Effects of Aerobic Exercise on Serum Levels of Cathepsin B and Verbal Memory Function in Young and Older Adult Male Football Players

Ashkan Gheytasian, Vahid Valipour Dehnou*

Department of Sports Sciences, Faculty of Literature and Human Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Article Info:

Received: **5 Jan 2024** ***Revised:*** **7 Feb 2024** ***Accepted:*** **21 Feb 2024**

ABSTRACT

Introduction: Aging is associated with a progressive decline in cognitive function. It seems that regular exercise slows down the rate of cognitive decline and this positive effect of exercise is exerted by some myokines. Therefore, the present study aimed to compare verbal memory function and cathepsin B (CTSB) serum levels as well as to investigate the effect of moderate-intensity aerobic exercise on the response of these variables in young and older adult male football players. ***Materials and Methods:*** 29 male football players in two age groups: 19-30 years old (G1: n=15, football experience: 10.6 ± 2.8) and 46-71 years old (G2: n=14, football experience: 35.8 ± 9.5) voluntarily participated in the study. On the training day, the subjects ran for one hour at an intensity of 11-12 on the Borg Scale. The verbal memory test was performed before and after the exercise session, then blood samples were taken from the subjects to determine the serum levels of CTSB. ***Results:*** The results showed that there was no significant difference between verbal memory function and CTSB serum levels of the two groups in the pre-test. Moreover, verbal memory function and CTSB serum levels increased significantly in both groups after exercise. In addition, there was no significant difference between the increases in verbal memory function between the two groups. However, the serum levels of CTSB increased significantly in the G2 group compared to the G1 group. ***Conclusion:*** It seems that regular participation in football can maintain CTSB serum levels even in old age as a myokine that can improve cognitive function (memory and learning). Moreover, the response of this myokine to aerobic exercise is more pronounced in older adults compared to younger individuals, underscoring the significant benefits of maintaining an active lifestyle into old age.

Keywords:

1. Exercise
2. Football
3. Myokines
4. Cathepsin B
5. Life Style

Corresponding Author: Vahid Valipour Dehnou

Email: *valipour.v@lu.ac.ir*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.61186/shefa.12.1.58]

اثر ورزش هوازی بر سطوح سرمی کاتپسین B و عملکرد حافظهٔ کلامی فوتبالیست‌های جوان و بزرگسال

اشکان قیطاسیان، وحید ولی‌پور ده‌نو*

گروه علوم ورزشی، دانشکدهٔ ادبیات و علوم‌انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

اطلاعات مقاله:

دریافت: ۱۵ دی ۱۴۰۲ **اصلاحیه:** ۱۸ بهمن ۱۴۰۲ **پذیرش:** ۲ اسفند ۱۴۰۲

چکیده

مقدمه: سالمندی با کاهش پیش‌رونده در عملکرد شناختی همراه است. به نظر می‌رسد ورزش منظم سرعت کاهش عملکرد شناختی را کند می‌کند و این اثر مثبت ورزش به وسیله برخی مایوکاین‌ها اعمال می‌شود؛ بنابراین، هدف مطالعه حاضر مقایسهٔ عملکرد حافظهٔ کلامی و سطوح سرمی کاتپسین B (CTSB) همچنین بررسی تأثیر ورزش هوازی با شدت متوسط بر پاسخ این متغیرها در فوتبالیست‌های مرد جوان و سالمند بود. ***مواد و روش‌ها:*** ۲۹ مرد فوتبالیست در دو ردهٔ سنی ۳۰-۱۹ سال (گروه اول ۱۵ نفر، سن: ۳/۸۰ ±۲۴/۵۴، سابقهٔ فوتبال: ۲/۷۹ ±۱۰/۶) و ۷۱-۴۶ سال (گروه دوم ۱۴ نفر، سن: ۹/۷۷ ±۵۸/۳۵، سابقهٔ فوتبال: ۹/۴۸ ±۳۵/۷۸) به‌طور داوطلبانه در مطالعه شرکت کردند. در روز تمرین، آزمودنی‌ها یک ساعت با شدت ۱۲-۱۱ در مقیاس بورگ دویدند. آزمون حافظهٔ کلامی پیش و پس از جلسه ورزش اجرا شد، سپس از آزمودنی‌ها نمونهٔ خونی برای تعیین سطوح سرمی CTSB گرفته شد. ***یافته‌ها:*** نتایج نشان‌داد که بین عملکرد حافظهٔ کلامی و سطوح سرمی CTSB دو گروه در مرحلهٔ پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین، عملکرد حافظهٔ کلامی و سطوح سرمی CTSB در هر دو گروه بعد از ورزش به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بعلاوه، تفاوت معنی‌داری بین افزایش‌ها در عملکرد حافظهٔ کلامی بین دو گروه وجود نداشت. اما سطوح سرمی CTSB در گروه دوم در مقایسه با گروه اول به‌طور معنی‌داری بیشتر افزایش یافت. ***نتیجه‌گیری:*** شرکت منظم در فوتبال می‌تواند حتی در سنین سالمندی سطوح سرمی CTSB را به‌عنوان مایوکاینی حفظ کند که می‌تواند عملکرد شناختی (حافظه و یادگیری) را بهبود دهد. همچنین، پاسخ این مایوکاین به ورزش هوازی در دوره سالمندی نسبت به دوره جوانی چشمگیرتر است که مزیت‌های مهم حفظ سبک زندگی فعال تا سنین سالمندی را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی:

۱- ورزش
۲- فوتبال
۳- مایوکاین‌ها
۴- کاتپسین B
۵- سبک زندگی

***نویسنده مسئول:** وحید ولی‌پور ده‌نو

پست الکترونیک: *valipour.v@lu.ac.ir*

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.61186/shefa.12.1.58]

