



Comparison of the Effectiveness of Two Low-Energy Diets Combined with Concurrent Training on Blood and Anthropometric Indices in Overweight Women

Sussan Ramsari ¹ , Afsaneh Shemshaki ² ,

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Alzahra, Tehran, Iran.

E-mail: sussan.ramsari@iau.ac.ir

2. Corresponding Author, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Alzahra, Tehran, Iran.

E-mail: a.shemshaki@alzahra.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article history: Received: 01 Jul 2025 Received in revised form: 21 Aug 2025 Accepted: 16 Nov 2025 Published online: 15 Jan 2026 Keywords: Low-Energy Diet, Training, Creatinine, Overweight.	Introduction: Obesity and overweight are associated with adverse changes in anthropometric indices and metabolic function, and selecting an appropriate dietary pattern alongside physical activity plays a crucial role in improving these conditions. Accordingly, examining the effects of different dietary regimens combined with concurrent training on blood biomarkers and body composition can help provide more effective strategies for weight management in overweight women. Methods: In this quasi-experimental study, 42 healthy women aged 30–40 years residing in Tehran were randomly assigned to two groups (22 participants = standard diet, 20 participants = high-protein diet). Participants performed concurrent training three days per week (every other day) for eight weeks. Caloric restriction was set at 15% below daily energy requirements in both groups. Results: Weight, BMI, and PBF significantly decreased in both groups ($p \leq 0.05$); however, reductions in weight and BMI were greater in the standard-diet group, while the decrease in PBF was more pronounced in the high-protein diet group. Additionally, SMM significantly increased in the high-protein diet group ($p \leq 0.05$), whereas a significant decrease was observed in the standard-diet group ($p \leq 0.05$). Evaluation of renal markers (BUN and creatinine) showed an increase in both variables in the high-protein group, although values remained within the normal range. No significant change in BUN was observed in the standard-diet group, while creatinine showed a slight decrease, also within the normal range. Conclusion: The findings of this study indicate that both dietary interventions combined with concurrent training are effective in reducing weight, BMI, and PBF. However, regarding SMM, concurrent training accompanied by a high-protein diet led to the preservation and improvement of skeletal muscle mass, whereas the standard diet combined with concurrent training was unable to maintain muscle mass and even resulted in its reduction.
Cite this article: Ramsari S, Shemshaki A. Comparison of the Effectiveness of Two Low-Energy Diets Combined with Concurrent Training on Blood and Anthropometric Indices in Overweight Women. Journal of Modern Approaches in Education Management and Health Sciences. 2024; 01 (04): 32-43. Doi:10.22034/edus.2025.560192.1071 Journal of Modern Approaches in Education Management and Health Sciences is licensed under CC BY-NC 4.0. Web site: https://www.eduhealthsci.ir Email: eduhealthsci@gmail.com. © The Author(s). Publisher: Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Mazandaran Branch, Mazandaran, Iran.	





Extended Abstract

Introduction

Obesity and overweight are increasingly recognized as major public health concerns worldwide, with significant implications for physical health, metabolic function, and overall quality of life. Excess body weight is associated with adverse changes in anthropometric indices, such as increased body mass index (BMI) and body fat percentage (PBF), as well as altered metabolic parameters including insulin resistance, dyslipidemia, and elevated markers of inflammation. In addition to these physiological consequences, overweight and obesity are linked to increased risk of cardiovascular disease, type 2 diabetes, and musculoskeletal disorders. These multifactorial health risks underscore the importance of implementing effective interventions aimed at weight reduction while preserving lean body mass. Among the strategies for weight management, dietary interventions are considered a primary approach. Caloric restriction has been widely recognized as an effective method to induce weight loss; however, the macronutrient composition of the diet may influence the magnitude and quality of weight loss. For example, high-protein diets have been suggested to enhance fat loss while preserving skeletal muscle mass (SMM), due to their effects on muscle protein synthesis (MPS) and satiety. Conversely, standard diets with lower protein content may fail to prevent the loss of lean body mass during energy restriction, potentially compromising metabolic health and physical performance. Physical activity, particularly concurrent training that combines resistance and high-intensity interval aerobic exercises, has been shown to optimize body composition outcomes during weight loss. Resistance training promotes the maintenance and hypertrophy of skeletal muscle, whereas high-intensity interval training (HIIT) enhances fat oxidation and improves cardiorespiratory fitness. Integrating exercise with dietary interventions may therefore maximize improvements in both anthropometric and metabolic indices in overweight individuals. Despite extensive research on diet and exercise, there remains a gap in understanding the combined effects of different dietary protein levels with concurrent training on both body composition and blood biomarkers in overweight women. Examining these interactions is crucial because women exhibit specific physiological and hormonal responses that may influence the effectiveness of weight loss interventions. Furthermore, assessing key renal biomarkers, such as blood urea nitrogen (BUN) and creatinine, alongside anthropometric outcomes ensures that high-protein dietary interventions do not adversely affect kidney function. The present study aims to compare the effectiveness of two low-energy diets- a standard diet and a high-protein diet- combined with concurrent training on anthropometric measures (weight, BMI, PBF, SMM) and renal biomarkers (BUN, creatinine) in overweight women. By investigating these outcomes, this research seeks to provide evidence-based recommendations for optimizing dietary and exercise strategies to improve body composition and metabolic health while minimizing potential adverse effects associated with caloric restriction and protein intake.

Methods

In this quasi-experimental study, 42 healthy women aged 30–40 years residing in Tehran were randomly assigned to two groups (22 participants = standard diet, 20 participants = high-protein diet). Participants performed concurrent training three days per week (every other day) for eight weeks. Caloric restriction was set at 15% below daily energy requirements in both groups.

Results

Weight, BMI, and PBF significantly decreased in both groups ($p \leq 0.05$); however, reductions in weight and BMI were greater in the standard-diet group, while the decrease in PBF was more pronounced in the high-protein diet group. Additionally, SMM significantly increased in the high-protein diet group ($p \leq 0.05$), whereas a significant decrease was observed in the standard-diet group ($p \leq 0.05$). Evaluation of renal markers (BUN and creatinine) showed an increase in both variables in the high-protein group, although values remained within the normal range. No significant change in BUN was observed in the standard-diet group, while creatinine showed a slight decrease, also within the normal range.

