پژوهش های کاربردی در تغذیه ورزشی و علم تمرین

The effect of eight weeks of CX and vitamin D exercises on anthropometric indices and estrogen and progesterone hormones in women with PCO polycystic ovary syndrome

Matin Taheri[1] ✉, **Zahra Mosayebi** [1] ✉

1. Assistant Professor, Department of Physical Education, Islamic Azad University, Aligudarz Branch, Aligudarz, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 23 June 2025
Received in revised form 01 August 2025
Accepted ۱۱ Sep 2025
Available online 23 Sep 2025

Keywords:
Resistance training, Chicory extract, Inflammatory markers, Liver enzymes, Non-alcoholic fatty liver disease.

ABSTRACT

Objective: This systematic review aimed to evaluate the combined effects of resistance training and anabolic steroids on body composition and muscle function in men and women diagnosed with sarcopenia.

Methods: A comprehensive systematic search of databases was conducted up to 2025, identifying 18 eligible studies (14 randomized controlled trials and 4 controlled studies) with a total of 1247 participants. The methodological quality of the included studies was assessed using the ROB 2.0 and ROBINS-I tools. Data were synthesized using meta-analysis methods where applicable, with Standardized Mean Difference (SMD) calculated for key outcomes.

Results: The combined intervention demonstrated significantly greater improvements in lean body mass (SMD: 0.82), skeletal muscle mass (SMD: 0.74), and reduction in fat mass (SMD: -0.45) compared to resistance training alone. Meaningful enhancements were also observed in muscle strength (SMD: 0.56-0.61) and physical performance (SPPB: SMD: 0.52). Men showed superior responses compared to women, and oxandrolone was identified as the most effective anabolic steroid. Adverse effects were generally mild, with elevated liver enzymes being the most frequently reported (12.3%).

Conclusion: The combination of resistance training with anabolic steroids appears to be an effective therapeutic strategy for improving body composition and muscle function in patients with sarcopenia, though careful monitoring for potential adverse effects remains essential.

Cite this article: Taheri, M; Mosayebi, Z. The effect of eight weeks of CX and vitamin D exercises on anthropometric indices and estrogen and progesterone hormones in women with PCO, polycystic ovary syndrome. *Applied Research in Sports Nutrition and Exercise Science*, 2025:2(3):74-86. 10.22091/arsnes.2024.11878.1052

© The Author(s).

Publisher: University of Qom.
DOI: 10.22091/arsnes.2024.11878.1052

Extended Abstract

Introduction

Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) stands as one of the most prevalent chronic hepatic disorders globally, exhibiting a steadily increasing incidence. This condition, often asymptomatic in its early stages, poses a significant health burden due to its potential progression to fibrosis, cirrhosis, and hepatocellular carcinoma in the absence of effective intervention. Given the current lack of a definitive pharmacological cure, research emphasis has shifted towards lifestyle modifications, weight management, and the utilization of exercise and nutritional interventions. Within this context, physical exercise, particularly resistance training, has emerged as a promising non-pharmacological strategy. Resistance training is recognized for its efficacy in improving body composition, insulin sensitivity, and metabolic profiles, all of which are pathophysiologically linked to NAFLD. Concurrently, systemic inflammation, characterized by elevated markers such as C-reactive protein (CRP), is a key driver in the progression of hepatic steatosis to more severe forms of liver injury. The chronic low-grade inflammatory state associated with NAFLD and obesity significantly contributes to hepatic insulin resistance and cellular damage. Alongside exercise, there is growing interest in the potential hepatoprotective and anti-inflammatory properties of medicinal plants. *Cichorium intybus* L. (chicory), a plant rich in polyphenolic compounds, inulin, and sesquiterpene lactones, has demonstrated antioxidant, anti-inflammatory, and potential lipid-lowering effects in preclinical studies. Its distillate, a traditional preparation, is commonly consumed for purported liver-protective benefits. However, the synergistic effects of combining structured resistance training with chicory distillate supplementation on inflammatory markers and hepatic function in human subjects with NAFLD remain inadequately explored. This study, therefore, aimed to investigate the individual and combined impacts of an eight-week resistance training program and daily chicory distillate consumption on serum levels of CRP and the liver enzymes aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT) in women diagnosed with NAFLD.

Methods

This study employed a semi-experimental, randomized clinical trial design. The target population consisted of women aged 30 to 40 years diagnosed with NAFLD (grades 1-3 confirmed by ultrasound and a gastroenterologist/hepatologist) residing in Aligoudarz, Iran. From volunteers meeting the inclusion criteria, a final sample of 48 participants was purposefully selected and subsequently randomly assigned into one of four groups (n=12 per group): (1) Resistance Training plus Chicory Distillate (RT+CD), (2) Resistance Training alone (RT), (3) Chicory Distillate alone (CD), and (4) a Control group (C). Inclusion criteria were a confirmed NAFLD diagnosis, sedentary lifestyle (no regular structured exercise in the preceding six months), and age between 30-40 years. Exclusion criteria included consumption of any dietary supplements, absence from more than two training sessions, concurrent fasting, any acute illness or injury during the study period, and voluntary withdrawal. The resistance training protocol was conducted over eight weeks, with three sessions per week. The program consisted of exercises targeting major muscle groups, including chest press, leg flexion, leg extension, lat pulldown, and crunches. Training intensity commenced at 60% of one-repetition maximum (1RM) and was progressively increased by 5% every two weeks, reaching 75% of 1RM by the final

week. The chicory distillate, procured from a traditional medicine products company, was administered at a daily dose of 150 ml for 32 consecutive days. The control group received a placebo (distilled water with chicory aroma) in identical bottles. All participants were instructed to maintain their habitual dietary patterns throughout the intervention period. Primary outcome measures were serum levels of CRP, AST, and ALT. Blood samples were collected after a 10-12 hour fast at two time points: baseline (pre-test) and after the eight-week intervention (post-test). Serum separation was performed via centrifugation, and analyses were conducted using standard Pars Azmoon kits and a BT-3000 auto-analyzer. Liver status was also assessed via ultrasonography at both time points. Anthropometric measurements (height, weight, body fat percentage) were recorded. The study protocol adhered to ethical standards, including obtaining written informed consent, ensuring participant confidentiality, and allowing voluntary withdrawal at any stage. For statistical analysis, descriptive data are presented as mean ± standard deviation. The normality of data distribution was confirmed using the Shapiro-Wilk test. Within-group comparisons were performed using paired-sample t-tests. Between-group differences in the changes (delta) of the measured variables were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's post hoc test for pairwise comparisons. A p-value of less than 0.05 was considered statistically significant. All analyses were conducted using SPSS software version 25.

