

The effect of electromyostimulation combined with body weight training on plasma levels of nerve growth factor and brain-derived neurotrophic factor in elderly men

Amir Ghasem Abadi^{1*}, Mohammadreza Hosseinabadi², Ameneh Barjaste Yazdi³, Amir Rashidlamir⁴

1. PhD Student in Exercise Physiology, Department of Physical Education, Ne.C. Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.
amirghasemabadi2022@gmail.com

2. Assistant Professor at Department of Physical Education, Ne.C. Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.
1062925521@iau.ac.ir

3. Assistant Professor at Department of Physical Education, Ne.C. Islamic Azad University, Neyshabur, Iran.
a.barjasteyazdi@iau-neyshabur.ac.ir

4. Associate Professor at Department of Physical Education, Mashhad Branch, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
Rashidlamir@um.ac.ir

* Corresponding Author Address: Department of Physical Education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University. E-mail:
amirghasemabadi2022@gmail.com

Extended Abstract

Background and Aim: Neurotrophins are a family of growth factors that play a crucial role in neuronal survival and function. The most prominent among them are Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) and Nerve Growth Factor (NGF). Due to their effects on neuroplasticity, these factors offer significant benefits for cognition and perception. Studies have reported that a reduction in BDNF is associated with functional impairment and certain aspects of cognitive decline in older adults. Furthermore, NGF is considered a crucial factor for the survival of the brain's cholinergic neurons; it has been shown to play a role in cognitive function and is known to undergo degradation with advancing age.

electromyostimulation (EMS) has long been recognized as a complementary method to physical exercise. Recent research has shown that EMS can improve metabolic and neurological functions and facilitate better activation of the neuromuscular system across various patient groups. Given the safety and time-efficiency of resistance training combined with EMS in short sessions—and the simultaneous examination of the neurotrophic factors NGF and BDNF in a specific, understudied population of older adults—the aim of the present study was to investigate the effect of EMS combined with bodyweight exercise on plasma levels of BDNF and NGF in elderly men.

Materials and Methods: This applied study employed a pre-test/post-test design involving both experimental and control groups. The statistical population consisted of healthy elderly men aged 60 to 70 years residing in Mashhad. The study included 25 healthy elderly male participants, who were randomly assigned to either the experimental group (n=12) or the control group (n=13). Anthropometric indices—including body weight, body mass index (BMI), and body composition—were measured.

The training program was conducted over eight weeks, with two sessions per week. Low-frequency electromyostimulation (EMS) was administered using a bipolar current with a stimulation frequency of 85 Hz and a pulse width of 350 microseconds.

Each session consisted of a warm-up, seven bodyweight exercises, and a cool-down (5 minutes each), utilizing general movements. During the stimulation phases, participants performed exercises such as squats, standing chest flies, knee flexion, lateral raises, biceps curls, triceps extensions, and standing abdominal exercises. Exercise intensity was individually adjusted using Borg's 10-point Rating of Perceived Exertion (RPE) scale; participants were instructed to maintain an RPE level corresponding to "hard" to "very hard" (RPE 7–8).

An Iranian-made EMS device (manufactured by Barzin Salamat) was used in this study. The device featured an electrical pulse generator with 10 output channels. Electrical stimulation was delivered via 18 conductive pads integrated into a specialized vest. Blood samples were collected from all subjects at 8:00 AM in a fasting state via the brachial vein at two time points: 24 hours prior to the first training session and 48 hours after the final training session. Plasma BDNF and NGF levels were determined using human BDNF and NGF ELISA kits, respectively.

Analysis of Covariance (ANCOVA) was used to compare data between groups, while the paired t-test was employed to examine within-group changes. Data analysis was performed using SPSS software (version 16), with the significance level set at $p < 0.05$.

Findings: The results indicated that, after eight weeks, body weight, body mass index (BMI), and body fat percentage decreased significantly in the intervention group compared to the control group. Following eight weeks of EMS combined with bodyweight training, significant differences in plasma BDNF ($p = 0.001$) and NGF ($p = 0.001$) levels were observed between the intervention and control groups. These results demonstrated that, after eight weeks, BDNF and NGF levels increased significantly in the intervention group compared to the control group (Table 1).

Table 1. Comparison of Biochemical values and anthropometric measures in subjects at baseline and 8th week

Variables	Groups	Pre-test	Post- test	p within-group	p between-group
Weight (kg)	Experimental	88.70±7.96	86.42±8.26 ^{•†}	0.001	0.001
	Control	89.44±6.36	89.63±6.53	0.292	
BMI (kg/m²)	Experimental	29.48±1.97	28.71±2.01 ^{•†}	0.001	0.001
	Control	29.22±2.39	29.27±2.40	0.309	
Body fat percentage	Experimental	29.47±2.78	26.43±3.29 ^{•†}	0.001	0.001
	Control	30.42±2.57	30.29±2.44	0.500	
Fat mass (kg)	Experimental	26.22±3.99	23.00±4.50 ^{•†}	0.001	0.001
	Control	27.20±2.86	27.16±3.06	0.841	
BDNF (pg/ml)	Experimental	51.79±10.17	56.98±9.47 ^{•†}	0.002	0.001
	Control	54.61±8.38	52.41±7.87	0.127	
NGF (pg/ml)	Experimental	36.16±5.79	40.21±6.35 ^{•†}	0.001	0.001
	Control	37.00±6.71	35.66±6.17	0.086	

Note: Values are presented as mean $\pm$ standard deviation; $\bullet$ p<0.05 compared to the baseline, $\dagger$ p<0.05 compared to the control group. BMI: Body mass index; BDNF: Brain-Derived Neurotrophic Factor; NGF: Nerve Growth Factor

Conclusion: The present study was designed and conducted to investigate the effects of an eight-week program combining Electromyostimulation and bodyweight exercises on plasma levels of NGF and BDNF in elderly men. The findings demonstrated that this intervention could lead to a significant increase in plasma levels of both NGF and BDNF, alongside improvements in body composition indices. It appears that the intensity, volume, and frequency of the EMS protocol, the duration of the intervention, and the characteristics of the participants are key determinants of the magnitude and nature of the neurotrophic factor response. Given the roles of NGF and BDNF in neuroplasticity, memory, and learning, as well as the link between these exercises and metabolic pathways influencing body composition, EMS combined with bodyweight training appears to be a promising, low-risk intervention for simultaneously improving the neurological and physical health of the elderly. However, due to the limited number of similar studies, further research employing protocols with varying intensities and durations is recommended to more precisely elucidate the underlying mechanisms of these changes.

Keywords: Elderly, Electromyostimulation, Brain-Derived Neurotrophic Factor, Nerve Growth Factor

Ethical Considerations: The study protocol was approved by the Ethics Committee of the Islamic Azad University, Neyshabur Branch (ID: IR.IAU.NEYSHABUR.REC.1404.055).

Compliance with ethical guideline: The necessary information regarding the objectives and conduct of the research was provided to the volunteers, and informed consent forms were subsequently obtained from the participants.

Funding: This research is derived from a doctoral dissertation at the Islamic Azad University, Neyshabur. Appreciation and gratitude are extended to all those who collaborated on this study, particularly the research participants.

Conflicts of interest: The authors had no conflicts of interest.



اثر تحریک الکتریکی عضلانی همراه با تمرین با وزن بدن بر مقادیر پلاسمایی فاکتور رشد عصبی و فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز مردان سالمند

امیرقاسم آبادی^{۱*}، محمدرضا حسین آبادی^۲، آمنه برجسته یزدی^۳، امیر رشیدلمیر^۴

۱. گروه علوم تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران، amirhasemabadi2022@gmail.com

۲. استادیار، گروه علوم تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران، 1062925521@iau.ac.ir

۳. استادیار، گروه علوم تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران، a.barjasteyazdi@iau-neyshabur.ac.ir

۴. دانشیار، گروه علوم تربیت بدنی، واحد مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران، Rashidlamir@um.ac.ir

