

Effects of High-Intensity Interval, Moderate-Intensity Continuous, Combined with Strength Training on Quality of Life and Functional Capacity Indices in Women with Sarcopenic Obesity following Bariatric Surgery

Mastaneh. Rajabian Tabesh¹, Rahman. Soori^{2*}, Fatemeh. Shabkhiz³, Alireza. Khalaj⁴

¹ PhD Candidate in Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences and Health Promotion, University of Tehran, Alborz Campus, Tehran, Iran

² Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran

³ Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences and Health Promotion, University of Tehran, Tehran, Iran

⁴ Obesity Treatment Center, Department of Surgery, Shahed University, Tehran, Iran

* Corresponding author email address: soori@ut.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Rajabian Tabesh, M., Soori, R., Shabkhiz, F., & Khalaj, A. (2025). Effects of High-Intensity Interval, Moderate-Intensity Continuous, Combined with Strength Training on Quality of Life and Functional Capacity Indices in Women with Sarcopenic Obesity following Bariatric Surgery. *Longevity*, 3(3), 1-19.

<https://doi.org/10.61838/kman.longevity.67>



© 2025 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

ABSTRACT

Sarcopenic obesity, as an emerging public health challenge, requires integrated interventions including surgery and targeted exercise programs to improve functional indices and quality of life. This study aimed to investigate the effects of high-intensity interval training (HIIT) and moderate-intensity continuous training (MICT) combined with resistance exercises on quality of life and functional capacity in women with sarcopenic obesity following bariatric surgery. Eighty women with sarcopenic obesity who had undergone bariatric surgery (mean age: 41.67 ± 10.56 years; BMI: 43.66 ± 4.8 kg/m²) and met the inclusion criteria were purposefully selected and randomly assigned to HIIT or MICT groups. Each group was further divided into two subgroups based on the type of surgery: sleeve and bypass ($n = 20$ per subgroup). The eight-week intervention included HIIT (four 4-minute bouts at 85–90% of heart rate reserve) and MICT (three 40-minute sessions per week at 65–75% of heart rate reserve). In both groups, supplementary resistance exercises were performed using elastic bands tailored to each participant's estimated one-repetition maximum. Pre- and post-intervention assessments included quality of life (SF-36 questionnaire), baseline physical activity level (GPAQ), body composition, aerobic fitness (6MWT), muscle strength (sit-to-stand and handgrip dynamometer tests), and balance (TUG test). Data were analyzed using ANCOVA and Bonferroni post-hoc tests at a significance level of $\alpha \leq 0.05$. ANCOVA results revealed significant differences in overall quality of life (except for general health) among the four groups ($p < 0.003$), with the MICT-sleeve group showing superior outcomes. Significant between-group differences were also observed in fat mass ($\eta^2 = 0.15$, $p = 0.007$), body mass index ($\eta^2 = 0.36$, $p < 0.001$), aerobic fitness ($\eta^2 = 0.30$, $p < 0.001$), lower-limb strength ($\eta^2 = 0.14$, $p = 0.009$), and balance ($\eta^2 = 0.27$, $p < 0.001$). The MICT-bypass group demonstrated lower aerobic fitness and leg strength but better balance than some other groups. Overall, these findings indicate that structured exercise training following bariatric surgery—particularly moderate-intensity continuous training combined with resistance exercise—can significantly enhance quality of life, body composition, balance, and functional capacity in women with sarcopenic obesity.

Keywords: *Quality of life, balance, muscle strength, aerobic capacity, sarcopenic obesity, bariatric surgery*

Extended Abstract

Introduction

Sarcopenic obesity, a combination of obesity and reduced skeletal muscle mass and function, is more prevalent among middle-aged and older adults and is associated with decreased quality of life, increased risk of falls, and reduced physical performance. Although bariatric surgeries result in weight loss and improvements in metabolic conditions, they may also lead to muscle mass loss. Therefore, targeted exercise interventions following surgery are of great importance (Mendes et al., 2024, 2025). High-intensity interval training (HIIT), due to its shorter duration and higher intensity, can improve aerobic capacity, balance, and body composition and may help preserve or increase muscle mass. However, in the early stages post-surgery, HIIT may not be suitable for all patients due to the physical demands (Enríquez-Schmidt et al., 2024). On the other hand, moderate-intensity continuous training (MICT) and resistance training can improve cardiovascular endurance and stimulate muscle hypertrophy, aiding in muscle mass preservation and enhancing physical performance (Shang-Guan et al., 2024). It appears that both types of training offer complementary benefits, and the choice of intervention should be based on the patient's physical condition and recovery phase. The present study aims to compare the effects of HIIT, MICT, and resistance training on quality of life and functional capacity in patients with sarcopenic obesity following sleeve gastrectomy or gastric bypass surgery to determine the most effective training approach.

Methods and Materials

This semi-experimental study employed a pre-test/post-test design with a control group and was approved by the Tehran University of Medical Sciences Ethics Committee (Code: IR.TUMS.THC.REC.1401.052). After obtaining informed consent, 80 women aged 20 to 50 years with sarcopenic obesity who had undergone bariatric surgery (sleeve or bypass) were selected using convenience and purposive sampling. Sarcopenic obesity was diagnosed using BIA and handgrip strength test (Andrade Fernandes et al., 2014). Participants were randomly assigned to two intervention groups: HIIT combined with resistance training and MICT combined with resistance training using resistance bands. The intervention began in the fifth week post-surgery and continued for eight weeks, with three sessions per week. Adherence was defined as attending at least 70% of the sessions. Exercise intensity was monitored using the Karvonen formula (heart rate reserve).

Pre- and post-intervention assessments included the SF-36 quality of life questionnaire (Amini & Mirmoezzi, 2017), body composition analysis using InBody, aerobic capacity via the 6-minute walk test (Cardoso et al., 2025), muscle strength using a Jamar dynamometer ((Andrade Fernandes et al., 2014) , and balance evaluation (Moradi et al., 2023). Baseline physical activity levels were assessed using the GPAQ questionnaire. Participants were also categorized into sleeve and bypass subgroups based on the type of surgery.

Findings and Results

The Shapiro-Wilk test confirmed the normality of data distribution ($P > 0.05$), allowing for the use of parametric tests. One-way ANOVA showed no significant differences between groups at baseline ($P > 0.05$). According to ANCOVA, quality of life domains—including physical functioning, physical and emotional role limitations, vitality, mental health, social functioning, and pain—showed significant differences between groups ($\eta > 0.25$, $p < 0.003$), although general health did not differ significantly ($P = 0.071$). In most domains, the MICT-sleeve group showed superior outcomes compared to other groups.

In terms of functional capacity, body fat mass differed significantly across groups ($P = 0.007$), with the MICT-sleeve group showing the greatest reduction. Lean mass did not differ significantly ($P = 0.234$). BMI was significantly lower in the HIIT-bypass group compared to others ($P < 0.001$). Aerobic fitness was significantly lower in the MICT-bypass group than in the other groups ($P < 0.001$). Upper limb strength showed no significant differences ($P = 0.175$), but lower limb strength was significantly higher in the MICT-bypass group ($P = 0.009$). Balance also improved significantly, especially in the HIIT-bypass group.

Conclusion

Despite significant weight loss, bariatric surgery may lead to muscle mass reduction and sarcopenic obesity, thereby diminishing patients' physical performance and quality of life. This study aimed to evaluate the effects of moderate-intensity continuous training (MICT) and high-intensity interval training (HIIT) on quality of life and physical performance in women with obesity following sleeve or bypass surgery.

Findings indicated that both training types significantly improved quality of life (as measured by the SF-36), but the type of surgery and training modality played a critical role in the magnitude of improvement. In patients who underwent sleeve surgery, MICT led to more gradual and sustained improvements, likely due to better tolerance and muscle mass preservation. In contrast, HIIT in bypass patients had a greater impact on fat loss, aerobic performance, and metabolic capacity. However, general weakness and nutrient malabsorption post-bypass may limit the effectiveness of HIIT in some patients (Shang-Guan et al., 2024).

Differences in nutrient absorption and metabolic responses between the two surgeries likely contributed to the varied training responses (Picó-Sirvent et al., 2019). Overall, MICT appears to be more suitable for sleeve patients, whereas HIIT is recommended for bypass patients. The results also showed that combining appropriately intense resistance and aerobic exercises yields greater effects on muscle preservation, fat reduction, and functional balance improvement.

Conflict of Interest

There is no conflict of interest in conducting the present study.

Acknowledgments

We sincerely thank all the elderly participants who, despite the numerous challenges we faced, supported us in completing this research.

Authors' Contributions

All authors played an equal role in writing this article.

Ethical Considerations

This study was conducted in compliance with all ethical principles in human research.

Data Transparency

The data and sources used in this study will be made available upon request from the corresponding author, in compliance with copyright regulations.

Funding

The authors declare that no financial support was received for the research and/or publication of this article.

تأثیر تمرینات تناوبی پر شدت، تداومی متوسط و قدرتی بر شاخص‌های کیفیت زندگی و ظرفیت عملکردی در زنان دارای چاقی سارکوپنیک پس از جراحی باریاتریک

مستانه رجبیان تابش^۱، رحمان سوری^{۲*}، فاطمه شبخیز^۳، علیرضا خلیج^۴

۱. دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران، واحد پردیس البرز، تهران، ایران
۲. استاد گروه فیزیولوژی فعالیت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴. مرکز درمان چاقی، گروه جراحی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: soori@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

رجبیان تابش، مستانه، سوری، رحمان، شبخیز، فاطمه، و خلیج، علیرضا. (۱۴۰۴). تأثیر تمرینات تناوبی پر شدت، تداومی متوسط و قدرتی بر شاخص‌های کیفیت زندگی و ظرفیت عملکردی در زنان دارای چاقی سارکوپنیک پس از جراحی باریاتریک. طول عمر، ۳(۳)، ۱-۱۹.