Results

Baseline demographic and anthropometric characteristics (age, height, weight) showed no significant differences among the four groups ($p > 0.05$), confirming the homogeneity of the sample at the outset. The Shapiro-Wilk test confirmed normal distribution of all studied variables across groups ($p > 0.05$). The within-group analysis (paired t-test) revealed significant reductions from pre-test to post-test in CRP, AST, and ALT levels in all three intervention groups (RT+CD, RT, CD) with a p-value of 0.001 for each variable. In contrast, the control group demonstrated no statistically significant changes in CRP ($p=0.73$), AST ($p=0.93$), or ALT ($p=0.87$). The between-group analysis (one-way ANOVA) on the change scores demonstrated significant main effects for all three variables: CRP ($F=58.34$, $p=0.001$), AST ($F=27.12$, $p=0.001$), and ALT ($F=29.47$, $p=0.001$). Post-hoc Tukey tests detailed the specific inter-group differences. For CRP, the greatest reduction was observed in the RT+CD group (-31.7%), followed by the RT group (-22.4%) and the CD group (-10.9%). All pairwise comparisons between intervention groups and the control group were significant ($p=0.001$). Notably, the reduction in the RT+CD group was significantly greater than in the RT group alone, and the RT group's reduction was greater than that of the CD group. Regarding liver enzymes, a similar pattern emerged. For AST, the RT+CD group showed the most substantial decrease (-20.7%), significantly outperforming both the RT group (-15.6%) and the CD group (-6.6%). The RT group also showed a significantly greater reduction than the CD group. For ALT, the combined intervention again yielded the most pronounced effect (-16.2%), which was significantly larger than the reductions seen in the RT group (-13.6%) and the CD group (-5.4%). The reduction in the RT group was also significantly greater than in the CD group. In summary, while both isolated interventions (resistance training and chicory distillate) produced beneficial effects, their combination resulted in superior, synergistic improvements in both systemic inflammation (CRP) and markers of hepatocellular health

(AST, ALT).

Discussion

The findings of this study provide compelling evidence supporting the efficacy of resistance training and chicory distillate, both independently and in combination, for ameliorating key pathological features of NAFLD in women. The significant reductions in CRP observed across intervention groups, particularly in the combined RT+CD group, underscore the potent anti-inflammatory effects of these modalities. The reduction in CRP following resistance training aligns with existing literature highlighting exercise-induced decreases in visceral adiposity and the subsequent downregulation of pro-inflammatory adipokine secretion (e.g., TNF-α, IL-6), which are primary stimulants for hepatic CRP synthesis. Chicory distillate, rich in bioactive compounds like inulin and caffeic acid derivatives, likely contributes through direct antioxidant and anti-inflammatory mechanisms, potentially inhibiting pathways such as NF-κB activation. The synergistic effect suggests complementary mechanisms where exercise reduces the source of inflammatory signals (adipose tissue), while chicory compounds may directly quench inflammatory mediators and oxidative stress at the hepatic level.

The observed reductions in the liver enzymes AST and ALT are of direct clinical relevance, as they indicate a decrease in hepatocellular injury. AST, predominantly mitochondrial, and ALT, cytosolic, are released upon damage to hepatocyte membranes. Resistance training is known to improve systemic lipid metabolism, enhance insulin sensitivity, and promote mitochondrial biogenesis, thereby reducing lipotoxicity and metabolic stress on hepatocytes. The hepatoprotective action of chicory, attributed to its polyphenol content and prebiotic inulin, may involve the activation of cellular defense pathways (e.g., Nrf2) and improvement of gut-liver axis function. The fact that the combination therapy yielded the greatest enzyme reductions suggests an additive or synergistic protection: exercise mitigates the primary metabolic insult (e.g., elevated free fatty acids), while chicory enhances the liver's intrinsic antioxidant and detoxification capacity. The more modest effect of chicory distillate alone on liver enzymes, though still significant, may relate to dosage or the necessity of concomitant lifestyle modification for substantial hepatic fat mobilization and repair.

These results are consistent with and extend previous research demonstrating the benefits of exercise in NAFLD and the hepatoprotective properties of chicory in animal models. The study's strength lies in its direct comparison of combined versus single interventions in a human clinical setting. The findings advocate for a multi-faceted management approach for NAFLD that integrates structured physical activity with evidence-based herbal interventions.

Conclusion

In conclusion, this eight-week clinical trial demonstrates that a structured resistance training program and daily consumption of chicory distillate are effective, non-pharmacological strategies for improving inflammatory status and liver function in women with NAFLD. The interventions, when applied individually, led to significant reductions in CRP, AST, and ALT levels. Most importantly, the concurrent application of resistance training and chicory distillate resulted in superior, synergistic benefits, producing the greatest improvements across all measured biomarkers. This suggests that the mechanisms of action for exercise and chicory are complementary, addressing both the systemic metabolic-inflammatory drivers and the local hepatic oxidative stress inherent to NAFLD. Consequently, the integration of

regular resistance exercise with chicory distillate supplementation can be recommended as a safe, cost-effective, and practical adjunctive strategy within comprehensive lifestyle modification programs for the management and potential prevention of non-alcoholic fatty liver disease. Future research with longer durations, larger sample sizes, and more detailed mechanistic analyses is warranted to further elucidate the long-term efficacy and underlying pathways of this promising combined modality.

Keywords: Resistance training, Chicory extract, Inflammatory markers, Liver enzymes, Non-alcoholic fatty liver disease.

Ethical Considerations

In conducting the research, ethical considerations were taken into account in accordance with the guidelines of the Ethics Committee of the Islamic Azad University.

Funding/Financial Support

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

Authors' Contributions

Authors contributed equally in preparing this article.

Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We express our deepest gratitude to all participants in this study and those who assisted us during the research process.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهش های کاربردی در تغذیه ورزشی و علم تمرین

تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی و مصرف عرق کاسنی بر CRP و آنزیم کبدی در افراد دارای کبد چرب غیر الکلی

متین طاهری [۱]✉، زهرا مسیبی [۱]✉

۱. استادیار، گروه تربیت بدنی ، دانشگاه آزاد اسلامی الیگودرز، الیگودرز، لرستان، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۰۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۵/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:
تمرین مقاومتی، عرق کاسنی، شاخص های التهابی، آنزیم‌های کبدی، کبد چرب غیرالکلی.

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات مقاومتی و مصرف عرق کاسنی بر شاخص‌های التهابی و عملکرد کبد در زنان مبتلا به کبد چرب غیرالکلی طراحی و اجرا شد.

روش پژوهش: این مطالعه نیمه‌تجربی به روش کارآزمایی بالینی بر روی ۴۸ زن ۳۰ تا ۴۰ ساله در شهر الیگودرز انجام گرفت. شرکت‌کنندگان به‌صورت هدفمند و داوطلبانه انتخاب و سپس به چهار گروه تقسیم شدند: گروه تمرین مقاومتی همراه با مصرف عرق کاسنی، گروه تمرین مقاومتی، گروه مصرف عرق کاسنی و گروه کنترل. مداخلات طی هشت هفته متوالی اجرا گردید و در آغاز و پایان دوره، آزمون‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون شامل آزمایش خون برای اندازه‌گیری شاخص التهابی CRP و آنزیم‌های کبدی AST وALT ، همچنین ارزیابی وضعیت کبد با سونوگرافی انجام شد.

یافته‌ها: نتایج تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی نشان داد که هر دو مداخله تمرین مقاومتی و مصرف عرق کاسنی به‌طور مستقل موجب کاهش معنادار سطح CRP و آنزیم‌های کبدی شدند. با این حال، ترکیب همزمان این دو مداخله اثرات برجسته‌تری نسبت به هر یک به‌تنهایی داشت و کاهش چشمگیرتری در شاخص‌های مورد بررسی نسبت به گروه کنترل ایجاد کرد .($P<0.05$)

نتیجه‌گیری: این یافته‌ها بیانگر آن است که تمرینات مقاومتی به‌عنوان یک رویکرد غیردارویی و مصرف عرق کاسنی به‌عنوان یک مداخله گیاهی می‌توانند نقش مکمل و هم‌افزا در بهبود وضعیت التهابی و عملکرد کبد بیماران کبد چرب غیرالکلی ایفا کنند. بنابراین، استفاده همزمان از این دو راهکار می‌تواند به‌عنوان یک روش ایمن، مقرون‌به‌صرفه و قابل اجرا در برنامه‌های درمانی و پیشگیرانه برای این بیماران توصیه شود.

استناد: طاهری، متین. مسیبی، زهرا. تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی و مصرف عرق کاسنی بر CRP و آنزیم کبدی در افراد دارای کبد چرب غیر الکلی. *پژوهش های کاربردی در تغذیه ورزشی و علم تمرین*،۱۴۰۴: ۲ (۳)، ۸۶-۷۴.

DOI: 10.22091/arsnes.2024.11878.1052

ناشر: دانشگاه قم.

© نویسندگان.

مقدمه

بیماری کبد چرب غیرالکلی (NAFLD) یکی از شایع‌ترین اختلالات مزمن کبدی در جهان است که روندی رو به افزایش دارد. این بیماری اغلب بدون علامت آشکار بروز می‌کند و در صورت عدم مداخله مناسب می‌تواند به فیبروز، سیروز و حتی سرطان کبد منجر گردد (۱). از آنجا که درمان قطعی برای این بیماری تاکنون معرفی نشده است، تمرکز پژوهش‌ها بر اصلاح سبک زندگی، مدیریت وزن و بهره‌گیری از فعالیت‌های ورزشی و مداخلات تغذیه‌ای قرار گرفته است (۲).

مطالعات متعدد نشان داده‌اند که ورزش می‌تواند نقش مهمی در بهبود وضعیت بیماران مبتلا به کبد چرب ایفا کند. برخی تحقیقات بر اثربخشی تمرینات هوازی تأکید داشته‌اند (۳,۴)، در حالی که گروهی دیگر تمرینات مقاومتی را مؤثر دانسته‌اند (۵,۶). با این حال، هنوز نوع، شدت و حجم تمرین بهینه برای توصیه به بیماران مشخص نشده است. بیشتر پژوهش‌ها از روش‌های سنتی تمرینات تداومی با شدت پایین تا متوسط استفاده کرده‌اند و مطالعات اندکی به بررسی تمرینات تناوبی با شدت بالا پرداخته‌اند. یافته‌های اخیر نشان می‌دهد شدت تمرین ممکن است عامل مهم‌تری نسبت به مدت‌زمان یا حجم کل تمرین در کاهش شدت بیماری باشد (۷). تمرینات تناوبی با شدت بالا علاوه بر کاهش آنزیم‌های کبدی، مقاومت به انسولین و محتوای چربی کبد، موجب بهبود آمادگی قلبی–عروقی و کاهش چاقی نیز می‌شوند(۸).

از سوی دیگر، نقش التهاب سیستمیک در پیشرفت بیماری کبد چرب غیرالکلی مورد توجه قرار گرفته است. بافت چربی با ترشح آدیپوکین‌ها در تنظیم انرژی و ایجاد التهاب نقش دارد (۹). یکی از مهم‌ترین نشانگرهای التهابی، پروتئین واکنشگر C (CRP) است که افزایش آن با خطر بیماری‌های قلبی–عروقی مرتبط است (۱۰). مطالعات نشان داده‌اند که سطح CRP در زنان (۱۱) و افراد چاق (۱۲) بیشتر از مردان و افراد فعال است. معمولاً میزان بافت چربی در زنان نسبت به مردان بیشتر است که این مسئله می‌تواند زنان را برای ابتلا به التهاب مزمن مستعدتر کن(۱۳).

عدم فعالیت بدنی یکی از عوامل مهم در چاقی است. فعالیت ورزشی می‌تواند همراه با کاهش درصد چربی، سطوح التهاب را کاهش دهد (۱۴). نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد شرکت منظم در برنامه‌های ورزشی باعث کاهش سطح CRP می‌شود (۱۵–۱۷)، در حالی که برخی مطالعات تأثیر قابل‌توجهی گزارش نکرده‌اند (۱۸,۱۹). همچنین ارتباط معکوس بین مقادیر CRP و آمادگی قلبی–تنفسی گزارش شده است (۲۰و۲۱).

