



The Effects of 12 Weeks of Aquatic Exercise and Omega-3 Supplementation on Serum BDNF and TNF Levels in Men with Multiple Sclerosis

Bakhtiar Hassan 

Master's degree, Department of Physical Education, Payam Noor University, Mahabad, Iran.
maghalehasani@gmail.com

Abstract

Objective: The aim of the present study was to investigate the effects of 12 weeks of aquatic exercise and omega-3 supplementation on serum levels of BDNF and TNF in men with multiple sclerosis.

Method: A total of 40 men aged 35 to 40 with multiple sclerosis (MS) were randomly selected from a pool of individuals referred to a reputable center in Mahabad. All participants had a documented medical history and had been diagnosed with MS by a neurologist. They were undergoing treatment at the time of selection. This study employed a quasi-experimental design featuring both pre-test and post-test assessments. The participants were divided into four groups of 10: exercise with + supplementation, exercise with + a placebo, omega-3 supplementation, and a control group. The intervention groups engaged in exercise training for 12 weeks, participating in three 60-minute sessions each week. The supplement groups consumed 2 grams of omega-3 in the form of three gel capsules, taken three times a day after each meal. Data analysis was conducted using SPSS version 22 statistical software. The Shapiro-Wilk test was employed to assess the normality of the data distribution. After confirming the normality of the data distribution, an analysis of covariance (ANCOVA) was conducted to compare the mean pre-test and post-test scores of the experimental and control groups. Additionally, Tukey's post-hoc test was employed to analyze the differences among the data from the four groups.

Findings: Exercise training combined with omega-3 supplementation resulted in a significant increase in Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) in the intervention groups compared to the control group. Notably, this increase was more pronounced in the exercise plus supplement group than in the other groups ($p < 0.05$). Additionally, the results indicated a significant reduction in Tumor Necrosis Factor-alpha (TNF- α) in the intervention groups compared to the control group ($p < 0.05$).

Conclusion: Taking omega-3 supplements can positively affect increasing BDNF levels and reducing TNF- α levels in men with multiple sclerosis (MS).

Keywords: Aquatic exercise, Omega-3, Multiple sclerosis, TNF- α , BDNF, Men, Multiple sclerosis.

Cite: Hassan, B. (2025). The Effects of 12 Weeks of Aquatic Exercise and Omega-3 Supplementation on Serum BDNF and TNF Levels in Men with Multiple Sclerosis. *Applied Research in Sports Nutrition and Exercise Science*, 1(3), p. 59-70. <https://doi.org/10.22091/ARSNES.2024.11223.1015>

Received: 2024-06-08 ; Revised: 2024-07-04 ; Accepted: 2024-08-30 ; Published online: 2024-09-23

© The Author(s).

Article type: Research Article

Published by: University of Qom.





تأثیر ۱۲ هفته ورزش در آب و مصرف مکمل امگا ۳ بر مقادیر سرمی BDNF و TNF در مردان مبتلا به بیماری مولتیپل اسکلروزیس

بختیار حسن^{id}

کارشناسی ارشد، گروه تربیت بدنی، دانشگاه پیام نور، مهلباد، ایران. maghalehasani@gmail.com

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته ورزش در آب و مصرف مکمل امگا ۳ بر مقادیر سرمی BDNF و TNF در مردان مبتلا به بیماری مولتیپل اسکلروزیس بود.

روش: ۴۰ مرد مبتلا به ام‌اس. از بین مردان مراجعه‌کننده به یکی از مراکز معتبر شهرستان مهلباد که دارای پرونده پزشکی بوده و به تشخیص پزشک متخصص مغز و اعصاب وجود بیماری ام‌اس. در آنها به اثبات رسیده و تحت درمان بودند، با دامنه سنی ۳۵-۴۰ در قالب یک طرح نیمه‌تجربی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون، به صورت تصادفی انتخاب شدند و در چهار گروه ۱۰ نفره تمرین + مکمل، تمرین + دارونما، مکمل امگا ۳ و گروه کنترل تقسیم شدند. گروه‌های مداخله، تمرینات ورزشی را به مدت ۱۲ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای انجام دادند. گروه‌های مکمل، روزانه دو گرم امگا ۳ که به صورت ۳ کپسول ژلی بود را به میزان سه بار در روز پس از هر وعده غذایی مصرف می‌کردند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماري SPSS-22 انجام شد. جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. بعد از حصول اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها، جهت مقایسه میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون شاخص‌های گروه‌های تجربی و گروه کنترل، از آزمون تحلیل کوواریانس، و جهت مقایسه تفاوت بین داده‌های چهار گروه از آزمون تعقیبی توکی ۳ استفاده شد.

