Kharazmi University

Research in Sport Medicine and Technology

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

The Effect Of Six Weeks Of TRX Training On Serum GDNF Protein Level Of Elderly Women

Faezeh Rezvani [1] | Mojtaba Salehpour [2*] | Farzaneh Hatami [3]

1. MSc of Exercise Physiology and Nutrition , Department of sport and exercise physiology , Faculty of sport sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of sport and exercise physiology , Faculty of sport sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Department of Movement Behavior, Faculty of Sports Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

Corresponding Author: Mojtaba Salehpour, Salehpour@sru.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 2024/11/11
Revised: 2025/05/1
Accepted: 2025/05/1

Keywords:
TRX,GDNF,Elderly Women, Physical Fitness

How to Cite:
Faezeh Rezvani , Mojtaba Salehpour, Farzaneh Hatami. **The Effect Of Six Weeks Of TRX Training On Serum GDNF Protein Level Of Elderly Women**. *Research In Sport Medicine and Technology*, 2025: 23(30): 121-139.

ABSTRACT

Background: GDNF protein that is effective in neurocognitive plasticity and sarcopenia, increases with resistance training. The aim of the research is the effect of six weeks of TRX training on the GDNF protein level in the serum of elderly women.

Materials and methods: The purpose of the research is applied with a semi-experimental method including pre-test-post-test with control group.28 elderly women from retirement center of Teacher Training University,Shahid Rajaei, were randomly assigned to the experimental group (n=15) with an average age of 60.86±5.60,BMI 27.65±4.22 ,control group (n=13) with an average age of 64.38±4.03,BMI 28.33 ± 2.18. In the first and last weeks, upper and lower body strength tests and GDNF protein levels were measured by ELISA kit .Shapiro-Wilk test for normality of data distribution,Levin test for homogeneity of variances,one-way analysis of covariance test (P<0.05) were performed to test hypotheses with spss24 software.

Results: Covariance analysis of upper and lower body strength were significantly different between groups (P<0.05).In adjusted averages,the GDNF protein level in the experimental group (443.102±15.751) is significantly higher than the control group (209.756±17.029)(P<0.05).

Conclusion: Six weeks of TRX training had a significant effect on the amount of GDNF protein, upper and lower body strength of elderly women, and can probably be effective in reducing or delaying sarcopenia.

Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e: CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری
شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸
Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

تأثیر شش هفته تمرین TRX بر میزان پروتئین GDNF سرم خون زنان سالمند

فائزه رضوانی [۱] | مجتبی صالح‌پور [۲*] | فرزانه حاتمی [۳]

۱. کارشناس ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده علوم ورزشی، گروه تغذیه و فیزیولوژی ورزش، تهران، ایران.
۲. دانشیار، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش، تهران، ایران.
۳. دانشیار، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده علوم ورزشی، گروه رفتار حرکتی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: مجتبی صالح‌پور Salehpour@sru.ac.ir

اطلاعات مقاله:
نوع مقاله: علمی–پژوهشی
دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۲۱
ویرایش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۱
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۱

واژه‌های کلیدی:
TRX، GDNF، زنان سالمند، آمادگی جسمانی

ارجاع:
فائزه رضوانی، مجتبی صالح پور، فرزانه حاتمی. **تأثیر شش هفته تمرین TRX بر میزان پروتئین GDNF سرم خون زنان سالمند.** *پژوهش در طب ورزشی و فناوری*. ۱۴۰۴: ۲۳ (۳۰): ۱۲۱-۱۳۹

چکیده

مقدمه: پروتئین GDNF در شکل‌پذیری عصبی شناختی و سارکوپنی مؤثر است و با تمرین مقاومتی افزایش می‌یابد. تمرین TRX نیز موجب بهبود عملکرد و روحیه سالمندان می‌شود. هدف پژوهش تأثیر شش هفته تمرین TRX بر میزان پروتئین GDNF سرم خون زنان سالمند است.

روش تحقیق: هدف پژوهش، کاربردی با روش نیمه تجربی شامل پیش‌آزمون– پس‌آزمون با گروه کنترل است. ۲۸ زن سالمند کانون بازنشستگی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی به‌طور تصادفی در گروه تجربی (n=۱۵) با میانگین سنی ۵/۶۰ ± ۶۰/۸۶، BMI ۴±/۲۲ ۲۷/۶۵ و گروه کنترل (n=۱۳) با میانگین سنی ۴/۰۳±۶۴/۳۸، BMI ۲±/۱۸ ۲۸/۳۳ قرار گرفتند. هفته اول و ششم آزمون قدرت بالاتنه، پایین‌تنه و میزان پروتئین GDNF به روش الایزا اندازه گرفته شد. آزمون شاپیرو–ویلک جهت طبیعی بودن توزیع داده‌ها، آزمون لوین جهت همگنی واریانس‌ها و آزمون تحلیل کوواریانس یک‌راهه (P<۰/۰۵) جهت آزمون فرضیه‌ها با نرم‌افزار spss24 انجام شد.

یافته‌ها: نتایج تحلیل کوواریانس قدرت بالاتنه و پایین‌تنه بین دو گروه تفاوت معناداری داشت (P<۰/۰۵). در میانگین‌های تعدیل‌شده، میزان پروتئین GDNF گروه تجربی (۱۵/۷۵۱±۴۴۳/۱۰۲) به‌طور معناداری بیشتر از گروه کنترل (۱۷/۰۲۹ ±۲۰۹/۷۵۶) است (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: شش هفته تمرین TRX بر میزان پروتئین GDNF زنان سالمند، قدرت بالاتنه و پایین‌تنه تأثیر معناداری داشت و احتمالاً می‌تواند در کاهش و یا به تأخیر انداختن سارکوپنی مؤثر باشد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

Extended Abstract:

Glial cell line-derived neurotrophic factor (GDNF) is the most potent member of the GDNF family of ligands (GFLs) with well-established neuroprotective properties. It supports mitochondrial integrity, promotes neuronal growth, enhances neural plasticity, and ensures the survival of motor neurons by preventing apoptosis. GDNF plays a critical role in reinnervation of skeletal muscle following denervation, maintaining neuromuscular system function, and facilitating physical activity in skeletal muscles. The GDNF protein is widely distributed in both the central and peripheral nervous systems, and is synthesized and secreted by glial cells, Schwann cells, motor neurons, and muscle tissue.

From the age of 30, a process called sarcopenia begins, in which 0.1 to 0.5% of the body's muscle mass is lost annually, and this process accelerates after the age of 65 to 70. Decreased muscle strength is the main diagnostic indicator of this disease, which leads to functional problems, increased medical costs, and extensive social burdens. On the other hand, the expression of glial cell line-derived neurotrophic factor (GDNF) is upregulated during aging, and its deficiency accelerates aging-related complications such as sarcopenia. Increased retrograde GDNF signaling at the neuromuscular junction (NMJ) in sarcopenic muscles reflects the process of muscle regeneration and reinnervation. Insufficiency of GDNF causes disruption of the NMJ structure and death of motor neurons.Resistance training, especially TRX training, is known as an effective strategy for preventing muscle loss and improving muscle mass and function in the elderly, and research in this area is scientifically and practically necessary.

GDNF is crucial for neuroplasticity and sarcopenia, increasing with resistance exercise. TRX training improves physical function and well-being in older adults. This study examines whether six weeks of TRX training significantly elevate serum GDNF levels in elderly women, potentially mitigating sarcopenia and enhancing neuromuscular health.