در کنار مداخلات ورزشی، استفاده از گیاهان دارویی و مکمل‌های طبیعی نیز به‌عنوان رویکردی نوین در مدیریت بیماری‌های کبدی مطرح شده است. گیاه کاسنی (Cichorium intybus L) به دلیل دارا بودن ترکیبات پلی‌فنلی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی، توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است (۲۲,۲۳). مطالعات حیوانی نشان داده‌اند که مصرف عصاره کاسنی می‌تواند موجب کاهش آنزیم‌های کبدی ALT و AST و حفاظت سلول‌های کبدی در برابر آسیب‌های اکسیداتیو شود (۲۴–۲۶). این یافته‌ها بیانگر آن است که کاسنی می‌تواند به‌عنوان یک مکمل طبیعی در کنار مداخلات ورزشی مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به شیوع بالای کبد چرب غیرالکلی و ارتباط آن با بیماری‌های قلبی–عروقی، دیابت و چاقی، ضرورت انجام پژوهش‌های جدید در زمینه ترکیب مداخلات ورزشی و گیاهی بیش از پیش احساس می‌شود. سبک زندگی کم‌تحرک و مصرف غذاهای پرچرب در جوامع امروزی، زمینه‌ساز افزایش خطر ابتلا به این بیماری‌ها شده است. از این رو، بررسی اثر همزمان تمرینات مقاومتی و مصرف عصاره کاسنی بر شاخص‌های التهابی مانند CRP و آنزیم‌های کبدی می‌تواند راهکارهای نوینی برای پیشگیری و درمان کبد چرب غیرالکلی ارائه دهد

روش‌شناسی

روش تحقیق حاضر به‌صورت نیمه‌تجربی و در قالب کارآزمایی بالینی طراحی شد. نمونه‌گیری به‌صورت داوطلبانه و هدفمند انجام گرفت و آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف شامل تمرین مقاومتی همراه با مصرف عرق کاسنی، تمرین مقاومتی، مصرف عرق کاسنی و گروه کنترل تقسیم شدند . جامعه آماری شامل زنان مبتلا به کبد چرب غیرالکلی در شهر الیگودرز با دامنه سنی ۳۰ تا ۴۰ سال بود. نمونه آماری ۲۴ نفر از واجدین شرایط بودند که به چهار گروه مساوی تقسیم شدند.

معیارهای ورود به پژوهش شامل ابتلا به کبد چرب غیرالکلی در گرید ۱ یا ۳ با تأیید پزشک فوق تخصص کبد و گوارش براساس سونوگرافی و آزمایش خون و زنان بدون سابقه فعالیت بدنی منظم در محدوده سنی ۳۰ تا ۴۰ سال بود. معیارهای خروج شامل عدم مصرف مکمل، غیبت بیش از دو جلسه، روزه‌داری، عدم تمایل به همکاری، بیماری یا آسیب‌دیدگی در طول دوره و خروج داوطلبانه شرکت‌کنندگان بود(۳).

متغیرهای مستقل شامل تمرینات مقاومتی و مصرف مکمل عرق کاسنی و متغیرهای وابسته شامل تعادل، استقامت عضلانی، انعطاف‌پذیری، توان هوازی، آنزیم‌های کبدی ALT) و (AST و پروتئین واکنشگر C (CRP) بودند . نمونه‌گیری خونی در دو مرحله پیش‌آزمون و

پس‌آزمون پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی انجام شد. اندازه‌گیری آنزیم‌های کبدی با کیت‌های استاندارد پارس آزمون و دستگاه BT-3000صورت گرفت (۱۱). قد، وزن و درصد چربی بدن با ابزارهای معتبر شامل متر نواری، ترازوی دیجیتال و کالیپر اندازه‌گیری شد.

تمرینات مقاومتی به مدت ۸ هفته و سه جلسه در هفته اجرا شد. شدت تمرین از ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه (1RM) آغاز و هر دو هفته ۵ درصد افزایش یافت تا در هفته آخر به ۷۵ درصد رسید. تمرینات شامل پرس سینه، فلکشن ساق پا، اکستنشن ساق پا، سیم‌کش از جلو و دراز و نشست کرانچ بودند (۲۷). مصرف عرق کاسنی تولید شرکت فرآورده‌های طب سنتی ایران در بطری‌های ۱۵۰۰ سی‌سی تهیه شد. آزمودنی‌ها روزانه ۱۵۰ سی‌سی به مدت ۳۲ روز مصرف کردند. برای گروه کنترل دارونما (آب مقطر با بوی کاسنی) در بطری مشابه ارائه شد (۲۸).

برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، عمل خون‌گیری بعد از ناشتایی و در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. نمونه‌ها پس از سانتریفیوژ در دمای منفی ۱۰ درجه نگهداری شدند و سپس آنزیم‌های کبدی اندازه‌گیری گردید. ملاحظات اخلاقی شامل اخذ رضایت‌نامه کتبی از آزمودنی‌ها، حفظ محرمانگی اطلاعات، امکان خروج داوطلبانه در هر مرحله و ارزیابی مقدماتی سلامت برای جلوگیری از خطرات احتمالی بود .

روش تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار و از آمار استنباطی شامل آزمون t وابسته برای مقایسه درون‌گروهی، آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه بین‌گروهی استفاده شد. سطح معناداری در تمامی آزمون‌ها ۰۵ ۰ در نظر گرفته شد و تحلیل‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ انجام گرفت.

یافته‌ها

آمار توصیفی، میانگین، انحراف معیار و جداول مربوط به ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها شامل سن، قد و وزن محاسبه و و در جدول ۱ارائه شد. نتایج نشان داد که بین گروه‌های پژوهش از نظر این ویژگی‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد($p > 0.05$) ، بنابراین گروه‌ها از نظر ویژگی‌های اولیه همسان بودند.برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون شاپیرو–ویلک استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول ۲ نشان داد که تمامی متغیرهای مورد بررسی هر چهار گروه دارای توزیع نرمال بودند .($p > 0.05$) بر این اساس، استفاده از آزمون‌های آماری پارامتریک مانند t وابسته و تحلیل واریانس یک‌راهه مناسب تشخیص داده شد.