یافته‌ها: تمرینات ورزشی به همراه مصرف امگا ۳ باعث افزایش BDNF در گروه‌ها در مقایسه با گروه کنترل شد، ولی این افزایش در گروه تمرین + مکمل نسبت به دیگر گروه‌ها بیشتر بود ($p < 0/05$). نتایج در گروه‌های مداخله نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری TNF- α را نشان داد ($p < 0/05$).

نتیجه‌گیری: مصرف امگا ۳ به عنوان یک مکمل می‌تواند اثر مثبتی بر افزایش مقادیر BDNF و کاهش مقادیر TNF- α در مردان مبتلا به ام‌اس. داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: ورزش در آب، امگا ۳، بیماری ام‌اس، BDNF، TNF- α ، مردان، بیماری مولتیپل اسکلروزیس.

استناد به این مقاله: حسن، بختیار (۱۴۰۳). تأثیر ۱۲ هفته ورزش در آب و مصرف مکمل امگا ۳ بر مقادیر سرمی BDNF و TNF در مردان مبتلا به بیماری مولتیپل اسکلروزیس. پژوهش‌های کاربردی در تغذیه ورزشی و علم تمرین، ۱(۳)، ص ۵۹-۷۰.

<https://doi.org/10.22091/ARSNES.2024.11223.1015>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۹؛ تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۰۵/۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۸؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۷/۰۲

ناشر: دانشگاه قم

نوع مقاله: پژوهشی

© نویسندگان.



۱. مقدمه

مولتیپل اسکلروزیس یک بیماری خود ایمنی، التهابی، مزمن و پیش‌رونده است که در آن سیستم ایمنی، به سلول‌های عصبی مغز و نخاع حمله کرده و منجر به آسیب غلاف میلین و اکسون این سلول‌ها می‌شود. این بیماری، یکی از بیماری‌های شایع سیستم عصبی مرکزی در افراد جوان می‌باشد؛ به طوری که سن ابتلا به آن، معمولاً بین سنین ۲۰ الی ۴۰ سالگی بوده و شیوع آن در زنان، تقریباً دو برابر مردان است (۱). علت اصلی بیماری ام. اس. هنوز ناشناخته باقی مانده است؛ با این حال، عوامل ژنتیکی و محیطی (استعمال دخانیات، بیماری‌های عفونی، کمبود ویتامین D) در بروز آن مؤثر هستند (۲-۳). آمار مبتلایان به این بیماری، تقریباً ۲/۵ میلیون نفر در کل دنیا و بیش از ۴۰ هزار نفر در ایران تخمین زده می‌شود (۴). عوامل رشدی مانند نروتروفین‌ها که باعث ادامه حیات سلول‌های عصبی هستند، به عنوان عامل نروتروفیک شناخته شده‌اند (۵). عامل رشد عصبی مشتق از مغز (BDNF^۱)، عضوی از خانواده پروتئینی نروتروفین‌ها است؛ که نورون‌زایی، رشد و ادامه حیات نورون‌ها و شکل‌پذیری سیناپسی را تسهیل می‌کند. به نظر می‌رسد سطح پایین BDNF در تخریب میلین و پیشرفت آسیب آکسونی، دخالت دارد (۶). این پروتئین نه تنها مانع از تحلیل عصبی می‌گردد؛ بلکه شکل‌گیری عصبی را به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهد و کاهش این پروتئین می‌تواند منجر به بیماری ام. اس. شود (۷). BDNF در بیماران مبتلا به ام. اس. نقش مهمی در جلوگیری از تحلیل عصبی ایفا می‌کند. BDNF و عوامل التهابی، مانند TNF^۲ قابلیت عبور از سد خونی- مغزی را دارند (۸)، و بیان بیش از اندازه TNF، تخریب سلول‌های نورونی را افزایش می‌دهد. افزایش سطح TNF، موجب کاهش بیان BDNF می‌شود (۹). با کاهش TNF، بیان NF-KB^۳، کاهش می‌یابد و با کاهش بیان NF-KB، بیان BDNF افزایش می‌یابد. قابل ذکر است که NF-KB، ترکیب پروتئینی است که رونویسی DNA، تولید سیتوکین و بقای سلولی را کنترل می‌کند (۱۰). در همین راستا فعالیت بدنی و تمرینات ورزشی، یکی از بهترین درمان‌های مکملی است که اخیراً سودمندی آن‌ها به اثبات رسیده است (۱۱). عواملی چون بی‌حوصلگی، افسردگی و ترس از افتادن، موجب محدودیت مشارکت در فعالیت‌های بدنی است.

