رژیم کم کربوهیدرات: کمتر از ۳۰ درصد انرژی روزانه از چربی و مصرف روزانه ۱۸۰۰ کالری
Paoli ۲۰۱۲ (۲۳)	ورزشکار ژیمناست هنری	RCT- ایتالیا	۱۸مرد	وزن بدن درصد چربی بدن (BFP) توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۹ نفر): ۲۱±۵/۵ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۹ نفر): ۲۱±۵/۵	-	(۴)	تمرین ژیمناستیک: میانگین ۳۰ ساعت در هفته تعداد حرکت: -	کربوهیدرات تقریبا صفر	رژیم غیرکتوژنیک: رژیم غذایی با توجه به عادات تغذیه ای عادی
Rhyu ۲۰۱۴ (۳۶)	ورزشکار تکواندو	RCT- کره جنوبی	۲۰ مرد	وزن بدن BMI درصد چربی بدن (BFP) توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۰نفر): ۱۶/۴±۰/۹۲ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۰نفر): ۱۶/۷±۰/۷۸	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۰نفر): ۲۱/۴۴±۲/۱ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۰نفر): ۲۱/۰۸±۱/۹۴	(۳)	تمرین مقاومتی: ۳ ساعت تمرین با شدت کم در زمان صبح، ۲ ساعت تمرین مقاومتی و تکواندو در زمان بعداز ظهر، ۶ جلسه در هفته تعداد حرکت: -	مصرف غذاهای دارای چربی بالا و محدود کردن کربوهیدرات روزانه به ۲۲ گرم و ۵۵درصد چربی، ۴۰/۷ درصد پروتئین و ۴/۳ درصد کربوهیدرات	رژیم غیرکتوژنیک: ۳۰ درصد چربی، ۳۰ درصد پروتئین و ۴۰ درصد کربوهیدرات

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

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

مطالعه - سال	ویژگی آزمودنی ها	نوع مطالعه- کشور	نمونه (جنسیت)	متغیرها	سن (سال)	شاخص توده بدنی BMI(Kg/m^2)	مدت مداخله (هفته)	پروتکل تمرین ورزشی	رژیم کتوژنیک	رژیم غیرکتوژنیک
Wilson ۲۰۱۷ (۲۵)	ورزشکار	RCT-امریکا	۲۵ مرد	وزن بدن توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۳نفر): ۳۰-۱۸ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۲نفر): ۳۰-۱۸	-	(۱۱)	تمرین مقاومتی: ۲ ست با ۱۰ تکرار و شدت ۷۵-۵۰ درصد یک تکرار بیشینه تعداد حرکت: ۱۵-۵	۷۵ درصد چربی، ۲۰ درصد پروتئین و ۵ درصد کربوهیدرات	رژیم غیرکتوژنیک: ۲۵ درصد چربی، ۲۰ درصد پروتئین و ۵۵ درصد کربوهیدرات
Gregory ۲۰۱۷ (۲۴)	ورزشکار	RCT- آمریکا	۳۱ مرد و زن	وزن بدن BMI درصد چربی بدن توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۵نفر): ۳۵/۴±۹/۴۳ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۶نفر): ۳۳/۸۱±۹/۳۳	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۵نفر): ۲۵/۶±۲/۸۶ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۶نفر): 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 تعداد حرکت: -	مصرف کربوهیدرات کمتر از ۵۰ گرم در روز	رژیم غذایی استاندارد: رژیم غذایی با توجه به عادات تغذیه ای
Greene ۲۰۱۸ (۶)	وزنه بردار متوسط تا نخبه	RCT- استرالیا	۲۴ مرد و زن	وزن بدن توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۲نفر): ۳۵±۱۱ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۲نفر): ۳۵±۱۱	-	(۱۲)	تمرین مقاومتی: وزنه برداری تعداد حرکت: ۴-۱	۷۰ درصد چربی، ۲۰ درصد پروتئین و کمتر مساوی ده درصد کربوهیدرات	رژیم غذایی استاندارد: رژیم غذایی با توجه به عادات تغذیه ای و مصرف روزانه بیشتر از ۲۵۰ گرم کربوهیدرات