مقدمه

یکی از مراحل حساس و سرنوشت‌ساز رشد انسان که بر خلاف عقیدهٔ رایج، نه‌تنها پایان زندگی نیست؛ بلکه به مثابه یک روند طبیعی گذر عمر و زندگی مطرح است، مرحلهٔ سالمندی می‌باشد (۱). سالمندی یک سیر طبیعی است که در آن تغییرات فیزیولوژیکی و روانی در بدن رخ می‌دهد و در آن باروری در سنین بالا کاهش و مرگ و میر افزایش می‌یابد (۲). همچنین سالمندی فرآیندی پویا و رو به پیشرفت است (۳). با افزایش روزافزون تعداد بزرگسالان بالای ۶۵ سال و افزایش مشکلات شناختی مرتبط با سن، درک تأثیرات سن بر تغییرات شناختی، بیش از پیش ضروری و لازم است. در نتیجه، پیشگیری و درمان بیماری‌هایی که منجر به اختلالات مزمن مرتبط با افزایش سن می‌شوند، اهمیت سلامت عمومی رو به رشدی دارد؛ زیرا افزایش جمعیت سالمندان با نرخ بالایی در حال افزایش است (۶-۴). همچنین، بیماری آلزایمر و زوال عقل در سنین بالا افزایش می‌یابد و از مهم‌ترین عوامل ناتوانی به شمار می‌روند (۸، ۷). به هرحال، این یک واقعیت است که برخی از عملکردهای شناختی در دوران سالمندی کاهش می‌یابد (۱۰، ۹).

عملکرد شناختی شامل کارکردهای شناختی اساسی (توجه، حافظهٔ کاری شامل سرعت پردازش اطلاعات، حافظهٔ بلندمدت، ادراک) و عملکردهای شناختی سطح بالاتر (شامل گفتار و زبان، تصمیم‌گیری، کنترل اجرایی) می‌باشد. به‌هرحال، در خلال دوران پیری، هوش متبلور (مثلاً دانش و تجربهٔ واقعی) حفظ می‌شود و هوش سیال (مثلاً حافظهٔ‌کاری و سرعت پردازش) دچار اختلال می‌شود که بر سایر حوزه‌های شناختی (مانند روانی کلمه و توانایی حل مساله) نیز تأثیر می‌گذارد (۱۱). حافظهٔ شناختی یک اصطلاح کلی است که در برگیرندهٔ فرآیندهای مختلف از جمله حافظه، حافظهٔ کاری، توجه، استدلال، هوش، حافظهٔ کلامی، حافظهٔ غیرکلامی و... میباشد (۱۲). در تعریف حافظهٔ کلامی دو دیدگاه وجود دارد؛ دیدگاه غیرزبانی و دیدگاه زبانی. در دیدگاه غیرزبانی گفته می‌شود که حافظهٔ کلامی ماهیت زبانی نداشته و با کلمات به‌عنوان محرک‌های صوتی عام رفتار می‌کند (۱۳). در حالی‌که در دیدگاه زبانی گفته می‌شود حافظهٔ کلامی به‌طور اختصاصی برای پردازش و ثبت محرک‌های کلامی و زبانی اختصاص یافته؛ بنابراین نسبت به ساختار هجایی و واجی کلمات حساس است (۱۴).

فواید ورزش بر وضعیت سلامتی به‌خوبی شناخته شده است (۱۵). با توجه به فشارهای اجتماعی اضافه‌شدهٔ ناشی از پیری و بیماری که اکنون در جمعیت جهان رو به افزایش است، درک سازوکارهای اساسی رابطهٔ بین ورزش و شناخت یک نیاز ضروری مدرن است. علاوه بر تأثیر مستقیم ورزش بر روی ساختارهای مغزی؛ مانند رگ‌زایی[1]، سیناپس‌زایی[2]، نورون‌زایی[3] و گلیال‌زایی[4] در مغز، شواهد رو به رشدی وجود دارد مبنی بر اینکه عوامل محیطی واکنش مغز به ورزش را نیز وساطت می‌کنند (۱۷، ۱۶).

عوامل هومورال محیطی ناشی از ورزش که از عضلات اسکلتی آزاد می‌شوند، در مجموع اگزرکین‌ها[5] نامیده می‌شوند (۱۸). اگزرکین‌ها یکی از سازوکارهای بالقوهای هستند که تأثیر ورزش بر مغز را وساطت می‌کنند (۱۹). مایوکاین‌ها[6] اگزرکین‌های مشتق از عضلات هستند که به‌وسیلهٔ عضلات در حال ورزش تولید و آزاد می‌شوند و این عوامل تأثیر ورزش را بر روی چندین بافت، از جمله مغز وساطت می‌کنند (۲۰). کاتپسین B[7] (CTSB) یک مایوکاین است که مشخص شده است در پاسخ به ورزش ترشح می‌شود (۲۱). به‌هرحال، برخی از عواملی که از عضله در حال ورزش تولید می‌شوند، می‌توانند از سد خونی- مغزی عبور کنند و بیان برخی از نروتروفین‌ها را در مغز افزایش دهند (۲۳، ۲۲).

CTSB یک سیستئین پروتئاز است که به‌وسیلهٔ شبکهٔ اندوپلاسمی زمخت ترشح می‌شود و از سد خونی- مغزی عبور می‌کند (۲۲،۲۴). افزایش سطوح سرمی CTSB در پاسخ به ورزش با بهبود حافظهٔ فضایی در انسان مرتبط است (۲۵، ۲۴). مون و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که CTSB یک مایوکاین تولید شده به واسطهٔ فعالیت جسمانی است که به‌طور سودمندی در بهبود ناشی از ورزش در نورون‌زایی، حافظه و یادگیری وابسته به هایپوکمپ[8] مرتبط است و این اثرات را از طریق افزایش بیان عامل مغذی عصبی مشتق از مغز[9] (BDNF) انجام می‌دهد (۲۱). همچنین، نشان داده شده که دویدن روی تردمیل به افزایش سطوح سرمی CTSB در عضلهٔ اسکلتی و در جریان خون منجر می‌شود (۲۲).

