Journal of Ilam University of Medical Sciences
P-ISSN: 1563-4728
E-ISSN: 2588-3135

Changes in Serum BDNF and IL-6 Levels Following Resistance Training in Healthy Active Men

Ali Hawas Challab Hadal [1], Mohammad Fathi [1*], Razyeh Rezaei [1]

[1] Dept of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Human Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article History:
Received: Jun. 09, 2026
Received in revised form: Aug. 06, 2026
Accepted: Aug. 28, 2026
Published Online: Nov. 26, 2026

**** Correspondence to:***
Mohammad Fathi
Dept of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Human Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Email:
Fathi.m@lu.ac.ir

A B S T R A C T

Introduction: Resistance training, by affecting skeletal muscles, causes the secretion of myokines such as interleukin-6 and BDNF from them. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of a resistance training course on serum interleukin-6 and BDNF protein levels in healthy men.

Materials & Methods: In this quasi-experimental study, 16 healthy active men aged 25 to 35 years were divided into two experimental (n = 8) and control (n = 8) groups. The experimental group performed a 12-week resistance training course (4 days per week) in addition to their daily exercise activities. The control group consisted of active men of the same age who included aerobic exercise in their weekly program with a health approach. Blood samples were collected from the subjects before and after the training protocol, and their serum interleukin-6 and BDNF levels were evaluated. Finally, using an independent t-test, the changes in serum levels of these two proteins were evaluated at a significance level of 0.05.

Results: The results showed that serum interleukin-6 and BDNF significantly decreased and increased in the experimental group after 12 weeks of resistance training at a level of 0.01, respectively.

Conclusion: Based on the results of this study, it appears that resistance training can reduce some inflammatory markers such as IL-6 and improve the status of some neurotrophic factors such as BDNF.

Keywords: BDNF, Interleukin-6, Resistance Training

Cite this paper: Hawas Challab Hadal A, Fatahi M, Rezaei R. Changes in Serum BDNF and IL-6 Levels Following Resistance Training in Healthy Active Men. *Journal of Ilam University of Medical Sciences*. 2026;34(5):65-75.

Introduction

In recent decades, numerous studies have investigated the effects of different types of exercise on physiological, metabolic, and neurological parameters (1). Among these exercise modalities, resistance training has received particular research attention because of its well-established role in increasing muscular strength, improving body composition, increasing bone mineral density, and enhancing physical performance (2). Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) is one of the most important neurotrophic factors associated with nervous system function (4). Changes in interleukin-6 (IL-6) in response to exercise may reflect physiological adaptations to exercise-induced stress (6). Given that BDNF is associated with brain health and cognitive function (14), whereas IL-6 is involved in immune and inflammatory responses (4), simultaneously examining these two biomarkers may provide a more comprehensive understanding of the effects of resistance training on overall health. Importantly, most previous studies investigating BDNF responses to exercise have focused on aerobic exercise (14). Therefore, the present study aimed to investigate the effects of resistance training on serum BDNF and IL-6 concentrations in healthy men to provide further insight into the neurotrophic and inflammatory adaptations associated with this type of exercise.

Methods

The population of this quasi-experimental study was apparently healthy men (self-report) aged 25-35 years, who participated in aerobic physical activities in fitness centers and outdoor environments to maintain and improve their health. In the experiment group, the independent variable

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

© The Author(s)

was a 12-week resistance training intervention. The training protocol was designed as follows. In the first instance, maximal strength of each muscle group was assessed, and training intensity was prescribed accordingly for the period from the beginning of the study to the end of week 4. The experimental group performed four sets of each exercise at 50%, 60%, 70%, and 80% of maximal strength for 12, 10, 8, and 6 repetitions, respectively, with 2 minutes rest between sets. Maximal strength was measured again at the start of week 5 after 2 days of rest and again in week 11 to re-evaluate and adjust training intensity. These assessments guided the adjusted intensity prescriptions, and training was continued according to these prescriptions until the end of the intervention. The number of sets and rest intervals were kept constant during the training period. The intervention consisted of 12 weeks, 4 training sessions/week. The training program focused on the primary muscle groups, namely the chest, arms, latissimus dorsi, and legs. In addition to the main muscle groups, other muscle groups such as abdominal, forearm, and calf muscles were also trained (13). Fasting venous blood samples (10 mL) were taken from each participant at two time points: pre-intervention and 24 hours post-final training session. The serum levels of the target biomarkers were measured by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Human BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor) ELISA Kit (Elabscience, catalog no. E-EL-H0010) and Human IL-6R (Interleukin-6 Receptor) ELISA Kit (Elabscience, catalog no. E-EL-H0192) were used. The collected data were analyzed by SPSS software. First, descriptive statistics were used to lay out measures of central tendency and variability. Homogeneity of variances was tested with Levene's test. Then, independent-samples t-tests and analysis of covariance (ANCOVA) were performed to test the study hypotheses.

Results

Results showed that adding resistance training to the exercise program of physically active men was associated with a reduction in mean body weight in the experimental group by week 4. This reduction was less evident by week 8, and by week 12 the mean body weight of the experimental group was higher than that of the control group. However, the changes were not statistically significant, although the observed trend might point to a possible effect of resistance training on body weight. At baseline, there were no significant differences in the serum levels of IL-6 and BDNF between the two groups. However, there were significant group differences post the 12-week resistance training intervention. Specifically, serum IL-6 levels were significantly lower in the experimental group than in the control group (P=0.0032), and serum BDNF levels were significantly higher in the experimental group than in the control group (P=0.0051).

Conclusion

These results indicate that a 12-week intervention of resistance training is effective in improving neurotrophic and inflammatory markers as manifested by the increase in serum BDNF and decrease in IL-6. These changes could be due to better metabolic health, less inflammation in the body, and more neuronal development and longevity. The mechanisms may include activation of CREB and PGC-1α signaling pathways, irisin-induced BDNF production, improved body composition and insulin sensitivity, and increased anti-inflammatory responses.

Authors' Contribution

Conceptualization, Methodology, Validation, Formal Analysis, Investigation, Resources: MF, RR, AHCH, Software, Data Curation, Writing–Original Draft Preparation: AHCH, Writing–Review & Editing, Visualization, Supervision, Project Administration: MM, RR.