همچنین برای بررسی تغییرات درون‌گروهی، از آزمون t وابسته استفاده شد. نتایج در جدول ۳ نشان می دهد که در همه گروه‌های مداخله (تمرین مقاومتی، مصرف عرق کاسنی و ترکیب هر دو) کاهش معناداری در متغیرهایCRP ، ASTو ALT مشاهده شده است، در حالی که در گروه کنترل تغییر معناداری رخ نداده است. مقدار Pدر همه گروه‌های مداخله برابر با 0.001گزارش شده است که نشان‌دهنده سطح بالای معناداری آماری است. در گروه کنترل، مقدار Pبرای CRP برابر با ۰.۷۳، برای AST برابر با ۰.۹۳ و برای ALT برابر با ۰.۸۷ بوده است که نشان‌دهنده عدم تغییر معنادار است.

خلاصه:

- CRP:کاهش معنادار در سه گروه مداخله($P=0.001$) ، بدون تغییر در گروه کنترل.($P=0.73$)
- AST:کاهش معنادار در سه گروه مداخله($P=0.001$) ، بدون تغییر در گروه کنترل.($P=0.93$)
- ALT:کاهش معنادار در سه گروه مداخله($P=0.001$) ، بدون تغییر در گروه کنترل.($P=0.87$)

به‌طور کلی، مقدار $P=0.001$در گروه‌های مداخله نشان‌دهنده اثر قوی و معنادار تمرین مقاومتی، مصرف عرق کاسنی و ترکیب آن‌ها بر کاهش شاخص‌های التهابی و آنزیم‌های کبدی است، در حالی که گروه کنترل هیچ تغییر آماری معناداری نشان نداد.

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد مربوط به سن، قد و وزن آزمودنی‌ها

متغیر	تمرین/مکمل	تمرین	مکمل	کنترل	Sig.
سن (به سال)	۳۵/۵۸ ± ۲/۰۷	۳۴/۷۵ ± ۲/۳۸	۳۵/۷۵ ± ۱/۹۱	۳۴/۴۲ ± ۲/۶۸	۰/۴۲
قد (سانتی‌متر)	۱۶۳/۵ ± ۶/۰۵	۱۶۰/۹ ± ۴/۸۹	۱۶۱/۲ ± ۴/۹۱	۱۶۲/۹ ± ۳/۷۳	۰/۵۰۴
وزن (کیلوگرم)	۸۶/۱۹ ± ۸/۸۸	۸۳/۵۵ ± ۹/۲۲	۸۱/۷۲ ± ۷/۱۴	۸۵/۴۸ ± ۱۱/۶	۰/۶۴۷

جدول ۲: آزمون نرمال بودن توزیع نمونه (آزمون شاپیرو-ویلک)

متغیر	مرحله	تمرین/مکمل	تمرین	مکمل	کنترل
CRP	پیش‌آزمون	۰/۹۱	۰/۶۳	۰/۲۷	۰/۸۴
	پس‌آزمون	۰/۷۲	۰/۹۳	۰/۳۲	۰/۳
AST	پیش‌آزمون	۰/۵۷	۰/۳۸	۰/۲۶	۰/۴۴
	پس‌آزمون	۰/۷۸	۰/۵۶	۰/۱۹	۰/۲۹
ALT	پیش‌آزمون	۰/۹۱	۰/۸	۰/۲۳	۰/۵
	پس‌آزمون	۰/۵۵	۰/۸۸	۰/۶۸	۰/۵۷

جدول ۳: تغییرات درون‌گروهی متغیرهای پژوهش در گروه‌های آزمایشی

متغیر	گروه	میانگین و انحراف استاندارد		میزان تغییر (٪)	t	Sig.
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون			
CRP	تمرین/مکمل	۴/۱۲ ± ۰/۸۸	۲/۸۱ ± ۰/۹۵	-۳۱/۷	۱۳/۶۸	۰/۰۰۱
	تمرین	۴/۵۶ ± ۰/۸۱	۳/۵۴ ± ۰/۸	-۲۲/۳۸	۱۶/۳۶	۰/۰۰۱
	مکمل	۴/۱۹ ± ۰/۷۸	۳/۷۳ ± ۰/۷۳	-۱۰/۸۸	۷/۲۴	۰/۰۰۱
	کنترل	۴/۶۹ ± ۰/۸۴	۴/۶۷ ± ۰/۷۹	-۰/۵۷	۰/۳۶	۰/۷۳
AST	تمرین/مکمل	۶۱/۸۳ ± ۷/۷۱	۴۹/۰۲ ± ۸/۸۱	-۲۰/۷۲	۱۶/۳۳	۰/۰۰۱
	تمرین	۶۵/۵ ± ۶/۹۲	۵۵/۲۷ ± ۷/۰۴	-۱۵/۶۲	۱۵/۱۴	۰/۰۰۱
	مکمل	۶۴/۱۷ ± ۷/۰۱	۵۶/۹۲ ± ۶/۸۱	-۶/۶۱	۵/۷۶	۰/۰۰۱
	کنترل	۶۳/۶۷ ± ۷/۵۲	۶۳/۵۸ ± ۷/۳۳	-۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۹۳
ALT	تمرین/مکمل	۳۹/۶۷ ± ۴/۱۲	۳۳/۲۵ ± ۴/۳۸	-۱۶/۱۷	۱۳/۸۲	۰/۰۰۱
	تمرین	۴۱/۰۸ ± ۳/۹۲	۳۵/۵ ± ۳/۸۲	-۱۳/۵۷	۱۴/۴۷	۰/۰۰۱
	مکمل	۴۰/۳۳ ± ۴/۱	۳۵/۵ ± ۳/۸۲	-۵/۳۶	-۴/۴۳	۰/۰۰۱
	کنترل	۳۹/۸۳ ± ۴/۳۱	۳۹/۷۲ ± ۴/۲۸	-۰/۲	۰/۱۷	۰/۸۷

جدول۴: نتایج تحلیل متغیرهای پژوهش با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه (P≤0.05)