مطالعات زیادی تأثیر مداخلات ورزشی ویژه را بر توانایی‌های شناختی در سنین بالا تجزیه و تحلیل کرده‌اند. متاآنالیزهایی توسط کولکام و کرامر، اسمیت و همکاران، پرایس و همکاران و ژائو و همکاران انجام شده که به‌طور خلاصه بیان می‌کنند که فعالیت بدنی در افراد مسن می‌تواند عملکرد شناختی را بهبود بخشد و خطر ابتلا به زوال عقل را کاهش دهد (۲۹-۲۶). در افراد مسن، یافته‌های حاصل از مطالعات مقطعی، طولی و مداخله‌ای با سالمندان سالم، بیماران ضعیف و افرادی که از اختلال شناختی خفیف و زوال عقل رنج می‌برند به این نتیجه رسیده‌اند که فعالیت بدنی یک مداخلهٔ غیردارویی امیدوارکننده برای جلوگیری از انحطاط شناختی مرتبط با افزایش سن است (۳۰)؛ بنابراین، با توجه به نقش مهم ورزش در بهبود عملکرد شناختی و واسطه‌گری برخی از مایوکاین‌ها در این

[1] Angiogenesis
[2] Synaptogenesis
[3] Neurogenesis
[4] Gliogenesis
[5] Exerkine
[6] Myokine
[7] Cathepsin B
[8] Hippocampus
[9] Brain-derived neurotrophic factor

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-11-15]
[DOI: 10.61186/shefa.12.1.58]

فرایند، اهداف مطالعهٔ حاضر عبارتند از مقایسهٔ عملکرد حافظهٔ کلامی و سطوح سرمی CTSB فوتبالیست‌های جوان و سالمند همچنین بررسی اثر یک جلسه ورزش هوازی با شدت متوسط بر روی این دو متغیر.

مواد و روش‌ها

جامعه مورد مطالعه

در این پژوهش کاربردی که در سال ۱۴۰۲ در شهرستان مریوان انجام شد، جامعهٔ آماری را مردان فوتبالیست در دو ردهٔ سنی ۱۹ الی ۳۰ سال (گروه اول ۱۵ نفر، سن: ۳/۸۰ ±۲۴/۵۴، سابقهٔ فوتبال: ۲/۷۹ ±۱۰/۶) و ۴۶ الی ۷۱ سال (گروه دوم ۱۴ نفر، سن: ۹/۷۷ ±۵۸/۳۵، سابقهٔ فوتبال: ۹/۴۸ ±۳۵/۷۸) تشکیل دادند. فوتبالیست‌ها به صورت داوطلبانه به‌عنوان نمونه انتخاب و در پژوهش شرکت کردند. همهٔ آزمودنی‌ها قبل از انجام آزمون، رضایتنامهٔ کتبی امضا کردند. این پژوهش توسط کارگروه اخلاق در پژوهش پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با شناسه اخلاق IR.SS-RC.REC.1402.281 مورد بررسی و تأیید قرار گرفت.

معیارهای ورود به پژوهش عبارت بودند از: مشغول بودن به ورزش فوتبال حداقل از ۶ ماه گذشته تا زمان اجرای پروتکل تمرینی، داشتن سلامت کامل جسمی، تمایل و رضایت به شرکت در پژوهش و معیارهای خروج نیز عبارت بودند از: مشکلات قلبی-عروقی یا جسمی، مصرف دخانیات و مشروبات الکلی و تمایل نداشتن یا ناتوانی در ادامهٔ فرایند تحقیق.

یک روز پیش از شرکت در جلسهٔ تمرین (جلسهٔ اول)، متغیرهای آنتروپومتریک آزمودنی‌ها ارزیابی شد و نحوهٔ انجام آزمون حافظهٔ کلامی برای آزمودنی‌ها و دستیاران پژوهشگر تشریح شد. در انتها پک صبحانهٔ یکسان تحویل آن‌ها گردید و از آن‌ها خواسته شد که یک روز بعد، سر ساعت مقرر برای انجام پروتکل تمرینی در سالن ورزشی حضور یابند.

پروتکل تمرینی

در روز تمرین (جلسهٔ دوم)، پیش از شروع جلسهٔ تمرین، آزمون حافظهٔ کلامی اجرا شد. سپس از آن‌ها نمونه‌های خونی گرفته شد. در بخش اصلی تمرین، ابتدا آزمودنی‌ها بهمدت ۱۰ دقیقه گرم‌کردن؛ شامل پیاده‌روی آرام و حرکات کششی را انجام دادند؛ سپس در داخل پیست دو و میدانی برای یک ساعت با شدت ۱۲-۱۱ در مقیاس بورگ دویدند. پس از ۵ دقیقه انجام حرکات کششی، ابتدا آزمون حافظهٔ کلامی از آزمودنی‌ها گرفته شد، سپس از آن‌ها نمونه‌های خونی گرفته شد.

روش ارزیابی حافظه کلامی

در آزمون حافظهٔ کلامی ۹ مرحله ۲ کوششه وجود داشت که مرحلهٔ اول با ۲ رقم آغاز و در مرحلهٔ آخر با ۹ رقم پایان میافت. در هر مرحله، آزمون‌گیرنده اعداد مربوط به هر کوشش را می‌خواند و از آزمودنی خواسته می‌شد که اعداد را با همان تعداد و ترتیب به‌صورت کلامی تکرار کند. در این آزمون در مرحله‌ای که هر ۲ کوشش خطا می‌بود، آزمون متوقف میشد و نمره‌دهی به این صورت بود که اگر آزمودنی به یک کوشش از ۲ کوشش یک مرحله پاسخ صحیح میداد، نمرهٔ ۱، اگر به ۲ کوشش از ۲ کوشش یک مرحله پاسخ صحیح میداد، نمرهٔ ۲ و اگر به هیچ کدام از کوشش‌های یک مرحله پاسخ صحیح نمیداد، نمرهٔ صفر دریافت میکرد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