Ethical Statement

This study was approved by the Ethics Committee of Lorestan University of Khorramabad (Iran) (IR.UL.REC.1405.001). The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Funding

This research received no financial support.

Acknowledgment

The present article was extracted from the dissertation written by Ali Hawas Challab Hadal. The authors thank the all of persons who help in this project.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام

شاپای چاپی : ۱۵۶۳-۴۷۲۸

شاپای الکترونیک: ۲۵۸۸-۳۱۳۵

تغییرات سطوح سرمی BDNF و IL-6 در پی تمرینات مقاومتی در مردان فعال سالم

علی حواس چلب هدل [۱]، **محمد فتحی** [۱*]، **راضیه رضایی** [۱]

[۱] گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۳/۱۹

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۵/۰۵/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۰۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۹/۰۵

نویسنده مسئول:
محمد فتحی
گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

Email:
Fathi.m@lu.ac.ir

چکیده

مقدمه: تمرین مقاومتی با اثر بر عضلات اسکلتی، موجب ترشح مایوکاین‌هایی مانند اینترلوکین-۶ و BDNF از آن‌ها می‌شود؛ بنابراین، هدف از مطالعهٔ حاضر بررسی تأثیر یک دوره تمرین مقاومتی بر سطوح پروتئین‌های اینترلوکین-۶ و BDNF سرمی مردان سالم بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعهٔ نیمه‌تجربی، ۱۶ مرد سالم فعال در دامنهٔ ۲۵ تا ۳۵ سال، به دو گروه تجربی (۸ نفر) و کنترل (۸ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرین مقاومتی علاوه بر فعالیت‌های هوازی روزمرهٔ خود، یک دوره تمرین مقاومتی ۱۲ هفته‌ای (۴ روز در هفته) را اجرا کردند. گروه کنترل مردان همسال فعالی بودند که با رویکرد سلامتی، تمرینات هوازی را در برنامهٔ هفتگی خود داشتند. پیش و پس از پایان دستورالعمل تمرینی، از آزمودنی‌ها نمونهٔ خون جمع‌آوری شد و سطوح سرمی اینترلوکین-۶ و BDNF ارزیابی گردید. در پایان، با استفاده از آزمون‌های آماری مناسب، میزان تغییرات این دو پروتئین در سرم در سطح معناداری $P\leq0.05$ ارزیابی شد.

یافته‌های پژوهش: نتایج نشان داد، مقادیر اینترلوکین-۶ و BDNF سرم پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی در گروه تمرین مقاومتی، به‌طور معنی‌داری در سطح $P<0.01$ ، به‌ترتیب کاهش و افزایش یافت.

بحث و نتیجه‌گیری: بر مبنای نتایج این پژوهش به‌نظر می‌رسد که تمرین مقاومتی می‌تواند موجب کاهش برخی نشانگرهای التهابی مانند IL-6 و بهبود وضعیت برخی نوروتروفیک فاکتورها مانند BDNF شود.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، اینترلوکین-۶، BDNF

استناد: حواس چلب هدل علی، فتحی محمد، رضایی راضیه. تغییرات سطوح سرمی BDNF و IL-6 در پی تمرینات مقاومتی در مردان فعال سالم. *مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام*، آذر ۱۴۰۵؛ ۳۴(۵): ۷۵-۶۵.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

CC BY NC

حق‌مؤلف © نویسندگان

مقدمه

در دهه‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی به بررسی تأثیر انواع تمرینات ورزشی بر شاخص‌های فیزیولوژیکی، متابولیکی و عصبی پرداخته‌اند (۱). در این میان، تمرینات مقاومتی به علت نقش مؤثر در افزایش قدرت عضلانی، بهبود ترکیب بدنی، افزایش تراکم استخوانی و ارتقای عملکرد جسمانی، مورد توجه ویژهٔ پژوهشگران قرار گرفته‌اند (۲). علاوه بر تأثیرات شناخته‌شدهٔ تمرینات مقاومتی بر دستگاه عضلانی-اسکلتی، شواهد جدید نشان می‌دهد که این نوع تمرینات می‌توانند موجب تغییر در سطوح برخی پروتئین‌ها و سیتوکین‌های مؤثر بر عملکرد مغز و دستگاه ایمنی شوند (۳). فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor) یکی از مهم‌ترین عوامل نوروتروفیک مرتبط با عملکرد دستگاه عصبی است (۴). این پروتئین نقش مهمی در رشد، بقا و تمایز نورون‌ها ایفا می‌کند و در فرایندهای یادگیری، حافظه، انعطاف‌پذیری عصبی و سلامت شناختی مؤثر است (۶، ۵). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که کاهش سطوح BDNF با اختلالات عصبی و روان‌شناختی نظیر افسردگی، بیماری آلزایمر و کاهش عملکرد شناختی مرتبط است (۷). از سوی دیگر، فعالیت بدنی به‌عنوان یک محرک غیر دارویی مؤثر در افزایش ترشح BDNF معرفی‌شده است. بخش عمدهٔ تحقیقات در این زمینه بر تمرینات هوازی متمرکز بوده‌اند (۸)؛ اما در سال‌های اخیر، توجه بیشتری به اثر تمرینات مقاومتی بر تغییرات BDNF معطوف شده است (۹).

در کنار BDNF، اینترلوکین-۶ (IL-6) نیز یکی از مهم‌ترین سیتوکین‌های مرتبط با پاسخ‌های التهابی و متابولیکی بدن به‌شمار می‌رود (۱۰). این سیتوکین توسط سلول‌های ایمنی، بافت چربی و به‌ویژه عضلات اسکلتی در پاسخ به فعالیت ورزشی ترشح می‌شود (۱۰). اینترلوکین-۶ عملکردی دوگانه دارد، به‌گونه‌ای که در شرایط بیماری و التهاب مزمن می‌تواند نقش پیش‌التهابی داشته باشد؛ اما در جریان فعالیت ورزشی به‌عنوان یک میوکاین عمل می‌کند و آثار ضدالتهابی و تنظیم‌کنندهٔ متابولیسم انرژی از خود نشان می‌دهد (۱۱، ۸).