© ۱۴۰۴ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

چاقی سارکوپنیک به عنوان یک چالش نوظهور سلامت، نیازمند مداخلات ترکیبی از جمله جراحی و تمرینات ورزشی هدفمند برای بهبود شاخص‌های عملکردی و کیفیت زندگی است. این مطالعه به بررسی اثر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) و تمرینات تداومی با شدت متوسط (MICT) به همراه قدرتی بر شاخص‌های کیفیت زندگی و ظرفیت عملکردی در زنان دارای چاقی سارکوپنیک پس از جراحی باریاتریک می‌پردازد. در این مطالعه ۸۰ زن مبتلا به چاقی سارکوپنیک پس از جراحی باریاتریک با میانگین (سن) $41/67 \pm 10/56$ سال و نمایه توده بدنی $43/66 \pm 4/8$ کیلوگرم بر مترمربع) که واجد معیارهای ورود بودند، به صورت هدفمند انتخاب و به دو گروه تمرینی HIIT و MICT تقسیم شدند. هر گروه بر اساس نوع جراحی به دو زیرگروه اسلیو و بای‌پس ($n = 20$ در هر زیرگروه) تفکیک شد. مداخله هشت‌هفته‌ای شامل تمرینات HIIT (چهار وهله‌ی چهار دقیقه‌ای با شدت $90-85\%$ ضربان قلب ذخیره) و تمرینات MICT (سه جلسه در هفته، ۴۰ دقیقه با شدت $75-65\%$ ضربان قلب ذخیره) بود. در هر دو گروه، تمرینات قدرتی تکمیلی با کش‌های الاستیک متناسب با یک تکرار بیشینه شرکت‌کنندگان اجرا شد. ارزیابی‌های پیش و پس از مداخله شامل کیفیت زندگی (پرسشنامه SF-۳۶)، سطح فعالیت بدنی اولیه (GPAQ)، ترکیب بدنی، آمادگی هوازی (MWT۶)، قدرت عضلانی (آزمون نشست و برخاستن و دینامومتر دستی) و تعادل (TUG) بود. داده‌ها با آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری $\alpha \leq 0/05$ تحلیل شدند. نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد تفاوت معناداری در کیفیت زندگی (به جز سلامت عمومی) در چهار گروه وجود داشت ($p < 0/003$)، به طوری که گروه MICT اسلیو عملکرد بهتری نسبت به سایر گروه‌ها داشت. در شاخص‌های عملکردی، تفاوت معناداری در توده چربی ($\eta = 0/15$)، $p = 0/007$)، نمایه توده بدنی ($\eta = 0/36$)، $p < 0/001$)، آمادگی هوازی ($\eta = 0/30$)، $p < 0/001$)، قدرت اندام تحتانی ($\eta = 0/14$)، $p = 0/009$) و تعادل ($\eta = 0/27$)، $p < 0/001$) مشاهده شد. گروه MICT بای‌پس در آمادگی هوازی و قدرت اندام تحتانی ضعیف‌تر، اما در تعادل نسبت به برخی گروه‌ها بهتر عمل کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که تمرینات ورزشی پس از جراحی باریاتریک با توجه به نوع تمرین و جراحی، به طور معناداری موجب بهبود کیفیت زندگی، ترکیب بدنی، تعادل و ظرفیت عملکردی در زنان دارای چاقی سارکوپنیک می‌شود.

کلیدواژگان: کیفیت زندگی، تعادل، قدرت عضلانی، آمادگی هوازی، چاقی سارکوپنیک، باریاتریک

مقدمه

سازمان جهانی بهداشت^۱ چاقی را به عنوان تجمع غیرطبیعی یا بیش از حد چربی که سلامت فرد را به خطر می اندازد تعریف می کند. چاقی نه تنها هزینه های اقتصادی بالایی را به نظام های سلامت تحمیل می کند، بلکه با افزایش خطر ابتلا به بیماری هایی نظیر فشارخون بالا، دیابت نوع ۲ و آپنه انسدادی خواب همراه است (Mendes et al., 2025). از سوی دیگر، سارکوپنی - کاهش وابسته به سن در توده و عملکرد عضلات اسکلتی - به عنوان یکی از چالش های اصلی سلامت عمومی در جمعیت در حال پیری مطرح است (Ibacache-Saavedra et al., 2024). ترکیب این دو وضعیت پاتولوژی در قالب چاقی سارکوپنیک^۲، با تضعیف همزمان قدرت عضلانی و افزایش توده چربی، اثرات منفی هر یک را تشدید کرده و خطر زمین خوردگی، ناتوانی، و کاهش کیفیت زندگی را به طور چشمگیری افزایش می دهد (Mendes et al., 2025). چاقی سارکوپنیک به عنوان وضعیت ترکیبی از تجمع غیرطبیعی یا بیش از حد چربی و کاهش توده و عملکرد عضلانی تعریف می شود که سلامت فرد را به طور همزمان تهدید کرده و خطر ناتوانی، زمین خوردگی و کاهش کیفیت زندگی را افزایش می دهد (Ibacache-Saavedra et al., 2024; Mendes et al., 2024, 2025).

در سال های اخیر، جراحی های باریاتریک به عنوان یکی از مؤثرترین مداخلات در درمان چاقی شدید مورد توجه قرار گرفته اند. این جراحی ها علاوه بر کاهش وزن، به بهبود بیماری های متابولیک همراه نیز کمک می کنند (Santos et al., 2022). با این حال، شواهد نشان می دهند که کاهش وزن سریع پس از جراحی می تواند منجر به افت قابل توجه توده عضلانی و عملکرد فیزیکی شود، به ویژه در بیماران دارای چاقی سارکوپنیک. بنابراین، طراحی و اجرای برنامه های تمرینی ساختاریافته پس از جراحی برای حفظ توده عضلانی و ارتقای عملکرد جسمانی، از اهمیت بالایی برخوردار است (Mendes et al., 2024).

مطالعات اخیر انواع مختلف تمرینات هوازی و قدرتی را برای این بیماران پیشنهاد کرده اند. در میان این ها، تمرینات تداومی با شدت متوسط (MICT)^۳ و تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT)^۴ بیشترین توجه را جلب کرده اند. تمرینات MICT معمولاً با شدت متوسط و مدت زمان طولانی تر انجام می شوند و با بهبود استقامت قلبی-عروقی، حفظ توده عضلانی و ارتقای کیفیت زندگی ارتباط دارند (Enríquez-Schmidt et al., 2024). در مقابل، تمرینات HIIT شامل دوره های کوتاه فعالیت شدید همراه با فواصل استراحت فعال بوده و به دلیل صرفه جویی در زمان و اثرگذاری بالا بر ظرفیت هوازی و ترکیب بدنی، در سال های اخیر به عنوان جایگزینی کارآمد برای MICT مطرح شده اند (Griffiths et al., 2024).

در تحقیقات اخیر بیان شده است که نمره کلی کیفیت زندگی در گروه بیماران دارای چاقی سارکوپنیک به طور معناداری پایین تر از بیماران بدون چاقی سارکوپنیک بود. این کاهش کیفیت زندگی می تواند ناشی از مواردی چون ضعف عضلانی، کاهش توانایی فعالیت روزمره، اختلالات روان شناختی مرتبط با عملکرد پایین تر جسمانی و احتمالاً کاهش رضایت از نتایج جراحی باشد (Shang-Guan et al., 2024). تمرینات HIIT باعث بهبود سریع خلق و خو، ظرفیت هوازی و انرژی روانی بیماران دارای چاقی سارکوپنیک پس از جراحی باریاتریک می شود، در حالی که تمرینات تداومی و قدرتی با حفظ توده عضلانی و ارتقای عملکرد جسمانی، کیفیت زندگی جسمی و استقلال حرکتی را در بلندمدت بیشتر بهبود می بخشد (Enríquez-Schmidt et al., 2024; Griffiths et al., 2024; Shang-Guan et al., 2024). گریفیث و همکاران (۲۰۲۴) بیان کردند که HIIT با بهبود سلامت قلبی، افزایش توده عضلانی، کاهش التهاب، و ارتقای خلق و خو و انرژی روانی، کیفیت زندگی را

¹ WHO

² Sarcopenic Obesity

³ Moderate-Intensity Continuous Training

⁴ High-Intensity Interval Training

به‌طور مؤثر ارتقا می‌دهد (Griffiths et al., 2024). به‌رغم فواید زیاد، HIIT ممکن است برای بیماران دارای چاقی سارکوپنیک پس از جراحی باریاتریک در برخی شرایط مناسب نباشد. HIIT به دلیل نیاز به قدرت عضلانی بالا ممکن است در مراحل اولیه پس از جراحی برای بیماران دارای چاقی سارکوپنیک مناسب نباشد و تأثیر منفی بر پایداری و کیفیت زندگی داشته باشد (Griffiths et al., 2024).

از سوی دیگر، در بیماران مبتلا به چاقی سارکوپنیک که تحت جراحی‌های باریاتریک مانند اسلیو معده^۱ یا بای‌پس معده^۲ قرار گرفته‌اند، انتخاب نوع تمرین ورزشی پس از عمل نقش حیاتی در بهبود کیفیت زندگی، حفظ توده عضلانی و عملکرد فیزیکی دارد. تمرینات تداومی و قدرتی با شدت متوسط، به حفظ توده عضلانی، بهبود عملکرد فیزیکی و ارتقاء کیفیت زندگی کمک می‌کند (Enríquez-Schmidt et al., 2024). در حالی که تمرینات HIIT در کاهش توده چربی مؤثر هستند، اما در بیماران دارای چاقی سارکوپنیک پس از جراحی باریاتریک، به دلیل شدت بالا و نیاز به توان عضلانی زیاد، ممکن است مناسب نباشند و حتی منجر به خستگی مفرط شوند (Enríquez-Schmidt et al., 2024; Griffiths et al., 2024).

باین‌حال، بیان شده است که تمرینات هوازی-قدرتی پس از جراحی باریاتریک می‌توانند به کاهش وزن و درصد چربی بدن کمک کرده و ظرفیت هوازی را بهبود بخشند. علاوه بر این، افزودن تمرینات قدرتی به برنامه تمرینی می‌تواند به حفظ بهتر توده عضلانی کمک کند (Mendes et al., 2024). از سوی دیگر، HIIT نوعی تمرین استقامتی کوتاه‌مدت است که در مدت زمان کوتاه‌تری تأثیر مثبتی بر سیستم قلبی-عروقی دارد (Cano-Montoya et al., 2025). از آنجا که ظرفیت عملکردی بیماران دارای چاقی سارکوپنیک پس از جراحی باریاتریک تحت تأثیر عواملی چون قدرت عضلانی، تعادل و آمادگی قلبی-تنفسی قرار دارد، به نظر می‌رسد تمرینات HIIT بتواند از طریق بهبود هم‌زمان این مؤلفه‌ها و با دوره زمانی کمتر نقش مؤثری در ارتقاء ظرفیت عملکردی این بیماران ایفا کند (Cano-Montoya et al., 2025; Enríquez-Schmidt et al., 2024). تعادل نیز در بیماران چاقی سارکوپنیک اهمیت دارد زیرا ضعف عضلانی باعث کاهش ثبات و افزایش خطر سقوط می‌شود. بهبود تعادل به حفظ استقلال، کاهش آسیب‌ها و ارتقای عملکرد روزمره کمک می‌کند و در کنترل روند تحلیل عضله مؤثر است (Irandoust et al., 2019).

به نظر می‌رسد، تمرینات HIIT به دلیل ماهیت متناوب و با شدت بالا، باعث بهبود قابل توجه ظرفیت هوازی، تعادل و ترکیب بدنی می‌شوند و شواهد نشان داده‌اند که این نوع تمرین می‌تواند باعث حفظ یا حتی افزایش توده عضلانی در کنار کاهش توده چربی شود، که برای بیماران پس از جراحی باریاتریک که در معرض سارکوپنی هستند، حیاتی است (Cano-Montoya et al., 2025; Enríquez-Schmidt et al., 2024). از سوی دیگر، تمرینات تداومی و قدرتی با تأکید بر استقامت قلبی-عروقی و تقویت عضلات اسکلتی، می‌توانند نقش کلیدی در بازسازی عملکرد عضلانی و ارتقاء کیفیت زندگی این بیماران ایفا کنند؛ به‌ویژه تمرینات مقاومتی با افزایش فشار مکانیکی بر عضله، فرایندهای هیپرتروفی عضلانی را تحریک کرده و در مقابله با تحلیل عضله مؤثر واقع می‌شوند (Enríquez-Schmidt et al., 2024; Mendes et al., 2024). نوآوری این مطالعه در مقایسه مستقیم اثرات تمرینات HIIT و MICT همراه با تمرینات قدرتی بر کیفیت زندگی، تعادل و ظرفیت عملکردی زنان دارای چاقی سارکوپنیک پس از دو نوع جراحی باریاتریک (اسلیو و بای‌پس) است؛ موضوعی که تاکنون به‌طور هم‌زمان در یک مطالعه جامع بررسی نشده بود.