براساس نتایج مطالعات، کم‌تحركی این بیماران، باعث کوتاهی و ضعف عضلات و زخم بستر می‌شود؛ بنابراین، انجام فعالیت ورزشی منظم از قبیل: نرمش مطابق با نوع بیماری و ورزش‌های

1. Brain Derived Neurotrophic Factor
2. Tumor Necrosis Factor
3. Nuclear Factor Kappa B

ویژه، می‌تواند مشکلات حرکتی افراد مبتلا را بهبود بخشد (۱۱). مطالعات متعددی نشان داده‌اند ورزش‌درمانی به صورت صحیح، می‌تواند در بهبود این بیماری مؤثر باشد. از فواید ورزش برای بیماران مبتلا به ام.اس.، می‌توان به بهبود وضعیت جسمانی، انجام بهتر فعالیت‌های روزانه، سلامت روحی و روانی، تکمیل تأثیر دارو و کنترل بسیاری از علائم بیماری آنان اشاره کرد (۱۲). از آنجا که یکی از مشکلات اساسی این بیماران در هنگام فعالیت، افزایش دمای بدن است و این افزایش دما در ارسال پیام‌های عصبی اختلال ایجاد می‌کند و شرایط بیمار را تغییر و ناتوانی را افزایش می‌دهد؛ آب که خاصیت جلوگیری از افزایش دما را دارد، می‌تواند از افزایش دمای بدن جلوگیری کند. این امر باعث جلوگیری از فقر حرکتی و افزایش توان جسمانی بیماران ام.اس. می‌شود. بدین منظور، روش ورزش در آب یکی از بهترین انواع اجرای تمرینات برای این بیماران می‌باشد (۱۳).

ورزش در آب یک روش درمانی غیردارویی مناسب می‌باشد که می‌تواند باعث کاهش درد، افزایش انعطاف‌پذیری عضلات و افزایش قدرت و توان فرد شود. ورزش در آب باعث کاهش ضربان قلب و بار کاری قلب و میزان اکسیژن مصرفی در طول حرکات، نسبت به ورزش در خشکی می‌شود (۱۴). نتیجه مطالعه سروری و همکاران (۲۰۱۲) که بر تأثیر تمرین در آب در این بیماران انجام شده بود، دلیل دیگری بر تأثیر مثبت تمرین در آب و ورزش منظم و کاهش خستگی این بیماران می‌باشد (۱۵). مطالعات متعددی در زمینه نقش انجام تمرینات ورزشی در آب انجام شده است. در یکی از مطالعات بررسی تغییرات در کیفیت زندگی و خستگی بیماران مبتلا به ام.اس. پس از ۸ هفته ورزش در آب، نتایج حاکی از کاهش معنی‌دار در مقیاس خستگی و بهبود معنی‌داری در کیفیت زندگی بود (۱۶). اما تا به حال پژوهشی درباره اثر ورزش در آب بر مقادیر سرمی BDNF و TNF در مردان مبتلا به بیماری مولتیپل اسکلروزیس، انجام نگرفته بود. از طرف دیگر، تحقیقات متعددی در ارتباط با اثر مکمل‌های غذایی بر بیماران مبتلا به ام.اس. انجام شده است. در این میان به ویتامین D، اسید لینولنیک، سلنیوم به همراه ویتامین E توجه بیشتری شده و مکمل امگا ۳ کمتر مورد توجه قرار گرفته است. مصرف امگا ۳ از طریق جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی، ممکن است تأثیرات ضداکسایشی داشته باشد (۱۷). علاوه بر آثار حفاظت عصبی، که از نورون‌ها در برابر آسیب و بیماری‌ها دفاع می‌کند، نشانه‌هایی وجود دارد که BDNF، فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز دارد. تنظیم افزایشی BDNF اثر آنتی‌اکسیدانی را در مغز نشان داده است؛ به علاوه ارتباط معکوسی بین استرس اکسایشی و سطوح BDNF وجود دارد (۱۸). در همین زمینه و در ارتباط با اثر مثبت ورزش و همچنین مکمل امگا ۳ بر بیماران ام.اس. و کمبود نبود مطالعات در رابطه با اثر ورزش در آب و مکمل امگا ۳ بر مقادیر سرمی BDNF و TNF، ضروری به نظر می‌رسد که در پژوهشی به این مسئله پرداخته شود. بر همین اساس

هدف تحقیق حاضر، بررسی تأثیر ۱۲ هفته ورزش در آب و مصرف مکمل امگا ۳ بر مقادیر سرمی BDNF و TNF در مردان مبتلا به بیماری مولتیپل اسکلروزیس بود.