تغییرات IL-6 در پاسخ به تمرینات ورزشی می‌تواند نشان‌دهندهٔ سازگاری‌های فیزیولوژیکی بدن با استرس ناشی از ورزش باشد (۶). با وجود پیشرفت‌های چشمگیر دربارهٔ فیزیولوژی ورزش، نتایج تحقیقات مربوط به تأثیر تمرینات مقاومتی بر سطوح سرمی BDNF و IL-6 متناقض است. برخی مطالعات افزایش معنی‌دار BDNF و IL-6 را پس از دوره‌های تمرین مقاومتی گزارش کرده‌اند (۱۲)، درحالی‌که برخی دیگر تغییرات اندک یا غیرمعنی‌داری را مشاهده نموده‌اند (۱۳، ۹). این اختلاف نتایج می‌تواند ناشی از تفاوت در شدت، حجم و مدت تمرینات، ویژگی‌های آزمودنی‌ها، وضعیت آمادگی جسمانی و روش‌های اندازه‌گیری باشد؛ ازاین‌رو، بررسی دقیق اثر تمرینات مقاومتی بر این شاخص‌ها در افراد سالم می‌تواند به روشن شدن سازوکارهای زیستی مرتبط با ورزش کمک کند.

ازآنجاکه BDNF به‌عنوان شاخصی مرتبط با سلامت مغز و عملکرد شناختی (۱۴) و IL-6 به‌عنوان شاخصی مرتبط با پاسخ‌های ایمنی و التهابی شناخته می‌شوند (۱۰)، بررسی همزمان این دو عامل می‌تواند دیدگاه جامع‌تری دربارهٔ تأثیر تمرینات مقاومتی بر سلامت عمومی ارائه دهد؛ همچنین شناسایی تغییرات ناشی از تمرین در این شاخص‌ها می‌تواند زمینهٔ مناسبی برای طراحی برنامه‌های تمرینی مؤثر در ارتقای سلامت و پیشگیری از بیماری‌های مزمن فراهم سازد. ضرورت انجام این تحقیق از چند جنبه قابل توجیه است: نخست اینکه افزایش شیوع بیماری‌های مرتبط با سبک زندگی کم‌تحرک، ضرورت شناسایی راهکارهای مؤثر و کم‌هزینه برای ارتقای سلامت را دوچندان کرده است. تمرینات مقاومتی به‌عنوان یکی از روش‌های قابل‌اجرا در گروه‌های مختلف سنی می‌تواند نقش مهمی در بهبود سلامت جسمانی و روانی ایفا کند (۱۵)؛ دوم آنکه BDNF و IL-6 ازجمله شاخص‌های زیستی مهم در بررسی سازگاری‌های عصبی و ایمنی ناشی از ورزش به‌شمار می‌روند (۱۶) و شناخت پاسخ آن‌ها به تمرینات مقاومتی می‌تواند به توسعهٔ دانش فیزیولوژی ورزش کمک نماید؛ سوم و مهم‌تر اینکه بیشتر مطالعات انجام‌شده دربارهٔ BDNF بر فعالیت‌های هوازی

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

متمرکز بوده (۲۰-۱۷) و عمدتاً گروه‌هایی که مطالعه‌شده شده‌اند، طی دستورالعمل پژوهشی، تمرینات مقاومتی یا هوازی را دریافت کرده‌اند؛ اما در این مطالعه، آزمودنی‌های از قبل درگیر تمرینات هوازی بوده‌اند و با اجرای این پژوهش تمرینات مقاومتی را دریافت نموده‌اند. با این رویکرد پژوهش‌های کمتری به بررسی اثر تمرینات مقاومتی بر این عوامل پرداخته‌اند؛ همچنین اطلاعات موجود دربارهٔ ارتباط متقابل BDNF و IL-6 در پاسخ به تمرینات مقاومتی هنوز محدود است؛ بنابراین، انجام پژوهش حاضر می‌تواند خلأهای موجود در پژوهش‌ها را تا حدودی برطرف کند. بر اساس این، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تمرینات مقاومتی بر سطوح سرمی پروتئین‌های BDNF و اینترلوکین-۶ مردان سالم انجام شد تا بتواند اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ سازگاری‌های عصبی و التهابی ناشی از این نوع تمرینات ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

جامعهٔ آماری این پژوهش نیمه‌تجربی (با کد اخلاق IR.UL.REC.1405.001) مردانی سالمی (بر اساس خود اظهاری) بودند که در دامنهٔ سنی ۲۵ تا ۳۵ سال قرار داشتند و با هدف حفظ و ارتقای سلامتی، در مکان‌هایی مانند سالن‌های ورزشی و فضاهای باز به فعالیت‌های هوازی می‌پرداختند. ابتدا با فراخوان و نصب اعلامیه در مکان‌های ورزشی، ۱۶ نفر (بر اساس مطالعات پیشین) به‌عنوان نمونه در نظر گرفته شد. بر اساس معیارهای ورود به مطالعه مانند سن مناسب، داشتن سلامت جسمی، سابقهٔ ورزشی و آشنایی با ورزش و استعمال نکردن دخانیات، آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم گردیدند. برای تعیین گروه‌های کنترل و تجربی به‌صورت تصادفی عمل شد. معیارهای خروج عبارت بود از: تمایل نداشتن به ادامهٔ همکاری و یا شرکت نکردن به مدت یک هفته در جلسات تمرینی. متغیر مستقل این پژوهش شامل تمرینات مقاومتی به مدت ۱۲ هفته برای گروه تجربی به‌صورت زیر بود:

دستورالعمل تمرین مقاومتی: پس از گرم کردن عمومی، در شروع تمرین مقاومتی با استفاده از یک تکرار بیشینه (فرمول برزیسکی) برای هر عضله، قدرت بیشینهٔ آن عضله مشخص گردید؛ سپس بر این مبنا، از آغاز مطالعه تا پایان هفتهٔ چهارم، شدت تمرینات برنامه‌ریزی شد. آزمودنی‌های گروه تجربی تمرینات خود را (۴ ست با تکرارهای ۱۲، ۱۰، ۸ و ۶ تایی، به‌ترتیب با ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد قدرت بیشینه، با ۲ دقیقه استراحت بین هر ست) اجرا کردند. برای ارزیابی مجدداً شدت تمرین در ادامه و پس از دو روز استراحت در ابتدای هفتهٔ پنجم، قدرت بیشینهٔ هر عضله برای هر آزمودنی مجدداً ارزیابی شد. شدت تمرین در ۵ هفتهٔ بعدی بر مبنای یک تکرار بیشینهٔ جدید تنظیم گردید. در ابتدای هفتهٔ ۱۱، برای بار سوم قدرت بیشینه اندازه‌گیری شد و تداوم تمرینات تا پایان دستورالعمل تمرین بر مبنای این مقدار بود. تعداد ست‌های تمرینی و استراحت در طول تمرین یکسان بود. این دورهٔ تمرینی به مدت ۱۲ هفته هر هفته ۴ روز اجرا گردید. عضلات درگیر عبارت بودند از: عضلات سینه، عضلات بازو، عضلات زیربغل و عضلات پا، سایر عضلات مانند عضلات شکم، ساعد و ساق پا نیز در کنار سایر عضلات درگیر تمرین شدند (۱۳).