با توجه به تفاوت‌های فیزیولوژیکی میان انواع جراحی‌های باریاتریک (اسلیو و بای‌پس) و پاسخ‌های متفاوت بدن به انواع تمرین، هنوز مشخص نیست کدام نوع تمرین - HIIT یا MICT همراه با تمرینات قدرتی - بیشترین تأثیر را بر کیفیت زندگی، تعادل، و ظرفیت عملکردی

¹ Sleeve Gastrectomy

² Gastric Bypass

زنان دارای چاقی سارکوپنیک پس از جراحی باریاتریک دارد. بر این اساس، هدف پژوهش حاضر مقایسه اثر تمرینات تناوبی پر شدت و تداومی متوسط به همراه تمرینات قدرتی بر شاخص‌های کیفیت زندگی و ظرفیت عملکردی در زنان مبتلا به چاقی سارکوپنیک پس از جراحی باریاتریک (اسلیو و بای‌پس) بود.

روش پژوهش

این مطالعه علی-مقایسه‌ای و از نوع نیمه تجربی که با طرح تحقیق پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه کنترل بود. در این پژوهش، تأثیرات ۸ هفته تمرین HIIT همراه با تمرین قدرتی و تمرین MICT همراه با تمرینات قدرتی، بر شاخص‌های مختلف کیفیت زندگی و ظرفیت عملکردی در افرادی پس از جراحی چاقی با چاقی سارکوپنیک انجام شد. چاقی سارکوپنیک پیش از جراحی توسط متخصص طب ورزشی تشخیص داده شد. همچنین، سن و نوع روش جراحی بین دو گروه همسان‌سازی شده بود. لازم به ذکر است که این مداخله به صورت کور انجام نشده است.

جامعه مورد تحقیق را زنان ۲۰ تا ۵۰ ساله مراجعه‌کننده به مرکز پزشکی حکیم تهران و دارای چاقی سارکوپنیک که تحت جراحی باریاتریک معده قرار گرفته بودند، تشکیل دادند. نمونه‌گیری از نوع غیر احتمالی، در دسترس و هدفمند بر اساس معیارهای ورود به تحقیق بود. به این منظور با استفاده از نرم‌افزار (G Power 3.1.9.2 Freeware. University of Dusseldorf, Dusseldorf, Germany) مبتنی بر آزمون کوواریانس با توان آماری ۸۰ درصد و در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده و حجم نمونه مورد نظر ۳۸ نفر تعیین شد. برای جلوگیری از ریزش احتمالی تعداد ۸۰ نفر شرکت‌کننده زن دارای معیارهای ورود به تحقیق، وارد این پژوهش شدند. معیارهای ورود شامل: (۱) سن بین ۲۰ تا ۵۰ سال، (۲) کاندید جراحی چاقی معده بودن، (۳) BMI بین ۴۰ تا ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع، و (۴) ابتلا به چاقی سارکوپنیک. معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: (۱) بارداری در طول مطالعه، (۲) سایر بیماری‌های عضلانی-اسکلتی یا (۳) اختلالات عصبی که می‌توانند بر آزمون‌های عملکردی تأثیر بگذارند، (۴) مصرف داروهای مؤثر بر وزن مانند سرکوب‌کننده‌های اشتها (مانند SLIM LAST، SLIMQUICK و غیره)، (۵) مصرف مکمل‌های غیر تجویزی، (۶) عدم تمایل به همکاری، (۷) فشارخون کنترل‌نشده، (۸) بیماری‌های مزمن انسدادی ریوی شدید، (۹) انجام جراحی‌های هم‌زمان، و (۱۱) سابقه انجام جراحی‌های کاهش وزن پیشین.

هشتاد زن مداخله را به طور کامل انجام دادند و از نظر سن و نوع روش جراحی (اسلیو و بای‌پس) با هم همسان‌سازی شدند. از میان این شرکت‌کنندگان، ۴۰ نفر تمرینات HIIT و ۴۰ نفر تمرینات MICT دریافت کردند. همچنین، در هر گروه HIIT و MICT، شرکت‌کنندگان به دو زیرگروه بر اساس نوع جراحی تقسیم شدند: اسلیو (HIIT-sleeve = ۲۰ و MICT-sleeve = ۲۰) و بای‌پس (HIIT-bypass = ۲۰ و MICT-bypass = ۲۰). شرکت‌کنندگان در صورتی که حداقل در ۷۰٪ جلسات تمرینی (حداقل ۱۷ جلسه از مجموع ۲۴ جلسه) حضور داشتند و هر دو ارزیابی پیش و پس از مداخله را تکمیل کرده بودند، به عنوان کامل‌کنندگان مداخله در نظر گرفته شدند.

به منظور کنترل متغیرهای مداخله‌گر، توصیه‌های تغذیه‌ای و فعالیتی شرکت‌کنندگان پیش از آغاز مطالعه همسان‌سازی شد. کلیه افراد رژیم غذایی خود را از متخصص تغذیه مرکز دریافت کردند و از هرگونه تغییر عمده در الگوی غذایی، استفاده از رژیم‌های محدودکننده، مصرف مکمل‌های تغذیه‌ای یا داروهای مؤثر بر متابولیسم منع شدند. شرکت‌کنندگان موظف بودند رژیم معمول خود را در طول مطالعه حفظ کنند و هرگونه تغییر احتمالی را در دفترچه پیگیری تغذیه ثبت نمایند. همچنین، از طریق تماس‌های هفتگی تلفنی و بررسی یادداشت‌های غذایی سه‌روزه (دو روز عادی و یک روز تعطیل)، پایبندی آنان به الگوی تغذیه‌ای پیش شد.

نحوه تشخیص چاقی سارکوپنیک

چاقی سارکوپنیک دارای کد ICD مستقل نیست، اما می‌توان آن را با استفاده از کدهای مربوط به سارکوپنی (M62.84) و چاقی (E66) طبقه‌بندی کرد. متخصص طب ورزشی برای تشخیص چاقی سارکوپنی در افراد، از فرمول زیر به همراه آزمون قدرت به کمک دینامومتر دستی استفاده کرد. زنانی که مبتلا به چاقی سارکوپنی تشخیص داده شدند، در مطالعه وارد شدند. چونگ هی کیم و همکاران^۱ از فرمول زیر برای برآورد جرم عضله اسکلتی ضمیمه‌ای (ASM)^۲ از طریق روش امیدانس زیستی (BIA)^۳ استفاده کردند (Kim et al., 2014).

$$۵/۶۶۳ + [(۰/۰۵۵) \times \text{وزن}] + (۲/۹۵۴ \times \text{جنسیت}) + (۰/۰۵۰ \times \text{سن}) + (۰/۱۰۴ \times \text{مقاومت/مجدور قد}) = \text{جرم عضله اسکلتی}$$

فرمول ۱

که جرم عضله اسکلتی به کیلوگرم، قد به سانتی‌متر، مقاومت مربوط به اندازه‌گیری BIA و مقدار آن ۲۵۰ اهم، سن به سال، جنسیت زن صفر و وزن به کیلوگرم در نظر گرفته شده است. علاوه بر این، آزمون قدرت نیز برای تشخیص چاقی سارکوپنی مورد استفاده قرار گرفت. ابزار مورد استفاده برای اندازه‌گیری قدرت دست، دینامومتر Jamar بود و حداکثر فشاری که شرکت‌کننده به دسته دینامومتر وارد می‌کرد، به‌عنوان قدرت دست برحسب کیلوگرم ثبت شد. میانگین سه تلاش برای هر دست به‌عنوان قدرت آن دست در نظر گرفته شد (Andrade, 2014).

مداخلات تمرینی

انجمن پزشکی ورزشی آمریکا (ACSM)^۴ توصیه می‌کند که در ۴ هفته اول پس از جراحی باریاتریک، پیاده‌روی با افزایش تدریجی سرعت، مدت به ۱۵۰ دقیقه در هفته برسد؛ بنابراین، مداخله ۸ هفته‌ای این مطالعه از هفته پنجم پس از جراحی آغاز شد. به‌بیان‌دیگر پیش‌آزمون یک هفته قبل از جراحی و پس‌آزمون ۱۳ هفته بعد اندازه‌گیری شد. شرکت‌کنندگان با ریسک پایین و متوسط به‌صورت تصادفی به دو گروه HIIT و MICT تقسیم شدند؛ ضربان قلب با فرمول کاروونن برای ضربان قلب ذخیره نمره‌گذاری شد (فرمول ۲).

$$\text{ضربان قلب استراحت} - \text{ضربان قلب حداکثری} = \text{ضربان قلب ذخیره}$$

فرمول ۲

که در آن ضربان قلب استراحت، میزان ضربان قلب پس از ۳ دقیقه استراحت در وضعیت نشسته و ضربان قلب حداکثری، ۲۲۰ منهای سن بود. در فرمول بالا، مقدار ۶۵ تا ۷۵ درصد از ضربان قلب ذخیره برای تعیین شدت MICT و ۸۵ تا ۹۰ درصد از ضربان قلب ذخیره برای HIIT در نظر گرفته شده است (Mendes et al., 2025).

تمرینات قدرتی در هر دو گروه با استفاده از کش‌های الاستیک و بر اساس سطح توانایی شرکت‌کنندگان (کم، متوسط و زیاد)، رنگ کش (قرمز، سبز یا آبی) و میانگین یک تکرار بیشینه (1RM) طراحی و اجرا شد. این تمرینات به‌صورت سه جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه انجام گردید. حرکات تمرینی شامل اکستنشن، فلکشن، ابداکشن و ادداکشن برای مفاصل شانه و لگن بود که با استفاده از کش الاستیک انجام می‌شد. آموزش این تمرینات هم‌زمان با پروتکل‌های تمرینی MICT و HIIT برای اساس (FITT)^۵ به شرکت‌کنندگان ارائه شد (جدول ۱). همچنین، در طول جلسات، دفترچه‌ای شامل راهنمای تمرینات ورزشی در اختیار بیماران قرار گرفت و پس از آموزش کامل پروتکل مداخله، شرکت‌کنندگان تمرینات خانگی را انجام داده و میزان پایبندی خود را در دفترچه ثبت نمودند.