*نویسنده مسئول: نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی. E-mail:

amirhasemabadi2022@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: تحریک الکتریکی عضلانی (EMS) در چندسال اخیر به عنوان یک روش مکمل همراه با تمرینات ورزشی مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به اهمیت و نقش نوروتروفین‌ها در سلامت و عملکرد دستگاه عصبی مرکزی سالمندان، هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر تحریک الکتریکی عضلانی همراه با تمرین با وزن بدن بر مقادیر پلاسمایی BDNF و NGF در مردان سالمند سالم بود. **روش تحقیق:** این مطالعه کاربردی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه تجربی و گروه کنترل اجرا شد. در این مطالعه ۲۵ مرد سالمند سالم (سن ۶۰ تا ۷۰ سال) به طور تصادفی در گروه EMS همراه با تمرین با وزن بدن (۱۲ نفر) و کنترل (۱۳ نفر) قرار گرفتند. برنامه تمرینی به مدت هشت هفته در گروه تجربی اعمال شد. تحریک الکتریکی عضلانی با استفاده از جریان دو قطبی با فرکانس پایین تحریک ۸۵ هرتز و پهنای پالس ۳۵۰ میکروثانیه در گروه تجربی اعمال شد و آزمودنی‌ها همزمان با تحریک، به اجرای تمرینات با وزن بدن پرداختند. در ابتدا و انتهای مداخله نمونه‌های خونی جمع‌آوری و شاخص‌های NGF و BDNF اندازه‌گیری شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون آماری تحلیل کواریانس استفاده و سطح معنی $p < 0.05$ در نظر گرفته شد. **یافته‌ها:** سطوح BDNF ($p = 0.001$)، میانگین درصد تغییرات ($10/91$) و NGF ($p = 0.001$)، میانگین درصد تغییرات ($11/47$) به طور معناداری در گروه EMS همراه با تمرین با وزن بدن در مقایسه با گروه کنترل افزایش یافت. هشت هفته EMS همراه با تمرین با وزن بدن منجر به کاهش معنادار وزن بدن ($p = 0.001$)، میانگین درصد تغییرات ($2/61$) و شاخص توده بدنی ($p = 0.001$)، میانگین درصد تغییرات ($2/61$) و درصد چربی بدن ($p = 0.001$)، میانگین درصد تغییرات ($10/48$) در گروه تجربی شد. **نتیجه‌گیری:** نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هشت هفته EMS همراه با تمرین با وزن بدن ممکن است از طریق افزایش سطوح BDNF و NGF در کنار بهبود شاخص‌های ترکیب بدن آزمودنی‌های سالمند نقش مهمی در بهبود سیستم عصبی سالمندان داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: سالمند، تحریک الکتریکی عضلانی، فاکتور رشد عصبی، فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز

The effect of electromyostimulation combined with body weight training on plasma levels of nerve growth factor and brain-derived neurotrophic factor in elderly men

Amir Ghasem Abadi^{1*}, Mohammadreza Hosseinabadi², Ameneh Barjaste Yazdi³, Amir Rashidlamir⁴

1. Department of Physical Education, Ne.C. Islamic Azad University, Neyshabur, Iran. amirghasemabadi2022@gmail.com

2. Assistant Professor, Department of Physical Education, Ne.C. Islamic Azad University, Neyshabur, Iran. 1062925521@iau.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Physical Education, Ne.C. Islamic Azad University, Neyshabur, Iran. a.barjasteyazdi@iau-neyshabur.ac.ir

4. Associate Professor, Department of Physical Education, Mashhad Branch, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Rashidlamir@um.ac.ir

* Corresponding author: Department of Physical Education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University. E-mail: amirghasemabadi2022@gmail.com

Abstract

Background and Aim: Electromyostimulation (EMS) has been considered as a complementary method in recent years. Considering the importance and role of neurotrophins in the health and function of the central nervous system of the elderly, the aim of the present study was to investigate the effect of EMS combined with body weight training on plasma levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and nerve growth factor (NGF) in healthy elderly men. **Materials and Methods:** This applied study was conducted with a pre-test and post-test design with two experimental groups and a control group. In this study, 25 healthy elderly men (age 60 to 70 years) were randomly assigned to the EMS combined with body weight training (n=12) and the control group (n=13). The training program was applied for eight weeks in the experimental group. Electrical muscle stimulation using bipolar current with a low stimulation frequency of 85 Hz and a pulse width of 350 microseconds was applied in the experimental group, and the subjects performed body weight training simultaneously with the stimulation. At the beginning and end of the intervention, blood samples were collected and NGF and BDNF indices were measured. The analysis of covariance statistical test was used to analyze the data, and the significance level was considered to be $p < 0.05$. **Findings:** The results showed that the levels of BDNF ($p = 0.001$, mean percent change = 10.91) and NGF ($p = 0.001$, mean percent change = 11.47) increased significantly after eight weeks of EMS combined with body weight training compared to the control group. Eight weeks of EMS combined with body weight training resulted in a significant reduction in body weight ($p = 0.001$, mean percent change = -2.61), body mass index ($p = 0.001$, mean percent change = -2.61), and body fat percentage ($p = 0.001$, mean percent change = -10.48) in the experimental group. **Conclusion:** The results of the present study showed that eight weeks of EMS combined with body weight training can lead to improvement in body composition indices of elderly subjects and may play an important role in improving the nervous system of the elderly by increasing BDNF and NGF levels.

Key words: Elderly, Electromyostimulation, BDNF, NGF



با توجه به افزایش جمعیت سالمندان در سراسر جهان، میزان بروز بیماری‌های مزمن به سرعت رو به افزایش است (۱). افزایش سن تاکنون مهم‌ترین عامل خطر برای اکثر بیماری‌های عصبی است. شیوع جهانی زوال عقل، سکته مغزی و سایر اختلالات عصبی افزایش یافته است، که عمدتاً به دلیل پیر شدن قابل توجه جمعیت جهان در این دوره است (۲). مطالعات، سهم تغییر در نورون‌ها و نقص در عملکرد سیناپسی را در پاتوفیزیولوژی بیماری‌های نورودژنراتیو و پیری نشان داده‌اند؛ از این رو، درک جزئیات عملکرد نوروتروفین‌ها در سیستم عصبی مرکزی و فرایند پیری توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است (۳).

نوروتروفین‌ها، خانواده‌هایی از فاکتورهای رشد هستند که نقش مهمی در بقاء و عملکرد نورون‌ها دارند. مهمترین آن‌ها فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز^۱ (BDNF) و فاکتور رشد عصبی^۲ (NGF) است. این فاکتورها به دلیل تأثیراتشان بر روی نوروپلاستیسته، مزایای زیادی برای شناخت و ادراک ایجاد می‌کنند (۴). مطالعات نشان داده‌اند که فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز بر نورون‌ها و همه گونه‌های پستانداران (از جمله انسان) تأثیر می‌گذارد که مستقیماً ساختار اساسی و مورفولوژی مغز را تغییر می‌دهد (۵-۷). مطالعات نشان داده است که BDNF یک مولکول اصلی در عملکرد مغز است که غلظت آن در خون با افزایش سن کاهش می‌یابد. این مطالعات گزارش کرده‌اند که کاهش BDNF با اختلال عملکردی و برخی از جنبه‌های اختلال شناختی در افراد مسن مرتبط است (۸-۱۰). همچنین، فاکتور رشد عصبی با توجه به شواهدی مبنی بر کاهش آن در مغز با افزایش سن، به ویژه در نواحی مرتبط با حافظه مانند هیپوکامپ، ممکن است از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. در حال حاضر، NGF به عنوان یک فاکتور مهم برای بقای نورون‌های کولینرژیک مغز در نظر گرفته می‌شود و ثابت شده است که در عملکرد شناختی نقش داشته و با افزایش سن تخریب می‌شود (۱۱).

در میان مکانیسم‌های مختلفی که زمینه‌ساز ارتباط بین فعالیت بدنی و سلامت مغز هستند، شواهد اخیر پیشنهاد می‌دهند که سیگنالینگ گیرنده نوروتروفین ممکن است نقش مهمی داشته باشد، زیرا فعال شدن این مسیر منجر به رشد و تمایز نورون‌ها و سیناپس‌های جدید می‌شود، از رشد آکسونی و دندریتی پشتیبانی می‌کند، انعطاف‌پذیری سیناپسی را تقویت می‌کند و بقای نورون‌های موجود را حفظ می‌کند (۱۲). مطالعات پژوهشی پیشنهاد کرده‌اند که تمرینات ورزشی منظم تأثیرات قابل توجهی بر عملکرد مغز از طریق تنظیم فاکتورهای نوروتروفیک دارد که ممکن است از زوال شناختی در سالمندان جلوگیری کند (۱۳-۱۵). مطالعات پیشنهاد کرده‌اند که ارتباط مثبتی بین فعالیت بدنی و سطح BDNF در گردش خون وجود دارد (۱۶-۱۸) و تغییر پس از ورزش این مولکول با بهبود عملکرد عصبی-شناختی مرتبط است (۱۴، ۱۹). با این حال، شواهد کمتری برای سایر نوروتروفین‌ها، از جمله NGF منتشر شده است (۱۲). به تازگی، گزارش شده است که BDNF در هنگام انقباضات عضلانی از سلول‌های عضلانی اسکلتی به خون آزاد می‌شود (۲۰). یک مطالعه نشان داده است که تمرینات ورزشی میزان BDNF خون را افزایش می‌دهند، و بهبود حافظه ناشی از فعال‌سازی مسیر BDNF وابسته به شدت تمرینات ورزشی است (۲۱). در همین راستا، طاهری و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تأثیر

1. Brain-Derived Neurotrophic Factor

2. Nerve growth factor



تمرین استقامتی بر عوامل نوروتروفیک مؤثر بر مخچه در موش صحرایی دیابتی پرداختند و افزایش معنی‌داری در بیان ژن‌های NGF و BDNF در موش‌های صحرایی نر مبتلا به دیابت گزارش کردند (۲۲).