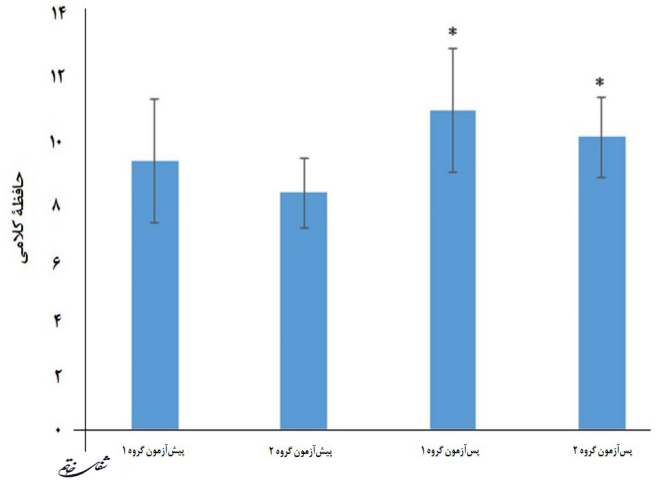
پس از بررسی طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها، با استفاده از آزمون کلموگروف- اسمیرنف، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های t زوجی، t مستقل و آنالیز کوواریانس استفاده شد و سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

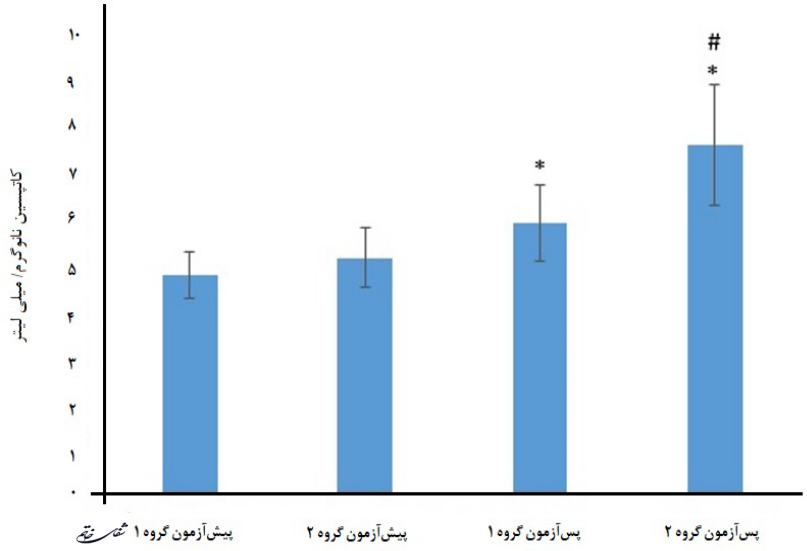
نتایج توصیفی و نتایج آزمون t زوجی در نمودارهای ۱ و ۲ آورده شده است. نتایج نشان داد که بین عملکرد حافظهٔ کلامی (P=۰/۰۹۷) و سطوح سرمی CTSB دو گروه در مرحلهٔ پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P=۰/۰۸۴). همچنین، عملکرد حافظهٔ کلامی (P=۰/۰۰۱) و سطوح سرمی CTSB (P=۰/۰۰۱) پس از ورزش هوازی در هر دو گروه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بعلاوه، تفاوت معنی‌داری بین افزایش‌ها در نتیجهٔ ورزش هوازی در عملکرد حافظهٔ کلامی بین دو گروه وجود نداشت (P=۰/۶۶۳) اما سطوح سرمی CTSB در گروه دوم در مقایسه با گروه اول به‌طور معنی‌داری بیشتر افزایش یافت (P=۰/۰۰۱). همچنین، نتایج ارتباط مثبت غیر معنی‌داری را بین سطوح سرمی CTSB و عملکرد حافظه کلامی بین دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون را نشان داد (به‌ترتیب:

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-11-15]
[DOI: 10.61186/shefa.12.1.58]

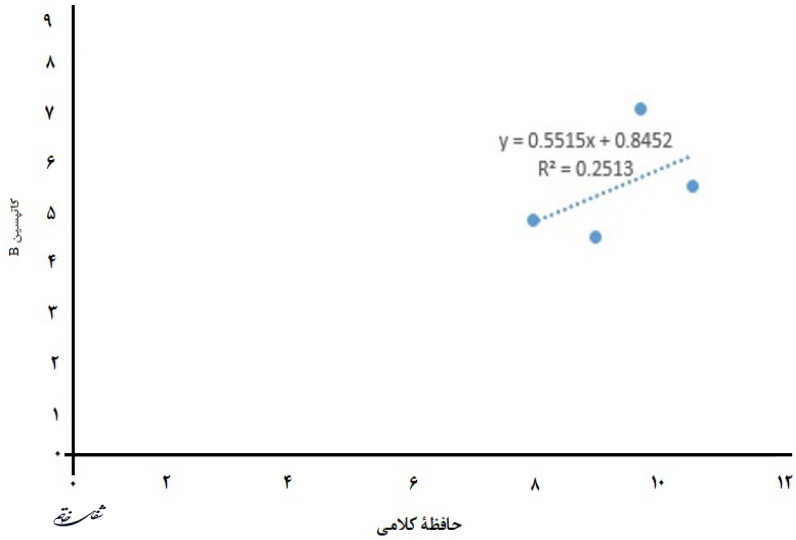
نمودار ۱- میانگین حافظه کلامی گروه‌ها
*اختلاف معنی‌دار با پیش‌آزمون



نمودار ۲- میانگین سطوح سرمی کاتپسین B گروه‌ها
* اختلاف معنی‌دار با پیش‌آزمون، # اختلاف معنی‌دار با پس‌آزمون