¹ Jung Hee Kim

² Appendicular Skeletal Muscle Mass

³ Bioelectrical Impedance Analysis

⁴ American College of Sports Medicine

⁵ Frequency, Intensity, Time, and Type

جدول ۱

پروتکل تمرینات MICT و HIIT (Mendes et al., 2025)

پروتکل	تکرار	شدت	نوع	مدت زمان
MICT	۳ جلسه در هفته	۶۵ تا ۷۵ درصد از ضربان قلب ذخیره	پیاپی روی روی تردمیل	۴۰ دقیقه در هر جلسه
HIIT	۳ جلسه در هفته	گرم کردن با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد از ضربان قلب ذخیره تمرین با شدت ۸۵ تا ۹۰ درصد از ضربان قلب ذخیره ریکاوری فعال با شدت ۶۵ تا ۷۵ درصد از ضربان قلب ذخیره سرد کردن	پیاپی روی روی تردمیل	۴ دوره تمرین هر دوره ۴ دقیقه بین هر دوره ۳ دقیقه ریکاوری فعال ۳ دقیقه سرد کردن

متغیرهای مورد اندازه‌گیری

تمام اندازه‌گیری‌ها شامل پرسشنامه کیفیت زندگی و ظرفیت‌های عملکردی (شاخص‌های ترکیب بدنی، آمادگی هوازی، قدرت و تعادل) قبل و بعد از مداخله انجام شدند. همچنین برای ارزیابی وضعیت فعالیت بدنی شرکت‌کنندگان، از «پرسشنامه جهانی فعالیت بدنی» (GPAQ)^۱ استفاده شد که پیش از شروع مداخله توسط افراد تکمیل گردید تا همگنی بین شرکت‌کنندگان تضمین شود. روایی و پایایی این ابزار توسط سازمان جهانی بهداشت در ۹ کشور عضو از جمله ایران مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است (Strain et al., 2024).

کیفیت زندگی مرتبط با سلامت

برای بررسی کیفیت زندگی مرتبط با سلامت از پرسشنامه فرم کوتاه ۳۶ سؤال سلامت (SF-36)^۲ استفاده شد. این ابزار خود گزارشی با ۳۶ سؤال، کیفیت زندگی فرد را در دو شاخص اصلی سلامت جسمانی و روانی و در ۸ حوزه اصلی سلامت بررسی می‌کند. پرسشنامه SF-36 شامل ۸ زیر مقیاس است که ابعاد مختلف کیفیت زندگی مرتبط با سلامت مانند عملکرد جسمانی، نقش‌های جسمی و روانی، سرزندگی، سلامت روان، عملکرد اجتماعی، درد و سلامت عمومی را ارزیابی می‌کند. هر سؤال با مقیاس لیکرت نمره‌گذاری شده و نمرات زیر مقیاس‌ها، به مقیاس ۰ تا ۱۰۰ تبدیل می‌شوند، که ۰ بدترین و ۱۰۰ بهترین وضعیت کیفیت زندگی را نشان می‌دهد. امتیاز نهایی هر بُعد با جمع و میانگین‌گیری از نمرات مربوط به آن بُعد به دست می‌آید. ضریب آلفای کرونباخ برای بیشتر زیر مقیاس‌ها بالای ۰/۷۰ گزارش شده است، که نشان‌دهنده ثبات درونی خوب ابزار است و ضرایب همبستگی بالا ($r > 0/80$) برای آزمون بازآزمایی گزارش شده است. نسخه فارسی پرسشنامه SF-36 توسط محققان ایرانی در چندین مطالعه ترجمه و بومی‌سازی شده است. ضریب آلفای کرونباخ برای ۸ زیرمقیاس نسخه فارسی برابر ۰/۸۷ بوده است (Amini & Mirmoezzi, 2017).

ظرفیت‌های عملکردی

برای بررسی ظرفیت‌های عملکردی به ترتیب شاخص‌های ترکیب بدنی (وزن، درصد چربی و درصد بدون چربی)، ظرفیت هوازی، قدرت و تعادل پیش و پس از مداخله توسط متخصص پزشکی ورزشی ارزیابی شدند.

شاخص‌های ترکیب بدنی

¹ Global physical activity questionnaire

² Short Form-36 Health Survey

ارزیابی شاخص‌های ترکیب بدنی در این مطالعه با استفاده از روش استاندارد و ابزار دقیق انجام شد. قد شرکت‌کنندگان به کمک قد سنج کالیبره شده اندازه‌گیری گردید، و برای سنجش وزن و سایر مؤلفه‌های ترکیب بدنی از دستگاه تحلیل امیدانس بیوالکتریک (BIA) مدل InBody 370 ساخت شرکت Biospace America Inc استفاده شد که توسط کارشناس مجرب اجرا گردید. شاخص‌های ترکیب بدنی شامل جرم چربی، جرم بدون چربی و نمایه توده بدنی بود (Mirmoezzi et al., 2020).

ظرفیت هوازی

برای ارزیابی ظرفیت هوازی از آزمون پیاده‌روی شش‌دقیقه‌ای (6MWT)^۱ استفاده شد. در این آزمون، از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا در مدت شش دقیقه، مسافتی را که می‌توانند در مسیر از پیش تعیین‌شده‌ای به طول ۳۰ متر طی کنند، راه بروند. فاصله پیموده شده به‌عنوان معیار ظرفیت هوازی ثبت شد (Cardoso et al., 2025).

قدرت

برای ارزیابی قدرت عضلانی اندام فوقانی، از آزمون قدرت گرفتن دستی^۲ با استفاده از دستگاه دینامومتر جمار^۳ استفاده شد. بیشترین فشار وارده به دسته دینامومتر به‌عنوان قدرت دست ثبت گردید. در هنگام آزمون، شرکت‌کننده روی صندلی بدون دسته در ارتفاع مناسب می‌نشست؛ شانه در حالت نزدیک به تنه (ادداکشن) بدون چرخش، آرنج در زاویه ۹۰ درجه، ساعد در وضعیت خنثی، و مچ در دامنه ۰ تا ۲۰ درجه اکستنشن و ۰ تا ۲۵ درجه فلکشن قرار داشت. دسته دینامومتر در موقعیت شماره ۲ تنظیم‌شده بود. هر دست سه بار مورد آزمون قرار گرفت و میانگین سه تلاش به‌عنوان نمره نهایی قدرت دست برحسب کیلوگرم ثبت شد. به‌منظور جلوگیری از خستگی عضلانی، بین مراحل آزمون، فاصله استراحتی ۲ تا ۳ دقیقه‌ای در نظر گرفته شد (Andrade Fernandes et al., 2014).

برای ارزیابی قدرت عضلانی اندام تحتانی از آزمون نشست و برخاستن^۴ با استفاده از صندلی بدون دسته با ارتفاع حدود ۴۴/۵ سانتی‌متر و عمق ۳۸ سانتی‌متر انجام شد. صندلی به دیوار تکیه داده‌شده بود تا خطر افتادن کاهش یابد. شرکت‌کنندگان موظف بودند بدون استفاده از دست‌ها، کاملاً بایستند و دوباره بنشینند. در صورت نیاز، امکان استراحت داده می‌شد. آزمون به مدت ۳۰ ثانیه ادامه داشت و تعداد دفعات کامل ایستادن و نشستن در این بازه به‌عنوان نمره آزمون به ثابته ثبت شد (Moradi et al., 2023).

تعادل

برای ارزیابی برای ارزیابی تعادل عملکردی از آزمون برخاستن و رفتن (TUG)^۵ استفاده گردید. در این آزمون، فرد از یک صندلی استاندارد بلند می‌شود، ۳ متر راه می‌رود، دور می‌زند، و دوباره روی صندلی می‌نشیند. زمان انجام این فعالیت با کرونومتر اندازه‌گیری می‌شود. زمان کمتر نشان‌دهنده تعادل عملکردی (تحرك پذیری) بهتر است (Moradi et al., 2023).

در آزمون Up-and-Go، زمان موردنیاز برای برخاستن از صندلی استاندارد با ارتفاع نشیمن‌گاه ۴۵ سانتی‌متر، راه رفتن تا فاصله سه متری با حداکثر سرعت ایمن، بازگشت به صندلی و نشست مجدد ثبت گردید. شرکت‌کننده می‌توانست از وسایل کمک حرکتی معمول استفاده کند، اما هیچ کمکی فیزیکی دریافت نمی‌کرد. آزمونگر در نزدیکی شرکت‌کننده قرار داشت تا از سقوط احتمالی جلوگیری شود.

تحلیل آماری

¹ 6-Minute Walking Test

² Handgrip

³ Jamar

⁴ Sit-to-Stand

⁵ Time Up-and-Go

اطلاعات به دست آمده از تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بعد از مشخص گردیدن طبیعی بودن توزیع داده‌ها به وسیله آزمون شاپیروویلک، و برای داده‌های طبیعی از آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی داری آلفای کوچک‌تر یا مساوی ۰/۰۵ استفاده شد. در این تحلیل، مقادیر پیش‌آزمون هر شاخص به منظور حذف اثر اولیه تفاوت‌های بین گروه‌ها به عنوان کووریت وارد مدل شدند.

یافته‌ها

بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون شاپیروویلک، مقدار P بزرگ‌تر از سطح معنی داری ۰/۰۵ بود که نشان دهنده نرمال بودن توزیع داده‌ها است. بنابراین، برای تحلیل داده‌ها از روش‌های پارامتریک بهره گرفته شد. همچنین، نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه پیش از انجام تمرینات مداخله‌ای، تفاوت معناداری میان متغیرهای مورد بررسی نشان نداد ($p > 0.05$) که بیانگر یکنواختی نمونه‌ها در گروه‌های تصادفی بود. مشخصات فردی شرکت کنندگان و نتایج آزمون ANOVA مربوط به بررسی همگنی گروه‌ها در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول ۲

ویژگی‌های فردی زنان دارای چاقی سارکوپنیک پس از جراحی باریاتریک (انحراف معیار \pm میانگین)

متغیرها / گروه‌ها	HIIT-sleeve (n=20)	HIIT-bypass (n=20)	MICT-sleeve (n=20)	MICT-bypass (n=20)	معناداری
سن (سال)	۴۴/۹±۳۵/۱۸	۳۷/۱۰±۳۰/۶۴	۴۶/۹±۸۵/۳۶	۳۸/۱۰±۲۰/۴۷	۰/۰۵۱
قد ایستاده (متر)	۱/۰±۵۹/۰۵	۱/۰±۶۱/۰۷	۱/۰±۵۹/۰۷	۱/۰±۶۲/۰۶	۰/۶۵۱
وزن (کیلوگرم)	۱۰۸/۹±۲۱/۱۲	۱۱۰/۱۳±۵۵/۹۸	۱۱۳/۱۵±۹۶/۳۶	۱۱۶/۱۸±۴۰/۱۱	۰/۲۹۹

جدول ۳ متغیرهای مورد آزمون در ۴ گروه مداخله تمرینی را در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان می‌دهد که شامل شاخص‌های کیفیت زندگی (عملکرد جسمانی، نقش‌های جسمی و روانی، سرزندگی، سلامت روان، عملکرد اجتماعی، درد و سلامت عمومی) و ظرفیت عملکردی شامل (ترکیب بدنی، آمادگی هوازی، قدرت و تعادل عملکردی) است.