تحریک الکتریکی عضلانی^۱ (EMS) مدت‌هاست که به عنوان یک روش مکمل، همراه با تمرینات ورزشی مورد توجه قرار گرفته است (۲۳). در این روش، عضلات به طور مصنوعی و با استفاده از انواع جریان الکتریکی که از طریق الکترودها روی عضلات هدف اعمال می‌شوند، فعال می‌گردند (۲۳). در نتیجه، جریان الکتریکی باعث انقباض غیرارادی عضلات شده و مزایایی مشابه با تمرینات ورزشی را بدون ایجاد ناراحتی رایج تمرینات مقاومتی متعارف، مانند فشار مکانیکی بر مفاصل ناشی از تحمل بار و وزنه‌های خارجی، به همراه دارد (۲۴، ۲۵). این روش برای تسهیل فعال‌سازی تعداد زیادی از واحدهای حرکتی همزمان فراخوانی فیبرهای عضلانی، با هدف تقویت یا حفظ توده عضلانی طراحی شده است (۲۶). پژوهش‌های پیشین، تأثیر EMS را بر عملکرد عضلات و عملکرد بدن در جمعیت‌های مختلف از جمله آزمودنی‌های جوان، سالمندان و بیماران مبتلا به بیماری‌های تحلیل برنده عضلات مانند سارکوپنی نشان داده‌اند، همچنین، EMS به عنوان یک روش توانبخشی عملی و مؤثر برای بیماران با عملکرد بدنی ضعیف یا برای افراد سالمند با سطح پایین فعالیت بدنی پیشنهاد شده است (۲۷، ۲۸). در چنین شرایطی، EMS فرصتی را برای افزایش پایداری به یک برنامه ورزشی و بهبود ترکیب بدن و قدرت فیزیکی بیماران فراهم می‌کند (۲۹). تحقیقات نشان داده‌اند که EMS می‌تواند عملکرد عضلات را بهبود بخشد و از تحلیل عضلانی در دوران سالمندی جلوگیری کند (۳۰). تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که EMS می‌تواند عملکردهای متابولیکی و عصبی را بهبود بخشد و به فعال‌سازی بهتر سیستم عصبی عضلانی در گروه‌های مختلف بیماران کمک کند. یکی از مکانیسم‌های احتمالی این اثرات، مایوکاین‌ها هستند؛ موادی فعال که در طی انقباض عضلات اسکلتی ترشح می‌شوند (۳۱). نیشی کاوا^۲ و همکاران، (۲۰۲۴) گزارش کردند که EMS می‌تواند عملکرد شناختی را بهبود بخشد. در این تحقیق، دو جلسه EMS به مدت ۳۰ دقیقه بر عضلات چهارسر ران انجام شد و ارزیابی‌های شناختی و خلقی در انسان‌ها و آنالیزهای بافتی در موش‌ها صورت گرفت. نتایج نشان داد EMS باعث بهبود عملکرد اجرایی و کاهش اضطراب در انسان‌ها و افزایش BDNF در هیپوکامپ موش‌ها شد (۳۱). با این حال مطالعات روی آزمودنی‌های انسانی و به ویژه سالمندان بسیار کمتر و با نتایج متفاوتی همراه بوده است. چنانکه، تاپا^۲ و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر تحریک الکتریکی عضلات و مداخله تمرین مقاومتی بر عملکرد جسمی و مغزی در زنان میانسال و مسن را بررسی کردند و افزایش معنادار BDNF را گزارش کردند (۳۲). از طرفی شواهد کمتری برای سایر نوروتروفین‌ها، از جمله فاکتور رشد عصبی منتشر شده است (۱۲)، که نیاز به مطالعات بیشتری به دارد. در همین راستا، هردیانس‌یاه^۳ و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که چهار هفته EMS سطوح سرمی NGF را در بیماران مبتلا به نوروپاتی محیطی به طور معناداری افزایش می‌دهد (۳۳). با این حال، دی کانگو^۲ و همکاران (۲۰۲۳) با بررسی اثر تحریک الکتریکی عضلانی کل بدن بر نشانگرهای زیستی و عملکرد فیزیکی در بیماران مبتلا به پارکینسون تغییر معناداری در سطوح NGF مشاهده نکردند (۳۴).

^۱. Electromyostimulation

^۲. Nishikawa

^۳. Herdiansyah

^۲. Thapa

^۳. Dicango



با اینکه، تمرینات ورزشی بر اکثر عوامل خطر، بیماری‌ها و شرایط ناتوان‌کننده در سنین میانسالی تا پیری تأثیر مطلوبی می‌گذارد، با این حال، بسیاری از سالمندان به طور مطلوبی توانایی اجرای دوزهای ورزشی توصیه‌شده برای تأثیر مثبت بر آمادگی قلبی-متابولیکی، اسکلتی-عضلانی و نوروفیزیولوژیکی را ندارند (۳۵). با توجه به محدودیت تحمل بار مکانیکی تمرینات مقاومتی سنتی برای سالمندان، می‌توان گفت که ایمنی بالا و کارایی زمانی تمرین مقاومتی همراه با EMS در جلسات کوتاه تمرینی (۳۵) و بررسی هم‌زمان دو فاکتور نوروتروفیک NGF و BDNF، در جمعیت خاص و کمتر مطالعه‌شده سالمندان (۳۶-۳۸)، از نوآوری‌های مطالعه حاضر تلقی شود. از این رو، با توجه به اهمیت و نقش نوروتروفین‌ها در سلامت و عملکرد دستگاه عصبی مرکزی در این سنین و کمبود اطلاعات کافی در خصوص تأثیر این نوع تمرینات بر سطوح BDNF و NGF در این نوع آزمودنی‌ها، هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر EMS همراه با تمرین با وزن بدن بر مقادیر پلاسمایی BDNF و NGF در مردان سالمند بود.

روش تحقیق

این پژوهش از نوع کاربردی و با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون در دو گروه تجربی و گروه کنترل انجام شد. جامعه آماری مطالعه حاضر شامل مردان سالمند سالم با دامنه سنی ۶۰ تا ۷۰ سال شهر مشهد بود. شرکت‌کنندگان در این مطالعه ۲۵ مرد سالمند سالم (میانگین سن = $62/24 \pm 2/33$ ، وزن = $89/08 \pm 7/03$ و شاخص توده بدنی = $29/34 \pm 2/16$) بودند. در ابتدا، فراخوانی برای اجرای پژوهش از طریق شبکه‌های اجتماعی منتشر شد و از افراد واجد شرایط خواسته شد که به صورت داوطلبانه برای شرکت در مطالعه ثبت‌نام کنند. پس از آن، از میان داوطلبانی که شرایط لازم برای ورود به مطالعه را داشتند، آزمودنی‌های مدنظر انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش عبارت بود از: مرد بودن داوطلبان، سن بالای ۶۰ سال، نداشتن بیماری زمینه‌ای، عدم مصرف داروهای هورمونی و مکمل‌ها، نداشتن پلاتین و استنت قلبی در بدن، و همچنین نداشتن مشکلات و اختلالات اسکلتی. اطلاعات لازم درباره اهداف و نحوه اجرای پژوهش در اختیار داوطلبان قرار گرفت و سپس فرم رضایت‌نامه آگاهانه، پرسشنامه اطلاعات فردی و سوابق پزشکی، پرسشنامه استاندارد آمادگی برای انجام فعالیت ورزشی (PAR-Q)، و پرسشنامه ارزیابی سلامت عمومی توسط آن‌ها تکمیل شد. آزمودنی‌های انتخاب‌شده (۲۵ نفر) به صورت تصادفی در دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۳ نفر) قرار گرفتند. محاسبه حجم نمونه با استفاده از نرم افزار GPower نسخه ۳.۱، براساس میزان خطای $0/05$ و اندازه اثر $0/17$ (۳۹) برای هر گروه ۱۲ نفر در نظر گرفته شد. یک هفته پیش از آغاز دوره، سه جلسه مقدماتی به منظور آشنایی با نحوه اجرای پروتکل برگزار گردید. همچنین در این جلسات، دستورالعمل شرکت در دوره و آزمون‌ها در اختیار آزمودنی‌ها قرار داده شد. این دستورالعمل شامل مواردی مانند خودداری از انجام فعالیت بدنی سنگین طی ۲۴ ساعت پیش از شروع دوره تمرین، خودداری از انجام فعالیت ورزشی خارج از برنامه مطالعه، عدم مصرف هرگونه دارو در طول پژوهش، و زمان خواب آزمودنی‌ها بود. این طرح توسط کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور با شناسه IR.IAU.NEYSHABUR.REC.1404.055 تصویب گردید.