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

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

مطالعه - سال	ویژگی آزمودنی ها	نوع مطالعه- کشور	نمونه (جنسیت)	متغیرها	سن (سال)	شاخص توده بدنی BMI(Kg/m²)	مدت مداخله (هفته)	پروتکل تمرین ورزشی	رژیم کتوژنیک	رژیم غیرکتوژنیک
Kephart ۲۰۱۸ (۱۵)	ورزشکار	RCT- آمریکا	۱۲	وزن بدن توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۷نفر): ۳±۳۲ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۵نفر): ۳±۲۹	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۷نفر): - گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۵نفر): -	(۱۲)	تمرین کراسفیت (تمرین مقاومتی و توان)، حرکات اسکات، پوش آپ و تمرینات توانی با یک تکرار بیشینه تعداد حرکت: ۴	-	رژیم غذایی استاندارد
Vargas ۲۰۱۸ (۳۷)	ورزشکار	RCT- اسپانیا	۱۹ مرد	وزن بدن توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۹نفر): ۴/۲±۲۷/۶ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۰نفر): ۵/۶±۲۷/۱	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۹نفر): ۲/۶±۲۴/۴ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۰نفر): ۱/۶±۲۳/۹	(۸)	تمرین مقاومتی: ۲ روز تمرین بالاتنه، ۲ روز تمرین پایین تنه، ۳ دقیقه استراحت بین ست‌ها، ۴ جلسه در هفته تعداد حرکت: ۸	مصرف کربوهیدرات ۴۳ گرم در روز ۷۰ درصد چربی، ۲۰ درصد پروتئین و کمتر از ۱۰ درصد کربوهیدرات	رژیم غیرکتوژنیک: ۲۵ درصد چربی، ۲۰ درصد پروتئین و ۵۵ درصد کربوهیدرات
Vargas-Molina ۲۰۲۰ (۱۲)	ورزشکار	RCT- اسپانیا	۲۱ زن	وزن بدن توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۰نفر): ۳/۹±۲۶/۸ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۱نفر): ۴/۱±۲۸/۳	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۰نفر): ۳/۶±۲۳/۸ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۱نفر): ۲/۲±۲۳/۷	(۸)	تمرین مقاومتی: تمرین با هدف هایپرتروفی و استقامت عضلانی، ۳ ست با ۱۵-۳ تکرار با استراحت ۴۵ ثانیه تا ۳ دقیقه ۴-۲ جلسه در هفته تعداد حرکت: ۷	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	رژیم غیرکتوژنیک: بیشتر از ۱/۷ گرم پروتئین و ۱ گرم چربی به ازای هر کیلوگرم وزن بدن روزانه و مصرف کالری باقیمانده از کربوهیدرات

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

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

مطالعه - سال	ویژگی آزمودنی ها	نوع مطالعه- کشور	نمونه (جنسیت)	متغیرها	سن (سال)	شاخص توده بدنی BMI(Kg/m^2)	مدت مداخله (هفته)	پروتکل تمرین ورزشی	رژیم کتوژنیک	رژیم غیرکتوژنیک
Hadizadeh ۲۰۲۰ (۱)	غیرورزشکار	RCT- مالزی	۲۰	وزن بدن BMI توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۰نفر): ۳۵/۲±۱۰/۱ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۰نفر): ۳۳/۲±۱۰/۵	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۰نفر): ۲۳/۵۹±۴/۵۹ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۰نفر): ۲۴/۱۲±۳/۶	(۸)	تمرین مقاومتی: ۲جلسه تمرینات بالاتنه و ۱ جلسه تمرینات پایین تنه با ۲۴ ساعت استراحت بین هر جلسه تعداد حرکت: -	مصرف روزانه ۲ گرم پروتئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۷۰ درصد چربی، ۲۵ درصد پروتئین و ۵ درصد کربوهیدرات	رژیم غذایی استاندارد: مصرف روزانه ۲ گرم پروتئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ۲۰ درصد چربی، ۴۵ درصد پروتئین و ۳۵ درصد کربوهیدرات
Paoli ۲۰۲۱ (۲۰)	ورزشکار	RCT- ایتالیا	۱۹ مرد	وزن بدن توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۹نفر): ۲۶/۲۲±۵/۰۹ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۰نفر): ۳۱/۶۷±۱۰/۳۹	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۹نفر): ۲۶/۹۷±۱/۸۶ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۰نفر): ۲۶/۶۶±۲/۰۴	(۸)	تمرین مقاومتی: ۵ تکرار با شدت ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه و سپس ۲-۱ ست با ۲-۳ تکرار با شدت ۶۰-۸۰ درصد یک تکرار بیشینه، (۴-۳) جلسه در هفته تعداد حرکت: -	۵ درصد انرژی روزانه از کربوهیدرات	رژیم غذایی استاندارد: ۵۵ درصد انرژی روزانه از کربوهیدرات
Michalczyk ۲۰۱۸ (۲۱)	ورزشکار	RCT- لهستان	۲۲ مرد	وزن بدن توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۱ نفر): ۲۴/۲۷±۲/۶ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۱ نفر): ۲۴/۲۷±۲/۶	-	(۵)	تمرین بسکتبال و بدنسازی: ۹۰-۱۲۰ دقیقه HR<۱۲۰ HR>۱۷۰ ۱ جلسه در هفته تعداد حرکت: -	۸۰ درصد کالری روزانه از اسیدهای چرب اشباع نشده بود. ۱۰ درصد کربوهیدرات، ۳۱ درصد پروتئین و ۵۹ درصد چربی	رژیم غذایی استاندارد: ۵۵ درصد کربوهیدرات، ۱۵ درصد پروتئین و ۳۰ درصد چربی استفاده از غلات کامل