Conclusion

The findings of the present study provide compelling evidence regarding the differential effects of low-energy diets with varying protein content combined with concurrent training on anthropometric and renal outcomes in overweight women. Both dietary interventions, when paired with a structured exercise program, produced significant reductions in body weight, BMI, and body fat percentage, indicating that energy restriction combined with physical activity is an effective strategy for improving body composition. However, the quality of weight loss, particularly the preservation and enhancement of skeletal muscle mass (SMM), differed substantially between the two dietary approaches. Specifically, the high-protein diet combined with concurrent training resulted in a significant increase in SMM, demonstrating the synergistic effect of elevated protein intake and resistance-based exercise in promoting lean tissue accretion. This outcome



is consistent with established evidence indicating that higher dietary protein enhances muscle protein synthesis (MPS), supports nitrogen balance, and mitigates the catabolic effects of caloric restriction. In contrast, participants following the standard diet experienced a significant reduction in SMM despite participating in the same exercise regimen, highlighting the importance of adequate protein intake to preserve lean mass during weight loss interventions. Maintaining SMM is critical not only for metabolic health and physical function but also for sustaining basal metabolic rate and facilitating long-term fat loss. Analysis of renal biomarkers revealed that both BUN and creatinine levels remained within normal physiological ranges in both dietary groups. While the high-protein group experienced modest increases in these markers, they did not indicate renal dysfunction, suggesting that higher protein intake within the context of controlled energy restriction and moderate-duration intervention is safe for healthy women. The standard diet group showed no significant change in BUN and a slight decrease in creatinine, which also remained within normal limits. These findings support previous literature demonstrating that short-term, high-protein diets combined with resistance or concurrent exercise do not adversely affect kidney function in otherwise healthy individuals. Overall, this study demonstrates that combining energy-restricted diets with concurrent training effectively improves body composition in overweight women, but the macronutrient composition of the diet plays a crucial role in preserving and enhancing skeletal muscle mass. A high-protein dietary approach not only maximizes fat loss but also ensures the retention and potential augmentation of lean body mass, providing metabolic and functional benefits. In contrast, standard protein intake may result in undesirable muscle loss, which could compromise long-term weight management and physical performance. These findings have practical implications for designing weight loss interventions for women, emphasizing the need to incorporate both structured exercise and sufficient dietary protein. They also suggest that moderate-duration, high-protein interventions can safely support renal health while optimizing body composition. Future research should explore longer-term interventions, different exercise sequencing strategies, and variations in protein sources to refine dietary and training recommendations for overweight populations.

Ethical Considerations

This study was conducted in accordance with the ethical principles of research and before starting the work, approval was received from the Ethics Committee of the Physical Education and Sport Sciences Research Institute with code IR.SSRC.REC.1398.038 and research code 1398.469. The study has also been registered with the Iranian Clinical Trials Registry (IRCT) with number IRCT20190625044010N1.

Funding

This research received no specific grant from any funding agency.

Authors' contribution

Conceptualization, Afsaneh Shemsheki; Methodology, Sussan Ramsari; Analysis, Sussan Ramsari; Research, Afsaneh Shemsheki; Data collection, Sussan Ramsari; Writing - preparation of the first draft, Afsaneh Shemsheki; Supervision, Sussan Ramsari; Project management, Afsaneh Shemsheki.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding this article.

Acknowledgments

The authors express their appreciation and thanks to all the participants who participated in the exercises and cooperated with great patience in all stages of the study.



مقایسه اثربخشی دو رژیم غذایی کم انرژی همراه با تمرین ترکیبی بر شاخص های خونی و

آنتروپومتریک زنان دارای اضافه وزن

سوسن رامسری^۱، افسانه شمشکی^۲

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهراء (س)، تهران، ایران. رایانامه: sussan.ramsari@iaui.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهراء (س)، تهران، ایران. رایانامه: a.shemshaki@alzahra.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	مقدمه: چاقی و اضافه وزن با تغییرات نامطلوب در شاخص های آنتروپومتریک و عملکرد متابولیک همراه است و انتخاب الگوی غذایی مناسب در کنار فعالیت بدنی نقش مهمی در بهبود این وضعیت دارد. از این رو، بررسی تأثیر انواع رژیم های غذایی همراه با تمرین ترکیبی بر شاخص های خونی و ترکیب بدن می تواند به ارائه راهکارهای مؤثرتر در مدیریت وزن زنان دارای اضافه وزن کمک کند.
تاریخ دریافت:	۱۴۰۴/۰۴/۱۰
تاریخ بازنگری:	روشن پژوهش: در این مطالعه نیمه تجربی، ۴۲ زن سالم ۳۰ تا ۴۰ ساله ساکن شهر تهران به صورت تصادفی در دو گروه (۲۲ نفر = رژیم استاندارد، ۲۰ نفر = رژیم پرپروتئین) قرار گرفتند. شرکت کنندگان تمرینات ترکیبی را سه روز در هفته (یک روز در میان) به مدت هشت هفته انجام دادند. میزان محدودیت کالری در هر دو گروه برابر با ۱۵ درصد کمتر از نیاز روزانه بود.
تاریخ پذیرش:	۱۴۰۴/۰۸/۲۵
تاریخ انتشار:	۱۴۰۴/۱۰/۲۵
کلیدواژه ها:	یافته ها: مقدار وزن، BMI و PBF در هر دو گروه کاهش معنادار داشت ($p \leq 0.05$)، اما کاهش وزن و BMI در گروه رژیم استاندارد و کاهش PBF در گروه رژیم پرپروتئین بیشتر بود. همچنین مقدار SMM در گروه رژیم پرپروتئین افزایش معنادار داشت ($p \leq 0.05$)، اما در گروه رژیم استاندارد کاهش معنادار مشاهده شد ($p \leq 0.05$). پس از بررسی تغییرات فاکتورهای کلیوی BUN و کراتینین، افزایش این متغیرها در گروه رژیم پرپروتئین مشاهده شد که البته در دامنه نرمال قرار داشت. در گروه رژیم استاندارد تغییر معناداری در BUN مشاهده نشد، اما مقدار کراتینین اندکی کاهش یافت که این تغییر نیز در محدوده نرمال بود.
رژیم غذایی کم انرژی، تمرین، کراتینین، اضافه وزن	نتیجه گیری: یافته های این پژوهش نشان داد که هر دو نوع رژیم غذایی به همراه تمرین ترکیبی در کاهش وزن، کاهش BMI و کاهش PBF مؤثر هستند. با این حال، در مورد SMM مشخص شد که تمرین ترکیبی همراه با رژیم غذایی پرپروتئین باعث حفظ و ارتقای SMM می شود، در حالی که تمرین ترکیبی همراه با رژیم غذایی استاندارد نه تنها قادر به حفظ عضله اسکلتی نیست، بلکه موجب کاهش آن نیز می گردد.