شاخص‌های تن‌سنجی آزمودنی‌ها از جمله وزن بدن، شاخص توده بدنی و ترکیب بدن اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن بدن، فرد بدون کفش و با لباس سبک روی ترازو قرار گرفت و برحسب کیلوگرم اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری قد ایستاده، فرد بدون کفش به صورت صاف و کشیده روی دستگاه ایستاده، وزن بدن به طور مساوی روی هر دو پا تقسیم شده و چشم‌ها موازی سطح افق بودند. سپس ارتفاع از زمین تا ناحیه مماس بر کاسه سر بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی و ترکیب بدن



آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه آنالیز ترکیبات بدن (Body Compositions Analyzer) مدل ۷۲۰ ساخت کشور کره جنوبی، اندازه‌گیری شد. بدین منظور فرد با کمترین لباس بر روی دستگاه قرار می‌گرفت، سپس اطلاعات دقیق در مورد سن و قد به دستگاه داده می‌شد. از مایع مخصوص برای رطوبت لازم و برقراری تماس کامل پا و دست‌ها با الکترودها استفاده می‌شد، فرد به حالت متعادل به روی دستگاه قرار می‌گرفت به طوری که سر به جلو و دست‌ها در کنار بدن با زاویه ۱۵ تا ۲۰ درجه بود. برنامه تمرینی به مدت هشت هفته و دو جلسه در هفته (در زمان بعد از ظهر) انجام شد که هر جلسه تقریباً ۲۰ دقیقه طول می‌کشید (۳۷). تحریک الکتریکی عضلانی با فرکانس پایین با استفاده از جریان دو قطبی با فرکانس تحریک ۸۵ هرتز و پهنای پالس ۳۵۰ میکروثانیه اعمال شد (۳۶). جلسات بترتیب شامل دوره‌های گرم کردن، هفت تمرین با وزن بدن و سرد کردن (هر کدام ۵ دقیقه) با استفاده از حرکات عمومی بود. در طول مراحل تحریک، شرکت‌کنندگان حرکاتی از جمله اسکوات، فلای ایستاده (دور کردن دست‌ها از بدن به صورت افقی، هدف عضلات سینه‌ای)، فلکشن زانو، نشر جانب (دور کردن بازوها، هدف عضلات دلتوئید)، جلو بازو، پشت بازو، شکم ایستاده (خم شدن جزئی و کنترل شده تنه از ناحیه کمر در حالت ایستاده) که در جدول ۱ مشاهده می‌شود را اجرا کردند (۳۷). شدت تمرین به صورت جداگانه با استفاده از مقیاس میزان درک فشار (RPE) بورگ ۱۰ تنظیم شد. به شرکت‌کنندگان دستور داده شد که RPE مربوط به "سخت" تا "خیلی سخت" (RPE 7-8) را حفظ کنند (۳۷). معیار تشخیص و کنترل حفظ شدت هدف، ترکیبی از خودگزارش‌دهی کلامی مبنی بر مقیاس استاندارد بورگ CR10 و مشاهده مستمر نشانه‌های فیزیولوژیک و رفتاری توسط مربی بود. برخی از معیارهای مورد استفاده برای تأیید این دامنه را شامل تغییر الگوی تنفس، تعریق، دشواری در ادامه مکالمه، و افت کیفیت اجرای حرکت به دلیل خستگی موضعی بود. پروتکل تمرین با وزن بدن در جدول ۱ خلاصه شده است. گروه کنترل نیز در طول دوره مداخله هیچ مداخله‌ای دریافت نکرده و به فعالیت‌های عادی روزمره خود پرداختند.

جدول ۱. پروتکل تمرین با وزن بدن

بخش	توضیحات
مدت دوره	۸ هفته
فراوانی تمرین	۲ جلسه در هفته
مدت زمان جلسه	۲۰ دقیقه
گرم کردن	۵ دقیقه گرم کردن عمومی بدن
تمرینات	اسکوات، فلای ایستاده، فلکشن زانو، نشر جانب، جلو بازو، پشت بازو، شکم ایستاده
ست‌ها و تکرارها	۲ ست و ۸ تکرار
استراحت بین ست‌ها	۹۰ ثانیه
شدت	درک فشار ۷-۸ (مقیاس درک فشار ۱۰)
سرد کردن	۵ دقیقه

دستگاه EMS محصول شرکت برزین سلامت امیر (نام تجاری کالا: LT+) ساخت ایران در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. این دستگاه شامل یک بخش تولیدکننده‌ی پالس الکتریکی که ۱۰ کانال خروجی دارد. تحریک الکتریکی به وسیله‌ی ۱۸ پد هدایت‌گر جریان الکتریکی که در جلیقه‌ی مخصوص قرار دارد، اعمال شد. تحریک الکتریکی و پدها روی نواحی مختلف از جمله سینه، شکم،



بخش یک و سه دوزنقه، راست کننده ستون مهره‌ها، جلو بازو یا پشت بازو، جلوی ران، پشت ران و ناحیه‌ی گلوئیتال قرار می‌گرفتند. آزمودنی‌ها یک جلسه‌ی آشنایی با مداخله‌ی تحریک الکتریکی داشتند. این جلسه صرفاً برای آشنایی با تمرین با جلیقه مخصوص و همچنین تحریک الکتریکی برگزار شد. همچنین شدت جریان هر پالس الکتریکی در هر پد به میزانی بالا رفت که فرد دیگر قادر به تحمل آن نباشد و آزمون گیرنده تقاضا کند که افزایش پالس را قطع کنیم. این میزان برای هر ناحیه‌ی بدن ثبت شد تا در تمرین اصلی از آن استفاده شود (۴۰). (شکل ۱)



شکل ۱. نمونه تصاویر تمرینات با وزن بدن همراه با تحریک الکتریکی عضلانی. الف: نشر جانب، ب: اسکوات

خونگیری ساعت ۸ صبح از تمام آزمودنی‌ها در ۲ نوبت شامل ۲۴ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرین و ۴۸ ساعت بعد از اتمام آخرین جلسه تمرین، بصورت ناشتا در محل آزمایشگاه و از ورید بازویی انجام شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد که دو روز قبل از خونگیری از انجام فعالیت‌های سنگین پرهیز نمایند، رژیم غذایی روزانه عادی خود را تغییر نداده و محققین را از مصرف هرگونه دارو (در صورت مصرف) آگاه نمایند. نمونه‌های خونی در لوله‌های آزمایشی با ماده ضد انعقاد EDTA جمع‌آوری و پس از جداسازی پلاسما تا زمان اندازه‌گیری‌های مربوطه در فریزر ۷۰- نگهداری شد. سطوح پلاسمایی BDNF با استفاده از کیت الایزای انسانی BDNF (ضرب تغییرات درون سنجی ۸/۶ درصد، ضریب تغییرات میان سنجی ۷/۶ درصد، حساسیت کمتر از ۲ pg/ml، شرکت BOSTER BIOLOGICAL TECHNOLOGY) و سطوح پلاسمایی NGF با استفاده از کیت الایزای انسانی (ضرب تغییرات درون سنجی ۶ درصد، ضریب تغییرات میان سنجی ۶/۲ درصد، حساسیت کمتر از ۱ pg/ml، شرکت BOSTER BIOLOGICAL TECHNOLOGY) تعیین شد.

به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک و برای بررسی برابری همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. به منظور مقایسه داده‌های اولیه متغیرهای مطالعه بین دو گروه، از روش آماری تی مستقل استفاده شد. برای مقایسه داده‌های

بین گروهی، از آزمون تحلیل کوواریانس و برای بررسی تغییرات درون گروهی آزمون تی زوجی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات، از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد و تحلیل‌ها در سطح معنی‌داری $P < 0/05$ انجام شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که در اندازه‌گیری‌های اولیه متغیرهای مطالعه بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۲).

جدول ۲. مشخصات و ویژگی‌های آنتروپومتری آزمودنی‌ها پیش از شروع مطالعه

گروه تجربی				گروه کنترل		مقادیر p	
سن (سال)		۶۱/۵۸±۱/۶۷		۶۲/۸۴±۲/۷۳		۰/۱۸۲	
قد(متر)		۱/۷۳±۰/۰۵		۱/۷۵±۰/۰۶		۰/۳۳۴	
وزن (کیلوگرم)		۸۸/۷±۷۰/۹۶		۸۹/۶±۴۴/۳۶		۰/۷۹۷	
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مجذور قد)		۲۹/۱±۴۸/۹۷		۲۹/۲±۲۲/۳۹		۰/۷۷۲	
درصد چربی بدن (درصد)		۲۹/۲±۴۷/۷۸		۳۰/۲±۴۲/۵۷		۰/۳۸۶	

داده‌ها بر اساس میانگین±انحراف استاندارد ارائه شده است.

برای مقایسه داده‌های بین گروهی از روش آماری تحلیل کواریانس استفاده شد. نتایج نشان داد که پس از هشت هفته EMS همراه با تمرین با وزن بدن تفاوت معنی‌داری در وزن بدن ($p=0/001$)، شاخص توده بدنی ($p=0/001$) و درصد چربی بدن ($p=0/001$) بین گروه مداخله و گروه کنترل مشاهده شد. این نتایج نشان داد که پس از هشت هفته، وزن بدن، شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل به طور معناداری کاهش یافت (جدول ۳).

همچنین نتایج نشان داد که پس از هشت هفته EMS همراه با تمرین با وزن بدن تفاوت معنی‌داری در مقادیر پلاسمایی BDNF ($p=0/001$) و NGF ($p=0/001$) بین گروه مداخله و گروه کنترل مشاهده شد. این نتایج نشان داد که پس از هشت هفته، BDNF و NGF در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل به طور معناداری افزایش یافت (جدول ۳).

