پژوهش‌نامهٔ فیزیولوژی ورزشی کاربردی **مقاله پژوهشی**
سال هفدهم/ شماره سی و سوم/بهار و تابستان ۱۴۰۰

دریافت: ۹۹/۸/۲۱ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۲۸ ص ص: ۷۱-۶۱

بررسی اثر ورزش با مهارت باز و مهارت بسته بر سطوح سرمی کاتپسین B، آیریزین، BDNF و DCX در کشتی‌گیران زن

سمیرا آژیده[۱]، وحید ولی پور ده نو[۲]، سارا حسن زاده سرتیوکی[۳]، مهدیه ملانوری شمسی[۴]، دانیل گهرمان[۵]

چکیده

سابقه و هدف: ورزش با مهارت باز و مهارت بسته اثرات متفاوتی بر شناخت و حافظه در انسان دارند. هدف مطالعه حاضر بررسی اثر یک جلسه تمرین مقاومتی و یک جلسه تمرین کشتی بر سطوح سرمی کاتپسین B، آیریزین، BDNF و DCX در کشتی‌گیران زن بود. **مواد و روشها:** در این مطالعهٔ نیمه‌تجربی، ۱۱ کشتی‌گیر زن (سن: ۲/۸۹±۲۱/۱۸ سال، وزن: ۸/۴۱±۶۲/۱۸ کیلوگرم، قد: ۳/۹۷±۱۶۷/۰۰ سانتی‌متر) به‌طور داوطلبانه شرکت کردند. جلسات تمرینی کشتی و تمرین مقاومتی هر کدام یک ساعت به‌طول انجامیدند. بین دو جلسه تمرینی یک هفته فاصله بود. پنج دقیقه پیش و پس از جلسات تمرینی، نمونه‌گیری خونی انجام شد. برای اندازه‌گیری سطوح سرمی کاتپسین B، آیریزین، BDNF و DCX از روش الایزا استفاده شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های t همبسته و تحلیل کوواریانس در سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ استفاده شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که به‌طور معناداری غلظت‌های سرمی BDNF، DCX و کاتپسین B پس از هر دو جلسه تمرینی افزایش یافته است ($p<۰/۰۵$). همچنین، نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که سطوح سرمی BDNF و DCX پس از جلسه تمرینی کشتی به‌طور معناداری بیشتر از جلسه تمرین مقاومتی افزایش یافت ($p<۰/۰۵$) و سطح سرمی کاتپسین B پس از جلسه تمرین مقاومتی به‌طور معناداری بیشتر از جلسه تمرینی کشتی افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). همچنین، پس از هر دو جلسه تمرینی سطوح سرمی آیریزین به‌طور معناداری تغییر نکرد. **نتیجه گیری:** به‌نظر می‌رسد که ورزش با مهارت باز و بسته اثرات متفاوتی بر سطوح سرمی عوامل مرتبط با عملکرد شناختی، یادگیری و حافظه دارند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که برای بهبود این عملکردها از ورزش با مهارت باز در کنار تمرین مقاومتی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، کشتی، مایوکاین، نوروتروفین

۱ کارشناس ارشد، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
۲ دانشیار گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. نویسنده مسئول: valipour.v@lu.ac.ir
۳ کارشناس ارشد، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
۴ دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۵ استادیار فیزیولوژی ورزشی، کالج علوم انسانی و سلامت، دانشگاه چارلز داروین، داروین، استرالیا

مقدمه

شواهد موجود به‌خوبی نشان می‌دهند که فعالیت جسمانی/ورزشی به‌طور مثبت ساختار (سیناپس‌زایی[1]، نورون‌زایی[2]، گلیال‌زایی[3] و رگ‌زایی[4]) و عملکرد مغز را در سرتاسر طول عمر تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱–۵). به‌عنوان مثال، نشان داده شده که ورزش هوازی با سازوکارهای محافظت کننده عصبی مرتبط است و می‌تواند اجرای شناختی را در افراد بالغ بهبود دهد (۴، ۶، ۷). بعلاوه، ورزش مقاومتی اثرات افزایشی بر سطوح برخی نوروتروفین‌ها، شکل‌پذیری عصبی و عملکرد شناختی در انسان دارد (۴، ۶). تاکنون مطالعات اثرات مثبت تمرین‌های هوازی و مقاومتی را بر سطوح سرمی برخی نوروتروفین‌های درگیر در بهبود حافظه، یادگیری و عملکرد شناختی بررسی کرده‌اند، اما هنوز اثرات ورزش‌های مختلف بر سطوح نوروتروفین‌ها به‌طور کامل مشخص نشده است.