Materials and methods:The present study, in terms of its applied purpose, is a semi-experimental design including pre-test-post-test with a control group. The data collection method was field and laboratory. The statistical population was all elderly women aged 55-75 years in Tehran. 28 people were randomly divided into two experimental groups

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

(15 people) with a mean age of 60.86 ± 5.60, BMI 27.65 ± 4.22 and a control group (13 people) with a mean age of 64.38 ± 4.03, BMI 28.33 ± 2.18. The control group did not participate in the exercise protocol and the experimental group practiced TRX training for six weeks, two 50-minute sessions (40 minutes of main exercises and 10 minutes of cool-down) per week in the wrestling hall of Shahid Rajaee Teacher Training College, Tehran. Eight sets of 45-second exercises with 15-20 repetitions included 1- types of underarms (low, middle and high rowing), 2- squats and underarms, 3- biceps, 4- chest presses, 5- shoulder presses, 6- squats and biceps, 7- back of the arm, 8- squats and underarms and biceps.The cool-down exercises included: 1- chest stretching 2- back and hip stretching 3- lower body and groin stretching. The Fullerton test was used for functional tests of upper and lower body strength as pre- and post-tests. Statistical calculations were performed using SPSS24, and the mean and standard deviation of the participants' characteristics, the Shapiro-Wilk test for normal distribution of data, the Levine test for homogeneity of variances, and the one-way analysis of covariance test were used to test hypotheses with a significance of P <0.05.

Results: In comparing the two experimental and control groups in the personal characteristics of the subjects by independent t-test, there is no significant difference between the two groups (P<0.05). In examining the mean and standard deviation of upper and lower body strength and GDNF protein levels of the two experimental and control groups in the pre-test and post-test, the significance level for all research variables in the pre-test and post-test stages is greater than 0.05, and the assumption of normal data distribution is valid, and parametric tests can be used to analyze the data. According to the results of the table below, in the analysis of covariance of GDNF protein levels, upper and lower body strength, the group effect is significant. By eliminating the effect of the pre-test variable, there is a significant difference between the GDNF protein levels, upper and lower body strength of the experimental group and the control group.In the adjusted means of the two groups, the GDNF protein level of the experimental group (443.102 ± 15.751) was significantly higher than the GDNF protein level of the control group (209.756 ± 17.029), the upper body strength of the experimental group (21.94 ± 0.976) was significantly higher than the upper body

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

strength of the control group (17.98 ± 1.04), and the lower body strength of the experimental group (14.85 ± 0.645) was significantly higher than the lower body strength in the control group (14.16 ± 0.694). Six weeks of TRX training had a significant effect on the upper and lower body muscle strength of elderly women, and according to the graph below, the serum GDNF protein level of elderly women in the training group increased significantly after six weeks of TRX training.

Table 1- Results of the analysis of covariance test on the GDNF variable, upper and lower body strength

Effect size	P value	F	Mean of squares	Degrees of freedom	Sum of squares	Row	Variable
0/055	0/715	0/137	465/304	1	465/304	pre-test	
0/788	0/001	*92/841	316267/644	1	316267/644	group	**(Pg/ml)GDNF**
			3406/545	25	85163/618	error	
0/298	0/053	10/59	151/5	1	151/5	pre-test	
0/234	0/051	*7/641	109/24	1	109/24	group	**Upper body strength (number)**
			14/297	25	357/43	error	
0/348	0/061	13/342	80/628	1	80/628	pre-test	
0/020	0/479	*0/517	3/125	1	3/125	group	**Lower body strength (number)**
			6/043	25	151/075	error	

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

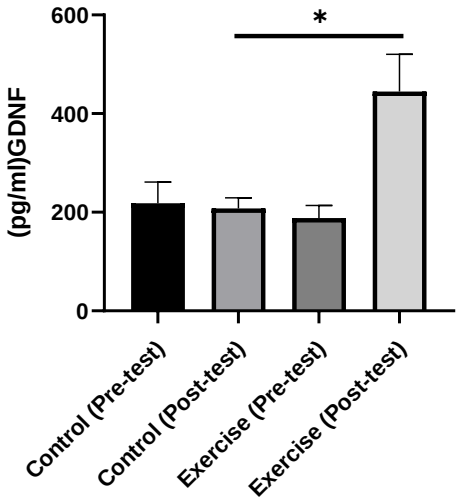


Chart 1: GDNF protein levels in groups in the pre-test and post-test

Conclusion: According to the results, six weeks of TRX training is effective in increasing GDNF, neuromuscular health with age and delaying sarcopenia in elderly women. Six weeks of TRX training increased functional factors such as upper and lower body strength in elderly women, and increased muscle mass, strength and performance, improved muscle strength, walking ability and age-related sarcopenia. TRX training increased the level of follistatin, which plays an important role in protein synthesis and muscle mass, in sarcopenic elderly people and stopped the process of sarcopenia. Overexpression of FST activates satellite cells, improves insulin resistance and increases intracellular insulin signaling AKT/mTOR. TRX can delay the development of sarcopenia because it can increase the number and cross-sectional area of skeletal muscle fibers and reduce or even reverse the muscle loss and strength decline caused by aging.GDNF decreases with aging and increases with resistance training, and in the present study, the GDNF protein level in the experimental group was significantly increased by TRX training compared to the control group. Increasing the serum GDNF protein level in elderly women with six weeks of TRX training may be effective in reducing or delaying sarcopenia, according to its effect on cell growth pathways.

Keywords:TRX,GDNF,elderly women, physical fitness

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

The message of the article:GDNF decreases with aging and increases with resistance training, and in the present study, the GDNF protein level in the experimental group was significantly increased by TRX training compared to the control group. Increasing the serum GDNF protein level in elderly women with six weeks of TRX training, according to its effect on cell growth pathways, may be effective in reducing or delaying sarcopenia.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

مقدمه

از ۳۰ سالگی، سالانه حدود ۰/۱ تا ۰/۵٪ توده عضلانی بدن از دست می‌رود و این کاهش پس از ۶۵-۷۰ سالگی شتاب می‌یابد(۱, ۲)گروه کاری اروپایی(EWGSOP)[1]توده عضلانی کم و عملکرد ضعیف بدن را سارکوپنی نامید(۳)و کاهش قدرت عضلانی مهم‌ترین پارامتر تشخیصی آن است(۲). پیری، بیماری‌های متابولیک، سوءتغذیه(٤)، کاهش فعالیت بدنی، عوامل عصبی(۵)، کاهش سنتز پروتئین، اختلال عملکرد سلول‌های ماهواره‌ای(٦, ۷)، مقاومت آنابولیک و شکافت میتوکندری(۸)، کاهش نورون حرکتی با افزایش سن(۹) از عوامل توسعه سارکوپنی هستند.