استناد: رامسری، سوسن؛ شمشکی، افسانه. مقایسه اثربخشی دو رژیم غذایی کم انرژی همراه با تمرین ترکیبی بر شاخص های خونی و آنتروپومتریک زنان دارای اضافه وزن.

نشریه رویکردهای نوین در مدیریت آموزش و علوم سلامت. ۱۴۰۴؛ ۰۲ (۰۴): ۳۲-۴۳. Doi:10.22034/edus.2025.560192.1071



دسترسی به این نشریه علمی، رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کربیتیو کامنز (CC BY-NC 4.0) به نویسندگان واگذار کرده است.

| آدرس نشریه: <https://www.eduhealthsci.ir> | ایمیل: eduhealthsci@gmail.com

ناشر: جهاد دانشگاهی واحد استان مازندران.

مقدمه

کاهش وزن یکی از کارآمدترین روش های درمانی برای افراد مبتلا به چاقی است؛ زیرا می تواند فاکتورهای خطر متابولیک مرتبط با دیابت، بیماری های عروق کرونر و سرطان های وابسته به چاقی را کاهش دهد (۱). اگرچه کاهش وزن از طریق رژیم غذایی می تواند سبب بهبود سلامت گردد، اما معمولاً با کاهش توده عضلانی همراه است که خود می تواند خطر سارکوپنی (کاهش توده و اختلال عملکرد عضلانی) را افزایش دهد (۲). نتایج پژوهش های گذشته نشان می دهد، افراد چاق نسبت به افراد با وزن طبیعی، توده عضلانی بیشتری دارند اما کیفیت عضلانی مطلوبی ندارند و کاهش وزن ناشی از رژیم غذایی باعث کاهش توده عضلانی می شود، بدون آنکه تأثیر معناداری بر قدرت عضلانی داشته باشد (۳). همچنین کاهش وزن عملکرد کلی فیزیکی را - احتمالاً به دلیل کاهش چربی بدن - بهبود می بخشد. نتایج مطالعات پیشین نشان داد مصرف بالای پروتئین در جریان کاهش وزن به حفظ وزن بدن و توده عضلانی کمک می کند، اما قدرت عضلات را بهبود نمی دهد و حتی ممکن است اثرات نامطلوبی بر عملکرد متابولیکی داشته باشد (۴). در رژیم های کم کالری، مصرف اسیدهای آمینه در متابولیسم افزایش یافته و در نتیجه توده عضلانی کاهش می یابد. بنابراین، لازم است برای به حداقل رساندن کاهش توده عضلانی، فعالیت هایی انجام شود که متابولیسم پروتئین را کاهش دهند (۵). در یک پژوهش، ۱۲ هفته رژیم کم کالری یا رژیم کم کالری همراه با فعالیت ورزشی، کاهش ۱۹/۸ تا ۲۱/۱ پوندی (۹/۶ تا ۹ کیلوگرم) وزن در گروهی از مردان ایجاد کرد. در افرادی که تنها رژیم غذایی داشتند ۶۹ درصد، در افرادی که همراه با رژیم، فعالیت هوازی داشتند ۷۸ درصد و در کسانی که رژیم غذایی به همراه فعالیت هوازی و تمرینات سنگین با وزنه انجام می دادند ۹۷ درصد کاهش وزن مربوط به کاهش چربی بود (۶). این یافته ها نشان می دهد فعالیت ورزشی، کاهش وزن ناشی از چربی را افزایش داده و متابولیسم پروتئین را کاهش داده و در نتیجه از کاهش توده عضلانی جلوگیری می کند (۷).

کاهش وزن ناشی از رژیم کم کالری هم شامل چربی و هم شامل توده بدون چربی است. در افراد با وزن طبیعی، سهم توده بدون چربی در کاهش وزن اغلب بیش از ۳۵ درصد است و در روند بازگشت وزن، افزایش چربی نسبت بیشتری دارد (۸). در افراد دارای اضافه وزن یا چاق، سهم توده بدون چربی در کاهش وزن حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد است و بازیابی وزن، مانع از بازگشت کامل توده بدون چربی می شود (۹). همچنین مردان نسبت به زنان چربی بیشتری از دست می دهند که احتمالاً به دلیل کمتر بودن توده عضلانی در زنان است (۱۰). مکانیسم های مسئول کاهش توده عضلانی در فرآیند کاهش وزن (کاهش سنتز پروتئین، افزایش تجزیه پروتئین یا هر دو) کمتر مورد بررسی قرار گرفته اند (۱۱). تحقیقات انجام شده بر محدودیت کالری کوتاه مدت (۱۴ تا ۲۱ روز، کسری انرژی ۳۰ تا ۴۰ درصد در روز) نشان داده است این محدودیت میزان سنتز پروتئین عضله را در مردان و زنان دارای اضافه وزن و چاق کاهش می دهد (۱۲). برای جلوگیری از کاهش توده عضلانی در افراد دارای چاقی که تحت درمان کاهش وزن قرار می گیرند، توصیه شده است فعالیت بدنی منظم، به ویژه تمرینات مقاومتی، به همراه مصرف پروتئین بالا (۱/۲۵ تا ۱/۵ برابر RDA در افراد کم تحرک و ۱/۵ برابر RDA در افراد فعال) انجام شود (۱۳). یافتن راهکاری برای کاهش وزن که بدون کاهش توده عضلانی، تنها باعث کاهش توده چربی شود، یک دستاورد ارزشمند محسوب می شود؛ زیرا حفظ و افزایش توده عضلانی به عنوان محل اصلی سوخت و ساز چربی و عامل مؤثر بر عملکرد فیزیکی اهمیت زیادی دارد (۱۴). از این رو، هدف پژوهش حاضر بررسی اثرات برنامه تمرین ترکیبی (سه جلسه در هفته) همراه با دو نوع رژیم غذایی استاندارد و پرپروتئین بر ترکیب بدن و فاکتورهای کلیوی (اوره و کراتینین) زنان ۳۰ تا ۴۰ ساله دارای اضافه وزن است. بررسی پژوهش های پیشین نشان می دهد تمرینات ترکیبی همراه با رژیم های کم کالری، روشی مناسب برای کاهش وزن است (۱۵). در پژوهش پیش رو، تمرین ترکیبی همراه با دو رژیم کم کالری استاندارد (E) و پرپروتئین (P) نه تنها بر کاهش وزن، بلکه بر ترکیب بدن و شاخص های کلیوی نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است.