با توجه به میزان قابلیت پیش‌بینی محیط اجرا (یعنی اثرات محیط بر مهارت‌های حرکتی)، مهارت‌های حرکتی یا ورزش‌ها به دو طبقه ورزش با مهارت باز و ورزش با مهارت بسته تقسیم می‌شوند (۸، ۹). مهارت‌های باز در محیط پویا و قابل تغییر اجرا می‌شوند در حالی که مهارت‌های بسته در محیط قابل پیش بینی و ایستا انجام می‌شوند (۹). بنابراین، انواع ورزش می‌تواند به ورزش با مهارت باز (مثلاً بدمینتون، بسکتبال، کشتی و غیره) و ورزش با مهارت بسته (مثلاً جاگینگ، تمرین با وزنه و غیره) تقسیم شود (۹). در ورزش کشتی به‌عنوان یک ورزش با مهارت باز، بعد تصمیم‌گیری و بعد حرکتی هر دو دخالت دارند به این صورت که برای پاسخ متقابل دادن به حرکات حریف نیاز به تصمیم‌گیری سریع و فعال متناسب با حرکات طرف مقابل می‌باشد همچنین در بعد حرکتی عضلات اسکلتی برای انجام حرکات بکار می‌روند. به‌هر حال، ورزش کشتی محیطی غیرقابل پیش‌بینی دارد. در مقابل، در تمرینات با وزنه بعد حرکتی بیشتر درگیر است و بعد تصمیم‌گیری تقریباً وجود ندارد؛ یعنی حرکات بدنسازی در محیطی قابل پیش‌بینی انجام می‌شود و از الگوهای تعیین شده پیروی می‌کند (۸، ۹).

چندین مطالعه اثرات متفاوت برخی از ورزش‌های با مهارت باز و بسته را بر عملکردهای عصبی ویژه‌ای نشان داده‌اند (۹، ۱۰). به‌عنوان مثال، هانگ و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای نشان دادند که آزمودنی‌های گروه مهارت باز و گروه مهارت بسته در مقایسه با گروه کنترل در تکلیف مورد نظر زمان‌های واکنش سریع‌تری را نشان دادند با این حال، تنها گروه ورزش با مهارت باز، اختصاص منابع عصبی کاراتری را نشان داد (۱۰). همچنین، هانگ و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که در مقایسه با ورزش دو، ورزش بدمینتون به‌طور معناداری سطوح سرمی عامل مغذی عصبی مشتق از مغز[5] (BDNF) را بیشتر افزایش می‌دهد (۱۰). بنابراین، به‌نظر می‌رسد ویژگی‌های ورزش مانند مهارت باز یا بسته می‌توانند اثرات متفاوتی بر عملکرد اجرایی/شناختی و سطوح سرمی نوروتروفین‌ها داشته باشند (۹).

مطالعات نشان داده‌اند که عوامل گردش خونی با عملکردهای محافظت کننده عصبی بالقوه‌ای وجود دارد که در نتیجه فعالیت جسمانی وارد جریان خون می‌شوند (۲، ۳). بسیاری از این عوامل از بافت عضلانی یا از بخش‌های متفاوت مغز تولید می‌شوند (۲). به‌هر حال، برخی از عواملی که از عضله در حال ورزش تولید می‌شوند (یعنی

[1] Synaptogenesis
[2] Neurogenesis
[3] Gliogenesis
[4] Angiogenesis
[5] Brain-derived neurotrophic factor

مایوکاین‌ها) می‌توانند از سد خونی–مغزی عبور کنند و بیان برخی از نوروتروفین‌ها را در مغز افزایش دهند (۲، ۷). از جمله عواملی که از مغز تولید می‌شوند و با این مایوکاین‌ها ارتباط دارند می‌توان به BDNF و دابلکورتین[1] (DCX) اشاره کرد (۳).