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

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

مطالعه - سال	ویژگی آزمودنی ها	نوع مطالعه- کشور	نمونه (جنسیت)	متغیرها	سن (سال)	شاخص توده بدنی BMI(Kg/m²)	مدت مداخله (هفته)	پروتکل تمرین ورزشی	رژیم کتوژنیک	رژیم غیرکتوژنیک
Vidic ۲۰۲۱ (۴۱)	ورزشکار مقاومتی	RCT- صربستان	۲۰ مرد	وزن بدن توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۰ نفر): ۴۲/۷±۱/۵ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۰ نفر): ۴۲/۷±۱/۵	-	(۸)	تمرین مقاومتی: ۳ ست با ۱۲-۶ تکرار با ۶۰-۹۰ ثانیه استراحت بین ست ها و ۲-۳ دقیقه استراحت بین ورزش ها، ۴ جلسه در هفته تعداد حرکت: ۱۲	۵ درصد کربوهیدرات، ۲۰ درصد پروتئین و ۷۵ درصد چربی	رژیم غیرکتوژنیک: ۱۵ درصد کربوهیدرات، ۲۰ درصد پروتئین و ۶۵ درصد چربی
Mancin ۲۰۲۲ (۴۰)	ورزشکار بازیکن فوتبال	RCT- ایتالیا	۱۶ مرد	وزن بدن	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۸ نفر): ۲۵/۵±۲/۸ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۸ نفر): ۲۵/۵±۲/۸	-	(۴)	تمرین فوتبال تعداد حرکت: -	کمتر از ۱۰ درصد کربوهیدرات در روز، ۱/۸ گرم پروتئین به ازای یک کیلوگرم وزن بدن و مصرف چربی به صورت عادی	رژیم غذایی استاندارد: ۵۰-۵۵ درصد کربوهیدرات، ۱/۸ گرم پروتئین به ازای یک کیلوگرم وزن بدن (۳۰ درصد) و ۲۰-۲۵ درصد چربی
Mcswiney ۲۰۱۸ (۴۳)	ورزشکار استقامتی	NRs- ایرلند	۲۰ مرد	وزن بدن درصد چربی بدن توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۹ نفر): ۸۶/۳±۱۴/۳ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۱ نفر): ۷۶/۵±۹/۹	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۹ نفر): ۲۵/۶±۳ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۱ نفر): ۲۳/۹±۲/۹	(۱۲)	تمرین ترکیبی (تمرین مقاومتی، تمرین تناوبی با شدت بالا و دوچرخه سواری) تمرین مقاومتی: ۶ ست با ۸-۱۰ تکرار با ۷۰-۸۰ درصد یک تکرار بیشینه تمرینات تناوبی با شدت بالا: ۱۰ وهله یک دقیقه با ۱ دقیقه استراحت بین ست ها با ۷۰ درصد بیشترین توان دوچرخه سواری با شدت ۵۶-۶۸ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه تعداد حرکت: -	مصرف کمتر از ۵۰ گرم در روز کربوهیدرات، ۱۰-۱۵ درصد پروتئین و بیشتر از ۷۵ درصد چربی	رژیم غذایی با کربوهیدرات بالا: ۶۵ درصد کربوهیدرات، ۱۴ درصد پروتئین و ۲۰ درصد چربی