۲. روش پژوهش

روش مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون-پس آزمون بود. ۴۰ مرد مبتلا به ام.اس. از بین افراد مراجعه کننده به یکی از مراکز معتبر شهرستان مهاباد، که دارای پرونده پزشکی و به تشخیص پزشک متخصص مغز و اعصاب، وجود بیماری ام.اس. در آن‌ها به اثبات رسیده و تحت درمان بودند، با دامنه سنی ۳۵-۴۰، به صورت تصادفی انتخاب شدند. شرایط ورود به مطالعه، عبارت از توانایی انجام تمرینات ورزشی در آب، قرار نداشتن در مرحله شدید و حاد بیماری و گذشتن حداقل دو سال از ابتلا به بیماری، مصرف نکردن قبلی امگا ۳ یا نداشتن حساسیت به مکمل امگا ۳ بود. قبل از شروع مطالعه در یک جلسه توجیهی، کلیه برنامه‌ها، شیوه صحیح اجرای تمرینات و خطرات احتمالی به شرکت کنندگان توضیح داده شد و همه شرکت کنندگان فرم رضایت‌نامه را پر کردند. همچنین با توجه به اینکه یکی از محدودیت‌های این مطالعه، عدم کنترل دقیق رژیم غذایی آزمودنی‌ها بود، بنابراین از آن‌ها خواسته شد که رژیم معمول و روزانه خود را تغییر ندهند و از مصرف هرگونه غذای اضافی و مکمل غذایی پرهیز کنند و در طول دوره، داروی خاصی مصرف نکنند و در صورت استفاده، اطلاع دهند.

گروه تمرینات ورزشی به مدت ۱۲ هفته، هر هفته، سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه به تمرینات ورزش در آب پرداختند؛ اما گروه کنترل و گروه مکمل در این مدت به فعالیت‌های روزمره خود مشغول بودند و در هیچ برنامه و فعالیت ورزشی شرکت نداشتند. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۰ دقیقه انجام تمرینات ورزش در آب و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. برنامه اصلی، شامل حرکات کششی و هوازی و قدرتی بود. همه آزمودنی‌ها در ابتدا با ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه خود به فعالیت پرداختند و در هفته دوازدهم شدت تمرین به ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. تمرینات ورزش در آب شامل: گرم کردن به مدت ۱۰ دقیقه در قسمت کم عمق استخر با راه رفتن و حرکات نرمشی و کششی و سپس ۴۰ دقیقه تمرینات هوازی مانند ۱۰ متر راه رفتن تند، ۱۰ متر راه رفتن آرام یا ۱۰ متر دویدن آرام و ۱۰ متر راه رفتن و سپس ۱۰ متر دویدن تند و ۱۰ متر دویدن آرام بود. همچنین با استفاده از دیواره استخر برای ایجاد مقاومت و استفاده از دمبل‌های مخصوص ورزش در آب، حرکات قدرتی در قسمت کم عمق و عمیق استخر انجام شد. ضمناً در قسمت عمیق استخر، افراد از کمر بند شناوری استفاده کردند و در پایان، برگشت به حالت اولیه به مدت ۱۰ دقیقه با حرکات کششی یا با استفاده از سونا و جکوزی انجام شد. کل مقدار روزانه مصرفی مکمل امگا ۳، حدود

۲۰۰۰ میلی گرم تولید شده توسط شرکت داروسازی زهراوی ایران بود، که به صورت ۳ کپسول ژلی به میزان سه بار در روز، پس از هر وعده غذایی مصرف شد.

۲-۱. اندازه‌گیری بیوشیمیایی

برای اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی، نمونه‌گیری خونی، ۲۴ ساعت قبل و بعد از آخرین جلسه تمرینی در ساعت هفت الی هشت صبح و با ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی انجام گرفت. در هر مرحله، ۵ میلی لیتر خون از ورید بازویی آزمودنی‌ها گرفته شد.

برای جداسازی سرم، نمونه‌های خونی به مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه انکوباتور با دمای ۳۷ درجه نگهداری و سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت و در نهایت، سرم استخراج شد. سپس سرم استخراج شده برای سنجش شاخص‌های TNF و BDNF در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد فریز شد. مقدار BDNF سرم به روش الایزا و به ترتیب، مطابق با دستورالعمل کشور سازنده و با درجه حساسیت BDNF ($pg/ml < 2$) اندازه‌گیری شد و همچنین TNF پلاسما به روش الایزا و با استفاده از کیت الایزا باستر ایمنولیدر و با استفاده از دستگاه خوانش الایزا بیونک اندازه‌گیری شد.