روش شناسی

این پژوهش یک مطالعه نیمه تجربی آینده نگر بود که با هدف بررسی اثر هشت هفته ای یک برنامه تمرین ترکیبی همراه با دو نوع رژیم غذایی کم کالری استاندارد و پروتئین بر ترکیب بدن و شاخص های بیوشیمیایی زنان دارای اضافه وزن انجام شد. ۵۰ زن سالم، غیر فعال و ۳۰ تا ۴۰ ساله دارای اضافه وزن (شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۲۹/۹ کیلوگرم بر متر مربع) ساکن شهر تهران از طریق فراخوان عمومی در شبکه های مجازی به صورت داوطلبانه به کلینیک تغذیه پژوهشگر مراجعه کردند. پس از بررسی معیارهای ورود شامل سلامت عمومی، عدم مصرف داروهای مؤثر بر متابولیسم، و دامنه شاخص توده بدنی، و پس از تکمیل پرسشنامه سلامت عمومی و امضای رضایت نامه آگاهانه، افراد واجد شرایط به طور تصادفی در دو گروه رژیم استاندارد و رژیم پروتئین قرار گرفتند. در طول زمان اجرای پژوهش هشت هفته، سه نفر از گروه استاندارد و پنج نفر از گروه پروتئین از آزمودنیها خارج شدند و در نهایت ۲۲ نفر از گروه استاندارد و ۲۰ نفر از گروه پروتئین باقی ماندند.

این پژوهش مطابق اصول اخلاقی پژوهش اجرا شد و پیش از آغاز کار، تأییدیه کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با کد IR.SSRC.REC.1398.038 و کد پژوهشی ۱۳۹۸.۴۶۹ دریافت گردید. همچنین مطالعه در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران (IRCT) با شماره IRCT20190625044010N1 ثبت شده است.

تمام شرکت کنندگان در ابتدای پژوهش تحت سنجش آنتروپومتري شامل وزن بدن، شاخص توده بدنی ($\text{Body Mass} = \text{BMI}$)، درصد چربی بدن ($\text{Percent Body Fat} = \text{PBF}$) و درصد توده عضلات اسکلتی ($\text{Skeletal Muscle Mass} = \text{SMM}$) قرار گرفتند. این اندازه گیری ها با استفاده از دستگاه تحلیل ترکیب بدن InBody 270 و در شرایط استاندارد شامل حداقل پوشش، بدون کفش و در وضعیت ایستاده انجام شد. نمونه گیری خونی نیز پس از هشت ساعت ناشتایی و در ساعات ۷ تا ۸ صبح در آزمایشگاه بیمارستان لبافی نژاد انجام شد و مقادیر نیتروژن اوره خون ($\text{Blood Urea Nitrogen} = \text{BUN}$) و کراتینین سرم اندازه گیری گردید. به تمامی افراد تأکید شد که ۴۸ ساعت پیش از نمونه گیری، هیچ گونه فعالیت بدنی یا ورزشی انجام ندهند تا اثرات مداخله صرفاً ناشی از رژیم غذایی باشد. برنامه مداخله شامل ترکیب رژیم غذایی کنترل شده و برنامه تمرین ترکیبی هشت هفته ای بود. رژیم غذایی هر فرد با کاهش ۱۵ درصدی انرژی دریافتی نسبت به نیاز روزانه طراحی شد. ترکیب درشت مغذی ها در گروه رژیم استاندارد شامل ۵۵ درصد کربوهیدرات، ۱۵ درصد پروتئین و ۳۰ درصد چربی بود، در حالی که گروه پروتئین ۴۵ درصد کربوهیدرات، ۲۵ درصد پروتئین و ۳۰ درصد چربی دریافت می کرد. برای همه شرکت کنندگان برنامه غذایی اختصاصی بر اساس وزن، سن، نیاز انرژی و عادات غذایی تنظیم شد. وضعیت پیروی از رژیم و تغییرات وزن به صورت هفتگی پایش گردید و در پایان هفته چهارم، در صورت تغییر وزن، انرژی رژیم با هدف حفظ محدودیت ۱۵ درصدی دوباره تنظیم شد. پروتکل تمرینی برای هر دو گروه یکسان و شامل سه جلسه تمرین ترکیبی در هفته بود. هر جلسه از سه بخش گرم کردن، تمرین اصلی و سرد کردن تشکیل می شد. زمان استراحت بین ست ها ۶۰ ثانیه و بین حرکات حداقل ممکن بود. بخش دوم تمرین شامل فعالیت هوازی تناوبی روی تردمیل بود. در ابتدای دوره، تناوب ۳۰ ثانیه دویدن با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب و یک دقیقه راه رفتن اجرا می شد. در طول دوره هشت هفته ای، به تدریج زمان فعالیت افزایش و زمان استراحت کاهش یافت تا شدت تمرین هوازی با پیشرفت آزمودنی ها هماهنگ شود. در پایان جلسه تمرینی، سرد کردن شامل راه رفتن سریع، دویدن آرام و حرکات کششی به مدت ده دقیقه انجام شد.

پس از گذشت هشت هفته، تمام اندازه گیری های آنتروپومتري و بیوشیمیایی مشابه مرحله پیش آزمون، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه مداخله تکرار شد. تمامی مراحل پژوهش مطابق اصول اخلاقی پژوهش و با تأیید کمیته اخلاق انجام گرفت و اطلاعات تمامی شرکت کنندگان محرمانه نگهداری شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. پیش از تحلیل، نرمال بودن توزیع متغیرها با بهره گیری از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف ارزیابی شد. برای توصیف داده ها از