جدول ۳

آمار توصیفی مربوط به آزمون‌ها در چهار گروه تحقیق (انحراف معیار \pm میانگین)

گروه‌ها	HIIT-sleeve	HIIT-bypass	MICT-sleeve	MICT-bypass
عملکرد جسمانی (امتیاز)	پیش‌آزمون: ۵۷/۲۳±۷۲/۴۲	پیش‌آزمون: ۶۸/۲۶±۶۴/۰۴	پیش‌آزمون: ۶۹/۲۰±۷۷/۲۹	پیش‌آزمون: ۵۶/۲۱±۵۹/۷۵
	پس‌آزمون: ۵۷/۱۶±۵۲/۶۲	پس‌آزمون: ۸۳/۲۳±۱۸/۰۹	پس‌آزمون: ۸۵/۱۲±۶۸/۹۶	پس‌آزمون: ۵۷/۱۶±۷۴/۴۲
نقش جسمانی (امتیاز)	پیش‌آزمون: ۳۰±۳۰/۹۹	پیش‌آزمون: ۳۸/۳۴±۷۵/۸۶	پیش‌آزمون: ۳۸±۴۰/۳۸	پیش‌آزمون: ۲۸/۲۹±۷۵/۵۵
	پس‌آزمون: ۴۶/۲۹±۲۵/۵۵	پس‌آزمون: ۷۶/۲۶±۲۵/۲۵	پس‌آزمون: ۷۶/۲۰±۲۵/۶۴	پس‌آزمون: ۴۶/۲۹±۲۵/۵۵
نقش روانی (امتیاز)	پیش‌آزمون: ۳۸±۴۰/۳۹	پیش‌آزمون: ۳۹±۶۵/۷۰	پیش‌آزمون: ۴۱±۶۰/۳۲	پیش‌آزمون: ۴۱/۴۰±۶۷/۲۸
	پس‌آزمون: ۴۶/۳۴±۶۷/۸۸	پس‌آزمون: ۸۶/۲۵±۶۷/۱۳	پس‌آزمون: ۱۵±۹۰/۶۷	پس‌آزمون: ۴۶/۳۴±۶۷/۸۸
سرزندگی (امتیاز)	پیش‌آزمون: ۶۶/۱۰±۵۰/۵۲	پیش‌آزمون: ۷۰/۱۵±۷۵/۴۱	پیش‌آزمون: ۶۷/۱۵±۷۵/۱۷	پیش‌آزمون: ۶۵/۹±۵۰/۰۱
	پس‌آزمون: ۴۳/۱۷±۷۵/۰۱	پس‌آزمون: ۲۷±۷۶/۱۷	پس‌آزمون: ۷۴/۲۴±۲۵/۶۷	پس‌آزمون: ۴۳/۱۷±۲۵/۷۱
سلامت روان (امتیاز)	پیش‌آزمون: ۶۳/۷±۶۰/۰۹	پیش‌آزمون: ۶۷/۱۶±۴۰/۵۸	پیش‌آزمون: ۱۵±۶۷/۸۳	پیش‌آزمون: ۷±۶۳/۸۸
	پس‌آزمون: ۴۷/۱۲±۴۰/۸۶	پس‌آزمون: ۷۷/۲۶±۴۰/۲۶	پس‌آزمون: ۷۹/۱۹±۲۰/۴۹	پس‌آزمون: ۴۷/۱۲±۶۰/۸۴

عملکرد جسمانی (امتیاز)	پیش‌آزمون	۱۱±۶۰/۱۸	۷۱/۱۹±۲۵/۴۹	۷۱/۱۹±۲۵/۴۹	۷۱/۱۹±۲۵/۴۹	۵۸/۹±۷۵/۱۶
	پس‌آزمون	۶۶/۸±۳۸/۰۹	۸۸/۲۲±۱۳/۳۹	۸۸/۲۲±۱۳/۳۹	۸۸/۲۲±۱۳/۳۹	۶۶/۸±۳۸/۰۹
درد (امتیاز)	پیش‌آزمون	۶۰/۱۸±۱۳/۱۱	۶۸/۲۳±۶۳/۳۶	۶۸/۲۳±۶۳/۳۶	۶۸/۲۳±۶۳/۳۶	۶۰/۱۸±۱۳/۱۱
	پس‌آزمون	۲۵±۵۸/۳۱	۷۹/۲۶±۶۲/۶۹	۷۹/۲۶±۶۲/۶۹	۷۹/۲۶±۶۲/۶۹	۲۵±۵۸/۳۱
سلامت عمومی (امتیاز)	پیش‌آزمون	۶۴/۱۴±۷۵/۶۴	۶۳/۱۸±۵۰/۰۷	۶۳/۱۸±۵۰/۰۷	۶۳/۱۸±۵۰/۰۷	۶۳/۱۳±۷۵/۴۶
	پس‌آزمون	۶۹/۱۰±۸۵/۶۷	۷۷/۲۱±۰۲/۲۳	۷۷/۲۱±۰۲/۲۳	۷۷/۲۱±۰۲/۲۳	۶۹/۱۰±۸۵/۶۷
توده چربی (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۵۴/۶±۰۱/۶۶	۵۵/۹±۰۶/۰۱	۵۵/۹±۰۶/۰۱	۵۵/۹±۰۶/۰۱	۵۸/۱۰±۳۰/۱۳
	پس‌آزمون	۳۸/۴±۹۰/۸۲	۳۷/۵±۹۷/۷۴	۳۷/۵±۹۷/۷۴	۳۷/۵±۹۷/۷۴	۴۰/۶±۲۹
توده بدون چربی (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۵۴/۴±۲۴/۵۴	۵۵/۷±۵۰/۲۶	۵۵/۷±۵۰/۲۶	۵۵/۷±۵۰/۲۶	۵۸/۱۱±۱۰/۲۵
	پس‌آزمون	۵۲/۴±۴۵/۵۵	۵۳/۸±۲۶/۵۹	۵۳/۸±۲۶/۵۹	۵۳/۸±۲۶/۵۹	۵۶/۱۱±۴۸/۲۴
نمایه توده بدنی (kg/m ^۲)	پیش‌آزمون	۴۲/۳±۶۸/۳۰	۴۲/۳±۶۵/۷۷	۴۲/۳±۶۵/۷۷	۴۲/۳±۶۵/۷۷	۴۴/۷±۷۱/۱۴
	پس‌آزمون	۳۶/۲±۰۳/۳۶	۳۵/۲±۲۱/۳۷	۳۵/۲±۲۱/۳۷	۳۵/۲±۲۱/۳۷	۳۷/۴±۱۵/۴۷
آمادگی هوازی (متر)	پیش‌آزمون	۳۷۸/۲۵±۱۰/۱۳	۳۸۴/۱۸±۲۰/۱۵	۳۸۴/۱۸±۲۰/۱۵	۳۸۴/۱۸±۲۰/۱۵	۳۷۷/۱۶±۰۵/۲۲
	پس‌آزمون	۴۱۶/۲۷±۱۵/۹۰	۴۰۶/۲۶±۱۵/۲۹	۴۰۶/۲۶±۱۵/۲۹	۴۰۶/۲۶±۱۵/۲۹	۳۷۹/۱۸±۰۵/۹۲
قدرت فوقانی (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۱۷/۱±۰۲/۴۶	۱۶/۱±۹۸/۵۸	۱۶/۱±۹۸/۵۸	۱۶/۱±۹۸/۵۸	۱۶/۱±۵۴/۰۶
	پس‌آزمون	۱۷/۱±۹۷/۶۹	۱۷/۱±۹۶/۳۹	۱۷/۱±۹۶/۳۹	۱۷/۱±۹۶/۳۹	۱۷/۱±۲۹/۰۵
قدرت تحتانی (تکرار)	پیش‌آزمون	۳/۰±۱۰/۹۷	۲/۰±۶۰/۹۴	۲/۰±۶۰/۹۴	۲/۰±۶۰/۹۴	۲/۰±۹۰/۷۹
	پس‌آزمون	۵/۱±۵۰/۰۵	۵/۱±۰۵/۷۶	۵/۱±۰۵/۷۶	۵/۱±۰۵/۷۶	۴/۱±۱۰/۷۴
تعادل (ثانیه)	پیش‌آزمون	۸/۰±۷۰/۷۳	۸/۰±۶۵/۶۷	۸/۰±۶۵/۶۷	۸/۰±۶۵/۶۷	۸/۰±۳۵/۵۹
	پس‌آزمون	۹/۰±۴۰/۵۰	۱۰/۰±۰۵/۳۹	۱۰/۰±۰۵/۳۹	۱۰/۰±۰۵/۳۹	۸/۱±۹۰/۰۲

ظرفیت‌های عملکردی

برای هدایت صحیح فرضیات تحقیق، از تحلیل کوواریانس به منظور کنترل تأثیر پیش‌آزمون بهره گرفته شد. پیش‌فرض‌های لازم برای تحلیل کوواریانس شامل پایین بودن همبستگی (کمتر از ۰/۸)، نرمال بودن توزیع باقی‌مانده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها در گروه‌ها بود که تمامی این شرایط تأیید شدند. با تأیید این پیش‌شرط‌ها، روش تحلیل کوواریانس در آزمون فرضیات به کار گرفته شد.

شاخص‌های کیفیت زندگی

شاخص‌های کیفیت زندگی (عملکرد جسمانی، نقش‌های جسمی و روانی، سرزندگی، سلامت روان، عملکرد اجتماعی، درد) در چهار گروه آزمون اختلاف معنادار دارد ($F_{(۳, ۷۵)} = ۱/۶۹, p < ۰/۰۰۳, \eta^2 > ۰/۲۵$). ولی در شاخص کیفیت زندگی - سلامت عمومی در چهار گروه آزمون اختلاف معنادار وجود نداشت ($F_{(۳, ۷۵)} = ۲/۴۴, p = ۰/۰۷۱, \eta^2 = ۰/۰۹$). در تمام شاخص‌های کیفیت زندگی (عملکرد جسمانی، نقش‌های جسمی و روانی، سرزندگی، سلامت روان، عملکرد اجتماعی، درد)، گروه MICT-sleeve نسبت به گروه‌های HIIT-sleeve و MICT-bypass و HIIT-bypass نسبت به گروه‌های HIIT-sleeve و MICT-bypass نمرات مطلوب‌تری را گزارش کردند ($p < ۰/۰۵$).

نتایج ظرفیت عملکردی

ترکیب بدنی

نتایج آزمون کوواریانس نشان داد که توده چربی بدن در چهار گروه آزمون اختلاف معنادار دارد ($F_{(۳, ۷۵)} = ۴/۳۵, p = ۰/۰۰۷, \eta^2 = ۰/۱۵$) و با توجه به آزمون بونفرونی توده چربی بدن در MICT-sleeve نسبت به گروه‌های HIIT-bypass ($p = ۰/۰۰۶$) و

MICT- bypass و $(MD=3/75, S=1/10, p=0/048)$ بیشتر است. توده بدون چربی بدن در چهار گروه آزمون اختلاف معنادار ندارد $(F_{(3, 75)}=1/45, p=0/234, \eta=0/06)$. نمایه توده بدنی در چهار گروه آزمون اختلاف معنادار دارد $(p<0/001, \eta=0/36)$ و $(F_{(3, 75)}=13/99)$ و با توجه به آزمون بونفرونی نمایه توده بدنی در HIIT-bypass نسبت به گروه‌های HIIT-sleeve $(p=0/017)$ و MICT-sleeve و $(MD=-0/79, S=0/26, p<0/001)$ کاهش داشته است. نمایه توده بدنی در HIIT-sleeve نسبت به گروه MICT-sleeve $(MD=-0/86, S=0/26, p=0/009)$ کاهش داشته است. و در نهایت، نمایه توده بدنی در گروه MICT-bypass نسبت به گروه MICT-sleeve $(MD=-1/06, S=0/26, p=0/001)$ کاهش داشته است.