۲-۲. روش آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-22 انجام شد. جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. بعد از حصول اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها، جهت مقایسه میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون شاخص‌های گروه‌های تجربی و گروه کنترل، از آزمون تحلیل کوواریانس و جهت مقایسه تفاوت بین داده‌های چهار گروه، از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

۳. یافته‌ها

با توجه به نتایج تحلیل کوواریانس، بین گروه‌های مختلف در متغیرهای ذکر شده، تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p < 0/05$).

در مطالعه حاضر، تغییرات شاخص‌های TNF و BDNF در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون، پس از ۱۲ هفته در جدول (۱) آمده است. نتایج حاصل از آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که بین گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد، که باعث کاهش TNF و افزایش BDNF شد. برای بررسی تأثیر مداخله بر متغیرهای تحقیق، از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد. نتایج اولیه در آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که مقدار F در لامبداری ویکلز، معنادار است ($p < 0/003$).

جدول ۱- میانگین شاخص‌ها به تفکیک گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

شاخص	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
TNF	تمرین + مکمل	19/42±31/35	13/20±7/27*
	مکمل	17/72±98/49	14/68±5/53*
	کنترل	18/42±21/31	18/78±29/81
	تمرین	18/97±13/09	16/45±6/31*
BDNF	تمرین + مکمل	2/51±66/44	3/72±77/04*
	مکمل	2/43±58/28	3/81±18/49*
	کنترل	2/32±53/60	2/76±50/71
	تمرین	2/35±48/87	3/68±1/84*

* معنی‌دار بودن

۴. بحث

هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته ورزش در آب و مصرف مکمل امگا ۳ بر مقادیر سرمی BDNF و TNF در مردان مبتلا به بیماری مولتیپل اسکلروزیس بود. نتایج نشان داد که ۱۲ هفته ورزش در آب و مصرف مکمل امگا ۳، منجر به افزایش معنی‌دار مقادیر سرمی BDNF و کاهش معنی‌دار مقادیر سرمی TNF در مردان مبتلا به بیماری شد. براساس مطالعات، عامل نوروتروفیک مشتق از مغز به عنوان یک عامل حیاتی درگیر در ساخت و یا ترمیم میلین شناخته شده است (۱۹)، و نقش کلیدی در بقای نورونی و آکسونی ایفا می‌کند (۲۰). بخشی از اثرات مفید BDNF ناشی از توانایی مستقیم آن برای تحریک الیگودندروسیت‌ها و مهاجرت و تفکیک آن‌ها در محل آسیب است؛ که گام‌های ضروری در تشکیل میلین می‌باشند (۲۰). پژوهش‌ها در زمینه تأثیر فعالیت‌های ورزشی بر تنظیم مقادیر سرمی TNF و BDNF در افراد مبتلا به بیماری ام.اس. محدود است. اغلب به سختی می‌توان اهمیت بیولوژیکی تغییرات مربوط به پاسخ‌های فعالیت‌های ورزشی را تفسیر کرد. از طرفی در محدوده تحقیقات انجام گرفته، تأثیر فعالیت‌های هوازی و قدرتی به تنهایی بررسی شده و کمتر به تأثیر تمرین در آب یا اثر امگا ۳ پرداخته شده است.

از ورزش درمانی می‌توان به عنوان درمان مکمل در کنار درمان‌های دارویی، برای کاهش علائم بیماری استفاده کرد. در این میان، ورزش در آب از ارزش فوق‌العاده‌ای برخوردار است. ورزش در آب، بر مبنای تئوری هیدروستاتیک، گسترش یافته است. فشار هیدروستاتیک ایجاد شده، ناشی از شناور شدن اندام‌ها یا کل بدن در آب، باعث تولید پاسخ‌های فیزیولوژیک متمرکز بر سیستم گردش خون می‌شود. به گونه‌ای که فشار هیدروستاتیک ایجاد شده باعث راندن خون از اندام‌های تحتانی به سمت شکم و تنه می‌گردد و در نتیجه با افزایش بازگشت وریدی به قلب، حجم ضربه‌ای و میزان