جدول ۳ توصیف و مقایسه متغیرهای تحقیق بین گروه‌های شرکت‌کننده در مطالعه قبل و بعد از مداخله

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	درصد تغییرات	p درون گروهی	P بین گروهی
وزن (کیلو گرم)	تجربی	۸۸/۷±۷۰/۹۶	۸۶/۸±۴۲/۲۶*	-۲/۰±۶۱/۸۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
	کنترل	۸۹/۶±۴۴/۳۶	۸۹/۶±۶۳/۵۳	۰/۰±۲/۶۷	۰/۲۹۲	



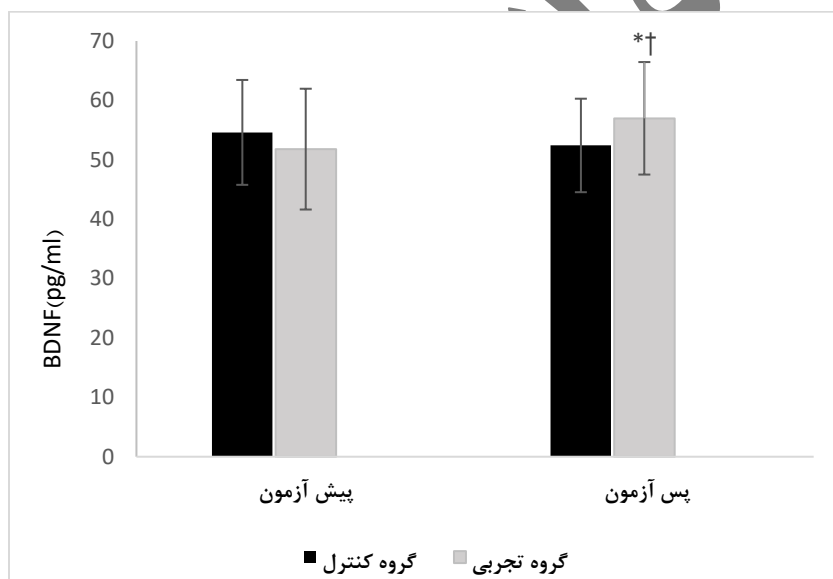
مطالعات کاربردی

علوم زیستی در ورزش



۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	-۲/۰±۶۱/۸۷	۲۸/۲±۷۱/۰۱ ^{*†}	۲۹/۱±۴۸/۹۷	تجربی	شاخص توده بدنی
	۰/۳۰۹	۰/۰±۲/۶۷	۲۹/۲±۲۷/۴۰	۲۹/۲±۲۲/۳۹	کنترل	(وزن بر مجذور قد)
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	-۱۰/۴±۴۸/۸۱	۲۶/۳±۴۳/۲۹ ^{*†}	۲۹/۲±۴۷/۷۸	تجربی	چربی بدن (درصد)
	۰/۵۰۰	-۰/۲±۳۸/۲۲	۳۰/۲±۲۹/۴۴	۳۰/۲±۴۲/۵۷	کنترل	
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	-۱۰/۴±۴۸/۸۱	۲۳/۴±۰/۵۰ ^{*†}	۲۶/۳±۲۲/۹۹	تجربی	توده چربی بدن
	۰/۸۴۱	-۰/۲±۳۸/۲۲	۲۷/۳±۱۶/۰۶	۲۷/۲±۲۰/۸۶	کنترل	(کیلو گرم)
۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۱۰/۸±۹۱/۵۵	۵۶/۹±۹۸/۴۷ ^{*†}	۵۱/۱۰±۷۹/۱۷	تجربی	BDNF (pg/ml)
	۰/۱۲۷	-۳/۸±۵۹/۱۷	۵۲/۷±۴۱/۸۷	۵۴/۸±۶۱/۳۸	کنترل	
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱۱/۷±۴۷/۰۲	۴۰/۶±۲۱/۳۵ ^{*†}	۳۶/۵±۱۶/۷۹	تجربی	NGF (pg/ml)
	۰/۰۸۶	-۳/۶±۳۲/۵۳	۳۵/۶±۶۶/۱۷	۳۷/۶±۰/۷۱	کنترل	

داده‌ها بر اساس میانگین $\pm$ انحراف استاندارد ارائه شده است. * تفاوت معنادار در مقایسه با گروه کنترل. [†] تفاوت معنادار در مقایسه با پیش آزمون. سطح معنی داری از نظر آماری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

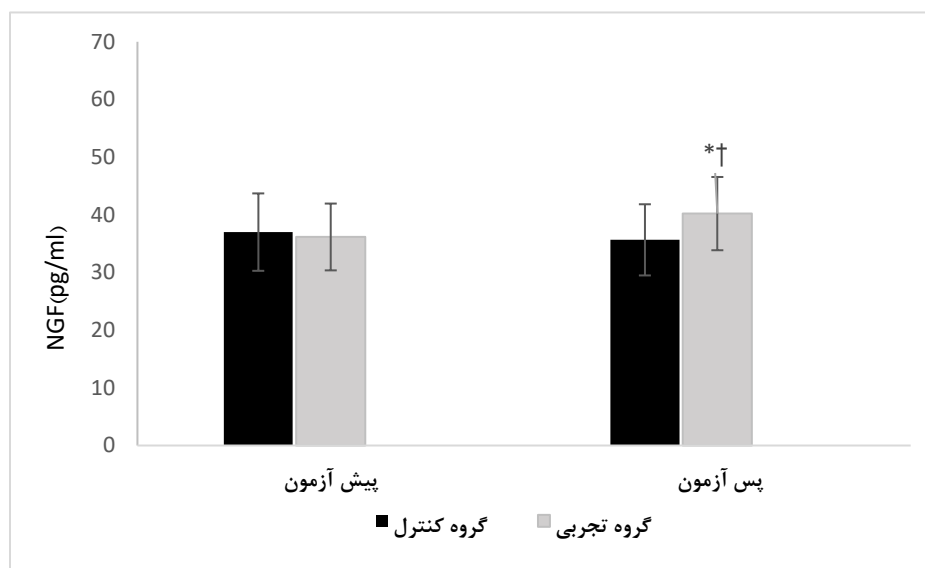


نمودار ۱ تغییرات BDNF پلاسما آزمودنی‌ها قبل و بعد از مداخله

* تفاوت معنادار در مقایسه با گروه کنترل. [†] تفاوت معنادار در مقایسه با پیش آزمون



مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش



نمودار ۲ تغییرات NGF پلاسما آزمودنی ها قبل و بعد از مداخله

* تفاوت معنادار در مقایسه با گروه کنترل. † تفاوت معنادار در مقایسه با پیش آزمون

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هشت هفته EMS همراه با تمرین با وزن بدن در مردان سالمند منجر به بهبود معنادار وزن بدن، شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن می شود. مطالعات محدودی به بررسی تاثیر EMS همراه با تمرین با وزن بدن بر شاخص های آنترپومتریک و ترکیب بدنی در آزمودنی های انسانی پرداخته اند و یافته های متفاوتی گزارش کرده اند. درخشان نژاد^۱ و همکاران (۲۰۲۱) تاثیر ترتیب تمرین در تمرینات همراه با EMS بر عملکرد حرکتی زنان سالمند را بررسی کردند و همسو با یافته های مطالعه حاضر کاهش معنادار وزن و شاخص توده بدنی را در این نوع آزمودنی ها گزارش کردند (۴۱). کملر^۲ و همکاران (۲۰۱۴) نیز کاهش معنی دار توده چربی شکم در نتیجه اثر تحریک الکتریکی عضلانی کل بدن را در زنان سالمند کم تحرک گزارش کردند (۴۲). کیم^۳ و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تاثیر تمرین EMS بر چربی و نشانگرهای زیستی زنان مسن چاق پرداختند و بهبود چربی و میزان متابولیسم پایه را گزارش کردند (۱). کیریسیوگلو^۴ و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که تمرینات انجام شده با سیستم EMS که دو بار در هفته به مدت ۸ هفته روی زنان کم تحرک اعمال شد، تأثیرات مثبتی بر پارامترهای ترکیب بدن مانند وزن بدن، درصد و مقدار