نمودار ۳- همبستگی بین حافظه کلامی و سطوح سرمی کاتپسین B



[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-11-15]
[DOI: 10.61186/shefa.12.1.58]

P=۰/۷۴، r=۰/۰۶۴ و P=۰/۵۸، r=-۰/۱۰۷) (نمودار ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

اختلال شناختی و کاهش عملکرد حافظه، مشکلات جدی اجتماعی، اقتصادی و انسانی ایجاد می‌کند و جلوگیری از این کاهش در عملکرد شناختی از اهمیت برخوردار است (۳۱). نتایج مطالعهٔ حاضر نیز نشان داد که با فعال‌بودن از نظر جسمانی می‌توان کاهش در عملکردهای شناختی را در سنین سالمندی را تعدیل کرد. نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد دو گروه علیرغم تفاوت سنی، در سطوح سرمی CTSB و عملکرد حافظهٔ کلامی در پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. بعلاوه، در پس‌آزمون، نتایج نشان داد که یک جلسه ورزش هوازی با شدت متوسط با افزایش معنی‌دار سطوح سرمی CTSB و عملکرد حافظهٔ کلامی در هر دو گروه همراه بود. همچنین، نتایج مقایسهٔ بین‌گروهی نشان داد که افزایش سطوح سرمی CTSB در گروه جوان با افزایش معنی‌داری نسبت به گروه سالمند همراه بود، این در حالی است که تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در عملکرد حافظهٔ کلامی وجود نداشت.

مطالعات حیوانی نشان داده‌اند که هایپوکمپ، یک ساختار اصلی برای القای تثبیت خاطرات بلندمدت است (۳۳، ۳۲). بعلاوه این که به ورزش هم بسیار حساس است و بنابراین، ممکن است به تغییرات ناشی از ورزش در یادگیری و حافظه کمک کند (۳۵-۳۴). در انسان، نشان داده شده است که حجم هایپوکمپ با آمادگی قلبی- عروقی مرتبط است و به نظر می‌رسد مداخلات ورزشی هوازی، با کاهش حجم هایپوکمپ مرتبط با افزایش سن مقابله می‌کند (۳۷-۳۶). نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که یک جلسه ورزش هوازی با شدت متوسط، با افزایش معنی‌دار عملکرد حافظهٔ کلامی در هر دو گروه همراه بود. نشان داده شده که پس از شش ماه ورزش، یادگیری کلامی آزمودنی‌ها در مقایسه با گروه کنترل بی‌تحرک بهبود یافته است و افزایش نمرهٔ یادگیری با افزایش آمادگی قلبی- عروقی ارتباط مثبتی داشته است (۳۸). به‌نظر می‌رسد آمادگی قلبی- عروقی تعدیل‌کنندهٔ تشخیص تأخیری مطالب کلامی در درازمدت است؛ یعنی شرکت‌کنندگانی که سطح آمادگی قلبی- عروقی بالاتر از میانگین گروه داشتند، پس از یک سال بی‌تمرینی، عملکرد حافظهٔ بهبود یافتهٔ خود را حفظ کردند. در مقابل، شرکت‌کنندگانی که آمادگی قلبی- عروقی پایین‌تری داشتند، عملکرد حافظهٔ خود را از دست دادند. این نتایج نشان می‌دهد که افزایش آمادگی قلبی- عروقی ممکن است از کاهش حافظهٔ مرتبط با سن در درازمدت جلوگیری کند (۳۹). در تأیید این مطالب، به‌نظر می‌رسد ورزش فوتبال و تمرینات مربوط به آن موجب بهبود آمادگی قلبی- عروقی می‌شود و این افزایش آمادگی، می‌تواند دلیلی برای حفظ یا افزایش عملکرد حافظه در فوتبالیست‌های جوان و سالمند باشد. به هرحال به‌عنوان یک نتیجه‌گیری مهم، شرکت منظم در ورزش فوتبال می‌تواند حتی در سنین سالمندی عملکرد حافظهٔ کلامی را بهبود دهد که اهمیت ورزشکار بودن را تا سنین سالمندی نشان می‌دهد.

بهبود عملکرد شناختی از طریق آبشار فرایندهای سلولی و مولکولی که رگزایی، نورون‌زایی، گلیال‌زایی و سیناپس‌زایی و از این طریق یادگیری، حافظه و خاصیت تغییر شکل‌پذیری مغز را بهبود می‌بخشند، بر اثر ورزش جسمانی به اثبات رسیده است (۴۰). همچنین، در خلال پیری، کاهش بافت مغز با کاهش یادگیری، حافظه و نورون‌زایی در هایپوکمپ همراه است (۴۲، ۴۱). علی‌رغم این اثرات منفی پیری، نشان داده شده که ورزش می‌تواند این کاهش‌ها را در عملکرد شناختی مرتبط با افزایش سن کاهش دهد (۴۳). در تأیید این نتیجه، در مطالعه‌ای مشخص شد که بزرگسالان مسن‌تری که به‌طور منظم فعالیت بدنی داشته‌اند، در مقایسه با همتایان بی‌تحرک خود، در آزمون‌های زمان واکنش ساده و انتخابی، سرعت روانی حرکتی بیشتری داشتند (۴۴). به‌هرحال، نتایج مطالعهٔ ما نیز نشان داد شرکت منظم در ورزش فوتبال و تمرینات آن در سنین سالمندی میتواند سطوح سرمی CTSB را افزایش دهد و عملکرد شناختی (حافظهٔ کلامی) را بهبود دهد. این بهبود در عملکرد شناختی در نتیجهٔ افزایش سطوح سرمی CTSB به تحریک و افزایش بیان BDNF در هایپوکمپ نسبت داده شده است (۳۱، ۲۱).