برون‌ده قلبی و خون‌رسانی به اندام‌ها را افزایش می‌دهد. ورزش در آب، باعث کاهش ضربان قلب، حجم کاری قلب، میزان اکسیژن مصرفی در طول حرکات، نسبت به ورزش در خشکی می‌شود. نتایج تحقیقات یزدانی و همکاران (۲۰۱۳)، نشان می‌دهد که تمرین در آب، باعث بهبود تعادل و سرعت راه رفتن افراد مبتلا به بیماری ام.اس. می‌شود (۲۱). همچنین نتایج حاصل از این تحقیق با نتیجه تحقیقی که توسط کانتو^۱ و همکاران انجام شد، همخوانی دارد (۲۲). در این پژوهش تلاش شد در ورزش در آب، از هر دو ورزش مقاومتی و هوازی استفاده شود؛ که با نتایج مطالعات بانزی و همکاران که نشان دادند سطوح BDNF، پس از انجام ۳ هفته فعالیت ورزشی هوازی با ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی افزایش معناداری داشت، همسو بود (۲۳). مطالعات وایت و کاستلانو^۲ نشان داد که فعالیت ورزشی منجر به افزایش نروتروفیک‌هایی مانند BDNF می‌شود که به نظر می‌رسد، در ترمیم عصبی و انعطاف‌پذیری عصبی در بیماران مبتلا به ام.اس. نقش دارند (۲۴). در حالی که بریکن و همکاران و خادم‌الشریعه و همکاران در تحقیقی بعد از انجام تمرینات ورزشی، تغییری در میزان BDNF مشاهده نکردند و نشان دادند که تعداد کم نمونه‌ها و شدت و مدت تمرینات، باعث عدم معنی‌دار شدن سرمی شده است (۲۵-۲۶). از دیگر یافته‌های پژوهش حاضر، کاهش معنی‌دار TNF گروه‌های تمرین+مکمل، تمرین+دارونما و گروه مکمل نسبت به گروه کنترل شد. هرچند این تغییر در گروه تمرین+مکمل نسبت به گروه‌های تمرین+دارونما و مکمل بیشتر بود. همسو با نتایج تحقیق حاضر، حسینی و همکاران در تحقیقی نشان دادند که انجام ۶ هفته تمرینات اینتروال در بیماران مبتلا به ام.اس. باعث کاهش میزان TNF- α شده است (۲۷).

مهم‌ترین یافته مطالعه حاضر، عبارت است از تأثیر معنادار افزایشی مصرف مکمل امگا ۳ به تنهایی و در ترکیب با تمرینات منظم ورزش در آب بر سطوح سرمی BDNF و TNF. تاکنون تحقیقات کمی در زمینه بررسی تأثیر امگا ۳ بر این پروتئین-نروتروفیک‌ها یافت شده است؛ اما در مورد اثر امگا ۳ بر NTF، تحقیقاتی یافت نشده و این اولین تحقیق می‌باشد. اما در تحقیقی مرتبط، وو و همکاران به بررسی تأثیر ترکیبی مکمل امگا ۳ و تمرینات اختیاری بر تغییرپذیری سیناپسی و شناخت، در موش‌های صحرایی پرداختند. مکمل امگا ۳ موجب افزایش پیش‌ساز BDNF پروتئین بالغ شد و برنامه تمرینات ورزشی اختیاری این افزایش را تقویت کرد (۲۸). نتیجه به‌دست آمده، با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد. ماتسوکا و همکاران، در تحقیقی اثر مصرف امگا ۳ بر غلظت سرمی BDNF را مطالعه کردند. در این مطالعه، چند بیمار حادثه‌دیده روزانه ۷ کپسول امگا ۳ را به

1. Cattaneo

2. White & Castellano

مدت ۱۲ هفته مصرف کردند. آن‌ها مشاهده کردند که مصرف امگا۳، مقدار BDNF سرمی را افزایش داد (۲۹).

امگا۳ می‌تواند BDNF را با استفاده از چند سازوکار افزایش دهد: امگا۳ به نروپروتکتین D تبدیل می‌شود که می‌تواند سطوح BDNF را افزایش دهد؛ عمل امگا۳ روی غشای پلاسمایی می‌تواند سازوکارهای علامت‌دهی را فعال کند که موجب افزایش BDNF می‌شود؛ ظرفیت‌های آنتی‌اکسیدانی امگا۳ می‌تواند به کاهش استرس اکسایشی که سرکوب‌کننده BDNF است، کمک کند و در نتیجه سطوح آن را افزایش دهد. امگا۳ می‌تواند به انتقال گلوکز از عرض سدّ خون مغز کمک کرده و انرژی لازم برای نوروها را تأمین کند (۲۸). نتایج مطالعه‌ای دیگر نشان داد که امگا۳ در فعال‌سازی چندین مسیر متابولیکی که موجب افزایش تولید BDNF می‌شود، درگیر است (۳۰) که با نتایج مطالعه حاضر همسو می‌باشد. تحقیق حاضر نیز مانند تحقیقات دیگر، با محدودیت‌هایی مواجه بود. ازجمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم کنترل برنامه غذایی و استرس آزمودنی‌ها، کم بودن حجم نمونه، افزایش زمان ورزش در آب و نوع مصرف مکمل امگا۳ اشاره نمود، که لازم است در رابطه با سطوح سرمی TNF و مصرف امگا۳ تحقیقات بیشتری انجام شود.