شاخص‌های آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف استاندارد استفاده گردید. در مرحله تحلیل استنباطی، به‌منظور بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی از آزمون t همبسته و بین‌گروهی، از تحلیل واریانس (ANOVA) مطابق با نوع و ماهیت متغیرها بهره گرفته شد. سطح معنی‌داری آماری در تمام آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون t همبسته در **جدول ۱** نشان داد که هر دو رژیم پروتئین و استاندارد باعث تغییرات معناداری در متغیرهای مورد بررسی شدند، اما الگوی تغییرات در دو گروه متفاوت بود. در گروه پروتئین، وزن از ۷۱/۶ به ۶۸/۶۸ کیلوگرم کاهش یافت ($t=-۵/۲۵$, $p=۰/۰۰۱$)، شاخص توده بدن از ۲۸/۱۳ به ۲۶/۹۶ کاهش یافت ($t=-۵/۳۸$, $p=۰/۰۰۱$)، درصد چربی بدن از ۴۲/۷۴ به ۳۹/۶۹ کاهش یافت ($t=۴/۲۴$, $p=۰/۰۰۱$)، در حالی که توده عضلانی اسکلتی از ۲۲/۹۱ به ۲۴/۳۶ افزایش یافت ($t=۲/۷۸۸$, $p=۰/۰۰۷$)، در گروه رژیم استاندارد، وزن از ۷۱/۳ به ۷۶/۶ افزایش کاهش یافت ($t=-۲/۷۴۳$, $p=۰/۰۰۹$)، شاخص توده بدن از ۲۸/۰۶ به ۲۶/۵۹ کاهش یافت ($t=۶/۱۰$, $p=۰/۰۰۱$)، درصد چربی بدن از ۴۲/۴۲ به ۴۰/۴۳ کاهش یافت ($t=۳/۱۰$, $p=۰/۰۰۳$)، در حالی که توده عضلانی اسکلتی از ۲۳/۰۷ به ۲۲/۱۲ کاهش یافت ($t=۱/۴۴$, $p=۰/۰۳۷$)، از نظر شاخص‌های عملکرد کلیوی، در گروه پروتئین نیتروژن اوره خون از ۸/۰۵ میلی‌گرم بر دسی لیتر به ۹/۵۹ میلی‌گرم بر دسی لیتر افزایش یافت ($t=-۴/۱۸۷$, $p=۰/۰۰۱$) و کراتینین از ۰/۶۵۵ میلی‌گرم بر دسی لیتر به ۰/۷۲۳ میلی‌گرم بر دسی لیتر افزایش یافت ($t=-۳/۹۶۸$, $p=۰/۰۰۱$)؛ این در حالی است که رژیم استاندارد پروتئین نیتروژن اوره خون تغییر معناداری نداشت ($t=-۰/۳۵۱$, $p=۰/۷۲۶$) و کراتینین کاهش یافت ($t=-۳/۸۸۵$, $p=۰/۰۰۱$)؛ بنابراین، مقایسه دو گروه نشان می‌دهد که رژیم پروتئین اثر مثبت‌تر و هدفمندتری بر کاهش چربی و افزایش عضله دارد و در عین حال شاخص‌های کلیوی آن در محدوده طبیعی باقی مانده است، در حالی که رژیم استاندارد تغییرات کمتر مطلوب و حتی افزایش وزن و کاهش عضله را به همراه داشته است.

همچنین طبق آنالیز واریانس دوطرفه **جدول ۲** براساس دو فاکتور گروه‌بندی (گروه استاندارد و گروه پروتئین) و زمان اندازه‌گیری (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) درصد چربی بدن، توده عضلانی اسکلتی، نیتروژن اوره خون و کراتینین معنادار شده است در حالی که وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن معنادار نشده است.

جدول ۱- نتایج آزمون t همبسته برای سنجش تغییرات درون‌گروهی متغیرها در دو گروه تحقیق

متغیر	گروه	میانگین		انحراف استاندارد		واریانس		مقدار t	مقدار p
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون		
وزن (کیلوگرم)	پروتئین	۷۱/۶	۶۸/۶۸	۶/۲۴	۵/۹۷	۳۹/۰۴	۳۵/۶۸	-۵/۲۵	۰/۰۰۱
	استاندارد	۷۱/۳	۷۶/۶	۴/۵۱	۴/۳۸	۲۰/۳۶	۱۹/۲۶	۲/۷۸۸	*۰/۰۰۷
BMI (kg/m^2)	پروتئین	۲۸/۱۳	۲۶/۹۶	۱/۱۳	۱/۰۴	۱/۲۷	۱/۰۸	-۵/۳۸	*۰/۰۰۱
	استاندارد	۲۸/۰۶	۲۶/۵۹	۰/۸۳	۰/۷۶	۰/۶۹	۰/۵۸	۶/۱۰	*۰/۰۰۱
PBF (درصد)	پروتئین	۴۲/۷۴	۳۹/۶۹	۲/۳۳	۲/۴۷	۵/۴۴	۶/۱۱	۴/۰۲۴	*۰/۰۰۱
	استاندارد	۴۲/۴۲	۴۰/۴۳	۲/۲۵	۱/۹۸	۵/۰۹	۳/۹۲	۳/۱۰	*۰/۰۰۳
SMM (درصد)	پروتئین	۲۲/۹۱	۲۴/۳۶	۱/۵۱	۱/۸۲	۲/۳۰	۳/۳۱	-۲/۷۴۳	*۰/۰۰۹
	استاندارد	۲۳/۰۷	۲۲/۱۲	۱/۵۴	۱/۳۹	۲/۳۸	۱/۹۳	۲/۱۴۴	*۰/۰۳۷
BUN (mg/dl)	پروتئین	۸/۰۵	۹/۵۹	۱/۲۸	۱/۰۳	۱/۶۵	۱/۰۷	-۴/۱۸۷	*۰/۰۰۱
	استاندارد	۸/۱۷	۸/۳۳	۱/۵۱	۱/۴۸	۲/۲۹	۲/۲۰	-۰/۳۵۱	۰/۷۲۶
کراتینین (mg/dl)	پروتئین	۰/۶۵۵	۰/۷۲۳	۰/۰۵۳۶	۰/۰۵۳۹	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۲۹	-۳/۹۶۸	*۰/۰۰۱
	استاندارد	۰/۶۶۸	۰/۶۱۳	۰/۰۴۷۳	۰/۰۴۵۷	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۲۰	۳/۸۸۵	*۰/۰۰۱

kg/m^2 : کیلوگرم بر متر مربع؛ mg/dl : میلی‌گرم بر دسی لیتر؛ *: سطح معناداری $> ۰/۰۵$.