به‌خوبی نشان داده شده که در پاسخ به ورزش، عضلات اسکلتی سطوح بالایی از CTSB را در پلاسما آزاد می‌کنند (۴۶،۴۵). اگر چه سازوکار اثر CTSB در مغز هنوز محل بحث است، اما نشان داده شده که پس از آزاد شدن وابسته به ورزش از عضلات، می‌تواند از سد خونی- مغزی عبور کند و بیان BDNF به‌عنوان یک واسطهٔ پائین‌دست را در هایپوکمپ افزایش دهد و در نتیجه نورون‌زایی را تقویت کند. به‌عنوان مثال، گزارش شده که در موش‌هایی که ژن CTSB آن‌ها غیرفعال شده، دویدن هیچ تأثیری بر نورون‌زایی در هایپوکمپ و در نتیجه بهبود حافظهٔ فضایی نداشته است (۲۱). به‌طور مشابه، در انسان، تغییرات در سطوح سرمی CTSB با عملکردهای حافظهٔ وابسته به هایپوکمپ مرتبط بوده است (۲۱). در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شده که افزایش ناشی از چهار هفته ورزش در CTSB، در بزرگسالان جوان سالم، با آمادگی جسمانی و

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-11-15]
[DOI: 10.61186/shefa.12.1.58]

عملکرد حافظه وابسته به هایپوکمپ مرتبط بوده است (۲۱). در مطالعهٔ حاضر نیز نشان داده شد که سطوح سرمی CTSB در نتیجهٔ یک جلسه ورزش هوازی در مردان فوتبالیست به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. بنابراین، نتیجهٔ مطالعهٔ حاضر گویای این است که در افراد سالمند فوتبالیست پاسخ سطوح سرمی CTSB اگر چه با کاهش مواجه نشده است، بلکه حتی بیشتر از فوتبالیست‌های جوان بوده است. این نتیجه از فعال‌بودن منظم از نظر جسمانی تا سنین سالمندی حمایت میکند.

در مطالعه حاضر سطوح سرمی CTSB در هر دو گروه مطالعهٔ حاضر یکسان بوده است. اگر چه در مطالعهٔ حاضر بررسی نشده است؛ اما در مطالعه‌ای نشان داده شده است که سطوح پلاسمایی CTSB در افراد جوان و سالمند تمرین‌کرده، نسبت به افراد تمرین‌نکرده کمتر بوده است (۳۱). بعلاوه سطوح سرمی BDNF نیز در افراد جوان و سالمند تمرین‌کرده، نسبت به افراد تمرین‌نکرده کمتر بوده است (۳۱). چون معمولاً سطوح سرمی BDNF در افراد سالمند کمتر از افراد جوان است (۴۷) به‌نظر می‌رسد CTSB نیز به‌عنوان یک محرک BDNF در افراد سالمند غیرفعال کمتر از افراد جوان باشد. البته در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شده که سطوح استراحتی BDNF در افراد سالمند غیرفعال و تمرین‌کرده بیشتر از افراد جوان است (۳۱). اگر چه در مطالعهٔ ما مقایسهٔ بین افراد تمرین‌کرده و غیرفعال بررسی نشده است؛ اما نشان داده شد که سطوح سرمی CTSB بین افراد جوان و سالمند یکسان بوده است که یک پیامد خوب از فعال‌بودن در ورزش‌های تیمی بویژه فوتبال می‌باشد. در مطالعه‌ای مون و همکاران نشان دادند که CTSB یک مایوکاین تولیدشده به‌واسطهٔ فعالیت جسمانی است که به‌طور سودمندی در بهبود ناشی از ورزش در نورون‌زایی، حافظه و یادگیری وابسته به هایپوکمپ مرتبط است و این اثرات را از طریق افزایش بیان BDNF انجام می‌دهد (۳۱).

با توجه به ارتباط بین CTSB و BDNF با حافظه، به نظر می‌رسد که این دو شاخص، بلافاصله پس از اجرای تمرینات مقاومتی و هوازی یک جلسه‌ای افزایش می‌یابند (۴۸)؛ اما در طولانی مدت دارای سطوح استراحتی پایین‌تری نسبت به افراد عادی یا شرایط پیش از اجرای تمرینات هستند که می‌تواند ناشی از سازگاری به این نوع تمرینات یا افزایش حساسیت گیرنده‌های آن‌ها باشد (۴۹). از آنجایی که BDNF در ترمیم آسیب‌های ریز ایجادشده در طی فعالیت بدنی نقش دارد (۵۰)، مقادیر سرمی پایین آن در حالت استراحت پس از اجرای تمرینات طولانی‌مدت، می‌تواند ناشی از به رهگیری از آن‌ها در بافته‌ای آسیب‌دیده و کارایی بالاتر مسیر پیامرسانی BDNF و CTSB باشد (۳۱). به‌هرحال، به عنوان یک نتیجه‌گیری مهم، به نظر می‌رسد که پاسخ سطوح سرمی بیشتر CTSB در فوتبالیست‌های سالمند، به‌دلیل آسیب بیشتر در نتیجهٔ یک جلسه ورزش هوازی و برای تحریک حاد بیشتر سطوح سرمی BDNF باشد.

به‌هرحال، با توجه به ارتباط بین عضلهٔ اسکلتی و مغز و نقش CTSB به‌عنوان یک مایوکاین که می‌تواند عملکردهای مغزی (مانند حافظه و یادگیری) را بهبود دهد، همچنین، نقش کلیدی عضلهٔ اسکلتی در ورزش، استفاده از ظرفیت عضلات اسکلتی در حین ورزش برای بهبود عملکرد مغز ضروری به نظر می‌رسد (۴۹).

به‌طورکلی نقش و اهمیت کارکرد شناختی در ورزش‌های تیمی و فعالیت‌هایی‌که دارای ویژگی مهارتی باز هستند، نشان داده شده است؛ به طوری که در رشتهٔ ورزشی فوتبال، بازیکنان با سطح عملکردی بالا، از توانایی‌های شناختی بهتری نسبت به همتایان خود که دارای سطح پایین عملکردی هستند، برخوردارند (۵۱)؛ زیرا در طول مسابقات فوتبال، بازیکنان با چالش‌های تصمیم‌گیری سریع و دقیق در یک محیط به طور دائم در حال تغییر مواجه می‌شوند (۵۲). علاوه بر این، توانایی‌های شناختی بهتر با موفقیت عملکردی بازیکنان فوتبال در آینده مرتبط است (۵۳).