ارزیابی عامل‌های مطالعه‌شده: در دو مرحله پیش از آغاز دستورالعمل و ۲۴ ساعت پس از پایان آخرین جلسهٔ تمرینی، با کمک کارشناس آزمایشگاه، از آزمودنی‌ها در حالت ناشتا ۱۰ سی‌سی خون وریدی گرفته شد. پس از نمونه‌گیری خونی، نمونه‌های خونی به مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه در دمای اتاق ماندند تا کاملاً لخته گردند؛ سپس خون لخته‌شده در دستگاه سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ تا ۱۰ قرار گرفت؛ سپس با استفاده از سمپلر، لایهٔ بالایی (سرم) بدون تماس با لخته یا سلول‌ها، به ظرف تمیز منتقل شد. درنهایت، نمونه‌ها به یخچال (دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد) منتقل گردیدند. برای اندازه‌گیری و ارزیابی میزان پروتئین‌های مطالعه‌شده در سطح سرم از روش الایزا و کیت‌های شرکت Elabscience با نام Human BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor) و با کت نامبر ELISA Kit (E-EL-H0010) و کیت Human IL-6R (Interleukin 6 Receptor) با کت نامبر ELISA Kit (E-EL-H0192) استفاده شد. در پایان، نمونه‌های

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS بررسی و تجزیه‌وتحلیل گردیدند. برای تجزیه‌وتحلیل، ابتدا با استفاده از آمار توصیفی شاخص‌های مرکزی و پراکندگی بررسی شدند؛ سپس برای ارزیابی فرضیه‌های پژوهش، پس از بررسی همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون، از آزمون آماری تی مستقل و کوواریانس برای بررسی فرض صفر فرضیه‌های پژوهشی استفاده گردید. گفتنی است، ابتدا مقادیر پیش‌آزمون از مقادیر پس‌آزمون کسر و درنهایت، مقادیر تفاضل باهم مقایسه شدند.

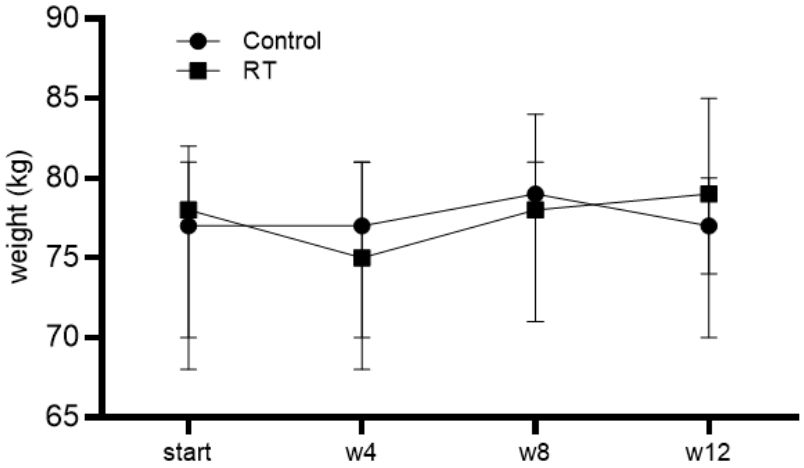
یافته‌های پژوهش

جدول شمارهٔ ۱ مشخصات سن، قد و وزن آزمودنی‌های گروه تجربی و کنترل را نشان می‌دهد.

جدول شمارهٔ ۱. آمار توصیفی دو گروه کنترل و تجربی

گروه	آماره	تعداد	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف استاندارد
کنترل	سن (سال)	۸ نفر	۲۵	۳۴	۲۹/۲	۵/۱
	قد (سانتی‌متر)		۱۷۲	۱۸۳	۱۷۷/۴	۷
	وزن (کیلوگرم)		۷۱	۸۲	۷۶	۵/۹
تجربی	سن (سال)	۸ نفر	۲۵	۳۵	۲۹/۶	۵/۶
	قد (سانتی‌متر)		۱۷۱	۱۸۵	۱۷۷/۳	۶
	وزن (کیلوگرم)		۷۰	۸۱	۷۶	۴/۲

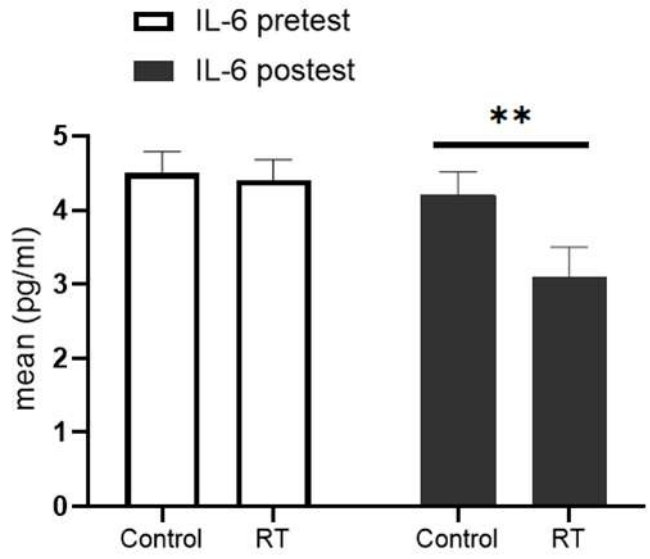
برای بررسی اثر زمان و تفاوت میان گروه کنترل و تجربی، از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر دوعاملی استفاده گردید. عامل درون‌گروهی زمان در چهار سطح و عامل بین‌گروهی در دو سطح در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد، تفاوت تغییرات وزن میان دو گروه معنی‌دار نبود. نتایج این مطالعه در شکل شمارهٔ ۱ نشان داد، اضافه شدن تمرینات مقاومتی به برنامهٔ مردان فعال باعث کاهش میانگین وزن آزمودنی‌های گروه تجربی در هفته چهارم شده بود؛ اما این کاهش وزن در هفتهٔ هشتم کمتر شد، به‌طوری‌که در هفتهٔ دوازدهم، میانگین وزن آزمودنی‌های گروه تجربی بیشتر از گروه کنترل‌شده بود. این تغییرات معنی‌دار نبودند؛ اما این روند تغییر وزن احتمالاً نشانهٔ اثرگذاری تمرینات مقاومتی باشد.