آمادگی هوازی

آمادگی هوازی در چهار گروه آزمون اختلاف معنادار دارد $(F_{(3, 75)}=10/92, p<0/001, \eta=0/30)$ و با توجه به آزمون بونفرونی آمادگی هوازی در MICT-bypass نسبت به گروه‌های HIIT-sleeve $(MD=-36/37, S=6/42, p<0/001)$ و MICT-sleeve $(MD=-21/69, S=6/43, p=0/007)$ و HIIT-bypass $(MD=-22/13, S=6/48, p=0/006)$ کمتر بود.

قدرت عضلانی

قدرت عضلانی اندام فوقانی در چهار گروه آزمون اختلاف معنادار ندارد $(F_{(3, 75)}=1/69, p=0/175, \eta=0/06)$. همچنین، قدرت عضلانی اندام تحتانی در چهار گروه آزمون اختلاف معنادار دارد $(F_{(3, 75)}=4/18, p=0/009, \eta=0/14)$. و قدرت عضلانی اندام تحتانی (تعداد برخاستن از روی صندلی) در گروه MICT-bypass نسبت به گروه‌های HIIT-sleeve $(MD=-1/28, S=0/43, p=0/022)$ و MICT-sleeve $(MD=-1/26, S=0/43, p=0/025)$ کمتر است.

تعادل عملکردی

تعادل عملکردی در چهار گروه آزمون اختلاف معنادار دارد $(F_{(3, 75)}=9/19, p<0/001, \eta=0/27)$. و با توجه به آزمون بونفرونی تعادل در گروه MICT-bypass نسبت به گروه‌های MICT-sleeve $(MD=-0/86, S=0/23, p=0/002)$ و HIIT-bypass $(p=0/002)$ و $(MD=-1/08, S=0/22)$ بهبود داشته است. و تعادل در HIIT-sleeve نسبت به گروه HIIT-bypass $(p=0/022)$ و $(MD=-0/66, S=0/22)$ بهبود داشته است.

بحث و نتیجه‌گیری

جراحی باریاتریک یکی از روش‌های مؤثر برای کاهش وزن چشمگیر در افراد دارای چاقی است، اما ممکن است به کاهش توده عضلانی و در نتیجه افزایش خطر چاقی سارکوپنیک منجر شود. زنان مبتلا به چاقی سارکوپنیک معمولاً با کاهش ظرفیت عملکردی و افت کیفیت زندگی مواجه هستند. مطالعه حاضر باهدف مقایسه تأثیر تمرینات تناوبی پر شدت، تداومی به همراه قدرتی بر بهبود این شاخص‌های سلامت پس از جراحی باریاتریک انجام شده است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که شاخص‌های کیفیت زندگی از جمله عملکرد جسمانی، نقش‌های جسمی و روانی، سرزندگی، سلامت روان، عملکرد اجتماعی و میزان درد در دو گروه تمرینی MICT در افراد با جراحی اسلیو (MICT-Sleeve) و HIIT در افراد با جراحی بای‌پس (HIIT-Bypass) به شکل مطلوب‌تری بهبود یافته‌اند (بیش از ۱۵ امتیاز در پرسشنامه SF36). و شاخص سلامت عمومی هرچند معنادار نبود اما حدود ۷ امتیاز بهبودی را در این دو روش تمرینی برای دو نوع جراحی چاقی نشان داد. به نظر می‌رسد تمرینات تداومی با شدت متوسط برای بیمارانی که جراحی اسلیو انجام داده‌اند، احتمالاً به دلیل سازگاری بهتر بدن با فعالیت‌های پیوسته و کمتر فشرده مناسب

است، و این تمرینات منجر به بهبود تدریجی و مؤثرتر در ابعاد مختلف کیفیت زندگی شده است. در مقابل، تمرینات تناوبی پر شدت برای افرادی که جراحی بای پس انجام داده‌اند، مؤثرتر بوده است، احتمالاً به دلیل افزایش سریع‌تر ظرفیت هوازی، بهبود عملکرد متابولیک، و کاهش سریع‌تر توده چربی. تمرینات تناوبی پر شدت ممکن است در این گروه به واسطه نیاز بالاتر به تحریک متابولیک پس از بای پس معده، اثرگذاری بیشتری بر بهبود شاخص‌های روانی و جسمانی کیفیت زندگی داشته باشد. به همین دلیل، به نظر می‌رسد پس از جراحی اسلیو، حجم معده کاهش می‌یابد ولی مسیر گوارشی تغییر چندانی نمی‌کند. در نتیجه، بدن در دوره پس از جراحی هنوز در فاز سازگاری و بازسازی است (Shang-Guan et al., 2024). تمرینات HIIT به دلیل شدت بالا، ممکن است باعث خستگی، فشار بیش‌ازحد، یا ریسک آسیب عضلانی شوند، که این موارد می‌توانند تأثیر منفی بر ادراک روانی و جسمانی کیفیت زندگی داشته باشند (Fiorillo et al., 2020). و همچنین HIIT نیازمند ذخایر انرژی و عملکرد عضلانی بالا است. افراد در فاز بهبودی پس از اسلیو ممکن است به دلیل ضعف عمومی و کاهش توده عضلانی، نتوانند از مزایای کامل HIIT بهره‌مند شوند، و حتی احساس نارضایتی یا خستگی مزمّن داشته باشند (Picó-Sirvent et al., 2019). تحقیقات نشان داده است که بای پس معده علاوه بر کاهش حجم، مسیر جذب را نیز تغییر می‌دهد، و معمولاً با کاهش شدیدتر وزن و کاهش توده عضلانی و چربی همراه است (Karlsen et al., 2013).

در مقابل، تمرینات MICT ممکن است شدت کافی برای تحریک هوازی و متابولیک در این افراد نداشته باشد و به همین دلیل، منجر به بهبود معنی‌دار در کیفیت زندگی نشود (Stolberg et al., 2018). پس از عمل بای پس، جذب مواد مغذی (مانند آهن، B12، پروتئین‌ها) کاهش می‌یابد. این وضعیت می‌تواند باعث خستگی، ضعف، و افسردگی شود (King et al., 2022) که با تمرینات کم‌فشار MICT قابل جبران نیست، در نتیجه بهبود شاخص‌های کیفیت زندگی محدود می‌ماند.

برای بررسی دقیق‌تر باید بدانیم که کیفیت زندگی یک مفهوم چندعاملی است و جنبه‌های متعددی مانند عملکرد جسمی و روانی را شامل می‌شود که به‌طور کلی در افراد چاق پس از جراحی بهبود می‌یابد (Fontana et al., 2019). یک مطالعه پیشین نشان داد که کیفیت زندگی پس از یک برنامه مداخله‌ای شامل مشاوره و افزایش سطح فعالیت بدنی پیش از جراحی، زمانی که با پرسش‌نامه SF-36 ارزیابی شد، به‌طور معناداری افزایش یافت (Bond et al., 2015). محققان نشان دادند که فعالیت بدنی با شدت متوسط تا شدید پس از جراحی باریاتریک باعث کاهش وزن، بهبود کیفیت زندگی و سطح فعالیت‌های روزمره می‌شود، اما تأثیر مستقیمی بر تنگی نفس در افراد مبتلا به چاقی مرضی ندارد (Fontana et al., 2019). تحقیقات اخیر بیان کرده‌اند که از نظر روانی، انگ اجتماعی منفی نسبت به چاقی ممکن است ناشی از ظاهر نامطلوب بدن و برداشت‌هایی باشد که دیگران از نقص‌های شخصیتی مرتبط با این ظاهر دارند. در این زمینه، زمانی که بیماران شروع به تجربه کاهش وزن شدید می‌کنند، انتظار می‌رود که ادراک آن‌ها از بدن خودشان و همچنین ادراک دیگران از آن‌ها بهبود یابد. این کاهش در انگ اجتماعی، چه از درون و چه از بیرون، ممکن است منجر به بهبود عزت‌نفس و افزایش احساسات مثبت در بیماران دارای چاقی شود که کاهش وزن شدیدی را تجربه کرده‌اند و در نهایت منجر به بهبود شاخص‌های جسمانی و روانی کیفیت زندگی شود (Karlsen et al., 2013; King et al., 2018; Stolberg et al., 2022). اما باید در نظر داشت که بر اساس نوع عمل، مداخلات و برنامه‌هایی با شدت متفاوت بر اساس نتایج این تحقیق مناسب‌تر بود است. تمرینات تداومی با شدت متوسط برای بیماران که جراحی اسلیو و تمرینات تناوبی با شدت زیاد در افراد با جراحی بای پس مطلوب‌تر گزارش شد که به‌طور خلاصه احتمالاً به دلیل تحمل‌پذیری بالاتر، سازگاری تدریجی سیستم قلبی-تنفسی، و فشار متابولیکی کمتر بر معده با حجم کاهش‌یافته به کمک MICT برای بیماران جراحی اسلیو است (Fiorillo et al., 2020; Shang-Guan et al., 2024). و در مقابل، HIIT در بیماران بای پس مؤثرتر بوده، زیرا این روش با تحریک شدید متابولیسم، بهبود سریع‌تر ظرفیت هوازی،

و کاهش توده چربی، نیازهای فیزیولوژیکی پس از بای‌پس را بهتر پاسخ می‌دهد. تفاوت در مسیرهای جذب مواد مغذی و نیاز به تحریک متابولیکی بیشتر پس از بای‌پس نیز از عوامل مؤثر در این تفاوت هستند (King et al., 2022; Stolberg et al., 2018).

نتایج حاضر نشان‌دهنده تفاوت‌های معنادار در شاخص‌های ظرفیت عملکردی و ترکیب بدنی بین گروه‌های مختلف تمرینی و نوع جراحی باریاتریک است. کاهش قابل توجه توده چربی بدن در گروه‌های HIIT-bypass و MICT-bypass نسبت به گروه MICT-sleeve بیانگر تأثیر بیشتر جراحی بای‌پس و تمرینات با شدت بالا و متوسط بر کاهش چربی است، درحالی‌که توده بدون چربی بدن تفاوت معناداری نداشت که می‌تواند نشان‌دهنده حفظ نسبی جرم عضلانی باشد. نمایه توده بدنی نیز به‌طور معناداری در گروه‌های HIIT-bypass و HIIT-sleeve نسبت به MICT-sleeve کاهش یافته که اهمیت تمرینات با شدت بالا و تأثیر جراحی بای‌پس را در بهبود ترکیب بدنی تأیید می‌کند. در تحقیق کینگ و همکاران (۲۰۲۰) نشان داده شد که پس از جراحی بای‌پس، سطح و شدت فعالیت بدنی به‌طور مستقل با نتایج وزنی جراحی چاقی در طول ۷ سال پیگیری ارتباط دارد (King et al., 2022). کاهش بیشتر چربی بدن در گروه‌های جراحی بای‌پس (در مقایسه با اسلیو) را می‌توان به مکانیسم‌های متابولیکی متفاوت این دو جراحی نسبت داد. جراحی بای‌پس منجر به تغییرات بیشتری در هورمون‌های گوارشی و کاهش جذب کالری می‌شود. همچنین، HIIT به دلیل شدت بالای تمرین، مصرف اکسیژن پس از تمرین (EPOC)^۱ بالاتری داشته و موجب اکسیداسیون بیشتر چربی می‌شود (King et al., 2022; Stolberg et al., 2018).