شرکت منظم در ورزش فوتبال می‌تواند حتی در سنین سالمندی سطوح سرمی CTSB را به‌عنوان یک مایوکاینی که می‌تواند عملکرد شناختی (حافظه و یادگیری) را بهبود دهد، حفظ کند. همچنین، پاسخ این مایوکاین به ورزش هوازی در دوران سالمندی نسبت به دورهٔ جوانی بیشتر است که اهمیت ورزشکار بودن تا سنین سالمندی را نشان می‌دهد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه لرستان می‌باشد که با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه انجام شده است. همچنین از آزمودنی‌های مطالعه حاضر به جهت کمک به انجام این پژوهش سپاسگزاری می‌نماییم.

منابع

1. Abdi MM, Abbaszadeh M, Koohi K. The elderly and physical activity: A qualitative method. Sociological studies. 2021; 14(52): 27-44.

2. Rahmanzadeh S, Hashemozehi N, Hashemi S. Explain the relationship between the media used and leisure and sports among the elderly in Tehran. Journal of Olympic Socio-Cultural Studies. 2020; 1(2): 83-107.

3. Ghasemi Pirbalouti M, Shariat A, Ghazanfari A. A Meta-Analysis of exercise therapy on reducing depression among older adults in Iran. Quarterly Journal of Health Psychology. 2019; 8(30): 69-80.

4. Ghadiri T, Azarfarin M, Namvar G, Samnia Z. Underlying Mechanisms of Neuroprotective Actions of Klotho Against Cognitive Impairment in Neurodegenerative Diseases. The Neuroscience

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-11-15]
[DOI: 10.61186/shefa.12.1.58]

Journal of Shefaye Khatam. 2024; 12(1): 1-17.

5. Sierra F. Geroscience and the challenges of aging societies. Aging Medicine. 2019; 2(3): 132.

6. Abd-Alrazaq A, Alajlani M, Alhuwail D, Toro CT, Giannicchi A, Ahmed A, et al. The effectiveness and safety of serious games for improving cognitive abilities among elderly people with cognitive impairment: systematic review and meta-analysis. JMIR serious games. 2022; 10(1): e34592.

7. Tschanz JT, Corcoran C, Skoog I, Khachaturian AS, Herrick J, Hayden KM, et al. Dementia: the leading predictor of death in a defined elderly population: the Cache County Study. Neurology. 2004; 62(7): 1156-62.

8. Shahverdi M, Sourani Z, Sargolzaie M, Modarres Mousavi M, Shirian S. An Investigation into the Effects of Water-and Fat-Soluble Vitamins in Alzheimer's and Parkinson's Diseases. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2023; 11(3): 95-109.

9. Schapkin SA, Freude G, Gajewski PD, Wild-Wall N, Falkenstein M. Effects of working memory load on performance and cardiovascular activity in younger and older workers. International Journal of Behavioral Medicine. 2012; 19: 359-71. J Behav Med, 19 (2012), pp. 359-371.

10. Glisky EL. Changes in cognitive function in human aging. Brain aging: Models, methods, and mechanisms. 2007; 1: 3-20.

11. Witte K, Kropf S, Darius S, Emmermacher P, Böckelmann I. Comparing the effectiveness of karate and fitness training on cognitive functioning in older adults—a randomized controlled trial. Journal of sport and health science. 2016; 5(4): 484-90.

12. Tomporowski PD, Lambourne K, Okumura MS. Physical activity interventions and children's mental function: an introduction and overview. Preventive medicine. 2011; 52: S3-9.

13. Nimmo LM, Roodenrys S. The influence of phoneme position overlaps on the phonemic similarity effect in nonword recall. Quarterly Journal of Experimental Psychology. 2006: 577-96.

14. Nairne JS, Kelley MR. Reversing the phonological similarity effect. Memory & cognition. 1999; 27: 45-53.

15. Tipton CM. The history of "Exercise Is Medicine" in ancient civilizations. Advances in physiology education. 2014; 38(2): 109-17.

16. Townsend LK, MacPherson RE, Wright DC. New horizon: exercise and a focus on tissue-brain crosstalk. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2021; 106(8): 2147-63.

17. Pedersen BK. Physical activity and muscle–brain crosstalk. Nature Reviews Endocrinology. 2019; 15(7): 383-92.

18. Safdar A, Saleem A, Tarnopolsky MA. The potential of endurance exercise-derived exosomes to treat metabolic diseases. Nature Reviews Endocrinology. 2016; 12(9): 504-17.

19. Lee TH, Formolo DA, Kong T, Lau SW, Ho CS, Leung RY, et al. Potential exerkines for physical exercise-elicited pro-cognitive effects: Insight from clinical and animal research. International review of neurobiology. 2019; 147: 361-95.

20. Pedersen BK. Physical activity and muscle–brain crosstalk. Nature Reviews Endocrinology. 2019; 15(7): 383-92.

21. Moon HY, Becke A, Berron D, Becker B, Sah N, Benoni G, et al. Running-induced systemic cathepsin B secretion is associated with memory function. Cell metabolism. 2016; 24(2): 332-40.

22. Tari AR, Norevik CS, Scrimgeour NR, Kobro-Flatmoen A, Storm-Mathisen J, Bergersen LH, et al. Are the neuroprotective effects of exercise training systemically mediated? Progress in cardiovascular diseases. 2019; 62(2): 94-101.

23. Wrann CD, White JP, Salogiannnis J, Laznik-Bogoslavski D, Wu J, Ma D, et al. Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC-1α/FNDC5 pathway. Cell metabolism. 2013; 18(5): 649-59.