شکل شمارهٔ ۱. روند تغییر وزن آزمودنی‌ها طی ۱۲ هفته مطالعه (شروع، هفتهٔ ۴، هفتهٔ ۸ و هفتهٔ ۱۲). دربارهٔ تغییر وزن آزمودنی‌ها طی دستورالعمل پژوهشی، تفاوت معنی‌داری میان گروه کنترل (Control) و تمرین مقاومتی (RT) مشاهده نشد.

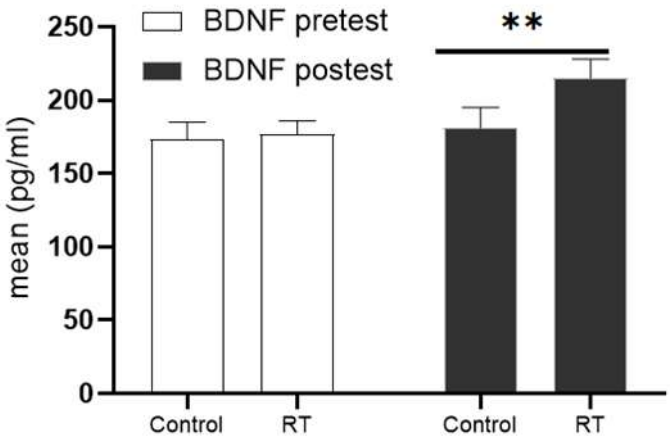
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

نتایج این مطالعه در شکل‌های شمارهٔ ۲ و ۳ مشخص کرد که میزان اینترلوکین ۶ و BDNF در ابتدای پژوهش در هر دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت؛ اما در پایان ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی، نتایج کاملاً متفاوت بود، به این صورت که پس از ۱۲ هفته، میزان اینترلوکین ۶ سرم گروه تجربی به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود (P=0.0032)، درصورتی‌که میزان BDNF گروه تجربی به‌طور معنی‌داری افزایش داشت (P=0.0051).



شکل شمارهٔ۲. مقایسهٔ مقادیر اینترلوکین ۶ سرم در پیش و پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی در دو گروه کنترل و تمرین مقاومتی (RT)

** تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱.



شکل شمارهٔ۳. مقایسهٔ مقادیر BDNF سرم در پیش و پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی در دو گروه کنترل و تجربی (RT)

** تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد، ۱۲ هفته تمرین مقاومتی منظم موجب افزایش معنی‌دار سطوح سرمی BDNF و کاهش معنی‌دار سطوح سرمی IL-6 در مردان سالم شد. این یافته بیان‌کنندهٔ آن است که تمرین مقاومتی علاوه بر ایجاد سازگاری‌های عضلانی و افزایش قدرت می‌تواند آثار چشمگیری بر شاخص‌های عصبی و التهابی بدن داشته باشند. افزایش BDNF به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای نوروتروفیک (۷) و کاهش IL-6 به‌عنوان یکی از مهم‌ترین سایتوکاین‌های التهابی (۱۰)، نشان‌دهندهٔ بهبود وضعیت

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

فیزیولوژیکی و سلامت عمومی افراد در پاسخ به تمرینات مقاومتی است.

BDNF پروتئینی است که نقش اساسی در رشد، بقا، تمایز و بازسازی نورون‌ها ایفا می‌کند (۲۱)؛ همچنین این عامل در فرایندهای شناختی نظیر یادگیری، حافظه و انعطاف‌پذیری عصبی نقش کلیدی دارد (۲۲). افزایش سطح BDNF در پاسخ به تمرین مقاومتی را می‌توان ناشی از چندین سازوکار فیزیولوژیکی دانست: نخست آنکه تمرین مقاومتی موجب افزایش فعالیت مسیرهای پیام‌رسانی سلولی نظیر مسیر CREB (cAMP response element-binding protein) و PGC-) (1α) (Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha) می‌شود که درنهایت، بیان ژن BDNF را تحریک می‌کنند (۲۳). علاوه بر این، انقباضات مکرر عضلانی سبب ترشح مایوکاین‌هایی مانند آیریزین می‌گردد که توانایی عبور از سد خونی-مغزی را دارد و تولید BDNF را در بافت مغز افزایش می‌دهد (۲۴)؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تمرین مقاومتی از طریق تعامل میان عضله و دستگاه عصبی، موجب ارتقای سلامت عصبی می‌شود.

یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج مطالعات متعددی همسو است؛ برای مثال، پژوهش‌های انجام‌شده نشان دادند که برنامه‌های تمرین مقاومتی بلندمدت موجب افزایش معنادار سطوح BDNF در افراد سالم و ورزشکار می‌گردند (۲۴) و گزارش‌شده است که افزایش ظرفیت عضلانی، بهبود عملکرد متابولیکی و افزایش ترشح فاکتورهای رشد از مهم‌ترین علل افزایش BDNF پس از تمرینات مقاومتی است؛ همچنین برخی مطالعات نشان داده‌اند که تمرین ۴ مقاومتی با شدت متوسط تا زیاد می‌تواند آثار مشابهی با تمرینات هوازی در افزایش BDNF ایجاد نمایند (۲۵). با وجود این، برخی پژوهش‌ها نتایج متفاوتی گزارش کرده‌اند؛ برای مثال، در تعدادی از مطالعات تغییر معنی‌داری در BDNF پس از تمرینات مقاومتی مشاهده نشد (۲۶). اختلاف در نتایج می‌تواند ناشی از تفاوت در ویژگی‌های آزمودنی‌ها، مدت مداخله، شدت تمرین، سن افراد و سطح آمادگی جسمانی باشد. در برخی پژوهش‌ها دورهٔ تمرینی کوتاه‌تر از هشت هفته بوده یا شدت تمرین به اندازهٔ کافی بالا نبوده است تا بتواند سازگاری‌های عصبی لازم برای افزایش BDNF را ایجاد کند (۲۷)؛ همچنین تفاوت در زمان نمونه‌گیری خون و روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری BDNF نیز ممکن است موجب بروز نتایج متفاوت شده باشد.