۵. نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ورزش در آب به همراه مصرف مکمل امگا۳ می‌تواند باعث افزایش مقدار BDNF و همچنین کاهش مقادیر سرمی TNF شود. ورزش در آب و مصرف همزمان امگا۳ تأثیر بسیار معنی‌دارتری بر سطوح سرمی، نسبت به ورزش به تنهایی یا مکمل به تنهایی دارد.

۶. تشکر و قدردانی

مراتب تشکر خود را از مسئولین کلینیک شهرستان مهاباد به طور ویژه بیماران عزیزی که با حضور و مشارکت جدی خود ما را در اجرای دقیق برنامه‌ها و جمع‌آوری داده‌ها یاری کردند، اعلام می‌نمایم.

References

1. Ransohoff RM, Hafler DA & Lucchinetti CF. Multiple sclerosis- a quiet revolution. *Nature Reviews Neurology*. 2015; 11(3): 134.
2. Nakhzari Khodakheir J, Haghighi AH & Hamedinia MR. The effects of combined exercise training with aerobic dominant and coenzyme Q10 supplementation on Serum BDNF and NGF levels in patients with multiple sclerosis. *J Arak Uni Med Sci*. 2018; 21(3): 94-103. [in persian]
3. Ascherio A & Munger KL. Environmental risk factors for multiple sclerosis. Part I: the role of infection. *Annals of neurology*. 2007; 61(4): 288-99.
4. Ghadampour E, Radmehr P & Yousefvand L. The effectiveness of acceptance and commitment-based treatment on social competence and life expectancy of patients with multiple sclerosis. *Armaghane danesh*. 2017; 21(11): 1100-14.
5. Bekinschtein P, Cammarota M & Katche C. BDNF is essential to promote persistence of long – term memory storage. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2008; 105(7): 2711-2716.
6. Saghebjo M, Dehghani Firouzabadi M, Etesami M & Mahmudzadeh T. Effect of pilates training on serum levels of brain-derived neurotrophic factor, malondialdehyde and total antioxidant capacity in women with multiple sclerosis. *Int J Sports Physiol Perform*. 2016; 8(30): 143-58. [in persian]
7. Zar A, Hoseini S, Amirhosseini S & Siavashi N. The effects of eight weeks of endurance training on BDNF, insulin and insulin resistance in rats. *Armaghane danesh*. 2016; 21(3): 238-248
8. Salimi Avansar M. The effects of eight weeks interval training and curcumin consumption on TNF- α and BDNF levels in men with metabolic Syndrome. *J Ardabil Univ Med Sci*. 2017; 3(17): 299- 310. [in persian]
9. Osali A & Eskandari M. The effect of three months aerobic exercise with moderate intensity on serum BDNF and TNF- α in women with metabolic syndrome. *J mashhad Univ Med Sci*. 2016; 59(4): 242-251. [in persian]
10. Meek TH, Wisse BE, Thaler JP, Guyenet SJ, Matsen ME, Fischer JD & et al. BDNF action in the brain attenuates diabetic hyperglycemia via insulin-independent inhibition of hepatic glucose production. *J Diabetes*. 2013; 62(5): 1512-8.
11. Dalgas U, Stenager E, Jakobsen J, Petersen T, Hansen HJ, Knudsen C & et al. Resistance training improves muscle strength and functional capacity in multiple sclerosis. *Neurology*. 2009; 73(18): 1478-84. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181bf98b4>
12. Allahbakhshian M, Jafarpouralavi M, Parvizi S & Haghani H. Spiritual connection and quality of life in patients with MS. *J Med Res Zahedan*. 2010; 12(3): 29-33. [in persian]
13. Soltani M, Hejazi SM, Nouriyani A, Zendel A & Ashkani M. Effects of aerobic training on improving the water balance in selected patients with multiple sclerosis. *J Nurs Midwifery Mashhad*. 2009; 2(2): 107-13. [in persian]
14. Ghaffari S, Ahmadi F, Nabavi SM, Memarian R & Kazemnejad A. The effect of progressive muscle relaxation technique daily living activities in patients with multiple sclerosis. *J Rehabilitation*. 2008; 2(30): 73-80. [in persian]