24. Di Liegro CM, Schiera G, Proia P, Di Liegro I. Physical activity and brain health. Genes. 2019; 10(9): 720.

25. Barnes JN, Corkery AT. Exercise improves vascular function, but does this translate to the brain? Brain Plasticity. 2018; 4(1): 65-79.

26. Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. Psychological science. 2003; 14(2): 125-30.

27. Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman BM, Cooper H, Strauman TA, Welsh-Bohmer K, et al. Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. Psychosomatic medicine. 2010; 72(3): 239.

28. Price AE, Corwin SJ, Friedman DB, Laditka SB, Colabianchi N, Montgomery KM. Physical activity and cognitive-health content in top-circulating magazines, 2006–2008. Journal of Aging and Physical Activity. 2011; 19(2): 147-68.

29. Zhao E, Tranovich MJ, Wright VJ. The role of mobility as a protective factor of cognitive functioning in aging adults: a review. Sports Health. 2014; 6(1): 63-9.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.61186/shefa.12.1.58]

30. Bherer L, Erickson KI, Liu-Ambrose T. A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. Journal of aging research. 2013; 2013.

31. De la Rosa A, Solana E, Corpas R, Bartrés-Faz D, Pallàs M, Vina J, et al. Long-term exercise training improves memory in middle-aged men and modulates peripheral levels of BDNF and Cathepsin B. Scientific reports. 2019; 9(1): 3337.

32. Squire LR, Zola-Morgan S. The medial temporal lobe memory system. Science. 1991; 253(5026): 1380-6.

33. Ahmadi M, Banazadeh DM, Modarres Mousavi M, Karimzadeh F. Long-Term Potentiation Enhanced in Juvenile Rat by Repetitive Cortical Spreading Depression. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2013; 1(3): 33-37.

34. Stranahan AM, Khalil D, Gould E. Running induces widespread structural alterations in the hippocampus and entorhinal cortex. Hippocampus. 2007; 17(11): 1017-22.

35. Van Praag H, Christie BR, Sejnowski TJ, Gage FH. Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. Proceedings of the National Academy of Sciences. 1999; 96(23): 13427-31.

36. Erickson KI, Prakash RS, Voss MW, Chaddock L, Hu L, Morris KS, et al. Aerobic fitness is associated with hippocampal volume in elderly humans. Hippocampus. 2009; 19(10): 1030-9.

37. Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. Proceedings of the national academy of sciences. 2011; 108(7): 3017-22.

38. Hötting K, Reich B, Holzschneider K, Kauschke K, Schmidt T, Reer R, et al. Differential cognitive effects of cycling versus stretching/coordination training in middle-aged adults. Health Psychology. 2012; 31(2): 145.

39. Hötting K, Schauenburg G, Röder B. Long-term effects of physical exercise on verbal learning and memory in middle-aged adults: Results of a one-year follow-up study. Brain Sciences. 2012; 2(3): 332-46.

40. Van Praag H, Christie BR, Sejnowski TJ, Gage FH. Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. Proceedings of the National Academy of Sciences. 1999; 96(23): 13427-31.

41. Kuhn HG, Dickinson-Anson H, Gage FH. Neurogenesis in the dentate gyrus of the adult rat: age-related decrease of neuronal progenitor proliferation. Journal of Neuroscience. 1996; 16(6): 2027-33.

42. 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.

43. Habibi S, Abdi A, Fazelifar S. The Effect of Aerobic Training and Resveratrol on Ferroptosis in a Rat Model of Alzheimer's Disease. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2023; 11(4); 1-11.

44. Spirduso WW, Clifford P. Replication of age and physical activity effects on reaction and movement time. Journal of Gerontology. 1978; 33(1): 26-30.

45. Buck MR, Karustis DG, Day NA, Honn KV, Sloane BF. Degradation of extracellular-matrix proteins by human cathepsin B from normal and tumour tissues. Biochemical Journal. 1992; 282(1): 273-8.

46. Linebaugh BE, Sameni M, Day NA, Sloane BF, Keppler D. Exocytosis of active cathepsin B: enzyme activity at pH 7.0, inhibition and molecular mass. European journal of biochemistry. 1999; 264(1): 100-9.

47. Vaughan S, Wallis M, Polit D, Steele M, Shum D, Morris N. The effects of multimodal exercise on cognitive and physical functioning and brain-derived neurotrophic factor in older women: a randomised controlled trial. Age and ageing. 2014; 43(5): 623-9.

48. Sabaghi A, Heyrani A, Kiani A, Yousofvand N. Effect of Aerobic Training During Pregnancy on Seizure-Induced Depression-in Mouse. The Neuroscience Journal of Shefaye Khatam. 2018; 6(3): 35-42.

49. Gökçe E, Güneş E, Arı F, Hayme S, Nalçacı E. Comparison of the effects of open-and closed-skill exercise on cognition and peripheral proteins: A cross-sectional study. PloS one. 2021; 16(6): e0251907.

50. Clow C, Jasmin BJ. Brain-derived neurotrophic factor regulates satellite cell differentiation and skeltal muscle regeneration. Molecular biology of the cell. 2010; 21(13): 2182-90.

51. Verburgh L, Scherder EJ, Van Lange PA, Oosterlaan J. Do elite and amateur soccer players outperform non-athletes on neurocognitive functioning? A study among 8-12 year old children. PloS one. 2016; 11(12): e0165741.

52. Rominger C, Memmert D, Papousek I, Perchtold-Stefan CM, Weiss EM, Benedek M, et al. Female and male soccer players recruited different cognitive processes when generating creative soccer moves. Psychology of Sport and Exercise. 2020; 50: 101748.

53. Vestberg T, Reinebo G, Maurex L, Ingvar M, Petrovic P. Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. PloS one. 2017; 12(2): e0170845.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.61186/shefa.12.1.58]