از سوی دیگر، پژوهش حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی موجب کاهش معنی‌دار سطوح سرمی IL-6 شد. این یافته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ زیرا IL-6 یکی از مهم‌ترین شاخص‌های التهاب سیستمیک به‌شمار می‌رود (۲۸) و افزایش مزمن آن با بروز بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت نوع دو، سندرم متابولیک و بسیاری از بیماری‌های مزمن مرتبط است (۲۸). کاهش سطح IL-6 پس از تمرینات مقاومتی بیان‌کنندهٔ بهبود وضعیت ضدالتهابی بدن و ارتقای سلامت متابولیکی آزمودنی‌ها است. یکی از سازوکارهای احتمالی کاهش IL-6 در نتیجهٔ تمرینات مقاومتی، کاهش تودهٔ چربی بدن است. بافت چربی به‌ویژه چربی احشایی یکی از منابع اصلی تولید سایتوکاین‌های التهابی به‌شمار می‌رود (۲۹). تمرینات مقاومتی با افزایش تودهٔ عضلانی و بهبود ترکیب بدنی می‌توانند میزان تولید سایتوکاین‌های التهابی را کاهش دهند. علاوه بر این، تمرین مقاومتی موجب افزایش ترشح سایتوکاین‌های ضدالتهابی مانند اینترلوکین-۱۰ و آدیپونکتین می‌شود و از این طریق تولید IL-6 را مهار می‌کند (۳۰)؛ همچنین بهبود حساسیت انسولینی و کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از تمرین منظم می‌تواند نقش مهمی در کاهش التهاب مزمن ایفا کند (۳۰).

یافتهٔ حاضر با نتایج برخی مطالعات همخوانی دارد. پژوهش‌های استوارت، فیلیپس، گلسون و همکاران نشان داده‌اند که تمرین مقاومتی طولانی‌مدت موجب کاهش سطوح سایتوکاین‌های التهابی ازجمله IL-6 می‌گردد (۳۱). این پژوهشگران گزارش کردند که تمرین مقاومتی از طریق بهبود عملکرد دستگاه ایمنی و کاهش التهاب مزمن خفیف، سلامت عمومی افراد را ارتقا می‌دهد؛ همچنین مطالعات انجام‌شده در افراد سالمند و بیماران مبتلا به بیماری‌های متابولیکی نیز کاهش معنادار IL-6 پس از دوره‌های تمرین مقاومتی را تأیید کرده‌اند (۳۱). بااین‌حال، برخی پژوهش‌ها نتایج متناقضی ارائه داده‌اند و افزایش یا تغییر نکردن IL-6 را پس از تمرین مقاومتی گزارش نموده‌اند (۳۲). علت اصلی این اختلاف را می‌توان در تفاوت میان پاسخ‌های حاد و مزمن به تمرین جستجو کرد. در پاسخ حاد

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

به یک جلسه تمرین شدید، سطح IL-6 ممکن است به‌طور موقت افزایش یابد که ناشی از آسیب عضلانی و پاسخ التهابی اولیه است؛ اما در اثر تمرینات مزمن و سازگاری‌های بلندمدت، معمولاً سطح پایهٔ IL-6 کاهش پیدا می‌کند؛ بنابراین، مطالعاتی که اندازه‌گیری خود را بلافاصله پس از تمرین انجام داده‌اند، ممکن است افزایش IL-6 را گزارش کرده باشند (۳۲)، درحالی‌که مطالعات طولی مشابه پژوهش حاضر، غالباً کاهش این شاخص را نشان داده‌اند. یکی از نکات مهم در تفسیر نتایج پژوهش حاضر، ارتباط معکوس میان BDNF و IL-6 است. شواهد علمی نشان می‌دهد که التهاب مزمن می‌تواند تولید BDNF را کاهش دهد و بر عملکرد نورونی تأثیر منفی بگذارد (۳۳). در مقابل، کاهش التهاب و بهبود محیط سلولی می‌تواند شرایط مناسبی برای افزایش تولید BDNF فراهم کند (۳۴)؛ بنابراین، احتمال دارد بخشی از افزایش BDNF مشاهده‌شده در این پژوهش نتیجهٔ کاهش التهاب سیستمیک و کاهش سطح IL-6 باشد؛ به‌عبارت‌دیگر، تمرین مقاومتی از طریق ایجاد محیطی ضدالتهابی، زمینه را برای بهبود عملکرد عصبی و افزایش فاکتورهای نوروتروفیک فراهم کرده است. با وجود محدودیت‌هایی مانند کنترل نکردن رژیم غذایی، وراثت، شدت و مدت فعالیت‌های هوازی، به‌طورکلی یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تمرین مقاومتی منظم نه‌تنها ابزاری مؤثر برای افزایش قدرت و تودهٔ عضلانی است، بلکه می‌تواند موجب بهبود همزمان شاخص‌های عصبی و التهابی شود. افزایش BDNF بیان‌کنندهٔ ارتقای سلامت مغز، بهبود عملکرد شناختی و افزایش انعطاف‌پذیری عصبی است، درحالی‌که کاهش IL-6 نشان‌دهندهٔ کاهش التهاب مزمن و بهبود وضعیت ایمنی و متابولیکی بدن است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اجرای ۱۲ هفته تمرین مقاومتی در مردان سالم فعال راهکاری مؤثر برای ارتقای بهتر سلامت جسمی و عصبی است و می‌تواند در پیشگیری از بیماری‌های التهابی و اختلالات نورودژنراتیو نقش مهمی ایفا کند. نتایج این تحقیق می‌تواند برای متخصصان فیزیولوژی ورزش، مربیان ورزشی، پزشکان و سایر متصدیان حوزهٔ سلامت در طراحی برنامه‌های تمرینی مبتنی بر شواهد علمی سودمند باشد و به ارتقای سلامت و کیفیت زندگی افراد سالم کمک نماید.