15. Sorori F, Ebrahimi Atri A, Saeedi M & Khorshid Sokhangoy M. The effect of aquatic training on fatigue in patients with multiple sclerosis. *Journal of Mazandaran Medical university*. 2012; 22 (94): 54-61. [in persian]
16. Kargarfard M, Etemadifar M, Esfarjani F, Mehrabi M & Kordavani L. Changes in quality of life and fatigue in women with multiple sclerosis patients after 8 weeks of aquatic training. *J Mental Health*. 2010; 12(3): 562-73. [in persian]
17. Taccone-Gallucci M, Manca-di-Villahermosa S, Battistini L, Stuffer RG, Tedesco M & Maccarrone M. N-3 PUFAs reduce oxidative stress in ESRD patients on maintenance HD by inhibiting 5-lipoxygenase activity. *Kidney Int*. 2006; 69: 1450-1454.
18. Tsai CY, Chan JYH, Hsu KS, Chang AYW & Chan SHH. Brain- Derived Neurotrophic Factor Ameliorates Brain Stem Cardiovascular Dysregulation during Experimental Temporal Lobe Status Epilepticus. *PLoS ONE*. 2012; 7(3): e33527. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033527>
19. Zhu W, Acosta C, MacNeil BJ, Klonisch T, Cortes C, Doupe M & et al. Spinal cord brain derived neurotrophic factor (BDNF) responsive cells in an experimental autoimmune encephalomyelitis (EAE) model of multiple sclerosis (MS): Implications in myelin repair. *Res Immunol*. 2014: 1-19. <https://doi.org/10.5171/2014.612406>
20. Linker RA, Lee DH, Demir S, Wiese S, Kruse N, Siglienti I & et al. Functional role of brain-derived neurotrophic factor in neuroprotective autoimmunity: Therapeutic implications in a model of multiple sclerosis. *Brain*. 2010; 133: 2248-63.
21. Yazdani M, Hemayattalab R, Sheikh M & Etemadifar M. The effect of a selected aquatic exercise on balance in subject with Multiple Sclerosis (MS). *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2013; 9(2): 143-52. [in persian]
22. Cattaneo D, Jonsdottir J, Zocchi M & Regola A. Effects of balance exercises on people with Multiple Sclerosis: A pilot study. *Clinical Rehabilitation*. 2007; 21(9): 771-81.
23. Bansi J, Bloch W & Gamper U. Training in MS: influence of two different endurance training protocols (aquatic versus overland) on cytokine and neurotrophin concentrations during three week randomized controlled trial. *Mult Scler J*. 2012; 19(5): 1-9.
24. Castellano V & White LJ. Serum brain-derived neurotrophic factor response to aerobic exercise in Multiple Sclerosis. *Journal of the neurological sciences*. 2008; 269(1-2): 85-91.
25. Briken S, Rosenkranz S & Keminer O. Effects of exercise on Irisin, BDNF and IL- 6 serum levels in patients with progressive multiple sclerosis. *J Neuroimmunol*. 2016; 29(9): 53-58.
26. Khademosharie M, Tadibi V, Behpoor N & Hamedinia M. The effect of 12-week resistance and endurance training on the serum levels BDNF, hematological factors and some immune system indices in women with multiple sclerosis. *J Adv Educ Philos*. 2019; 15(29): 43-55. [in persian]
27. Hosseini SM, Mohammadi Z & Talebi V. The effect of regular interval training on histochemical symptoms and cytokine and neurotrophic levels of brain tissue of the Lewis rats in experimental model of multiple sclerosis. *J Kashan Univ Med Sci*. 2018; 22(5): 450-457. [in persian]
28. Wu A, Ying Z & Gomez-Pinilla F. DHA dietary supplementation enhances the effects of exercise on synaptic plasticity and cognition. *Neuroscience*. 2008; 155(3): 751-759. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2008.05.061>
29. Matsuoka Y, Nishi D, Yonemoto N, Hamazaki K, Hamazaki T & Hashimoto K. Potential Role of

Brain-Derived Neurotrophic Factor in Omega -3 Fatty Acid Supplementation to Prevent Posttraumatic Distress after Accidental Injury: An Open- Label Pilot Study. *Psychotherapy and Psychosomatics*. 2011; 80(5): 310-312.

30. Balanzá-Martínez V, Fries GR, Colpo GD, Silveira PP, Portella AK, Tabarés- Seisdedos R & Kapczinski F. Therapeutic use of omega-3 fatty acids in bipolar disorder. *Expert Review of Neurotherapeutics*. 2011; no.11: 1029-1047.