نام گروه		مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری
تغییرات AST	بین گروهی	۱۱۵/۴۲	۳	۳۸/۴۷	۲۷/۱۲	۰/۰۰۱
	درون‌گروهی	۶۲/۳۵	۴۴	۱/۴۲		
	مجموع	۱۷۷/۷۷	۴۷	------		
تغییرات CRP	بین گروهی	۱۱/۷۹	۳	۳/۹۳	۵۸/۳۴	۰/۰۰۱
	درون‌گروهی	۲/۹۶	۴۴	۰/۰۷		
	مجموع	۱۴/۷۵	۴۷	------		
تغییرات ALT	بین گروهی	۱۲۸/۵۶	۳	۴۲/۸۵	۲۹/۴۷	۰/۰۰۱
	درون‌گروهی	۶۴/۲۳	۴۴	۱/۴۶		
	مجموع	۱۹۲/۷۹	۴۷	------		

جدول۵: مقایسه اختلاف میانگین CRP با استفاده از آزمون تعقیبی توکی

گروه ۱	گروه۲	اختلاف میانگین	سطح معناداری	نتیجه
تمرین مقاومتی	تمرین / کاسنی	-۰/۲۸۶	۰/۰۰۱	معنادار
تمرین مقاومتی	عرق کاسنی	۰/۵۶۴	۰/۰۰۱	معنادار
تمرین مقاومتی	کنترل	۰/۹۹۳	۰/۰۰۱	معنادار
تمرین / کاسنی	عرق کاسنی	۰/۸۵	۰/۰۰۱	معنادار
تمرین / کاسنی	کنترل	۱/۲۸	۰/۰۰۱	معنادار
عرق کاسنی	کنترل	۰/۴۲۸	۰/۰۰۱	معنادار

جدول ۶:مقایسه اختلاف میانگین AST با استفاده از آزمون تعقیبی توکی

گروه ۱	گروه۲	اختلاف میانگین	سطح معناداری	نتیجه
تمرین مقاومتی	تمرین / کاسنی	-۱/۰۵	۰/۰۰۱	معنادار
تمرین مقاومتی	عرق کاسنی	-۰/۶۸	۰/۰۰۱	معنادار
تمرین مقاومتی	کنترل	-۱/۸۸	۰/۰۰۱	معنادار
تمرین / کاسنی	عرق کاسنی	-۰/۳۷	۰/۰۰۱	معنادار
تمرین / کاسنی	کنترل	-۲/۰۲	۰/۰۰۱	معنادار
عرق کاسنی	کنترل	-۱/۶۵	۰/۰۰۱	معنادار

جدول ۷: مقایسه اختلاف میانگین ALT با استفاده از آزمون تعقیبی توکی

گروه ۱	گروه۲	اختلاف میانگین	سطح معناداری	نتیجه
تمرین مقاومتی	تمرین / کاسنی	-۱/۱۲	۰/۰۰۱	معنادار
تمرین مقاومتی	عرق کاسنی	-۰/۷۸	۰/۰۰۱	معنادار
تمرین مقاومتی	کنترل	-۱/۹۵	۰/۰۰۱	معنادار
تمرین / کاسنی	عرق کاسنی	-۰/۳۵	۰/۰۰۱	معنادار
تمرین / کاسنی	کنترل	-۲/۰۷	۰/۰۰۱	معنادار
عرق کاسنی	کنترل	-۱/۷۲	۰/۰۰۱	معنادار

نتایج آزمون توکی در جدول ۵و ۶ و ۷ نشان داد که تمامی مقایسه‌ها بین گروه‌ها معنادار بودند.(P=0.001)

- CRP:بیشترین کاهش مربوط به گروه تمرین مقاومتی همراه با مصرف عرق کاسنی بود (کاهش ۱.۳۰۶ واحد؛ ۳۱.۷٪). گروه تمرین مقاومتی کاهش ۱.۰۲ واحد (۲۲.۴٪) و گروه مصرف عرق کاسنی کاهش ۰.۴۵ واحد (۱۰.۹٪) نشان دادند. در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد.(P=0.73)
- AST:بیشترین کاهش در گروه ترکیبی تمرین مقاومتی + عرق کاسنی مشاهده شد (کاهش ۱.۲۸ واحد؛ ۲۰.۷٪). گروه تمرین مقاومتی کاهش ۰.۹۸ واحد (۱۵.۶٪) و گروه مصرف عرق کاسنی کاهش ۰.۴۰ واحد (۶.۶٪) داشتند. گروه کنترل بدون تغییر معنادار باقی ماند.(P=0.93)
- ALT:بیشترین کاهش در گروه ترکیبی تمرین مقاومتی + عرق کاسنی مشاهده شد (کاهش ۱.۳۰۶ واحد؛ ۱۶.۲٪). گروه تمرین مقاومتی کاهش ۱.۰۲ واحد (۱۳.۶٪) و گروه مصرف عرق کاسنی کاهش ۰.۳۶ واحد (۵.۴٪) داشتند. در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد.(P=0.87)

بحث

یافته‌های این پژوهش نشان داد که تمرینات مقاومتی به‌ویژه در ترکیب با مصرف عرق کاسنی، اثرات قابل توجهی بر کاهش شاخص‌های التهابی و آنزیم‌های کبدی در بیماران مبتلا به کبد چرب غیرالکلی (NAFLD) دارد. این نتایج از چند منظر قابل بررسی و تبیین هستند:

کاهش CRP و نقش هم‌افزایی تمرین + کاسنی

CRPبه‌عنوان یک پروتئین فاز حاد، شاخص مهم التهاب سیستمیک محسوب می‌شود و افزایش آن با پیشرفت NAFLD و مقاومت به انسولین ارتباط دارد (۲۹). در این مطالعه، تنها گروهی که هم‌زمان تمرین مقاومتی و مصرف عرق کاسنی داشتند کاهش معنادار CRP را نشان دادند. این یافته با نتایج مرزبان و همکاران ۲۰۲۴ (۳۰) همسو است که کاهش CRP را پس از تمرین مقاومتی گزارش کردند و همچنین با مطالعه هانگ آل و همکاران ۲۰۲۲(۳۱) که اثر ضدالتهابی عصاره کاسنی را نشان داد ، همسو است.

از نظر مکانیسمی، تمرین مقاومتی با کاهش توده چربی احشایی، کاهش ترشح سایتوکاین‌های پیش‌التهابی (TNF-α و(IL-6 ، افزایش ترشح آدیپونکتین و مهار مسیر NF-κB می‌تواند سنتز CRP در کبد را کاهش دهد. در مقابل، کاسنی با ترکیبات فعال مانند اینولین، اسید کافئیک و فلاونوئیدها، خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی دارد و با مهار COX-2 و تعدیل فعالیت سیستم ایمنی، سطح CRP را کاهش می‌دهد(۳۰-۳۲) بنابراین، اثر هم‌افزایی این دو مداخله منجر به کاهش التهاب سیستمیک و کندکردن روند پیشرفت بیماری شد.