جدول ۲- آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و دوطرفه برای بررسی معنادار بودن اختلاف متغیرهای تحقیق در پیش آزمون و پس آزمون بین گروهی

متغیر	نوع تحلیل	مقدار F	مقدار P
وزن (کیلوگرم)	آنالیز واریانس یک‌طرفه	۲۷/۱۱	۰/۰۰۱
	آنالیز واریانس دوطرفه	۰/۱۱	۰/۷۳
BMI (kg/m ²)	آنالیز واریانس یک‌طرفه	۲۸/۰۷	۰/۰۰۱
	آنالیز واریانس دوطرفه	۰/۵۵	۰/۴۵
PBF (درصد)	آنالیز واریانس یک‌طرفه	۱۱/۶۱	۰/۰۰۲
	آنالیز واریانس دوطرفه	۱/۱۸	۰/۲۸
SMM (درصد)	آنالیز واریانس یک‌طرفه	۶۴۳/۸۵	۰/۰۰۱
	آنالیز واریانس دوطرفه	۱۲/۲۷	۰/۰۰۱
(mg/dl) BUN	آنالیز واریانس یک‌طرفه	۱۴۱/۳۳	۰/۰۰۱
	آنالیز واریانس دوطرفه	۵/۵۳	۰/۰۲
کراتینین (mg/dl)	آنالیز واریانس یک‌طرفه	۳۸۷/۱۹	۰/۰۰۱
	آنالیز واریانس دوطرفه	۳۱/۰۶	۰/۰۰۱

بحث

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، بین دو نوع رژیم غذایی با محدودیت انرژی به همراه تمرین ترکیبی در کاهش وزن و شاخص توده بدن زنان دارای اضافه‌وزن تفاوت معنادار وجود دارد. مطالعه‌ای همسو در دانشگاه ایلینویز آمریکا با پژوهش پیش‌رو نشان می‌دهد رژیم غذایی سرشار از پروتئین، فواید کاهش وزن ناشی از فعالیت ورزشی را تقویت می‌کند. زنانی که رژیم پرپروتئین خوردند، در مقایسه با زنانی که رژیم غذایی پرکربوهیدرات با کالری یکسان خوردند، هنگامی که منظم فعالیت ورزشی کردند (۳۰×۵ دقیقه پیاده‌روی، ۳۰×۲ دقیقه تمرین با وزنه در هر هفته)، به‌طور معناداری چربی بدنی بیشتری از دست دادند. مهم‌تر آنکه بیش از ۱۰۰ درصد کاهش وزن افرادی که رژیم پرپروتئین خوردند، چربی و بیشتر در ناحیه شکم بود. برعکس، در گروه پرکربوهیدرات، تا یک‌سوم کاهش وزن در عضله بود. پژوهشگران دریافتند که رژیم پرپروتئین به دلیل آنکه مقادیر بیشتری لوسین دارد، بهتر عمل می‌کند. لوسین در کار انسولین، چربی‌سوزی را تحریک می‌کند. از سویی برخی از پژوهشگران بر این باورند که توزیع درشت‌مغذی‌ها (کربوهیدرات، پروتئین و چربی) در رژیم‌های غذایی محدودیت کالری تأثیری بر کاهش وزن ندارد. اما در پژوهش پیش‌رو افراد دارای رژیم غذایی استاندارد کاهش وزن بیشتری را نسبت به گروه رژیم غذایی پرپروتئین تجربه کردند، با این تفاوت که در پژوهش ما محدودیت انرژی به همراه تمرین ترکیبی بود. در پژوهش پیش‌رو، توده چربی تنها عامل کاهش وزن شرکت‌کنندگان در گروه رژیم پرپروتئین بود، اما در گروه رژیم استاندارد افزون بر کاهش چربی، کاهش توده عضلانی نیز مشاهده شد و این موضوع موجب برتری رژیم غذایی پرپروتئین بر رژیم غذایی استاندارد شد.

در پژوهش تراپ (Trapp) و همکاران (۲۰۰۸) داده‌ها نشان می‌دهد که در بیش از ۲۰ دقیقه تمرین تناوبی شدید، میزان لیپولیز به‌تدریج با هر جلسه افزایش می‌یابد. این پژوهش بیانگر آن است که در تمرین با شدت بالا، شرکت‌کنندگان گروه رژیم غذایی پرپروتئین، به احتمال زیاد ظرفیت خود را برای اکسیداسیون چربی افزایش داده‌اند و ممکن است باعث افزایش فعالیت آنزیم میتوکندری عضلات شده باشد (۱). در پژوهش پیش‌رو بخشی از تمرین ترکیبی، تمرین هوازی تناوبی پرشدت بوده با این حال در هر دو گروه رژیم غذایی پرپروتئین و استاندارد کاهش درصد چربی داشتیم اما در گروه پرپروتئین کاهش درصد چربی بیشتر بوده که نشان می‌دهد پژوهش پیش‌رو در یک بخش با پژوهش تراپ و همکاران همسو بوده (۱) و آن اینکه تمرین هوازی پرشدت به همراه رژیم غذایی پرپروتئین در کاهش درصد چربی نقش دارد، ولی در پژوهش پیش‌رو تمرین هوازی پرشدت به همراه هر دو نوع رژیم غذایی محدودیت کالری با کاهش درصد چربی همراه بوده است (۱۵). شواهد

از لانگلند (Longland) و همکاران (۲۰۱۶) نشان می‌دهد که کاهش وزن با کیفیت بالا (یعنی کاهش وزن از طریق کاهش توده چربی) در طی محدودیت انرژی، با مصرف بیشتر پروتئین رژیم غذایی در مردان جوان دارای اضافه وزن قابل دستیابی است (۲). در حالی که جس (Josse) و همکاران (۲۰۱۱) قبلاً الگوی مشابهی از تغییر ترکیب بدن را در طی مداخله طولانی‌تر در زنان یائسه اضافه‌وزن و چاق گزارش کرده‌اند (۴). در مطالعاتی تأثیر پروتئین را در از بین رفتن بیشتر توده چربی ذکر کردند (۹). پژوهش پیش‌رو یافته‌های لانگلند و همکاران را تأیید می‌کند که مصرف پروتئین بیشتر در کاهش بیشتر درصد چربی در کاهش وزن با محدودیت کالری به همراه تمرین ورزشی اثر دارد. با توجه به اینکه در پژوهش پیش‌رو محدودیت کالری کمتر بود (۱۵٪) و تمرینات سه روز در هفته، رژیم غذایی استاندارد (۰/۸ kg/g/d) کاهش در SMM ایجاد کرد، می‌توان دریافت که با پروتئین مصرفی بالاتر کاهش SMM رخ نمی‌دهد. درصد چربی در گروه کم‌پروتئین حدود ۰/۵٪ و در گروه پرپروتئین حدود ۳/۵٪ کاهش نشان داد ولی کاهش وزن در هر دو گروه یکسان بود. ضمن اینکه یافته‌های لانگلند و همکاران (۲۰۱۶) نشان می‌دهد که در مدت زمان محدودیت انرژی قابل توجه، مصرف پروتئین بالاتر (۲/۴ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز) منجر به افزایش تحریک MPS شده و همچنین سرکوب پروتئولیز به میزان بیشتری از مصرف (۱/۲ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز) رخ داد. همان‌گونه که از دستاوردهای LBM در گروه پرپروتئین نشان می‌دهد، کسری انرژی به احتمال زیاد MPS پایه را کاهش می‌دهد و همچنین ممکن است سبب کاهش حساسیت MPS به تغذیه شود (۲). با این وجود، یافته‌های جدید نشان داده‌اند که میزان پروتئین رژیم غذایی کمتری را نیز می‌توان با پروتئین بیشتر رژیم غذایی، به‌ویژه با پروتئین آب پنیر ترمیم کرد. با این حال، هنوز مشخص نشده است که چه دوزی از مصرف پروتئین بیشترین مقدار MPS را در یک دوره محدودیت انرژی تحریک می‌کند. پژوهشگران بر این باورند که پروتئین کارآمدترین ماده مغذی برای ارضای حس گرسنگی است، به‌گونه‌ای که کمک می‌کند تا خوردن بیش از اندازه را متوقف کند. شاید نزدیک‌ترین توجیه این باشد که بدن ظرفیت ذخیره کردن پروتئین اضافی را ندارد، بنابراین، مغز به سرعت تشخیص می‌دهد به اندازه کافی غذا خورده شده است و علائم گرسنگی را فرو می‌نشاند. با گنجاندن مقادیر پروتئین کافی در وعده‌های غذایی برنامه کاهش چربی، می‌توان به کنترل گرسنگی کمک کرد (۱۳).