فاکتور نوروتروفیک مشتق از رده سلول گلیال (GDNF)[2] قوی‌ترین نوروتروفیک لیگاندهای خانواده GDNF (GFLs)[3] (۱۲-۱۰)با مشخص‌ترین اثر محافظتی است که در کمک به ساختار میتوکندری، رشد سلول‌های عصبی(۱۳)، افزایش انعطاف‌پذیری عصبی، بقا و جلوگیری از آپوپتوز نورون‌های حرکتی(MNs)[4](۱۰, ۱۲, ۱۵-۱٤)، عصب‌دهی مجدد عضله اسکلتی پس از عصب‌کشی(۱٦)، حمایت از سیستم عصبی عضلانی(۱٤) و فعالیت بدنی در عضلات اسکلتی نقش دارد(۱۷). توزیع پروتئین GDNF در سیستم عصبی مرکزی و محیطی و سنتز و ترشح آن در سلول‌های گلیال(۱۲)، سلول‌های شوان(۱۸)، MNs و عضلات است(۱۱, ۱۲, ۱۵, ۱۹). بیان GDNF طی پیری تنظیم می‌شود. افزایش انتقال عصبی در NMJ مسن نتیجه افزایش سیگنال‌دهی رتروگرادGDNF و افزایش گیرندهGDNF در ماهیچه‌های سارکوپنیک احتمالاً منعکس‌کننده سیگنال‌هایی از فیبرهای عضلانی در حال بازسازی/عصب‌کشی برای جذب آکسون‌های حرکتی است(۲۰).GDNF قادر به جلوگیری از آتروفی و هیپرتروفی نورون حرکتی آسیب‌دیده است(۱٦). GDNF عضلات بر اثر عصب‌کشی مداوم به دلیل بیماری‌های عصبی-عضلانی و به دنبال آکسوتومی و برش نورون حرکتی در عضلات اسکلتی تنظیم می‌شود(۱٦). GDNF از گیرنده آر ای تی تیروزین کیناز[5](RET) به‌عنوان گیرنده سیگنال استفاده می‌کند.RET فقط در حضور یک گیرنده هم‌زمان گلیکوزیل فسفاتیدیل لینوزیتول متصل به GDNF[6](GFRα) فعال می‌شود(۱۲).GDNF با اتصال به کمپلکس RET/GFRα، گیرنده خود را فعال می‌کند و مسیرهای رشد سلولی Erk، Akt، PI-3K و MAPK را راه‌اندازی می‌کند(۱۰, ۱۲). GDNF موجود در عضلات اسکلتی به‌شدت در دستگاه پس‌سیناپسی NMJ متمرکز و موضعی هستند، اما گیرنده آن در نورون حرکتی و پروتئین آن‌ها در انتهای عصبی در دستگاه پیش سیناپسیNMJ متمرکز است(۱٦). سیگنال دهی(۲۱)، غلظت سرم و محتوای پروتئین GDNF با افزایش سن کاهش می‌یابد(۲۲, ۲۳). کمبودGDNF موجب تسریع مشکلات مرتبط با پیری می‌شود. کاهشGDNF در ماده سیاه افراد مسن با اختلال عملکرد حرکتی مرتبط است(۱٦).GDNF ممکن است مستقیماً موجب اثرات محافظتی بر نورون‌های حرکتی، کاهش سن آن‌ها و آهسته شدن پیشرفت سارکوپنی شود(۱۵).

1.European Working Group On Sarcopenia In Older People
2. Glial Cell Line-Derived Neurotrophic Factor
3. GDNF Family Of Ligands
4. Motor Neurones
5. REarranged During Transfection
6. The GDNF Family Receptor-α

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

تمرین ورزشی موجب تنظیم(۱۷)، تولید و افزایش GDNF (۱٤, ۲٤) به‌ویژه در ماهیچه‌ها و تقویت سیناپسی NMJ، بقای نورون‌ها و تعداد واحدهای حرکتی، عصب دهی NMJ (۱۵) و تماس سالم‌تر بین عصب و عضله و پیری سالم‌تر می‌شود و احتمالاً می‌تواند اقدامی پیشگیرانه برای سارکوپنی باشد(۱۰) افزایش GDNF عضله در اثر تمرین در ناحیه پیش سیناپسی میزان گیرنده استیل کولین را در NMJ افزایش می‌دهد(۱٦, ۲۵) و ممکن است در هماهنگی با نورون‌های حرکتی عصب دهی کننده برای تقویت کل سیستم عصبی عضلانی طی سالمندی عمل کند(۱٦).

تمرین مقاومتی استراتژی مهمی برای مقابله با سارکوپنی و تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای، سنتز و مانع تجزیه پروتئین عضلانی(۱) و بهبود توده، عملکرد و قدرت عضلانی سالمندان است(۳, ۲٦–۲۸). میان تمرینات مقاومتی، تمرینات معلق با اتصال بخش‌های بدن به تسمه‌های معلق و انجام تمرینات چند سطحی و چند مفصلی حین مبارزه با جاذبه(۲۹, ۳۰) در کنترل بهتر چندین عملکرد فیزیکی در افراد مسن(۳۱) ، فعال شدن عضلات مرکزی، قدرت و بهبود تعادل افراد مسن(۲٦, ۳۲) بهبود استحکام و سرعت(۳٦)و امکان تنظیم بی‌ثباتی و اضافه‌بار حتی برای سالمندان ضعیف مؤثر است(۳٦, ۳۳). در سالمندان، فعالیت ورزشی مبتنی بر وزن بدن به تجهیزات بدن‌سازی ترجیح داده می‌شود(۳).

TRX، تمرین مقاومتی کل بدن با تسمه‌های معلق، تعداد و سطح مقطع فیبرهای عضلانی را افزایش می‌دهد و کاهش قدرت و توده عضلانی ناشی از افزایش سن را کاهش یا حتی معکوس می‌کند(۳٤)، ابزاری کم‌هزینه و جایگزین مراکز ورزشی تخصصی در خانه(۳۲) با قابلیت حمل و نصب آسان است(۲٦) و جذابیت و تأثیرات مثبتی در روحیه سالمندان دارد(۳۵)و موجب افزایش علاقه و میل آن‌ها به انجام تمرینات TRX می‌شود(۳۵). طبق تحقیق فنگ و همکاران(۲۰۱٦) هشت هفته تمرین TRX باعث بهبود تعادل ایستا و پویا، قدرت، انعطاف‌پذیری و توانایی راه رفتن، عملکرد فیزیکی و کیفیت زندگی افراد مسن(۳٤) و ۱۲ هفته تمرین موجب بهبود قدرت، راه رفتن و تعادل (۲۷)شد. طبق مطالعه رضایی و همکاران(۲۰۲٤) هشت هفته تمرین TRX موجب افزایش سنتز پروتئین و توقف کاهش توده عضلانی افراد سارکوپنیک و معکوس ساختن مسیر آتروفی عضلانی شد. هشت هفته تمرینTRX، سطح فولیستاتین(FST)[1]را که نقش مهمی بر سنتز پروتئین و توده عضلانی دارد، در افراد مسن سارکوپنی افزایش داد و روند سارکوپنی را متوقف می‌کند. بیان بیش‌ازحد FST سلول‌های ماهواره‌ای را فعال می‌کند، مقاومت به انسولین را بهبود می‌دهد و سیگنال‌دهی انسولین درون‌سلولیAKT/mTOR را افزایش می‌دهد(۳٦).

اختلال عملکردی و تغییر ساختاری(۵) اختلال عملکرد میتوکندری و بی‌ثباتی پیوندگاه عصبی عضلانی(NMJ[2])(۳۷–۳۹) در اثرعدم سنتز مداوم پروتئین و در نتیجه از دست دادن تماس بین پیش و پس سیناپس NMJ(۳۹)، کاهش عملکرد عصبی در دوره عدم فعالیت مزمن در سارکوپنی مؤثر است(٦). GDNF شاخص قوی ثبات NMJ است و در حفظ، تنظیم و بازسازی NMJ و فرآیندهای بازسازی و کاهش آتروفی مرتبط با سن(۲۲) از طریق مکانیسم‌های متعدد پیش و پس‌سیناپسی نقش دارد(۱۱) و سطوح ناکافی GDNF موجب مرگ سلول عصبی و اختلال ساختار و عملکرد

1. Follistatin
2. Neuromuscular Junction

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

NMJ می‌شود(۱۰). در اثر عصب‌کشی بیان GDNF به‌سرعت در NMJ تنظیم و باعث ایجاد مجدد NMJ از طریق تقویت ترشح استیل‌کولین، جوانه زدن آکسون و خوشه‌بندی گیرنده استیل کولین می‌شود(۲۲). سؤال اساسی این است که: آیا تمرین TRX بر میزان پروتئین GDNF سرم خون زنان سالمند تأثیر دارد یا خیر؟ بنابراین هدف مطالعه حاضر تأثیر شش هفته تمرین TRX بر میزان پروتئین GDNF سرم خون زنان سالمند است.