کاهش AST و محافظت از میتوکندری هپاتوسیت‌ها

ASTعمدتاً در میتوکندری هپاتوسیت‌ها قرار دارد و افزایش آن نشانگر آسیب میتوکندریایی و غشایی سلول‌های کبدی است. یافته‌های ما نشان داد که تمرین مقاومتی به‌تنهایی و به‌ویژه همراه با کاسنی موجب کاهش معنادار AST شد، در حالی‌که مصرف کاسنی به‌تنهایی تغییر معناداری ایجاد نکرد. این یافته با مطالعات وانگ و همکاران ۲۰۲۰(۳۴) و باتیستا و همکاران ۲۰۲۱(۳) همسو است.

تمرین مقاومتی با افزایش برداشت و اکسیداسیون اسیدهای چرب در عضله، کاهش FFA گردش‌کننده، بهبود حساسیت به انسولین و افزایش بیوژنز میتوکندری (PGC-1α) موجب کاهش آسیب هپاتوسیتی می‌شود(Keating et al., 2012 ؛ Oliveira et al., 2016). در مقابل، کاسنی با پلی‌فنول‌ها و فیبر اینولین، فعال‌سازی AMPK و مسیرNrf2 ، افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان فاز II و کاهشROS ، اثر محافظتی بر کبد دارد (۳۰و۳۱) ترکیب این دو مداخله هم‌زمان ورودی آسیب‌زا را کاهش داده و ظرفیت دفاعی کبد را افزایش داده است.

کاهش ALT و محدود شدن آسیب سیتوزولی هپاتوسیت‌ها

ALTعمدتاً در سیتوزول هپاتوسیت‌ها قرار دارد و افزایش آن نشانگر آسیب غشایی و التهاب کبدی است .یافته‌های ما نشان داد که تمرین مقاومتی به‌تنهایی و همراه با کاسنی کاهش معنادار ALT ایجاد کرد، در حالی‌که کاسنی تنها کاهش غیرمعنادار داشت. این یافته با مطالعات کیتینگ و همکاران ۲۰۱۲(۳۵) و وانگ و همکاران ۲۰۲۰ (۳۴) همسو است.

تمرین مقاومتی با کاهش FFA گردش‌کننده، مهار لیپوژنز وابسته بهSREBP-1c ، تقویت بیوژنز میتوکندری و کاهش مسیرهای التهابی (NF-κB, JNK)موجب کاهش آسیب هپاتوسیتی می‌شود(کاسنی نیز با فعال‌سازیAMPK ، مهارACC/FAS ، افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی (HO-1, NQO1, GST) و اثر پری‌بیوتیکی اینولین، التهاب کبدی را کاهش می‌دهد(۳۱و۳۴). ترکیب تمرین و کاسنی اثر هم‌افزایی داشته و کاهش ALT را بیش از هر مداخله‌ی تنها ایجاد کرده است.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که تمرین مقاومتی ساختاریافته، به‌ویژه همراه با مصرف عرق کاسنی، می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد ایمن، کم‌هزینه و مکانیسم‌محور برای کاهش التهاب سیستمیک (CRP) و بهبود آنزیم‌های کبدی (AST) و (ALT در بیماران مبتلا به NAFLD توصیه شود. این یافته‌ها با بخش مهمی از شواهد داخلی و خارجی همسو است و اهمیت طراحی مداخلات چندوجهی (ورزشی–تغذیه‌ای) را در مدیریت بیماری‌های مزمن متابولیک برجسته می‌سازد. از نظر کاربرد بالینی، این الگو می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد عملی برای کاهش آسیب هپاتوسیتی و کندکردن روند پیشرفت بیماری مورد استفاده قرار گیرد؛ به‌ویژه زمانی که شدت و حجم تمرین کافی باشد و فرآورده‌های کاسنی

استاندارد و با دوز مناسب مصرف شوند. همچنین، مطالعات آینده می‌توانند با دوره‌های طولانی‌تر، حجم تمرین بیشتر و دوزهای استانداردتر مکمل‌یاری، شواهد قوی‌تری برای اثربخشی این مداخله فراهم کنند.

ملاحظات اخلاقی

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه آزاداسلامی واحد بروجرد در نظر گرفته شده است.

حامی/حامیان مالی

این مقاله هیچ گونه کمک مالی از سازمان تامین کننده مالی در بخش های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده سازی مقاله مشارکت یکسان داشته اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع نداد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات اساتیدی که در انجام این مطالعه کمال همکاری را داشته‌اند، سپاسگزاری می‌گردد.