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد، بین دو نوع رژیم غذایی با محدودیت انرژی به همراه تمرین ترکیبی در نیتروژن اوره خون و کراتینین زنان دارای اضافه‌وزن تفاوت معنادار وجود دارد. یافته‌های پژوهش پیش‌رو با یافته‌های پژوهش پاسیاکوس (Pasiakos) و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد (۷). شی (She) و همکاران (۲۰۲۳) بررسی کردند که آیا رژیم غذایی با پروتئین بالا در یک دوره دو ساله، اثرات جانبی بر عملکرد کلیه یا کبدی دارد؟ (آزمودنی‌ها به مدت دو سال تحت تمرین مقاومتی و مصرف بیش از ۲.۲ گرم پروتئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز بودند). یافته‌های این پژوهشگران نشان می‌دهد که دو سال از یک رژیم غذایی با پروتئین بالا در مردان سالم تمرین کرده بر اندازه‌گیری ترکیب بدن و نیز عملکرد کبد و کلیه تأثیر نمی‌گذارد. این نخستین پژوهش دوساله در مردان با انجام تمرین مقاومتی در مورد اثرات رژیم غذایی با پروتئین بالا است. آن‌ها هیچ اثر زیان‌آور بر عملکرد کبد یا کلیه پیدا نکردند. افزون بر این، گزارش کردند که بررسی‌ای در مورد زنان نسبت به دریافت پروتئین بالاتر تا آن زمان انجام نشده است. بنابراین، اکنون شواهدی وجود ندارد که نشان دهد مصرف یک رژیم غذایی با پروتئین بالا در طی یک دوره دو ساله موجب ایجاد عوارض جانبی زیان‌آور شود (۱۲). این یافته‌ها با یافته‌های پژوهش پیش‌رو همسو است. پژوهش جیا (Jia) و همکاران (۲۰۲۲) در زمان طولانی‌تر و بر مردان بدنساز اجرا شد (۱۱). شرکت‌کنندگان این پژوهش بدنسازی با مهارت بودند. مشخص نیست که آیا میزان تمرین انجام‌شده توسط آن‌ها برای افزایش کراتینین یا نیتروژن اوره خون کافی بوده است یا خیر. اما پژوهش پیش‌رو بر زنان تمرین‌نکرده در مدت هشت هفته صورت پذیرفت. در

مقاله مروری شوینگ شاکل (Schwingshackl) و همکاران (۲۰۱۴)، گزارش شد که رژیم‌های غذایی پرپروتئین با افزایش GFR، اوره سرم، دفع کلسیم ادرار و غلظت سرمی اسیداوریک همراه بودند. با توجه به خطر بالای ابتلا به بیماری کلیوی در بین افراد چاق، برنامه‌های کاهش وزن که رژیم‌های غذایی پرپروتئین را به‌ویژه از منابع حیوانی پیشنهاد می‌کنند، باید با احتیاط انجام شوند (۹).

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌ها می‌توان دریافت که رژیم غذایی پرپروتئین در طی یک دوره محدودیت انرژی مشخص همراه با تمرینات ترکیبی منجر به افزایش SMM شد. علاوه بر این، ما شاهد از دست دادن چربی بیشتر در گروه رژیم پرپروتئین نسبت به گروه رژیم استاندارد بودیم. اما رژیم غذایی استاندارد در طی یک دوره کسری انرژی مشخص همراه با تمرینات ترکیبی منجر به کاهش SMM شد. همچنین دستاورد دیگر این پژوهش از دست دادن چربی کمتر در گروه رژیم استاندارد نسبت به گروه رژیم پرپروتئین بود. علی‌رغم تفاوت در تغییرات ترکیب بدن بین گروه‌ها، رژیم غذایی پرپروتئین هیچ‌گونه تأثیر منفی در فاکتورهای کلیوی (اوره و کراتینین) ایجاد نکرد و این بسیار مهم بود. این یافته‌ها بیانگر آن است که تمرین ترکیبی همراه با رژیم غذایی پرپروتئین موجب حفظ و ارتقای SMM (توده عضله اسکلتی) می‌شود. ضمن اینکه نگهداری و ارتقای توده عضله اسکلتی به دلیل اینکه جایگاهی برای سوخت چربی و ارتقای عملکرد فیزیکی است، بسیار مهم است. اما تمرین ترکیبی همراه با رژیم غذایی استاندارد موجب کاهش SMM (توده عضله اسکلتی) شد که پیرو آن متابولیسم پایه را کاهش می‌دهد و ممکن است در زمان طولانی‌تر موجب کاهش سوخت‌وساز چربی در محدودیت کالری شود و در نهایت موجب تفاوت در سبزی شود. یعنی ممکن است تمرین ترکیبی همراه با رژیم غذایی پرپروتئین کاهش سبزی بیشتری از تمرین ترکیبی همراه با رژیم غذایی استاندارد ایجاد کند. افزون بر اینکه فاکتورهای مربوط به سلامتی که به دلیل حفظ و ارتقای توده عضلانی ایجاد می‌شود، افزایش می‌یابد، اما تمرین ترکیبی همراه با رژیم غذایی استاندارد ممکن است خطر سارکوپنی (توده عضلانی کم و اختلال عملکرد عضلانی) را افزایش دهد. از سویی با توجه به یافته‌های ضدونقیضی که پژوهش‌های مختلف در رابطه با اثرات تمرینات مختلف ورزشی و محدودیت کالری با انواع مختلف رژیم غذایی گزارش شده است، نمی‌توان این یافته‌ها را به یقین پذیرفت و نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه است.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش مطابق اصول اخلاقی پژوهش اجرا شد و پیش از آغاز کار، تأییدیه کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی با کد IR.SSRC.REC.1398.038 و کد پژوهشی ۱۳۹۸.۴۶۹ دریافت گردید. همچنین مطالعه در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران (IRCT) با شماره IRCT20190625044010N1 ثبت شده است.