روش‌شناسی

تحقیق حاضر به لحاظ هدف کاربردی، با روش نیمه تجربی شامل پیش‌آزمون–پس‌آزمون با گروه کنترل است. نحوه جمع‌آوری اطلاعات به‌صورت میدانی و آزمایشگاهی بود. جامعه آماری تمام زنان سالمند ۵۵–۷۵ سال شهر تهران بودند. ۲۸ نفر به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی (۱۵ نفر) با میانگین سنی ۵/۶۰ ± ۶۰/۸۶، شاخص توده بدنی ٤/۲۲ ± ۲۷/٦۵ و گروه کنترل (۱۳ نفر) با میانگین سنی ٤/۰۳± ٦٤/۳۸، شاخص توده بدنی ۲/۱۸ ± ۲۸/۳۳ تقسیم شدند. شرایط ورود سن ۵۵ سال و بالاتر، انجام حداقل ۱۵۰ دقیقه تمرینات هوازی یا مقاومتی در هفته، عدم استفاده از وسایل کمکی مانند واکر، ویلچیر، رولاتور، عدم بیماری قلبی عروقی، دیابت، آلزایمر، عدم مصرف سیگار و الکل، داشتن رضایت‌نامه پزشک و شرایط خروج عدم مجوز پزشک و نیاز به مراقبت‌های اولیه، مراقبت‌های پزشکی تمام‌وقت و داشتن بیماری خاص، داشتن مشکلات شخصی، تمرین پذیر نبودن یا عدم پایبندی به تمرین بود. رضایت‌نامه و پرسشنامه یاد آمد غذایی جهت کنترل تغذیه به آزمودنی‌ها داده شد. قبل از شروع تمرین در هفته اول و بعد از پایان تمرین در هفته ششم از هر دو گروه تجربی و کنترل توسط پزشک متخصص سه سی‌سی خون در لوله‌های لخته‌زا گرفته شد و نمونه‌های خونی توسط پزشک به آزمایشگاه برده شد. ازکیت الایزا با کد RK00291 شرکت Abclonal جهت اندازه‌گیری میزان پروتئین GDNF سرم خون استفاده شد. این مطالعه توسط کمیته اخلاق در پژوهشگاه تربیت‌بدنی با کد اخلاق SSRI.REC-2309-2435 تأیید گردید.

گروه کنترل در پروتکل تمرین شرکت نکردند و گروه تجربی شش هفته، دو جلسه ۵۰ دقیقه‌ای (تمرینات اصلی ٤۰ دقیقه و ۱۰ دقیقه سرد کردن) در هفته در سالن کشتی دانشکده تربیت دبیر شهید رجایی تهران به تمرین TRX پرداختند. هشت ست تمرین ٤۵ ثانیه‌ای با تعداد ۱۵–۲۰ تکرار شامل ۱–انواع زیر بغل‌ها (پارویی پایینی، میانی و بالایی) ۲–اسکوات و زیربغل ۳– جلو بازو ٤– پرس سینه ۵–پرس سرشانه ٦–اسکوات و جلو بازو ۷–پشت بازو ۸–اسکوات و زیربغل و جلو بازو بود. حرکات سرد کردن شامل: ۱– کشش سینه‌ای ۲– کشش عضلات پشتی و هیپ ۳– کشش پایین‌تنه و کشاله ران بود.

از آزمون فولرتون (٤۰, ٤۱) جهت آزمون‌های عملکردی قدرت بالاتنه و پایین‌تنه به‌عنوان پیش و پس‌آزمون استفاده شد. از آزمون ایستادن روی صندلی به مدت ۳۰ ثانیه جهت ارزیابی قدرت اندام تحتانی استفاده شد. آزمودنی روی صندلی بدون تکیه‌گاه با ارتفاع حدود ٤٤ سانتی‌متر با دست‌های ضربدری روی سینه می‌نشیند. سپس از صندلی خود به حالت ایستاده بلند شده و به حالت نشسته برمی‌گردد. آزمون گیرنده تعداد ایستادن‌های کامل در ۳۰ ثانیه را می‌شمارد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

اگر زمان تمام شود و آزمودنی در وضعیت ایستاده باشد، ایستادن کامل تلقی می‌شود. برای ارزیابی قدرت اندام فوقانی از آزمون جلو بازو به مدت ۳۰ ثانیه استفاده شد. آزمودنی زن روی لبه صندلی با ارتفاع حدود ٤٤ سانتی‌متر با کمر کشیده و پاها صاف روی زمین می‌نشیند. وزنه ۲ کیلوگرمی در دست غالب نگه داشته می‌شود. بازو به سمت پایین صاف شده در امتداد صندلی، عمود بر زمین هدایت می‌شود. آزمودنی، دست را به سمت بالا می‌چرخاند و هم‌زمان اندام را در آرنج خم می‌کند (فلکشن آرنج) و متعاقباً اندام را به حالت پایه خود می‌کشد. آزمون گیرنده در سمت غالب آزمودنی نشسته و انگشتان خود را در نیمی از عضله دوسر آزمودنی نگه می‌دارد تا بازو تثبیت و از خم شدن بازو جلوگیری شود. همچنین، می‌تواند دست دوم خود را پشت آرنج آزمودنی قرار دهد تا آزمودنی اکستنشن کامل انجام دهد. تعداد کل خم شدن درست ساعد در ۳۰ ثانیه شمارش می‌شود. طبق توصیه پیرله و همکاران (۲۰۲۲) (٤۲)، شش هفته مدت‌زمان کافی برای افزایش ثبات میان تنه و تعادل عمومی بدن سالمندان است.

از میانگین و انحراف معیار جهت توصیف آماری مشخصات شرکت‌کنندگان و قدرت بالاتنه و پایین‌تنه استفاده شد. جهت طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو–ویلک، برای همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین، برای آزمون فرضیه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس یک‌راهه استفاده شد (P< ۰/۰۵). تمامی محاسبات آماری با استفاده از spss24 انجام شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی گروه تجربی و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۱ ارائه‌شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مشخصات فردی شرکت‌کنندگان

متغیر	متغیر	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
تجربی (n=۱۵)	سن (سال)	٦۰/ ۸٦ ٥±/٦۰	٦۰/ ۸٦ ٥±/٦۰
	قد (سانتی‌متر)	١٦٤/٦۰ ± ۲/۳٥	١٦٤/٦۰ ± ۲/۳٥
	وزن (کیلوگرم)	۷٥/۰۰ ± ۱۱/۹٥	۷۱/۸٦ ۷±/۸۹
	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۷/٦٥ ± ٤/۲۲	۲٦/٥۰ ± ٤/۰۰
کنترل (n=۱۳)	سن (سال)	٦٤/۳۸ ٤±/۰۳	٦٤/۳۸ ٤±/۰۳
	قد (سانتی‌متر)	١٦۰/۳۰ ± ٥/٦۷	١٦۰/۳۰ ± ٥/٦۷
	وزن (کیلوگرم)	۷۲/٦۹ ± ٤/۹٥	۷۲/۷٦ ٤±/۹۸
	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۸/۳۳ ± ۲/۱۸	۲۸/۳٦ ± ۲/۲۷
کل (n=۲۸)	سن (سال)	٦۲/ ٥±٥۰/١٦	٦۲/ ٥±٥۰/١٦
	قد (سانتی‌متر)	١٦۲/ ٤±٦۰/٦۸	١٦۲/ ٤±٦۰/٦۸
	وزن (کیلوگرم)	۷۳/۹۲ ۹±/۲۹	۷۲/٦±۳۱/٤۳
	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۷/۹۷ ۳±/۳۸	۲۷/۳٦ ۳±/۳۹

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

در جدول فوق، سن و قد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تغییری نداشت. جهت مقایسه دو گروه تجربی و کنترل در مشخصات فردی آزمودنی‌ها از آزمون t مستقل استفاده شد. طبق نتایج، تفاوت معناداری بین مشخصات فردی شرکت‌کنندگان دو گروه تجربی و کنترل وجود ندارد (P <۰/۰۵). میانگین و انحراف معیار قدرت بالاتنه و پایین‌تنه و میزان پروتئین GDNF دو گروه تجربی و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۲ خلاصه‌شده است.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق دو گروه تجربی و کنترل در مراحل آزمون