نتایج این پژوهش نشان داد، ۱۲ هفته تمرین مقاومتی موجب افزایش معنی‌دار سطوح سرمی BDNF و کاهش معنی‌دار سطوح سرمی اینترلوکین-۶ در مردان سالم شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که تمرین مقاومتی علاوه بر ایجاد سازگاری‌های عضلانی و عملکردی می‌توانند با بهبود وضعیت نوروتروفیک و کاهش پاسخ‌های التهابی، نقش مهمی در ارتقای سلامت عمومی ایفا کنند. افزایش BDNF نشان‌دهندهٔ بهبود فرایندهای مرتبط با رشد و بقای نورون‌ها و عملکرد شناختی است، درحالی‌که کاهش اینترلوکین-۶ حاکی از تعدیل التهاب سیستمیک است؛ بنابراین، تمرین مقاومتی منظم می‌تواند به‌عنوان یک راهکار غیردارویی مؤثر برای بهبود شاخص‌های عصبی و التهابی در افراد سالم توصیه شود.

سپاس‌گزاری

این مقاله از رسالهٔ دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزش دانشگاه لرستان استخراج گردیده است. بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه لرستان قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که تضاد منافعی در این مقاله وجود ندارد.

کد اخلاق

این مقاله مستخرج از رسالهٔ دکترای فیزیولوژی ورزشی دانشگاه لرستان است که با کد اخلاق (IR.UL.REC.1405.001) توسط کمیتهٔ اخلاق دانشگاه لرستان تأیید گردید.

حمایت مالی

این پژوهش هیچ‌گونه حمایت مالی‌ای دریافت نکرد.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش‌شناسی، اعتبارسنجی، تحلیل، پژوهش، منابع: محمد فتحی، راضیه رضایی و علی حواس چلب هدل؛ نرم‌افزار، مدیریت داده‌ها، نگارش پیش‌نویس اولیه: علی حواس چلب هدل؛ نگارش (بازبینی و ویرایش)، مصورسازی، نظارت، مدیریت پروژه: محمد فتحی، راضیه رضایی.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

References

1. Lin CC, Kinnett-Hopkins D, Alawamleh A, Siemen M, Lane A, Abou L. Physical activity improves cardiovascular fitness and reduces cardiovascular risk factors in adults with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. Mult Scler Relat Disord. 2024;92:106170. doi: 10.1016/j.msard.2024.106170.
2. Flewwelling LD, Hannaian SJ, Cao V, Chaillou T, Churchward-Venne TA, Cheng AJ. What are the potential mechanisms of fatigue-induced skeletal muscle hypertrophy with low-load resistance exercise training? Am J Physiol Cell Physiol. 2025;328(3):C1001-C14. doi: 10.1152/ajpcell.00266.2024.
3. Molanouri Shamsi M, Hassan ZH, Gharakhanlou R, Quinn LS, Azadmanesh K, Baghersad L, et al. Expression of interleukin-15 and inflammatory cytokines in skeletal muscles of STZ-induced diabetic rats: effect of resistance exercise training. Endocrine. 2014;46(1):60-9. doi: 10.1007/s12020-013-0038-4.
4. Schaser AJ, Stang K, Connor NP, Behan M. The effect of age and tongue exercise on BDNF and TrkB in the hypoglossal nucleus of rats. Behav Brain Res. 2012;226(1):235-41. doi: 10.1016/j.bbr.2011.09.027.
5. Wang C, Bomberg E, Billington C, Levine A, Kotz CM. Brain-derived neurotrophic factor in the hypothalamic paraventricular nucleus increases energy expenditure by elevating metabolic rate. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2007;293(3):R992-1002. doi: 10.1152/ajpregu.00516.2006.
6. Zhang JC, Yao W, Hashimoto K. Brain-derived Neurotrophic Factor (BDNF)-TrkB Signaling in Inflammation-related Depression and Potential Therapeutic Targets. Curr Neuropharmacol. 2016;14(7):721-31. doi: 10.2174/1570159x14666160119094646.
7. Porter GA, O'Connor JC. Brain-derived neurotrophic factor and inflammation in depression: Pathogenic partners in crime? World J Psychiatry. 2022;12(1):77-97. doi: 10.5498/wjp.v12.i1.77.
8. Sadri I, Nikookheslat SD, Karimi P, Khani M, Nadimi S. Aerobic exercise training improves memory function through modulation of brain-derived neurotrophic factor and synaptic proteins in the hippocampus and prefrontal cortex of type 2 diabetic rats. J Diabetes Metab Disord. 2024;23(1):849-58. doi: 10.1007/s40200-023-01360-9.
9. Gomez-Pinilla F, Zhuang Y, Feng J, Ying Z, Fan G. Exercise impacts brain-derived neurotrophic factor plasticity by engaging mechanisms of epigenetic regulation. Eur J Neurosci. 2011;33(3):383-90. doi: 10.1111/j.1460-9568.2010.07508.x.
10. Covarrubias AJ, Horng T. IL-6 strikes a balance in metabolic inflammation. Cell Metab. 2014;19(6):898-9. doi: 10.1016/j.cmet.2014.05.009.
11. Sindhu S, Thomas R, Shihab P, Sriraman D, Behbehani K, Ahmad R. Obesity Is a Positive Modulator of IL-6R and IL-6 Expression in the Subcutaneous Adipose Tissue: Significance for Metabolic Inflammation. PLoS One. 2015;10(7):e0133494. doi: 10.1371/journal.pone.0133494.
12. Devasahayam AJ, Kelly LP, Williams JB, Moore CS, Ploughman M. Fitness Shifts the Balance of BDNF and IL-6 from Inflammation to Repair among People with Progressive Multiple Sclerosis. Biomolecules. 2021;11(4). doi: 10.3390/biom11040504.
13. Forti LN, Njemini R, Beyer I, Eelbode E, Meeusen R, Mets T, et al. Strength training reduces circulating interleukin-6 but not brain-derived neurotrophic factor in community-dwelling elderly individuals. Age (Dordrecht, Netherlands). 2014;36(5):9704. doi: 10.3389/fendo.2022.811751.
14. Farajnia S, Rajabi H, Ghaffari M, Beladi-Moghadam N, Fayazmilani R. Impact of cognitive-aerobic exercise training on brain-derived neurotrophic factor, dual-tasking abilities, and mood state in individuals with multiple sclerosis. Physiol Behav. 2025;290:114756. doi: 10.1152/japplphysiol.00636.2023.
15. Chu R, Li M, Zhu C, Du Y, Xie Y, Ni T, et al. The effects of resistance training on myostatin in older adults with frailty and/or sarcopenia: a systematic review and meta analysis. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2026;18(1). doi: 10.3390/nu17172758.
16. Cabral-Santos C, Castrillón CIM, Miranda RAT, Monteiro PA, Inoue DS, Campos EZ, et al. Inflammatory Cytokines and BDNF Response to High-Intensity Intermittent Exercise: Effect the Exercise Volume. Front Physiol. 2016;7:509. doi: 10.3389/fphys.2016.00509.
17. Grzelak N, Kaczmarek D, Poziemba KM, Mrowczynski W. Myocardial Disorders in BDNF-Deficient Rats: Limited Recovery Post-Moderate Endurance Training. Diabetes Metab Syndr Obes. 2024;17:4649-60. doi: 10.2147/DMSO.S486807.
18. Gorna S, Domaszewska K. The Effect of Endurance Training on Serum BDNF Levels in the Chronic Post-Stroke Phase: Current Evidence and Qualitative Systematic Review. J Clin Med. 2022;11(12). doi: 10.3390/jcm11123556.
19. Tchekalarova J, Atanasova M, Ivanova N, Boyadjiev N, Mitreva R, Georgieva K. Endurance training exerts time-dependent modulation on depressive responses and circadian rhythms of corticosterone and BDNF