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]

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

مطالعه – سال	ویژگی آزمودنی ها	نوع مطالعه- کشور	نمونه (جنسیت)	متغیرها	سن (سال)	شاخص توده بدنی BMI(Kg/m²)	مدت مداخله (هفته)	پروتکل تمرین ورزشی	رژیم کتوژنیک	رژیم غیرکتوژنیک
Antonio ۲۰۲۱ (۳۹)	ورزشکار بازیکن نیمه حرفه ای فوتبال	RCT- ایتالیا	۱۶ مرد	وزن بدن	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۸ نفر): ۲۵/۵±۲/۵ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۸ نفر): ۲۵/۵±۳/۱	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۸ نفر): ۲۴/۵±۲/۱ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۸ نفر): ۲۵/۴±۲/۶	(۴)	تمرین فوتبال به مدت ۸ ساعت در هفته تعداد حرکت: -	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	رژیم غذایی استاندارد: ۵۰-۵۵ درصد کربوهیدرات، ۳۰ درصد پروتئین و ۲۰-۲۵ درصد چربی ۳۰-۴۰ گرم پروتئین کازئین قبل از خواب
Perissiou ۲۰۲۰ (۴)	غیر ورزشکار	RCT- انگلستان	۶۴ مرد و زن	وزن بدن درصد چربی بدن	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۳۱ نفر): ۳۵±۶ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۳۳ نفر): ۳۴±۸	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۳۱ نفر): ۳۱/۲±۳ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۳۳ نفر): ۳۰/۸±۴	(۸)	تمرینات مقاومتی و بدنسازی: ۴۵ دقیقه تمرینات متوسط با ۶۰-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه و تمرینات شدید با ۸۵-۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه، ۴ جلسه در هفته تعداد حرکت: -	مصرف کربوهیدرات حداکثر ۵۰ گرم در روز	رژیم غذایی استاندارد: حفظ عادات غذایی
Tay ۲۰۱۸ (۳۵)	غیر ورزشکار دیابتی نوع دو	RCT- استرالیا	۱۱۵ مرد و زن	وزن بدن BMI توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۵۸ نفر): ۵۸ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۵۷ نفر): ۵۸	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۸ ۵نفر): ۳۴/۲±۴/۱۴ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۵۷نفر): ۳۵/۱±۴/۱۴	(۱۰۴)	تمرین ترکیبی (تمرین مقاومتی و تمرین هوازی با شدت متوسط)، ۳ جلسه در هفته تعداد حرکت: -	مصرف کربوهیدرات کمتر از ۵۰ گرم در روز، ۲۸ درصد پروتئین و ۵۸ درصد چربی	رژیم غیرکتوژنیک: ۵۳ درصد کربوهیدرات، ۱۷ درصد پروتئین و کمتر از ۳۰ درصد چربی
Hassanvand ۲۰۲۳ (۴۲)	چاق با حداقل دو سال سابقه مستمر تمرین مقاومتی	RCT- ایران	۳۰ زن	درصد چربی بدن توده عضلانی (kg)	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۵ نفر): ۲۷/۵۳±۴/۷۳ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۵ نفر): ۲۷/۶۶±۴/۹۶	گروه تمرین ورزشی+کتوژنیک (۱۵ نفر): بیشتر از ۳۰ گروه تمرین ورزشی+غیرکتوژنیک (۱۵ نفر): بیشتر از ۳۰	(۸)	تمرین مقاومتی: ۴ جلسه در هفته تعداد حرکت: ۷	مصرف ۴۰-۳۰ گرم کربوهیدرات، بیشتر از ۱/۷ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن از پروتئین و کالری باقیمانده از چربی	رژیم غیر کتوژنیک: مصرف ۱/۷ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن پروتئین، ۱ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن چربی و باقیمانده انرژی از کربوهیدرات

کارآزمایی بالینی تصادفی سازی شده ,RCT, Randomized clinical trial شاخص توده بدنی BMI, Body mass index

[DOI: 10.61186/JBUMS.31.1.15]