نتایج دیگر تحقیق نشان داد که آمادگی هوازی در گروه MICT-bypass کمتر از سایر گروه‌ها بود که ممکن است به علت تفاوت در توانایی‌های بازتوانی پس از جراحی یا شدت تمرینات باشد (Stolberg et al., 2018). در سال ۲۰۲۵، نشان داده شد که تمرینات مقاومتی HIIT به‌طور معناداری عملکرد جسمانی زنان سالمند مبتلا به اختلالات کاردیومتابولیک را بهبود می‌بخشد و موجب بهبود پارامترهای ترکیب بدنی و عملکرد هوازی در آزمون پیاده‌روی ۶ دقیقه‌ای طی دوره هشت‌هفته‌ای می‌شود (Cano-Montoya et al., 2025). قدرت عضلانی اندام تحتانی در گروه‌های جراحی اسلیو و تمرینات HIIT و MICT بیشتر بود. جراحی اسلیو برخلاف بای‌پس، شامل برداشتن بخشی از معده بدون تغییر مسیر روده است. این مسأله موجب جذب طبیعی‌تر مواد مغذی از جمله پروتئین‌ها، ویتامین D، کلسیم و سایر ریزمغذی‌های ضروری برای حفظ و تقویت عضله می‌شود. این جذب بهتر، منجر به حفظ توده و عملکرد عضلات اسکلتی به‌ویژه در اندام تحتانی می‌گردد. در حالی که در جراحی بای‌پس، سوءجذب شایع‌تر است و ممکن است باعث کاهش قدرت عضلانی در درازمدت شود (Fiorillo et al., 2020; Shang-Guan et al., 2024). در مطالعه‌ای، افزایش قدرت گرفتن با دست را در افراد سالمند مبتلا به سارکوپنی پس از پروتکل‌های کمتر از ۱۲ هفته HIIT گزارش کردند، به‌طوری‌که اثر قابل توجه‌تری با پروتکل‌های طولانی‌تر مشاهده شد. به‌طور مشابه، در تحقیق مروری دیگر نشان دادند که پروتکل‌های HIIT که بیش از ده هفته طول می‌کشند، به‌طور قابل توجهی آمادگی هوازی را نسبت به دوره‌های کوتاه‌تر بهبود می‌بخشند (Cano-Montoya et al., 2025). علاوه بر این، او-دانو-هوو در تحقیقی مروری نشان دادند که ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی، به‌ویژه زمانی که با شدت متوسط تا بالا انجام شوند، بیشترین تأثیر را در کاهش درصد چربی بدن، افزایش توده عضلانی و بهبود ظرفیت هوازی را دارد (O'Donoghue et al., 2021). هر دو نوع تمرین باعث افزایش فعال‌سازی نوروموسکولار و هایپرتروفی عضله در اندام تحتانی می‌شوند که به افزایش قدرت عضلانی منجر می‌گردد (Shang-Guan et al., 2024). به دلیل عدم وجود سوء جذب شدید در جراحی اسلیو، این بیماران ممکن است بهتر بتوانند در تمرینات شرکت کنند و دوره‌های تمرینی را با شدت مناسب ادامه دهند. این فاکتور به خودی خود می‌تواند باعث بهبود بیشتر قدرت عضلانی شود، چرا که استمرار و تطابق تمرینی بیشتر می‌شود (Bullo et al., 2024; Fiorillo et al., 2020).

¹ Excess Post-exercise Oxygen Consumption

تعداد عملکردی نیز تفاوت‌های معنی‌داری داشتند، به طوری که تمرینات MICT-bypass باعث بهبود تعادل عملکردی اما کاهش قدرت اندام تحتانی نسبت به سایر گروه‌ها شده است؛ به طور خاص، تعادل عملکردی در گروه MICT-bypass به طور معناداری بهتر از گروه‌های MICT-sleeve و HIIT-bypass گزارش شده است. این موضوع ممکن است به دلیل تأثیر هم‌افزایی بین جراحی بای‌پس و تمرینات هوازی با شدت متوسط باشد؛ چرا که تمرینات تداومی با شدت متوسط می‌توانند از طریق بهبود حس عمقی، کنترل پاسچر و تقویت عضلات عمقی تنه، باعث ارتقاء تعادل شوند (Cano-Montoya et al., 2025). در عین حال، عملکرد بهتر تعادلی در گروه HIIT-sleeve نسبت به HIIT-bypass نیز قابل توجه است. این اختلاف می‌تواند ناشی از فشار بالاتر جراحی بای‌پس بر سیستم عصبی-عضلانی و زمان طولانی‌تر ریکاوری در این گروه باشد، که در ترکیب با تمرینات شدیدتر HIIT ممکن است سبب خستگی مفرط یا کاهش تمرکز بر مهارت‌های تعادلی شده باشد (King et al., 2022). به طور کلی، این یافته‌ها نشان می‌دهند که تمرینات با شدت متوسط در کنار جراحی بای‌پس می‌توانند گزینه‌ای بهینه برای بهبود تعادل عملکردی در افراد مبتلا به چاقی مفرط باشند، زیرا ضمن فراهم آوردن مزایای متابولیکی و کاهش وزن، از افزایش فشار ناگهانی بر سیستم تعادل نیز جلوگیری می‌کنند (Picó-Sirvent et al., 2019). محققان در یک مرور نظام‌مند و فرا تحلیل در سال ۲۰۲۳ بیان کردند که اجرای برنامه‌های تمرینی با شدت بالا و مدت‌زمان کوتاه پیش از جراحی‌های بزرگ، می‌تواند به عنوان یک مداخله مؤثر در بهبود وضعیت قلبی-تنفسی و کاهش ریسک عوارض پس از عمل در نظر گرفته شود. تمرینات HIIT احتمالاً باعث افزایش کارایی قلب و ریه‌ها، رشد عضلات، بهبود تعادل و هماهنگی عصبی-عضلانی، و کاهش التهاب می‌شود. این تغییرات فیزیولوژیک به بدن کمک می‌کند بهتر اکسیژن مصرف کند، قوی‌تر و متعادل‌تر باشد و سریع‌تر بعد از جراحی بهبود یابد. این رویکرد می‌تواند نقش مهمی در آماده‌سازی بیماران برای تحمل استرس جراحی و بهبود کیفیت زندگی پس از عمل داشته باشد (Clifford et al., 2023).

از دیدگاه فیزیولوژیکی، بهبود شاخص‌های کیفیت زندگی و عملکرد در گروه‌های تمرینی را می‌توان ناشی از سازگاری‌های متابولیکی و هورمونی پس از تمرین دانست. تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) موجب افزایش قابل توجه در مصرف اکسیژن بیش از حد پس از تمرین (EPOC)، تحریک مسیرهای اکسیداسیون چربی، و افزایش بیان ژن‌های مرتبط با بیوژنز میتوکندری از طریق فعال‌سازی مسیر AMPK- $PGC-1\alpha$ می‌شوند. این فرایند باعث افزایش ظرفیت هوازی، بهبود کارایی متابولیسم گلوکز و چربی و در نهایت ارتقاء عملکرد جسمانی و کاهش خستگی در بیماران بای‌پس شده است. از سوی دیگر، تمرینات تداومی با شدت متوسط (MICT) با افزایش تدریجی فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو، بهبود جریان خون عضلانی و ارتقای برداشت اکسیژن محیطی، به سازگاری همودینامیک و کاهش استرس اکسیداتیو کمک می‌کنند. در بیماران اسلیو، این نوع سازگاری ملایم موجب افزایش تحمل تمرین، حفظ پروتئین عضلانی و بهبود حس رفاه عمومی شده است. همچنین، هر دو نوع تمرین موجب افزایش ترشح آدیپونکتین و کاهش التهاب سیستمیک (TNF- α , CRP) می‌شوند که نقش کلیدی در بهبود وضعیت روانی و سلامت متابولیک دارند (Bullo et al., 2024; Fiorillo et al., 2020; Shang-Guan et al., 2024). در بیماران بای‌پس، پاسخ تمرینی شدیدتر باعث افزایش حساسیت به انسولین و تسریع بازسازی متابولیسم پایه می‌شود، در حالی که در بیماران اسلیو، پاسخ ملایم‌تر تمرین به حفظ تعادل انرژی و کاهش تخریب عضلانی کمک می‌کند. بنابراین، تفاوت در سازگاری‌های متابولیکی ناشی از شدت تمرین و نوع جراحی می‌تواند علت اصلی تفاوت‌های مشاهده‌شده در کیفیت زندگی، عملکرد و ترکیب بدنی بین گروه‌ها باشد.

این یافته‌ها نشان می‌دهد که انتخاب نوع تمرین و جراحی می‌تواند به طور متفاوتی بر جنبه‌های مختلف عملکرد حرکتی و ترکیب بدنی تأثیر بگذارد و نیازمند برنامه‌ریزی دقیق برای بهینه‌سازی نتایج بیماران است.

این تحقیق دارای محدودیت‌هایی نیز بود، در بسیاری از مطالعات مداخله‌ای، به ویژه در جمعیت‌های خاص مانند زنان دارای چاقی سارکوپنیک پس از جراحی باریاتریک، جذب داوطلبین کافی دشوار است. بنابراین ممکن است تعداد نمونه‌ها برای تعمیم نتایج به کل جامعه

کافی نباشد، به خصوص در تحلیل‌های زیرگروهی که در این تحقیق وجود داشت (مثلاً مقایسه بین نوع جراحی یا شدت تمرین). شرکت‌کنندگان آن تحقیق تحت جراحی‌های مختلفی (مثلاً بای‌پس و اسلیو) قرار گرفته بودند، تفاوت‌های فیزیولوژیکی ناشی از نوع جراحی می‌تواند متغیر مداخله‌گر محسوب شود و تفسیر دقیق اثر تمرین را دشوار کند. پس از جراحی باریاتریک، رژیم غذایی و مکمل‌های تجویز شده تأثیر چشمگیری بر ظرفیت عملکردی و توده عضلانی دارند. عدم کنترل دقیق این متغیرها، ممکن است تا حدی بر اعتبار درونی پژوهش اثر منفی گذاشته باشد. در نهایت، بهبود در کیفیت زندگی می‌تواند تحت تأثیر هیجان‌ناشی از مشارکت در برنامه تمرینی یا حمایت اجتماعی قرار گیرد. لذا ممکن است بخشی از بهبودهای گزارش شده به دلیل اثر مداخله غیرمستقیم روانی باشد و نه خود تمرین. تحقیقات آینده می‌توانند با بررسی تمرینات طولانی‌تر یا با شدت متفاوت، استفاده از روش‌های دقیق‌تر اندازه‌گیری توده عضلانی، مطالعه روی گروه‌های جنسی و سنی دیگر، و ارزیابی اثرات بلندمدت پس از جراحی، محدودیت‌های فعلی را برطرف کنند و زمینه‌های جدیدی ارائه دهند.