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]

in the rats with pinealectomy. Brain Res Bull. 2020;162:40-8. doi: 10.1016/j.brainresbull.2020.05.012.
20. Seifert T, Brassard P, Wissenberg M, Rasmussen P, Nordby P, Stallknecht B, et al. Endurance training enhances BDNF release from the human brain. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2010;298(2):R372-7. doi: 10.1152/ajpregu.00525.2009.
21. Numakawa T, Kajihara R. The Role of Brain-Derived Neurotrophic Factor as an Essential Mediator in Neuronal Functions and the Therapeutic Potential of Its Mimetics for Neuroprotection in Neurologic and Psychiatric Disorders. Molecules. 2025;30(4):848. doi: 10.3390/molecules30040848.
22. Cunha C, Brambilla R, Thomas KL. A simple role for BDNF in learning and memory? Front Mol Neurosci. 2010;3:1. doi: 10.3389/neuro.02.001.2010.
23. Bi X, Fang J, Jin X, Thirupathi A. The interplay between BDNF and PGC-1 alpha in maintaining brain health: role of exercise. Front Endocrinol (Lausanne). 2024;15:1433750. doi: 10.3389/fendo.2024.1433750.
24. Inyushkin AN, Poletaev VS, Inyushkina EM, Kalberdin IS, Inyushkin AA. Irisin/BDNF signaling in the muscle-brain axis and circadian system: A review. J Biomed Res. 2023;38(1):1-16. doi: 10.7555/JBR.37.20230133.
25. Benitez B, Juber MC, Macarilla CT, Robinson ZP, Pelland JC, Remmert JF, et al. Effect of Proximity to Failure in Resistance Training on Circulating Levels of Neuroprotective Biomarkers. Biology. 2025;14(12):1756. doi: 10.3390/biology14121756.
26. Szuhany KL, Bugatti M, Otto MW. A meta-analytic review of the effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor. J Psychiatr Res. 2015;60:56-64. doi: 10.1016/j.jpsychires.2014.10.003.
27. Gholami F, Mesrabadi J, Iranpour M, Donyaei A. Exercise training alters resting brain-derived neurotrophic factor concentration in older adults: A systematic review with meta-analysis of randomized-controlled trials. Exp Gerontol. 2025;199:112658. doi: 10.1016/j.exger.2024.112658.
28. Tanaka T, Narazaki M, Kishimoto T. IL-6 in inflammation, immunity, and disease. Cold Spring Harb Perspect Biol. 2014;6(10):a016295. doi: 10.1101/cshperspect.a016295.
29. Han MS, White A, Perry RJ, Camporez JP, Hidalgo J, Shulman GI, et al. Regulation of adipose tissue inflammation by interleukin 6. Proc Natl Acad Sci U S A. 2020;117(6):2751-60. doi: 10.1073/pnas.1920004117.
30. Kadoglou NPE, Georgiou C, Balaskas N, Panayiotou C, Vardas M, Mitsis A, et al. The Anti-Inflammatory Effects of Resistance Training in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. Biomolecules. 2025;15(10):1417. doi: 10.3390/biom15101417.
31. Phillips MD, Flynn MG, McFarlin BK, Stewart LK, Timmerman KL. Resistance training at eight-repetition maximum reduces the inflammatory milieu in elderly women. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(2):314-25. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181b11ab7.
32. Ringleb M, Javelle F, Haunhorst S, Bloch W, Fennen L, Baumgart S, et al. Acute resistance exercise-induced changes in IL-6, IL-10, and IL-1ra in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. medRxiv. 2023:2023.05.10.23289790. doi: 10.1101/2023.05.10.23289790.
33. Calabrese F, Rossetti AC, Racagni G, Gass P, Riva MA, Molteni R. Brain-derived neurotrophic factor: a bridge between inflammation and neuroplasticity. Front Cell Neurosci. 2014;8:430. doi: 10.3389/fncel.2014.00430.
34. Li S, Weinstein G, Zare H, Teumer A, Völker U, Friedrich N, et al. The genetics of circulating BDNF: towards understanding the role of BDNF in brain structure and function in middle and old ages. Brain Commun. 2020;2(2):fcaa176. doi: 10.1093/braincomms/fcaa176.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-25]