متغیر	عنوان	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
تجربی	قدرت بالاتنه (تعداد)	۱۶/۴۰±۱/۲۱	۲۱/۹۳±۱/۱۱
	قدرت پایین‌تنه (تعداد)	۱۲/۰±۸۰/۸۸	۱۵/۰±۲۶/۶۰
	میزان پروتئین GDNF (Pg/ml)	۱۸۸/۶۹±۲۷/۴۲	۴۴۴/۷۹±۷۵/۶۰
کنترل	قدرت بالاتنه (تعداد)	۱۶/۴۶±۱/۷۰	۱۸/۰۰±۱/۲۵
	قدرت پایین‌تنه (تعداد)	۱۱/۳۸±۰/۵۲	۱۳/۶۹±۰/۹۹
	میزان پروتئین GDNF (Pg/ml)	۲۲۰/۷۰±۴۵/۹۳	۲۰۷/۸۰±۲۱/۵۹

سطح معناداری برای تمام متغیرهای تحقیق در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون بیشتر از ۰/۰۵ است و پیش‌فرض طبیعی بودن توزیع داده‌ها برقرار است و می‌توان از آزمون‌های پارامتریک برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده کرد.

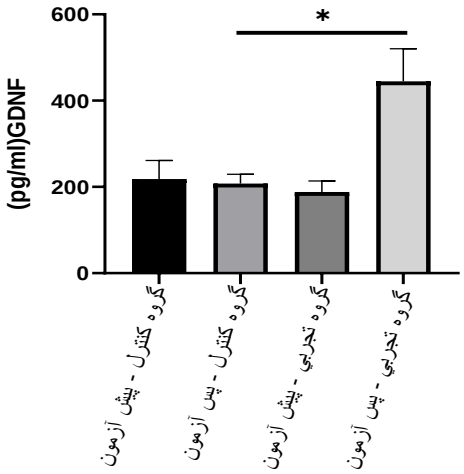
جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس در متغیر GDNF، قدرت بالاتنه و پایین‌تنه

متغیر	ردیف	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	اندازه اثر
(Pg/ml)GDNF	پیش‌آزمون	۴۶۵/۳۰۴	۱	۴۶۵/۳۰۴	۰/۱۳۷	۰/۷۱۵	۰/۰۵۵
	گروه	۳۱۶۲۶۷/۶۴۴	۱	۳۱۶۲۶۷/۶۴۴	۹۲/۸۴۱*	۰/۰۰۱	۰/۷۸۸
	خطا	۸۵۱۶۳/۶۱۸	۲۵	۳۴۰۶/۵۴۵			
قدرت بالاتنه (تعداد)	پیش‌آزمون	۱۵۱/۵	۱	۱۵۱/۵	۱۰/۵۹	۰/۰۵۳	۰/۲۹۸
	گروه	۱۰۹/۲۴	۱	۱۰۹/۲۴	۷/۶۴۱*	۰/۰۵۱	۰/۲۳۴
	خطا	۳۵۷/۴۳	۲۵	۱۴/۲۹۷			
قدرت پایین‌تنه (تعداد)	پیش‌آزمون	۸۰/۶۲۸	۱	۸۰/۶۲۸	۱۳/۳۴۲	۰/۰۶۱	۰/۳۴۸
	گروه	۳/۱۲۵	۱	۳/۱۲۵	۰/۵۱۷*	۰/۴۷۹	۰/۰۲۰
	خطا	۱۵۱/۰۷۵	۲۵	۶/۰۴۳			

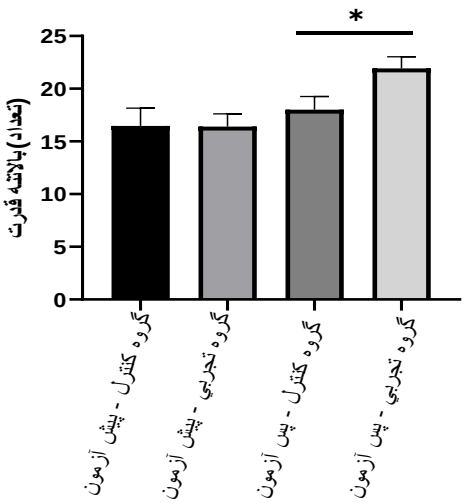
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

طبق نتایج جدول تحلیل کوواریانس میزان پروتئین GDNF، قدرت بالاتنه و پایین‌تنه، اثر گروه معنادار است. با حذف اثر متغیر پیش‌آزمون، تفاوت معناداری بین میزان پروتئین GDNF، قدرت بالاتنه و پایین‌تنه گروه تجربی و گروه کنترل وجود دارد. در میانگین‌های تعدیل‌شده دو گروه، میزان پروتئین GDNF گروه تجربی (۱۵/۷۵۱ ± ٤٤٣/۱۰۲) به‌طور معناداری بیشتر از میزان پروتئین GDNF گروه کنترل (۰۲۹/ ۱۷± ۲۰۹/۷٥٦)، قدرت بالاتنه گروه تجربی (۰/۹۷٦± ۲۱/۹٤) به‌طور معناداری بیشتر از قدرت بالاتنه گروه کنترل (۱/۰٤± ۱۷/۹۸) و قدرت پایین‌تنه گروه تجربی (۰/٦٤٥± ۱٤/۸٥) به‌طور معناداری بیشتر از قدرت پایین‌تنه در گروه کنترل (۰/٦۹٤± ۱٤/۱٦) است. شش هفته تمرین TRX، بر میزان پروتئین GDNF، قدرت بالاتنه و پایین‌تنه زنان سالمند تأثیر معناداری داشت (نمودار ۱، ۲، ۳).

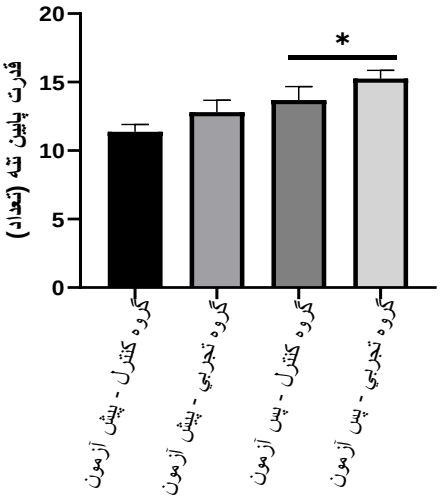


نمودار ۱. میزان پروتئین GDNF دو گروه تجربی و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون



نمودار ۲. قدرت بالاتنه دو گروه تجربی و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]



نمودار ۳. قدرت پایین‌تنه دو گروه تجربی و کنترل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

بنابراین، میزان پروتئین GDNF سرم خون زنان سالمند گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری بالا بود. میزان پروتئین GDNF سرم خون زنان سالمند گروه تمرین بعد از شش هفته تمرین TRX افزایش معناداری داشت. شش هفته تمرین TRX بر قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه زنان سالمند تأثیر معناداری داشت.

بحث

شش هفته تمرین TRX بر میزان پروتئین GDNF زنان سالمند تأثیر معناداری داشت و منطبق با مطالعات بونانی و همکاران (۲۰۲۲) که به افزایش GDNF با تمرین ورزشی اشاره کردند(۱٤) و فانیزا(۲۰۲۳) که به افزایشGDNF با ورزش و سلامت عصبی عضلانی با افزایش سن و تأثیرGDNF در مبارزه با سارکوپنی پرداخت(٤۳) بود.