نتیجه‌گیری کلی

تمرینات ورزشی پس از جراحی باریاتریک به‌طور معناداری موجب بهبود شاخص‌های کیفیت زندگی، ترکیب بدنی، آمادگی هوازی، قدرت اندام تحتانی و تعادل عملکردی در زنان مبتلا به چاقی سارکوپنیک شدند. با این حال، الگوی پاسخ به تمرین بسته به نوع جراحی و شدت فعالیت متفاوت بود. تمرینات MICT در بیماران با جراحی اسلیو بیشترین بهبود را در مؤلفه‌های کیفیت زندگی از جمله عملکرد جسمانی، سلامت روان و سرزندگی نشان دادند، که احتمالاً به دلیل سازگاری تدریجی فیزیولوژیکی و تحمل‌پذیری بالاتر این نوع تمرین است. در مقابل، تمرینات HIIT در بیماران بای‌پس بیشترین کاهش را در نمایه توده بدنی و توده چربی ایجاد کردند که بیانگر تأثیر بیشتر این نوع تمرین بر تحریک متابولیسمی و افزایش مصرف انرژی است. همچنین، تمرینات MICT در بیماران بای‌پس احتمالاً به دلیل تقویت کنترل پاسچر و فعال‌سازی عضلات مرکزی بدن موجب بهبود معنادار تعادل عملکردی شدند.

به‌صورت کاربردی، این نتایج پیشنهاد می‌کنند که در بیماران دارای محدودیت تحمل تمرین یا وضعیت تغذیه‌ای حساس پس از جراحی، استفاده از تمرینات MICT می‌تواند گزینه‌ای ایمن و مؤثر برای بهبود کیفیت زندگی و تعادل باشد. در مقابل، در افرادی که از نظر تغذیه‌ای تثبیت شده‌اند و هدف اصلی آنان کاهش بیشتر توده چربی است، تمرینات HIIT می‌تواند مفیدتر واقع شود. بنابراین، توصیه می‌شود متخصصان ورزشی و تیم‌های توان‌بخشی پس از جراحی باریاتریک، نوع تمرین را بر اساس نوع جراحی (اسلیو یا بای‌پس)، وضعیت تغذیه‌ای، ظرفیت عملکردی و اهداف بیمار (کاهش وزن یا بهبود کیفیت زندگی) به‌صورت فردمحور انتخاب و طراحی کنند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

محققان بر خود لازم می‌دانند از تمامی افرادی که با پژوهشگران همکاری صمیمانه‌ای داشتند، تشکر نمایند.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازن اخلاقی

این پژوهش با رعایت تمامی اصول اخلاق در پژوهش‌های انسانی انجام شده است. طرح تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تهران به شماره (IR.TUMS.THC.REC.1401.052) تصویب شده و رضایت‌نامه آگاهانه از تمامی شرکت‌کنندگان اخذ گردید. به شرکت‌کنندگان در مورد هدف مطالعه، ارزیابی‌ها و خطرات احتمالی آن اطلاع داده شد.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی راییت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Amini, M., & Mirmoezzi, M. (2017). Effect of 8-week of selected aerobic exercises on improving the quality of life in healthy aged inactive men. *International Journal of Sport Studies for Health*, 1(1), 1-6. <https://doi.org/10.5812/intjssh.67514>
- Andrade Fernandes, A. d., Natali, A. J., Vieira, B. C., Valle, M. A. A. N. d., Gomes Moreira, D., Massy-Westropp, N., & Bouzas Marins, J. C. (2014). The relationship between hand grip strength and anthropometric parameters in men. *Archivos de Medicina del Deporte*, 161(31 (3)), 160-164.
- Bond, D. S., Thomas, J. G., King, W. C., Vithiananthan, S., Trautvetter, J., Unick, J. L., Ryder, B. A., Pohl, D., Roye, G. D., & Sax, H. C. (2015). Exercise improves quality of life in bariatric surgery candidates: Results from the B ari-A ctive trial. *Obesity*, 23(3), 536-542. <https://doi.org/10.1002/oby.20988>
- Bullo, V., Pavan, D., Gobbo, S., Bortoletto, A., Cugusi, L., Di Blasio, A., Pippi, R., Cruz-Diaz, D., Bocalini, D. S., & Gasperetti, A. (2024). From surgery to functional capacity: muscle strength modifications in women post sleeve gastrectomy. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1), 118. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00910-9>
- Cano-Montoya, J., Rojas Vargas, M., Báez Vargas, S., Núñez Vergara, C., Martínez Huenchullán, S., Gallegos, F., Álvarez, C., & Izquierdo, M. (2025). Impact of resistance and high-intensity interval training on body composition, physical function, and temporal dynamics of adaptation in older women with impaired cardiometabolic health: a randomized clinical trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 78. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01119-0>
- Cardoso, P., Santos, T. V., Ramon-Krauel, M., Pais, S., & De Sousa-Coelho, A. L. (2025). Impact of Bariatric and Metabolic Surgery on Sarcopenia-Related Parameters According to the EWGSOP2 Consensus Criteria in Persons Living with Obesity. *Obesity Surgery*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11695-025-07816-6>
- Clifford, K., Woodfield, J. C., Tait, W., Campbell, H. A., & Baldi, J. C. (2023). Association of preoperative high-intensity interval training with cardiorespiratory fitness and postoperative outcomes among adults undergoing major surgery: a systematic review and meta-analysis. *JAMA network open*, 6(6), e2320527-e2320527. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.20527>
- Enriquez-Schmidt, J., Molina, C. M., Rosales, M. K., Muñoz, M., Ruiz-Urbe, M., Leal, F. F., Uarac, M. M., Ibaceta, C. C., Fazakerley, D. J., & Larance, M. (2024). Moderate-intensity constant or high-intensity interval training? Metabolic effects on candidates to undergo bariatric surgery. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 34(7), 1681-1691. <https://doi.org/10.1111/obr.13790>
- Fiorillo, C., Quero, G., Vix, M., Guerriero, L., Pizzicannella, M., Lapergola, A., D'Urso, A., Swanstrom, L., Mutter, D., & Dallemagne, B. (2020). 6-month gastrointestinal quality of life (QoL) results after endoscopic sleeve gastropasty and laparoscopic sleeve gastrectomy: a propensity score analysis. *Obesity Surgery*, 30, 1944-1951. <https://doi.org/10.1007/s11695-020-04419-1>
- Fontana, A. D., Lopes, A. D., & Lunardi, A. C. (2019). Bariatric surgery associated with practice of moderate to intense physical activity related to weight loss, activity level in daily life, dyspnea, and quality of life of sedentary individuals

- with morbid obesity: a prospective longitudinal study. *Obesity Surgery*, 29, 2442-2448. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-03859-8>
- Griffiths, M., Edwards, J., McNamara, J., Galbraith, A., Bruce-Low, S., & O'Driscoll, J. (2024). The effects of high intensity interval training on quality of life: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Public Health*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s10389-024-02192-4>
- Ibacache-Saavedra, P., Martínez-Rosales, E., Jerez-Mayorga, D., Miranda-Fuentes, C., Artero, E. G., & Cano-Cappellacci, M. (2024). Effects of bariatric surgery on muscle strength and quality: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 25(9), e13790. <https://doi.org/10.1111/obr.13790>
- Irاندوست, K., Taheri, M., Mirmoezzi, M., H'mida, C., Chtourou, H., Trabelsi, K., Ammar, A., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtel, B. (2019). The effect of aquatic exercise on postural mobility of healthy older adults with endomorphic somatotype. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22), 4387. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph16224387>
- Karlsen, T. I., Lund, R. S., Røislien, J., Tonstad, S., Natvig, G. K., Sandbu, R., & Hjelmæsæth, J. (2013). Health related quality of life after gastric bypass or intensive lifestyle intervention: a controlled clinical study. *Health and quality of life outcomes*, 11, 1-10. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-11-17>
- Kim, J. H., Choi, S. H., Lim, S., Kim, K. W., Lim, J. Y., Cho, N. H., Park, K. S., & Jang, H. C. (2014). Assessment of appendicular skeletal muscle mass by bioimpedance in older community-dwelling Korean adults. *Archives of gerontology and geriatrics*, 58(3), 303-307. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2013.11.004>
- King, W. C., Hinerman, A. S., White, G. E., Courcoulas, A. P., Saad, M. A. B., & Belle, S. H. (2022). Associations between physical activity and changes in weight across 7 years after Roux-en-Y gastric bypass surgery: a multicenter prospective cohort study. *Annals of surgery*, 275(4), 718-726. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000004456>
- Mendes, C., Carvalho, M., Bravo, J., Martins, S., & Raimundo, A. (2024). Exercise Interventions for the Prevention of Sarcopenia After Bariatric Surgery: A Systematic Review. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 1-19. <https://doi.org/10.1007/s42978-024-00311-x>
- Mendes, C., Carvalho, M., Bravo, J., Martins, S., & Raimundo, A. (2025). The impact of bariatric surgery and exercise on systemic immune inflammation index in patients with sarcopenia obesity. *Scientific Reports*, 15(1), 5188. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-89806-3>
- Mirmoezzi, M., Namazizadeh, M., Sadeghi, H., & Mohammadi, F. (2020). Effect of Walking Speed and Cognitive Load on Gait Stability in the Elderly. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 9(1), 156-163. <https://doi.org/10.22037/jrm.2019.111801.2103>
- Moradi, M., Eskandari, Z., Mirmoezzi, M., & Lashgari, M. (2023). Effect of TRX Suspension Training on Balance, Mobility, Lower Limb Muscle Strength, and Fear of Falling in Older Men. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 12(5), 868-879. <https://doi.org/10.32598/SJRM.12.5.4>
- O'Donoghue, G., Blake, C., Cunningham, C., Lennon, O., & Perrotta, C. (2021). What exercise prescription is optimal to improve body composition and cardiorespiratory fitness in adults living with obesity? A network meta-analysis. *Obesity Reviews*, 22(2), e13137. <https://doi.org/10.1111/obr.13137>
- Picó-Sirvent, I., Aracil-Marco, A., Pastor, D., & Moya-Ramón, M. (2019). Effects of a combined high-intensity interval training and resistance training program in patients awaiting bariatric surgery: a pilot study. *Sports*, 7(3), 72. <https://doi.org/10.3390/sports7030072>
- Santos, C., Carvalho, M., Oliveira, L., Palmeira, A., Rodrigues, L. M., & Gregório, J. (2022). The long-term association between physical activity and weight regain, metabolic risk factors, quality of life and sleep after bariatric surgery. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), 8328. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148328>
- Shang-Guan, Z.-X., Lin, G.-T., Liu, Z.-Y., Zhong, Q., Huang, Q., Li, P., Xie, J.-W., Wang, J.-B., Lu, J., & Chen, Q.-Y. (2024). Effect of sarcopenic obesity on weight loss outcomes and quality of life after laparoscopic sleeve gastrectomy: a retrospective cohort study. *Obesity Surgery*, 34(5), 1479-1490. <https://doi.org/10.1007/s11695-024-07146-z>
- Stolberg, C. R., Mundbjerg, L. H., Bladbjerg, E.-M., Funch-Jensen, P., Gram, B., & Juhl, C. B. (2018). Physical training following gastric bypass: effects on physical activity and quality of life—a randomized controlled trial. *Quality of Life Research*, 27, 3113-3122. <https://doi.org/10.1007/s11136-018-1938-9>
- Strain, T., Flaxman, S., Guthold, R., Semenov, E., Cowan, M., Riley, L. M., Bull, F. C., & Stevens, G. A. (2024). National, regional, and global trends in insufficient physical activity among adults from 2000 to 2022: a pooled analysis of 507 population-based surveys with 5· 7 million participants. *The Lancet Global Health*, 12(8), e1232-e1243. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(24\)00150-5](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(24)00150-5)