¹. Derakhshan Nejad

². Kemmler

³. Kim

⁴. Kirişçioglu



چربی بدن و شاخص توده بدنی دارد (۴۳). اگرچه برخی مطالعات یافته‌های متفاوتی با مطالعه حاضر گزارش کرده‌اند و عدم کاهش معنادار وزن و درصد چربی بدن را گزارش کرده‌اند. به طور مثال، فتحی و همکاران (۱۴۰۳) تغییر معناداری در وزن بدن، شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن در نتیجه ۱۲ هفته تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلانی در مردان دارای اضافه وزن مشاهده نکردند (۴۴). پانو رودریگز^۱ و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تأثیر تحریک الکتریکی ماهیچه کل بدن بر سرعت، قدرت و ترکیب بدن در زنان یائسه پرداختند و هیچ یک از گروه‌ها بهبود آماری معنی‌داری در هیچ یک از متغیرها به دست نیاوردند و عدم کنترل رژیم غذایی و روش‌های ارزیابی ترکیب بدن را از مهمترین دلایل مشاهده چنین نتایجی بیان کردند (۴۵). پژوهش‌ها پیشنهاد می‌کنند که تمرین EMS با افزایش هیپرتروفی عضلانی ممکن است باعث بهبود ترکیب بدن و کاهش نسبت چربی شود. به نظر می‌رسد تمرینات ورزشی همراه با EMS با فعالسازی مسیرهای آدنوزین منوفسفات کیناز و فسفاتیدیل اینوزیتول ۳ کیناز منجر به افزایش تولید انرژی از چربی می‌شوند (۴۲، ۴۴). علاوه بر این، با ایجاد خستگی عضلانی، سرعت سوخت و ساز را در حالت استراحت افزایش می‌دهد، به طوری که نشان داده شده است که تمرینات ورزشی از طریق افزایش میزان متابولیسم استراحتی و افزایش بعدی در توده عضله اسکلتی ناشی از آن موجب افزایش قدرت، بهبود سطح قندخون و کاهش چربی احشایی می‌شود (۴۶).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطوح سرمی BDNF پس از هشت هفته EMS همراه با تمرین با وزن بدن به طور معناداری افزایش یافته است. مطالعات بسیار معدودی تأثیر این نوع تمرین و تحریکات بر BDNF را در آزمودنی‌های انسانی بررسی کرده‌اند. نیسی کاوا و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی تأثیر تحریک الکتریکی بر سطح سرمی BDNF در بزرگسالان پرداختند و نشان دادند که حجم تحریک عضلانی نقش مهمی در افزایش BDNF دارد (۴۷). ایرانی و همکاران (۲۰۲۳) افزایش معنادار BDNF بزاقی را در مقایسه با گروه کنترل در نتیجه شش هفته تمرینات قدرتی همراه با EMS در تیراندازان با کمان نخبه را گزارش کردند (۴۸). همچنین گزارش شده است که مداخله EMS در جلسات ۴۰ دقیقه‌ای، ۵ روز در هفته، به مدت ۸ هفته، باعث افزایش BDNF می‌شود (۴۹). تاپا^۲ و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر تحریک الکتریکی عضلات و مداخله تمرین مقاومتی بر عملکرد جسمی و مغزی در زنان میانسال و مسن بررسی کردند و افزایش معنادار BDNF را گزارش کردند (۳۲). مطالعات پیشنهاد می‌کنند که BDNF نقش مهمی در انعطاف‌پذیری سیناپسی ایفا می‌کند، که مربوط به تغییرات مرتبط با فعالیت در نورون‌ها است که با یادگیری و حافظه مرتبط است (۵۰). یکی از مکانیسم‌های پیشنهادی و محتمل که تمرینات ورزشی از طریق آن باعث افزایش غلظت BDNF می‌شود، القای بیان Fndc5^۳ (۵۱) در عضله اسکلتی به دنبال تمرین است (۵۲). به طور اختصاصی، در مورد EMS، افزایش فعالیت عصب سمپاتیک ممکن است در افزایش BDNF نقش داشته باشد. نشان داده شده است که تحریک الکتریکی از راه پوست، فعالیت عصب سمپاتیک را در انسان از طریق افزایش حس پوستی و انقباض عضلانی افزایش می‌دهد (۳۲). در همین راستا در یک مطالعه انجام شده روی حیوانات، تحریک و رهاش BDNF را با افزایش فعالیت عصب سمپاتیک در مدولای آدرنال از طریق محور سمپاتیک-آدرنال-مدولاری نشان داده است (۳۲). علاوه بر این، EMS احتمالاً از طریق تولید لاکتات در افزایش BDNF نقش داشته باشد. لاکتات به عنوان یک جزء کلیدی برای افزایش BDNF محیطی در نظر گرفته می‌شود (۵۳). تجویز EMS به عضله، فیبرهای عضلانی کند و تند انقباض را فعال می‌کند و فیبرهای تند

1. Pano-Rodriguez

2. Thapa

3. Fibronectin type III domain-containing protein 5



انقباض به عنوان تولیدکنندگان اصلی لاکتات فیزیولوژیکی شناخته شده‌اند. از این رو افزایش لاکتات از طریق استفاده از EMS ممکن است منجر به تولید BDNF شده باشد (۳۲).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطوح پلاسمایی NGF در سالمندان مرد، پس از هشت هفته EMS همراه با تمرین با وزن بدن به طور معناداری افزایش یافته است. مطالعات معدودی به بررسی تاثیر EMS همراه با تمرین با وزن بدن بر فاکتورهای نوروتروفیک از جمله NGF در سالمندان پرداخته‌اند. همسو با مطالعه حاضر، هزدیانسیاه و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که چهار هفته EMS سطوح سرمی NGF را در بیماران مبتلا به نوروپاتی محیطی به طور معناداری افزایش می‌دهد (۳۳). الساندرا و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی اثر تحریک الکتریکی عضلانی کل بدن بر نشانگرهای زیستی سرم، عملکرد فیزیکی و خستگی در بیماران مبتلا به پارکینسون پرداختند و افزایش معنادار سطوح BDNF را گزارش کردند، با این حال، تغییر معناداری در سطوح NGF گزارش نشد که نشان می‌دهد پروتکل‌های تمرینی WB-EMS مورد استفاده در این مطالعه، سطح این نشانگرهای زیستی خاص را به طور قابل توجهی تغییر ندادند (۳۴). این مشاهدات با یافته‌های مطالعه حاضر متفاوت است. آن‌ها پیشنهاد کردند که مطالعات بعدی باید از پروتکل‌های مختلف WB-EMS (با شدت، حجم و فرکانس متفاوت) برای بررسی دقیق‌تر شرایط افزایش NGF استفاده کنند و پیشنهاد کردند که این نوع تمرین، بر روی همه فاکتورهای رشد عصبی تأثیر نمی‌گذارد، بلکه عمدتاً مسیرهای مرتبط با BDNF را تحت تأثیر قرار می‌دهد. دی کانگو^۱ و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند که احتمالاً پروتکل‌های WB-EMS مورد استفاده (با شدت و مدت زمان مشخص) برای افزایش معنادار NGF کافی نبوده‌اند و ممکن است سیستم‌های عصبی تولیدکننده NGF (مانند نورون‌های حسی محیطی) نسبت به محرک WB-EMS با این فرکانس و شدت، حساسیت کمتری نسبت به سیستم‌های مرتبط با BDNF داشته باشند. فیوریلی^۲ و همکاران (۲۰۲۱) در یک مطالعه دیگر به ارزیابی اثرات حاد یک جلسه WB-EMS بر عملکرد فیزیکی و سطح سرمی فاکتورهای نوروتروفیک در بیماران مبتلا به پارکینسون پرداختند و افزایش معنادار پروتئین‌های سرم BDNF و NGF را در این بیماران گزارش کردند (۵۴). WB-EMS یک فناوری نوظهور است که در بهبود کارایی فیزیکی و عملکردهای شناختی مؤثر است. WB-EMS تحریک الکتریکی را برای کل بدن فراهم می‌کند و تا ۸ تا ۱۰ گروه عضلانی را به طور همزمان فعال می‌کند. این امر امکان تمرین زنجیره‌های حرکتی مختلف را در حین انجام حرکات عملکردی در طول تحریک فراهم می‌کند. در برخی مطالعات دیگر نیز (علی رغم پروتکل تمرینی متفاوت)، همسو با مطالعه حاضر، افزایش NGF گزارش شده است. به طور مثال، وکیلی و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین دایره‌ای بر سطوح سرمی فاکتور رشد عصبی و فاکتورهای آمادگی جسمانی در زنان سالمند پرداختند و نشان دادند که هشت هفته تمرین دایره‌ای به طور معنی‌داری سطح NGF را افزایش می‌دهد (۵۵). مطالعات گزارش کرده‌اند که نوع تمرینات، طول دوره تمرینی و نوع آزمودنی‌ها ممکن است در تفاوت یافته‌های به دست آمده تأثیر داشته باشد. حتی اثر تمرینات کوتاه مدت بر سطح عامل رشد عصبی با تأثیر تمرینات طولانی مدت متفاوت باشد (۵۶).

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر هشت هفته EMS همراه با تمرین با وزن بدن بر مقادیر پلاسمایی فاکتور رشد عصبی و فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز در مردان سالمند طراحی و اجرا شد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که این نوع مداخله می‌تواند منجر

¹. Di Cango

². Fiorilli



به افزایش معنادار سطوح پلاسمایی هر دو فاکتور نوروتروفیک NGF و BDNF، همراه با بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی گردد. به نظر می‌رسد شدت، حجم و فرکانس پروتکل تمرینی EMS، مدت مداخله و ویژگی‌های آزمودنی‌ها از عوامل تعیین‌کننده در میزان و نوع پاسخ فاکتورهای نوروتروفیک باشند. با توجه به نقش NGF و BDNF در انعطاف‌پذیری عصبی، حافظه و یادگیری، و همچنین ارتباط این تمرینات با مسیرهای متابولیک مؤثر بر ترکیب بدنی، به نظر می‌رسد EMS همراه با تمرین با وزن بدن می‌تواند به‌عنوان یک روش مداخله‌ای مؤثر و کم‌خطر برای بهبود همزمان سلامت عصبی و جسمانی سالمندان مورد توجه قرار گیرد. با این حال، به دلیل محدود بودن مطالعات مشابه، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با پروتکل‌های متنوع‌تر از نظر شدت و مدت، به تبیین دقیق‌تر مکانیسم‌های زیربنایی این تغییرات بپردازند.