نتایج تحقیقات پیشین با وجود پروتکل تمرین مقاومتی متفاوت از نظر تأثیر مثبت تمرین مقاومتی بر افزایش میزان GDNF با تحقیق انجام شده همسو است. به‌طور مثال، صادقی و همکاران (۲۰۲۱) و گرزی و همکاران (۲۰۲۰) افزایش سطوح GDNF با هشت هفته تمرین HIIT در موش‌های صحرایی دیابتی(٤٤) و ماهیچه‌های نعلی و دوقلو موش صحرایی نر نژاد ویستار(۱۷)، صمدیان و همکاران(۲۰۲۰) افزایش بیان GDNF و تنظیم مثبت سیستم سیگنالینگ GDNF با تمرین با شدت متوسط روی ۳۰ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار(٤٥)، پیوترورویکز و همکاران(۲۰۱۹) افزایش غلظت سرمی GDNF بلافاصله پس از قطع تمرین در هفت مرد جوان سالم و غیرفعال در یک تمرین ورزشی درجه‌بندی‌شده تا خستگی ارادی روی چرخه ارگومتر(٤٦)، زیگلار و همکاران (۲۰۱۹) افزایشGDNF در عضله با تمرین مقاومتی سنگین و حاد در افزایش توده عضلانی و قدرت همراه با کاهش هم‌زمان سطح التهاب موضعی در افراد مسن(٤۷) را بررسی کردند. ناهم‌سو با تحقیق انجام شده، هانهورس و همکاران(۲۰۲۲) با بررسی بیومارکرهای تنظیم

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

ایمنی عصبی غدد درون‌ریز و فاکتور GDNF در حالت استراحت قبل و حداکثر ٦٠ دقیقه پس از یک دوره حاد تمرین مقاومتی سنگین در بزرگ‌سالان سالم هیچ مطالعه‌ای برای پاسخ GDNF به تمرینات مقاومتی سنگین شناسایی نکردند که علت این امر ممکن است تفاوت زمان اندازه‌گیری‌ها در دو تحقیق(یکی حداکثر ٦٠ دقیقه و دیگری شش هفته بعد تمرین) باشد. طبق نظر هانهورس و همکاران نشانگرهای زیستی مسیر پاراسمپاتیک و حسی عصبی ممکن است سازگاری‌های عضلانی اصلی را ایجاد نکنند و یا غلظت خون کمتر از سطحی باشد که امکان تشخیص تغییرات مرتبط را فراهم کند(٤٨). بنی طالبی و همکاران(٢٠٢٠) نیز دریافتند برنامه تمرینی چندوجهی(مقاومتی، استقامتی، پیلاتس، تعادل و کشش) ١٢ هفته‌ای بر سطوح عوامل نوروتروفیک و GDNF ٩٤ زن مبتلا به ام اس اثری نداشت. انواع روش‌ها و مدت‌زمان تمرین ممکن است یکی از دلایل نتیجه متناقض باشد زیرا نتایج متفاوتی دارند. از طرفی تمرین کوتاه‌مدت بر خلاف تمرین طولانی‌مدت، تأثیر معناداری در بهبود سطوح عوامل نوروتروفیک ندارد. همچنین در تحقیق بنی طالبی و همکاران، جامعه هدف بیماران اماس و در تحقیق انجام شده سالمندان سالم از دیگر تناقض‌ها است و طبق نظر این محققان ممکن است تغییرات نوروتروفیک‌ها، به‌ویژه برای GDNF در بیماران اماس مرتبط نیست یا تحت تأثیر تغییرات پارامترهای تناسب‌اندام نیست(٤٩).

تحقیق حاضر به این موضوع اشاره می‌کند که شش هفته تمرین TRX (تمرین مقاومتی وزن بدن) در تأخیر انداختن سارکوپنی زنان سالمند مؤثر است زیرا همسو با مطالعات بیلسکی و همکاران (٢٠٢٢)(١)، کاناتارو و همکاران (٢٠٢٢) (٢٩)، سوپریا و همکاران (٢٠٢٢) (٥٠)، ویکبرگ و همکاران (٢٠١٩) (٣) به تأثیر تمرین مقاومتی ١٠ هفته‌ای بر قدرت عملکردی و ترکیب بدن در سنین بالا اشاره دارند. همچنین، طبق نتایج تحقیق انجام شده شش هفته تمرین TRX موجب افزایش فاکتورهای عملکردی مانند قدرت بالاتنه و پایین‌تنه زنان سالمند شد و با نتایج تحقیقات ژانگ (٢٠٢٢) و اشاره به بهبود قدرت عضلانی، توانایی راه رفتن و سارکوپنی مرتبط با سن با TRX (٣٤)، سولیگون و همکاران (٢٠٢٠) و اشاره به افزایش توده عضلانی، قدرت و عملکرد در اثر تمرین معلق در ٤٢ فرد سالمند تمرین نکرده (٣٣) همسو بود. علت این تأثیر مطابق با مطالعه آنگلری و همکاران (٢٠٢٠) این است که با اتصال بخش‌های بدن به تسمه‌های آویزان معلق و ایجاد محیطی ناپایدار، از وزن بدن در برابر گرانش برای انجام تمرینات چند سطحی و چند مفصلی استفاده می‌کنند و نوعی تمرین مقاومتی جایگزین است که باعث افزایش قدرت عضلانی، توده و عملکرد به دلیل فعال شدن زیاد عضلات مرکزی ناشی از بی‌ثباتی است(٣٦). TRX تمرینات معلقی است که امکان اجرای تمرینات تک و چند مفصلی را با استفاده از وزن بدن و گرانش به‌عنوان مقاومت فراهم می‌کند و بر چربی بدن، دور کمر، فشارخون، کلسترول بالا غلظت آنزیم‌های کبدی، توده عضلانی و قدرت و تناسب‌اندام در جمعیت‌های غیر دیابتی مفید است(٣٠).TRX می‌تواند توسعه سارکوپنی را به تأخیر بیندازد زیرا می‌تواند تعداد و سطح مقطع فیبرهای عضلانی اسکلتی را افزایش دهد و کاهش عضلانی و کاهش قدرت ناشی از افزایش سن را کاهش یا حتی معکوس می‌کند. مطالعه بر روی بیش از ١٦٠٠ نفر (٢١– ٨٠ ساله) نشان داد که ١٠ هفته TRX منجر به افزایش حدود ١٣٦٠ گرم بافت لاغر بدن شد. ٣٦ هفته تمرین TRX افزایش بافت لاغر بدن را در مقایسه با ١٠ هفته تمرین دو برابر کرد. ١٢–١٦ هفته

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

تمرین TRX باعث افزایش دور ران تا ۱۱.٤ درصد و حجم عضلات تا ۳.۸ درصد شد. تمرینات TRX باعث رشد عضلانی حتی در افراد ۹۰ ساله می‌شود. تمرین TRX باعث افزایش فعال شدن عمیق گروه‌های عضلانی می‌شود و می‌تواند عضلات بالاتنه و هسته را به‌طور قابل‌توجهی بهتر فعال کند. تمرین TRX همچنین به بهبود هم‌زمانی واحدهای حرکتی کمک می‌کند که در آن دو یا چند واحد حرکتی در فواصل زمانی ثابت درگیرند. TRX رفلکس‌های کششی را بین ۱۹ تا ۵۵ درصد بهبود می‌بخشد. تمرین TRX علاوه بر بهبود رشد عضلات و قدرت عضلانی، تأثیر زیادی بر تراکم مواد معدنی استخوان، متابولیسم انرژی، فشارخون و بسیاری موارد دیگر دارد. تمرین TRX با حجم بالا(هشت ست هشت تمرینی) متابولیسم انرژی را هشت‌تا نه درصد ۷۲ ساعت پس از تمرین افزایش داد. TRX موجب افزایش توده عضلانی بدون چربی و کاهش تجمع چربی داخل شکم می‌شود. TRX عملکرد فیزیکی و کیفیت زندگی را بهبود می‌بخشد، مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان و بیماری‌های مزمن تنفسی تحتانی را کاهش می‌دهد و عملکرد شناختی افراد مسن را بهتر نمود. بهبود تعادل از طریق TRX و برنامه‌های تمرینی مؤثر، سیستم اسکلتی عضلانی، شناختی و بازخورد حسی بدنی را در افراد مسن بهبود بخشید. یک برنامه TRX به مدت هشت هفته موجب بهبود تعادل ایستا و پویا، قدرت، انعطاف‌پذیری و توانایی راه رفتن، عملکرد فیزیکی و کیفیت زندگی افراد مسن شد(۱۲). همچنین طبق مطالعه رضایی و همکاران(۲۰۲٤) هشت هفته تمرین TRX موجب کاهش سطح میواستاتین، افزایش فولیستاتین و بهبود مقاومت به انسولین افراد بالغ سارکوپنیک و معکوس ساختن مسیرهای آتروفی عضلانی شد(۳٦).