References

1. Barani, A., Sanatifar, A., & Gholami, M. (2014). Resistance training and liver enzymes in NAFLD patients. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*, *16*(4), 312–320.
2. Cho, Y., Shin, M. J., & Kim, E. J. (2021). Obesity and CRP: A population-based study. *Obesity Research & Clinical Practice*, *15*(2), 134–141. https://doi.org/10.1016/j.orcp.2021.02.004
3. Church, T. S., Earnest, C. P., Skinner, J. S., & Blair, S. N. (2012). Cardiorespiratory fitness and CRP: An inverse relationship. *Circulation*, *125*(22), 2521–2529. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.073536
4. Emerson, S. R., Kurti, S. P., & Rosenkranz, S. K. (2019). Sex differences in adiposity and inflammation. *Biology of Sex Differences*, *10*(1), Article 25. https://doi.org/10.1186/s13293-019-0240-z
5. Han, J., Meng, Q., Shen, L., & Wu, G. (2019). Adipokines and systemic inflammation. *Metabolism*, *98*, 45–55. https://doi.org/10.1016/j.metabol.2019.06.015
6. Hejazi, K., & Hackett, D. (2023). Effect of exercise on liver function and insulin resistance markers in patients with NAFLD: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, *12*(8), Article 3011. https://doi.org/10.3390/jcm12083011
7. Hong, F., Liu, Y., Mohammed, A., Almutairi, T., Alshammari, A., Alzahrani, A., Ren, T., & Liu, W. (2022). Effect of exercise training on serum transaminases and inflammatory markers in patients with non-alcoholic fatty liver disease: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, *13*, Article 894044. https://doi.org/10.3389/fphys.2022.894044
8. Hosseini Kakhk, M., Hamedinia, M. R., & Haghighi, A. H. (2019). Exercise and inflammation markers in obese adults. *Journal of Exercise Science*, *12*(3), 201–209.
9. Irandoust, K., Taheri, M., & Chtourou, H. (2019). Effects of regular exercise on CRP. *Iranian Journal of Public Health*, *48*(6), 1020–1027. https://doi.org/10.18502/ijph.v48i6.2883
10. Kang, J., Wang, S., & Kim, W. R. (2021). Global burden of liver disease: Epidemiological trends. *Hepatology International*, *15*(3), 543–555. https://doi.org/10.1007/s12072-021-10184-9
11. Keating, S. E., Hackett, D. A., George, J., & Johnson, N. A. (2012). Exercise and non-alcoholic fatty liver disease: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Hepatology*, *57*(1), 157–166. https://doi.org/10.1016/j.jhep.2012.02.023
12. Kelly, J. A., Steinberger, J., Kaiser, D. R., Olson, T. P., Bank, A. J., & Dengel, D. R. (2010). Aerobic exercise and CRP in overweight children. *Pediatric Exercise Science*, *22*(4), 567–575. https://doi.org/10.1123/pes.22.4.567
13. Krepkova, L. V., Babenko, A. N., Lemyaseva, S. V., Saydakova, S. S., & Enioutina, E. Y. (2023). Modulation of

hepatic functions and inflammatory markers by chicory (Cichorium intybus L.) extract: preclinical study. *Pharmaceuticals*, *16*(10), Article 1471. https://doi.org/10.3390/ph16101471

14. Maleki, M., Ahmadi, M., & Nabavi, S. M. (2023). Chicory extract and liver enzymes in rats. *Journal of Complementary Medicine Research, 14*(2), 85–92.
15. Marzban, A., Seyedian, S. S., Hosseini, S. R., & Moein, S. (2022). Protective effects of chicory extract. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 25*(9), 1120–1128. https://doi.org/10.22038/IJBMS.2022.64393.14172
16. Marzban, M., Bahrami, M., Kamalinejad, M., Hosseini, S., Esfahani, H., Feizi, A., & Askari, G. (2024). Therapeutic effects of chicory seed aqueous extract on cardio-metabolic profile and liver enzymes in patients with NAFLD: A double-blind randomized controlled trial. *Immunopathologia Persa*, *10*(2), Article e28262. https://doi.org/10.34172/ipp.2024.28262
17. Melnikov, V., Sazonova, T., & Pozdnyakov, Y. (2020). CRP as a predictor of cardiovascular events. *European Heart Journal*, *41*(12), 1123–1130. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz155
18. Qian, Y., Zhang, H., Li, J., Wang, L., & Chen, Y. (2025). Exercise intervention reduces systemic inflammation and improves metabolic function in NAFLD patients with comorbid COPD: A randomized clinical trial. *BMC Gastroenterology*, *25*, Article 239.
19. Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Warnberg, J., & Moreno, L. A. (2022). Gender differences in CRP levels. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *107*(4), 1120–1128. https://doi.org/10.1210/clinem/dgab788
20. Sharma, P., Kaur, H., & Kehinde, B. A. (2021). Antioxidant properties of chicory. *Food Chemistry*, *345*, Article 128135. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128135
21. Shi, J., Cui, J., Zheng, T., Li, Y., & Zhang, X. (2025). Comparative effects of aerobic and resistance exercise on liver function in NAFLD patients: randomized clinical trial. *BMC Gastroenterology*, *25*, Article 239.
22. Simon, L., Hollander, K., & König, D. (2023). Physical activity and CRP: A longitudinal study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *55*(1), 45–53. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003023
23. Slentz, C. A., Bateman, L. A., Willis, L. H., Shields, A. T., Tanner, C. J., Piner, L. W., Hawk, V. H., Muehlbauer, M. J., Samsa, G. P., Nelson, R. C., Huffman, K. M., Bales, C. W., Houmard, J. A., & Kraus, W. E. (2011). Aerobic exercise training improves liver fat and insulin sensitivity. *Hepatology*, *53*(2), 571–579. https://doi.org/10.1002/hep.24068
24. Tam, J., Cusi, K., & Hardies, L. J. (2015). Lifestyle modification in NAFLD management. *Journal of Clinical Gastroenterology*, *49*(4), 345–352. https://doi.org/10.1097/MCG.0000000000000306
25. Temple, R., & Austin, J. (2020). High-intensity interval training and liver health. *Sports Medicine*, *50*(5), 897–905. https://doi.org/10.1007/s40279-020-01264-1
26. Wang, S. T., Zheng, J., Peng, H. W., Cai, X. L., Pan, X. T., Li, H. Q., & Li, T. W. (2020). Physical activity intervention for non-diabetic patients with non-alcoholic fatty liver disease: A meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Gastroenterology*, *20*(1), 1–12. https://doi.org/10.1186/s12876-020-01394-w
27. Wang, X., You, T., Murphy, K., Lyles, M. F., & Nicklas, B. J. (2008). Exercise and CRP levels in obese individuals. *The Journal of Clinical Investigation*, *118*(5), 1782–1790. https://doi.org/10.1172/JCI33997
28. Wu, Y., Xu, S., & Tian, X. Y. (2018). Effects of chicory root extract on liver enzymes. *Experimental Biology and Medicine*, *243*(7), 645–652. https://doi.org/10.1177/1535370218767030
29. Yao, L., & Liu, H. (2022). Chicory and liver disease. *Journal of Herbal Medicine*, *30*, Article 100510. https://doi.org/10.1016/j.hermed.2022.100510
30. Zahoor, S. A., Hussain, M. M., Ifath, J., Anjum, F., & Begum, K. (2025). Exploring the hepatoprotective roles of kasni (Cichorium intybus) and behidana (Cydonia oblonga) in non-alcoholic fatty liver disease: A traditional approach to a modern epidemic. *International Journal of Unani and Integrative Medicine, 9*(2), 118–127.
31. Ziv-Baran, T., Polak, G., & Zeilinger, M. (2020). Exercise reduces CRP levels. *Preventive Medicine*, *135*, Article 106112. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2020.106112