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم امکان کنترل دقیق رژیم غذایی و فعالیت بدنی خارج از برنامه آزمودنی‌ها اشاره نمود که لازم است در تفسیر نتایج در نظر گرفته شود. همچنین از محدودیت‌های تخصصی مطالعه حاضر می‌توان به عدم کنترل عینی شدت مؤثر تحریک الکتریکی اشاره کرد؛ چرا که شدت پالس بر اساس مقیاس درک فشار ذهنی (RPE) و گزارش فردی از تحمل جریان تنظیم شد، نه معیارهای عینی و قابل اندازه‌گیری. به نظر می‌رسد با توجه به تفاوت‌های فردی در آستانه تحمل درد در سالمندان، ممکن است میزان واقعی فعال‌سازی عضلانی بین آزمودنی‌ها یکسان نباشد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته EMS همراه با تمرین با وزن بدن، منجر به افزایش معنادار سطوح پلاسمایی BDNF و NGF در مردان سالمند می‌شود. همزمان، بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی شامل کاهش وزن، شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن نیز مشاهده شد که می‌تواند نشان‌دهنده اثر مضاعف این روش بر سلامت متابولیک و عصبی سالمندان باشد. با توجه به کاربردپذیری بالای EMS برای جمعیت سالمند — به‌ویژه افرادی با محدودیت حرکتی، عدم تحمل تمرینات مقاومتی سنتی، یا کمبود زمان — این روش می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد مداخله‌ای عملی و ایمن در برنامه‌های توان‌بخشی و ارتقای سلامت سالمندان در مراکز درمانی و مراقبتی مورد استفاده قرار گیرد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافع نداشتند.

قدردانی و تشکر

این پژوهش مستخرج از رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی نیشابور می‌باشد. از تمام افرادی که در این تحقیق همکاری کرده‌اند، به ویژه شرکت‌کنندگان پژوهش تقدیر و تشکر می‌گردد.



منابع

- .1 Kim J, Jee Y. EMS-effect of exercises with music on fatness and biomarkers of obese elderly women. *Medicina*. 2020;56(4):158. <https://doi.org/10.3390/medicina56040158>
- .2 Dumurgier J, Tzourio C. Epidemiology of neurological diseases in older adults. *Revue neurologique*. 2020;176(9):642-8. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2020.01.356>
- .3 Numakawa T, Odaka H. The role of neurotrophin signaling in age-related cognitive decline and cognitive diseases. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(14):7726. <https://doi.org/10.3390/ijms23147726>
- .4 Tolouei M, Matinhomae H, Azarbayjani M. The effect of chronic soccer training on two brain tissue neurotrophic factors (NGF and BDNF) and IGF-1 in neurocognitive performance and their relationship to physical fitness in growing adolescent boys. *Daneshvar Medicine*. 2024;32(3):24-37. <https://doi.org/10.22070/daneshmed.2024.19156.1498>
- .5 Cheng A, Zhao Z, Liu H, Yang J, Luo J. The physiological mechanism and effect of resistance exercise on cognitive function in the elderly people. *Frontiers in Public Health*. 2022;10:1013734. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1013734>
- .6 Garcés MF, Sanchez E, Torres-Sierra AL, Ruiz-Parra AI, Angel-Müller E, Alzate JP, et al. Brain-derived neurotrophic factor is expressed in rat and human placenta and its serum levels are similarly regulated throughout pregnancy in both species. *Clinical endocrinology*. 2014;81(1):141-51. <https://doi.org/10.1111/cen.12391>
- .7 Maisonnier PC, Le Beau MM, Espinosa III R, Ip NY, Belluscio L, de la Monte SM, et al. Human and rat brain-derived neurotrophic factor and neurotrophin-3: gene structures, distributions, and chromosomal localizations. *Genomics*. 1991;10(3):558-68. <https://doi.org/10.1111/cen.12391>
- .8 Pranata L, Irfannuddin I, Ali Z, Andraini T. Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) on cognitive function in the elderly: a literature review. *Jurnal Kesehatan Saelmakers PERDANA (JKSP)*. 2025;8(1):371-8. <https://doi.org/10.32524/jksp.v8i1.1676>
- .9 Cade S, Zhou X-F, Bobrovskaya L. The role of brain-derived neurotrophic factor and the neurotrophin receptor p75NTR in age-related brain atrophy and the transition to Alzheimer's disease. *Reviews in the Neurosciences*. 2022;33(5):515-29. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2021-0111>
- .10 Erickson KI, Prakash RS, Voss MW, Chaddock L, Heo S, McLaren M, et al. Brain-derived neurotrophic factor is associated with age-related decline in hippocampal volume. *Journal of Neuroscience*. 2010;30(15):5368-75. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.6251-09.2010>
- .11 Lee HJ, Lim IJ, Park SW, Kim YB, Ko Y, Kim SU. Human neural stem cells genetically modified to express human nerve growth factor (NGF) gene restore cognition in the mouse with ibotenic acid-induced cognitive dysfunction. *Cell transplantation*. 2012;21(11):2487-96. <https://doi.org/10.3727/096368912X638964>
- .12 Lippi G, Mattiuzzi C, Sanchis-Gomar F. Updated overview on interplay between physical exercise, neurotrophins, and cognitive function in humans. *Journal of sport and health science*. 2020;9(1):74-81. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.07.012>
- .13 Baharavar F, Vakili J, Sari-Sarraf V, Pourmanaf H. The effect of circuit training on muscle synthesis's indices, neurotrophic factors, and physical fitness in elderly women: a randomized controlled trial. *Sport Sciences for Health*. 2025;21(2):931-8. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5077253/v1>
- .14 Castaño LAA, Castillo de Lima V, Barbieri JF, Lucena EGPd, Gáspari AF, Arai H, et al. Resistance training combined with cognitive training increases brain derived neurotrophic factor and improves cognitive function in healthy older adults. *Frontiers in psychology*. 2022;13:870561. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.870561>
- .15 Jiang W, Wang X, Mao L. Effects of resistance exercise on cognitive function, neurotrophic factors, brain structure, and brain function in older adults: A narrative review. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2025;107(1):15-38. <https://doi.org/10.1177/13872877251359630>