محدودیت‌های تحقیق کیفیت و کمیت خواب، تغذیه و میزان فعالیت بدنی در خارج از زمان تمرین TRX زنان سالمند بود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود موارد احتمالی در تحقیقات بعدی در نظر گرفته شود.

نتیجه‌گیری

فاکتور GDNF طی سالمندی کاهش و با تمرین مقاومتی افزایش می‌یابد و در تحقیق حاضر میزان پروتئین GDNF گروه تجربی در مقایسه با کنترل در اثر تمرین TRX به‌طور معنادار افزایش یافت. افزایش میزان پروتئین GDNF سرم خون زنان سالمند با شش هفته تمرین TRX طبق تأثیر آن در مسیرهای رشد سلولی احتمالاً می‌تواند در کاهش یا تأخیر سارکوپنی مؤثر باشد.

تعارض در منافع

بین نویسندگان هیچ‌گونه تعارضی در منافع انتشار این مقاله وجود ندارد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

References

1. Bilski J, Pierzchalski P, Szczepanik M, Bonior J, Zoladz JA. Multifactorial mechanism of sarcopenia and sarcopenic obesity. Role of physical exercise, microbiota and myokines. Cells. 2022;11(01):160. Doi:10.3390/cells11010160
2. Wiedmer P, Jung T, Castro JP, Pomatto LC, Sun PY ,Davies KJ, et al. Sarcopenia–Molecular mechanisms and open questions. Ageing research reviews. 2021;65:101200. Doi:10.1016/j.arr.2020.101200.
3. Vikberg S, Sörlén N, Brandén L, Johansson J, Nordström A, Hult A, et al. Effects of resistance training on functional strength and muscle mass in 70-year-old individuals with pre-sarcopenia: a randomized controlled trial. Journal of the American Medical Directors Association. 2019;20(1):28-34. doi:10.1016/j.jamda.2018.09.011
4. Stacchiotti A, Favero G, Rodella LF. Impact of melatonin on skeletal muscle and exercise. Cells . .۲۸۸:(۲)۹;۲۰۲۰ Doi:10.3390/cells9020288
5. Salehpour M, Nemati J, Rezaei R. The effect of a period of aerobic exercise with inhibition of nitric oxide on the fast and slow twitch muscle fibers neurotrypsin levels in elderly male rats. EBNESINA. 2021;22(4):39-46. Doi:10.22034/22.4.39(in persian)
6. Dobrowolny G ,Barbiera A, Sica G, Scicchitano BM. Age-related alterations at neuromuscular junction: role of oxidative stress and epigenetic modifications. Cells. 2021;10(6):1307. Doi:10.3390/cells10061307
7. Mankhong S, Kim S, Moon S, Kwak H-B, Park D-H, Kang J-H. Experimental models of sarcopenia: bridging molecular mechanism and therapeutic strategy. Cells. 2020;9(6):1385. Doi:10.3390/cells9061385
8. Rong S, Wang L, Peng Z, Liao Y, Li D, Yang X, et al. The mechanisms and treatments for sarcopenia: could exosomes be a perspective research strategy in the future? Journal of cachexia, sarcopenia and muscle. 2020;11(2):348-65. Doi:10.1002/jcsm.12536
9. Christian CJ, Benian GM. Animal models of sarcopenia. Aging Cell. 2020;19(10):e13223. doi:10.1111/acel.13223.
10. Cintrón-Colón AF, Almeida-Alves G, Boynton AM, Spitsbergen JM. GDNF synthesis, signaling, and retrograde transport in motor neurons. Cell and tissue research. 2020;382:47-56 Doi:10.1007/s00441-020-03287-6.
11. Stanga S, Boido M, Kienlen-Campard P. How to build and to protect the neuromuscular junction: the role of the glial cell line-derived neurotrophic factor. International Journal of Molecular Sciences. 2020;22(1):136. Doi:10.3390/ijms22010136.
12. Cintrón-Colón AF. From Young to Old: The Effects of Sedentary-Aging and Exercise Interventions on Structural Plasticity of Lumbar Motor Neurons, NMJ, and Glial Cell Line-Derived Neurotrophic Factor Expression: Western Michigan University; 2022.
13. Mitroshina EV, Mishchenko TA, Shirokova OM, Astrakhanova TA, Loginova MM, Epifanova EA, et al. Intracellular neuroprotective mechanisms in neuron-glial networks mediated by glial cell line-derived neurotrophic factor. Oxidative medicine and cellular longevity. 2019;2019. Doi:10.1155/2019/1036907
14. Bonanni R, Cariati I, Tarantino U, D'Arcangelo G, Tancredi V. Physical exercise and health: a focus on its protective role in neurodegenerative diseases. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2022;7(2):38. DOI:10.3390/jfmk7020038
15. Saini J, Faroni A, Reid AJ, Mouly V, Butler-Browne G, Lightfoot AP, et al. Cross-talk between motor neurons and myotubes via endogenously secreted neural and muscular growth factors. Physiological reports. 2021;9(8):e14791 .doi:/10.14814/phy2.14791
16. Gyorkos AM .GDNF content and NMJ plasticity in slow and fast twitch myofibers follows recruitment in exercise: Western Michigan University; 2014.
17. Gorzi A, Jamshidi F, Rahmani A, Krause Neto W. Muscle gene expression of CGRP-α, CGRP receptor, nAchR-β, and GDNF in response to different endurance training protocols of Wistar rats. Molecular Biology Reports. 2020;47:5305-14. doi:10.1007/s11033-020-05610-4(in persian)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