حامی مالی

این تحقیق هیچ بودجه‌ای دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، افسانه شمشکی؛ روش‌شناسی، سوسن رامسری؛ تحلیل، سوسن رامسری؛ تحقیق، افسانه شمشکی؛ گردآوری داده‌ها، سوسن رامسری؛ نگارش - تهیه پیش‌نویس اصلی، افسانه شمشکی؛ نظارت، سوسن رامسری؛ مدیریت پروژه، افسانه شمشکی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسنده، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از تمام شرکت کنندگانی که در این تحقیق شرکت کرده و همچنین تمامی افرادی که در تمام مراحل مطالعه همکاری داشتند، تقدیر و تشکر می‌کنند.

References

1. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(4):684-91. doi: [10.1038/sj.ijo.0803781](https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803781)
2. Longland TM, Oikawa SY, Mitchell CJ, Devries MC, Phillips SM. Higher compared with lower dietary protein during an energy deficit combined with intense exercise promotes greater lean mass gain and fat mass loss: a randomized trial. *Am J Clin Nutr*. 2016;103(3):738-46. doi: [10.3945/ajcn.115.119339](https://doi.org/10.3945/ajcn.115.119339)
3. Amouzad Mahdirejei H, Fadaei Reyhan Abadei S, Abbaspour Seidi A, Eshaghei Gorji N, Rahmani Kafshgari H, Ebrahim Pour M, et al. Effects of an eight-week resistance training on plasma vaspin concentrations, metabolic parameters levels and physical fitness in patients with type 2 diabetes. *Cell J*. 2014;16(3):367-74. PMID: [PMC4204186](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24204186/)
4. Josse AR, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Increased consumption of dairy foods and protein during diet- and exercise-induced weight loss promotes fat mass loss and lean mass gain in overweight and obese premenopausal women. *J Nutr*. 2011;141(9):1626-34. doi: [10.3945/jn.111.141028](https://doi.org/10.3945/jn.111.141028)
5. Wycherley TP, Moran LJ, Clifton PM, Noakes M, Brinkworth GD. Effects of energy-restricted high-protein, low-fat compared with standard-protein, low-fat diets: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*. 2012;96(6):1281-98. doi: [10.3945/ajcn.112.044321](https://doi.org/10.3945/ajcn.112.044321)
6. Amouzad Mahdirejei H, Peeri M, Azarbayjani MA, Masrour FF. Diazepam and exercise training combination synergistically reduces lipopolysaccharide-induced anxiety-like behavior and oxidative stress in the prefrontal cortex of mice. *Neurotoxicology*. 2023;97:101-108. doi: [10.1016/j.neuro.2023.06.004](https://doi.org/10.1016/j.neuro.2023.06.004)
7. Pasiakos SM, Vislocky LM, Carbone JW, Altieri N, Konopelski K, Freake HC, Anderson JM, Ferrando AA, Wolfe RR, Rodriguez NR. Acute energy deprivation affects skeletal muscle protein synthesis and associated intracellular signaling proteins in physically active adults. *J Nutr*. 2010;140(4):745-51. doi: [10.3945/jn.109.118372](https://doi.org/10.3945/jn.109.118372)
8. Amouzad Mahdirejei H., Peeri M., Azarbaijani M. A., Fattahi Masrour F. The Effect of Swimming Exercise, Diazepam, and Fluoxetine on Serum Corticosterone and Testosterone Levels in Mice Exposed to Lipopolysaccharide. *Educational Management - Health Sciences*, 2025; 2(2): 1-12. doi: [10.22034/edus.2025.545699.1009](https://doi.org/10.22034/edus.2025.545699.1009)
9. Schwingshackl L, Hoffmann G. Comparison of high vs. normal/low protein diets on renal function in subjects without chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2014;9(5):e97656. doi: [10.1371/journal.pone.0097656](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097656)
10. van Dam MJCM, Pottel H, Vreugdenhil ACE. Creatinine-based GFR-estimating equations in children with overweight and obesity. *Pediatr Nephrol*. 2022;37(10):2393-2403. doi: [10.1007/s00467-021-05396-y](https://doi.org/10.1007/s00467-021-05396-y)
11. Jia E, Zhu H, Geng H, Liu R, Wo X, Zeng Y, et al. The effects of aerobic exercise on body composition in overweight and obese patients with gout: a randomized, open-labeled, controlled trial. *Trials*. 2022;23(1):745. doi: [10.1186/s13063-022-06695-x](https://doi.org/10.1186/s13063-022-06695-x)
12. She D, Xu W, Liu J, Zhang Z, Fang P, Li R, et al. Serum Uric Acid to Creatinine Ratio and Risk of Metabolic Syndrome in Patients with Overweight/Obesity. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2023;16:3007-3017. doi: [10.2147/DMSO.S427070](https://doi.org/10.2147/DMSO.S427070)
13. Qiu S, Cai X, Xie B, Yuan Y, Sun Z, Wu T. Normalized Creatinine-to-Cystatin C Ratio and Risk of Diabetes in Middle-Aged and Older Adults: The China Health and Retirement Longitudinal Study. *Diabetes Metab J*. 2022;46(3):476-485. doi: [10.4093/dmj.2021.0074](https://doi.org/10.4093/dmj.2021.0074)

14. Dong Y, Silver SM, Sterns RH. Estimating urine volume from the urine creatinine concentration. *Nephrol Dial Transplant*. 2023;38(4):811-818. doi: [10.1093/ndt/gfab337](https://doi.org/10.1093/ndt/gfab337)
15. Mahdirejei HA, Peeri M, Azarbayjani MA, Fattahi Masrour F. Fluoxetine combined with swimming exercise synergistically reduces lipopolysaccharide-induced depressive-like behavior by normalizing the HPA axis and brain inflammation in mice. *Pharmacol Biochem Behav*. 2023 Nov;232:173640. doi: [10.1016/j.pbb.2023.173640](https://doi.org/10.1016/j.pbb.2023.173640)