- .16 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. *Experimental Gerontology*. 2025;199:112658. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2024.112658>
- .17 Junior MB, Tavares LFJ, Nagata GY, Barroso LSS, Fernandes HB, Souza-Gomes AF, et al. Impact of strength training intensity on brain-derived neurotrophic factor. *International Journal of Sports Medicine*. *Int J Sports Med*. 2024;45(2):155-161. <https://doi.org/10.1055/a-2197-1201>
- .18 Shobeiri P, Karimi A, Momtazmanesh S, Teixeira AL, Teunissen CE, van Wegen EE, et al. Exercise-induced increase in blood-based brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in people with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis of exercise intervention trials. *PloS one*. 2022;17(3):e0264557. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264557>
- .19 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. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. 2024;23(1):849-58. <https://doi.org/10.1007/s40200-023-01360-9>
- .20 Nishikawa Y, Watanabe K, Kawade S, Maeda N, Maruyama H. The effect of a portable electrical muscle stimulation on brain-derived neurotrophic factor in elderly people: three case studies. *Gerontology and Geriatric Medicine*. 2021;7:23337214211040319. <https://doi.org/10.1177/23337214211040319>
- .21 Jeon YK, Ha CH. The effect of exercise intensity on brain derived neurotrophic factor and memory in adolescents. *Environmental health and preventive medicine*. 2017;22(1):27. <https://doi.org/10.1186/s12199-017-0643-6>
- .22 Taheri A, Rohani H, Habibi A. The effect of endurance exercise training on the expression of brain derived neurotrophic factor (BDNF) and nerve growth factor (NGF) genes of the cerebellum in diabetic rat. *Iranian journal of diabetes and obesity*. 2020; 11(4):233-240 <https://doi.org/10.18502/ijdo.v11i4.2879>
- .23 Yoo H-J, Park S, Oh S, Kang M, Seo Y, Kim BG, et al. Effects of electrical muscle stimulation on core muscle activation and physical performance in non-athletic adults: A randomized controlled trial. *Medicine*. 2023;102(4):e32765. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000032765>
- .24 Seyri KM, Maffiuletti NA. Effect of electromyostimulation training on muscle strength and sports performance. *Strength & Conditioning Journal*. 2011;33(1):70-5. <https://doi.org/10.32598/JMR.13.4.215>
- .25 Shu M-Y, Oh HS, Jo Y-J, Eom S-H, Liang J, Jung SM, et al. The impact of electromyostimulation on strength, recovery, and performance in soccer athletes: A systematic review. *Applied Sciences*. 2025;15(14):7950. <https://doi.org/10.3390/app15147950>
- .26 Fossat G, Baudin F, Courtes L, Bobet S, Dupont A, Bretagnol A, et al. Effect of in-bed leg cycling and electrical stimulation of the quadriceps on global muscle strength in critically ill adults: A Randomized Clinical Trial. *Jama*. 2018;320(4):368-78. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.9592>
- .27 Matos F, Amaral J, Martinez E, Canário-Lemos R, Moreira T, Cavalcante J, et al. Changes in muscle thickness after 8 weeks of strength training, electromyostimulation, and both combined in healthy young adults. *International journal of environmental research and public health*. 2022;19(6):3184. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063184>
- .28 Tanaka S, Kamiya K, Matsue Y, Yonezawa R, Saito H, Hamazaki N, et al. Effects of electrical muscle stimulation on physical function in frail older patients with acute heart failure: a randomized controlled trial. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2022;29(8):e286-e8. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwac022>
- .29 Picorelli AMA, Pereira LSM, Pereira DS, Felício D, Sherrington C. Adherence to exercise programs for older people is influenced by program characteristics and personal factors: a systematic review. *Journal of physiotherapy*. 2014;60(3):151-6. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.06.012>
- .30 Nishikawa Y, Takahashi T, Kawade S, Maeda N, Maruyama H, Hyngstrom A. The effect of electrical muscle stimulation on muscle mass and balance in older adults with dementia. *Brain sciences*. 2021;11(3):339. <https://doi.org/10.3390/brainsci11030339>
- .31 Nishikawa Y, Sakaguchi H, Takada T, Maeda N, Hyngstrom A. Influence of stimulation frequency on brain-derived neurotrophic factor and cathepsin-B production in healthy young adults. *Journal of Comparative Physiology B*. 2024;194(4):493-9. <https://doi.org/10.3390/brainsci11030339>
- .32 Thapa N, Yang J-G, Bae S, Kim G-M, Park H-J, Park H. Effect of electrical muscle stimulation and resistance exercise intervention on physical and brain function in middle-aged and older women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;20(1):101. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010101>
- .33 Herdiansyah D, Moeliono MA, Prabowo T. The Changes of Nerve Growth Factor Serum Levels After External Muscle Stimulation and The Correlation with Diabetic Neuropathy Symptom in Diabetic Peripheral Neuropathy. *Indonesian Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2017;6(01):7-13. <https://doi.org/10.36803/ijpmr.v6i01.146>



- .34 di Cagno A, Buonsenso A, Centorbi M, Manni L, Di Costanzo A, Casazza G, et al. Whole body-electromyostimulation effects on serum biomarkers, physical performances and fatigue in Parkinson's patients: A randomized controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2023;15:1086487. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1086487>
- .35 Kemmler W, Weissenfels A, Willert S, Shojaa M, von Stengel S, Filipovic A, et al. Efficacy and safety of low frequency whole-body electromyostimulation (WB-EMS) to improve health-related outcomes in non-athletic adults. A systematic review. *Frontiers in physiology*. 2018;9:573. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00573>
- .36 de Oliveira TMD, Felício DC, Filho JE, Durigan JLQ, Fonseca DS, Jose A, et al. Effects of whole-body electromyostimulation on function, muscle mass, strength, social participation, and falls-efficacy in older people: A randomized trial protocol. *PLoS One*. 2021;16(1):e0245809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245809>
- .37 Evangelista AL, Alonso AC, Ritti-Dias RM, Barros BM, Souza CRd, Braz TV, et al. Effects of whole body electrostimulation associated with body weight training on functional capacity and body composition in inactive older people. *Frontiers in physiology*. 2021;12:638936. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.638936>
- .38 Yang J-m, Luo Y, Zhang J-h, Liu Q-q, Zhu Q, Ye H, et al. Effects of WB-EMS and protein supplementation on body composition, physical function, metabolism and inflammatory biomarkers in middle-aged and elderly patients with sarcopenic obesity: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Experimental Gerontology*. 2022;166:111886. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2022.111886>
- .39 Paterno A, Polsinelli G, Federico B. Changes of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels after different exercise protocols: A systematic review of clinical studies in Parkinson's disease. *Frontiers in Physiology*. 2024;15:1352305. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1352305>
- .40 Berger J, Becker S, Backfisch M, Eifler C, Kemmler W, Fröhlich M. Adjustment effects of maximum intensity tolerance during whole-body electromyostimulation training. *Frontiers in Physiology*. 2019;10:920. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00920>
- .41 Derakhshan Nejad M, Nikbakht M, Ghanbarzadeh M, Ranjbar R. Effect of Concurrent Training Order With Electromyostimulation on Physical Performance in Young Elderly Women. *Archives of Rehabilitation*. 2021;21(4):508-25. <https://doi.org/10.32598/RJ.21.4.3147.1>
- .42 Kemmler W, von Stengel S. Whole-body electromyostimulation as a means to impact muscle mass and abdominal body fat in lean, sedentary, older female adults: subanalysis of the TEST-III trial. *Clinical interventions in aging*. 2013;1353-64. <https://doi.org/10.2147/CIA.S52337>
- .43 Kirişçioglu M, Biçer M, Pancar Z, Doğan İ. Effects of electromyostimulation training on body composition. *Turkish journal of sport and exercise*. 2019;21(1):33-6. <https://doi.org/10.34142/HSR.2021.07.02.02>
- .44 Mahshid F, Reisi J, Esfarjani F. The effect of 12 weeks of resistance training and electrical muscle stimulation (EMS) on serum levels of insulin-like growth factor 1 (IGF-1), insulin, glucose, insulin resistance and body composition in overweight Men. *Sport Physiology*. 2024;16(64):71-51. <https://doi.org/10.22089/spj.2025.17669.2351>
- .45 Pano-Rodriguez A, Beltran-Garrido JV, Hernandez-Gonzalez V, Nasarre-Nacenta N, Reverter-Masia J. Impact of whole body electromyostimulation on velocity, power and body composition in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(14):4982. <https://doi.org/10.3390/ijerph17144982>
- .46 Koushiar A, Gholami M, Biniiaz SA, GHazalian F, Abednatanzi H. Comparison of the Effect of Resistance Training and Electrical Muscle Stimulation on Cardiac Morphological and Functional Indicators, and Body Composition in Sedentary Females. 2024. <https://doi.org/10.32592/nkums.16.4.97>
- .47 Nishikawa Y, Sakaguchi H, Kawade S, Maeda N, Tanaka S, Hyngstrom A. Electrical muscle stimulation in young adults: effect of muscle volume on brain-derived neurotrophic factor levels. *European Journal of Applied Physiology*. 2023;123(2):361-6. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-05078-z>
- .48 Irani S, Ahmadi M. The effect of six weeks strength training with EMS on salivary BDNF and back muscle strength in elite archers. *Sport Physiology & Management Investigations*. 2023;15(2):33-46. https://www.sportrc.ir/article_181252_en.html
- .49 Nishikawa Y, Watanabe K, Kawade S, Takahashi T, Kimura H, Maruyama H, et al. The effect of a portable electrical muscle stimulation device at home on muscle strength and activation patterns in locomotive syndrome patients: A randomized control trial. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2019;45:46-52. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2019.02.007>
- .50 Leal G, Afonso PM, Salazar IL, Duarte CB. Regulation of hippocampal synaptic plasticity by BDNF. *Brain research*. 2015;1621:82-101. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2014.10.019>



- .51 Wrann CD, White JP, Salogiannis J, Laznik-Bogoslavski D, Wu J, Ma D, et al. Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC-1 α /FNDC5 pathway. *Cell metabolism*. 2013;18(5):649-59. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2013.09.008>
- .52 Timmons JA, Baar K, Davidsen PK, Atherton PJ. Is irisin a human exercise gene? *Nature*. 2012;488(7413):E9-E10. <https://doi.org/10.1038/nature11364>
- .53 Schiffer T, Schulte S, Sperlich B, Achtzehn S, Fricke H, Strüder HK. Lactate infusion at rest increases BDNF blood concentration in humans. *Neuroscience letters*. 2011;488(3):234-7. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.11.035>
- .54 Fiorilli G, Quinzi F, Buonsenso A, Casazza G, Manni L, Parisi A, et al. A single session of whole-body electromyostimulation increases muscle strength, endurance and prongf in early Parkinson patients. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(10):5499. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105499>
- .55 Vakili J, Sari-Sarraf V, Baharavar F. The effect of 8 weeks of circuit training on serum levels of nerve growth factor (NGF) and physical fitness factors in elderly women. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2022;9(1):72-82. <https://doi.org/10.22049/jahssp.2022.27654.1439>
- .56 Moghadasi M, Edalatmanesh M, Moeini A, Arvin H. Effect of 8 weeks resistance training on plasma levels of nerve growth factor and interleukin-6 in female patients with multiple sclerosis. *Iranian South Medical Journal*. 2015;18(3):527-37. <https://ismj.bpums.ac.ir/article-1-699-en.html>

پیش از انتشار ویدئو پیش نشده