18. Kaki A, Karimi M.The effect of aerobic exercise with melatonin on GDNF gene expression and some indicators of oxidative stress in male rats with diabetic neuropathic pain. Daneshvar Medicine.2021;29(3):132-46.doi:10.22070/DANESHMED.2021.13915.1040(in persian).
19. Foadoddini M, Afzalpour ME, TaheriChadorneshin H, Abtahi-Eivary S-H. Effect of Intensive Exercise Training and Vitamin E Supplementation on the Content of Rat Brain Neurotrophic Factors. Iran Red Crescent Med J. 2018;20(2):e57298. doi: 10.5812/ircmj.57298(in persian)
20. Kreko-Pierce T, Eaton BA. Rejuvenation of the aged neuromuscular junction by exercise. Cell Stress. 2018;2(2):25 doi: 10.15698/cst2018.02.123.
21. Sharif M, Noroozian M, Hashemian F. Do serum GDNF levels correlate with severity of Alzheimer's disease? Neurological Sciences. 2021;42:2865-72. doi:10.1007/s10072-020-04909-1(in persian)
22. Pratt J, De Vito G, Narici M, Boreham C. Neuromuscular junction aging: a role for biomarkers and exercise. The Journals of Gerontology: Series A. 2021;76(4):576-85 doi:10.1093/gerona/glaa207.
23. Vianney J-M, Mccullough MJ, Gyorkos AM, Spitsbergen JM. Exercise-dependent regulation of glial cell line-derived neurotrophic factor (GDNF) expression in skeletal muscle and its importance for the neuromuscular system. Frontiers in biology. 2013;8:101-8. doi:10.1007/s11515-012-1201-7
24. Abdullah MM, Sinrang AW, Aras D, Tammasse J. The Effects of the Task Balance Training Program on the Glial Cell Line-Derived Neurotrophic Factor Levels, Cognitive Function, and Postural Balance in Old People. BioMed Research International. 2022. doi:10.1155/2022/9887985
25. Sakuma K, Yamaguchi A. The recent understanding of the neurotrophin's role in skeletal muscle adaptation. Journal of Biomedicine and Biotechnology.2011 doi:10.1155/2011/201696.
26. Campa F, Silva AM, Toselli S. Changes in phase angle and handgrip strength induced by suspension training in older women. International journal of sports medicine. 2018;39(06):442-9. DOI: 10.1055/a-0574-3166
27. Jiménez-García JD, Martínez-Amat A, De la Torre-Cruz M, Fábrega-Cuadros R, Cruz-Díaz D, Aibar-Almazán A, et al. Suspension training HIIT improves gait speed, strength and quality of life in older adults. International journal of sports medicine. 2019;40(02):116-24. DOI:10.1055/a-0787-1548
28. Beckwée D, Delaere A, Aelbrecht S, Baert V, Beaudart C, Bruyere O, et al. Exercise interventions for the prevention and treatment of sarcopenia. A systematic umbrella review. The journal of nutrition, health & aging. 2019;23:494-502. Doi:10.1007/s12603-019-1196-8
29. Cannataro R, Cione E, Bonilla DA, Cerullo G, Angelini F, D'Antona G. Strength training in elderly: An useful tool against sarcopenia. Frontiers in Sports and Active Living. 2022:287. doi:10.3389/fspor.2022.950949
30. Samadpour Masouleh S, Bagheri R, Ashtary-Larky D, Cheraghloo N, Wong A, Yousefi Bilesvar O, et al. The effects of TRX suspension training combined with taurine supplementation on body composition, glycemic and lipid markers in women with type 2 diabetes. Nutrients. 2021;13(11):3958. doi:10.3390/nu13113958(in persian)
31. Jiménez-García JD, Hita-Contreras F, de la Torre-Cruz MJ, Aibar-Almazán A, Achalandabaso-Ochoa A, Fábrega-Cuadros R, et al. Effects of HIIT and MIIT suspension training programs on sleep quality and fatigue in older adults: Randomized controlled clinical trial. International journal of environmental research and public health. 2021;18(3):1211 doi:10.3390/ijerph18031211.
32. Campa F, Schoenfeld BJ, Marini E ,Stagi S, Mauro M, Toselli S. Effects of a 12-week suspension versus traditional resistance training program on body composition, bioimpedance vector patterns, and handgrip strength in older men: a randomized controlled trial. Nutrients. 2021;13(7):2267. doi:10.3390/nu13072267
33. Soligon SD, da Silva DG, Bergamasco JGA, Angleri V, Júnior RAM, Dias NF, et al. Suspension training vs. traditional resistance training: effects on muscle mass, strength and functional performance in older adults. European Journal of Applied Physiology. 2020;120:2223-32. doi:10.1007/s00421-020-04446-x
34. Zhang W .Effect of TRX Suspension Training on Physical Function in Elderly Men with Sarcopenia. Journal of Clinical and Nursing Research. 2022;6(6):147-51. doi:10.26689/jcnr.v6i6.4502

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]

35. Bahram ME, Afroundeh R, Rivaz E, Davarpanah S, Ghiyami SH. The effect of 12 weeks of total body resistance training (TRX) on serum serotonin, dopamine and happiness levels in overweight elderly men. Daneshvar Medicine. 2022;30(4):48-61. doi: 10.22070/DANESHMED.2022.16195.1206(in persian)
36. Rezaei S, Eslami R, Tartibian B. The effects of TRX suspension training on sarcopenic biomarkers and functional abilities in elderlies with sarcopenia: a controlled clinical trial. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 2024;16(1):58. doi:10.1186/s13102-024-00849-x(in persian)
37. Ham DJ, Börsch A, Lin S, Thürkauf M, Weihrauch M, Reinhard JR, et al. The neuromuscular junction is a focal point of mTORC١signaling in sarcopenia. Nature communications. 2020;11(1):4510. DOI:10.1038/s41467-020-18140-1
38. Ham DJ, Rüegg MA. Causes and consequences of age-related changes at the neuromuscular junction. Current Opinion in Physiology. 2018;4:32-9. doi:10.1016/j.cophys.2018.04.007
39. Anagnostou M-E, Hepple RT. Mitochondrial mechanisms of neuromuscular junction degeneration with aging. Cells. 2020;9(1):197 doi:10.3390/cells9010197.
40. Migaj M, Kałużna-Oleksy M, Migaj J, Straburzyńska-Lupa A. The evaluation of functional abilities using the Modified Fullerton Functional Fitness Test is a valuable accessory in diagnosing men with heart failure. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(15):9210.Doi:10.3390/ijerph19159210
41. Gupta G, Maiya GA, Bhat SN, Hande HM, Mayya SS. Functional Fitness and Risk of Falling in Older Adults with Diabetic Neuropathy. Physical & Occupational Therapy In Geriatrics. 2023;41(4):538-55.doi: 10.1080/02703181.2023.2187104
42. Pierle C, McDaniel AT, Schroeder LH, Heijnen MJ, Tseh W. Efficacy of a 6-Week Suspension Training Exercise Program on Fitness Components in Older Adults. International Journal of Exercise Science. 2022;15(3):1168. PMID: 35991350
43. Fanizza J. The Effects of Aging and Exercise on Skeletal Muscle Fiber Type and Neuromuscular Health. 2023.
44. Sadeghi A, Pourrazi H, Noori M, Gholami F. The Effect of High-Intensity Interval Training (HIIT) and Caffeine Supplementation on Brain-derived Neurotrophic Factor and Glial Line-derived Neurotrophic Factor in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. Journal of Kerman University of Medical Sciences. 2021;28.(١)doi: 10.22062/jkmu.2021.91561
45. Samadian Z, Tofighi A, Razi M, Pakdel FG, Azar JT. Effect of moderate-intensity exercise training on GDNF signaling pathway in testicles of rats after experimental diabetes type 1 induction. Diabetes Research and Clinical Practice. 2020;167:108332. doi:10.1016/j.diabres.2020.108332
46. Piotrowicz Z, Chalimoniuk M, Płoszczyca K K, Czuba M, Langfort J. Acute normobaric hypoxia does not affect the simultaneous exercise-induced increase in circulating BDNF and GDNF in young healthy men: A feasibility study. PloS one. 2019;14(10):e0224207.doi: 10.1371/journal.pone.0224207
47. Ziegler A, Jensen S, Schjerling P, Mackey A ,Andersen J, Kjaer M. The effect of resistance exercise upon age-related systemic and local skeletal muscle inflammation. Experimental Gerontology. 2019;121:19-32. doi:10.1016/j.exger.2019.03.007
48. Haunhorst S, Bloch W, Ringleb M, Fennen L, Wagner H, Gabriel HH, et al. Acute effects of heavy resistance exercise on biomarkers of neuroendocrine-immune regulation in healthy adults: a systematic review. Exercise Immunology Review.2022;28:36-52.PMID: 35452397.
49. Banitalebi E, Ghahfarrokhi MM, Negaresh R, Kazemi A, Faramarzi M, Motl RW, et al. Exercise improves neurotrophins in multiple sclerosis independent of disability status. Multiple Sclerosis and Related Disorders. 2020;43:102143. doi:10.1016/j.msard.2020.102143
50. Supriya R, Singh KP, Gao Y, Gu Y, Baker JS. Effect of exercise on secondary sarcopenia: A comprehensive literature review. Biology. 2021;11(1):51doi: 10.3390/cells11010160.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-06-21]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.7.5]