BDNF یکی از اعضای خانواده نوروترفین‌ها می‌باشد که نرون‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و می‌تواند تولید مجدد عصب را تحریک کند و مسئول تکامل، بقاء سلول عصبی، شکل‌پذیری سیناپسی، نرونزایی و بیوژنز میتوکندری است (۱۱–۱۳). در بین نوروتروفین‌ها، BDNF بالاترین درجه بیان در مغز را نشان می‌دهد و به‌طور عمده در خلال ورزش و در پاسخ به ورزش هوازی و مقاومتی افزایش می‌یابد (۴، ۱۲) و مسئول اثرات تعاملی ورزش جسمانی بر شناخت است (۷، ۱۳).

DCX پروتئینی است که اثرات محافظت کننده عصبی دارد و مهاجرت نرونی را افزایش می‌دهد (۳). DCX به‌طور گسترده‌ای در نرون‌های در حال تکامل در خلال جنینی و تکامل اولیه پس از تولد در سرتاسر سیستم عصبی مرکزی و محیطی وجود دارد. بیان DCX در مغز بالغ به نواحی عصب‌زا[2] و نواحی ویژه‌ای از بخش غیر عصب‌زا[3] مانند قشر مرواریدی شکل[4] محدود می‌شود (۱۴). به‌هر حال، هر دوی BDNF و DCX موجب نرون‌زایی در هایپوکمپ و در نتیجه بهبود یادگیری، حافظه و روحیه می‌شوند (۳).

همچنین، از مایوکاین‌های مهمی که اثرات محافظت کننده عصبی آنها به اثبات رسیده است می‌توان به کاتپسین B[5] و آیریزین[6] اشاره کرد (۳). کاتپسین B یک سیستئین پروتئاز[7] (آنزیم لیزوزومی) است که به‌وسیله شبکه اندوپلاسمی زمخت ترشح می‌شود و از سد خونی–مغزی عبور می‌کند (۲، ۵). افزایش ناشی از ورزش در سطوح سرمی کاتپسین B به بهبود حافظه فضایی در انسان مرتبط است (۵، ۱۵). مون و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که کاتپسین B یک مایوکاین تولید شده به‌واسطه فعالیت جسمانی (یعنی پروتئین/پپتیدهای ترشح شده به‌وسیله عضله) است که به‌طور سودمندی در بهبود ناشی از ورزش در نرون‌زایی، حافظه و یادگیری وابسته به هایپوکمپ مرتبط است و این اثرات را از طریق افزایش بیان BDNF انجام می‌دهد (۲، ۳، ۵). همچنین، نشان داده شده که دویدن روی تردمیل به افزایش سطوح کاتپسین B در عضله اسکلتی و در جریان خون منجر می‌شود (۲).

FNDC5[8] یک پروتئین غشایی است که پس از شکسته شدن به‌عنوان آیریزین وارد جریان خون می‌شود (۳). آیریزین متعاقب فعالیت جسمانی از عضله اسکلتی آزاد می‌شود و اثرات فعالیت جسمانی بر بیان پروتئین BDNF در مغز را وساطت می‌کند (۳، ۵، ۷). همچنین، مسیر PGC-1α-FNDC5 به‌وسیله ورزش هوازی در عضله و مناطق مختلفی از مغز فعال می‌شود که به افزایش BDNF در هایپوکمپ منجر می‌شود (۲، ۳، ۷، ۱۵). چون پروتئین‌های آزاد شده از عضلات اسکلتی در حال ورزش مانند کاتپسین B و آیریزین از سد خونی–مغزی عبور می‌کنند و بیان BDNF و DCX در هایپوکمپ و در نتیجه شکل‌پذیری عصبی، نرونزایی و بهبود حافظه و یادگیری را وساطت می کنند (۳، ۵، ۱۲) و هنوز اثرات ورزش‌های با مهارت باز و مهارت بسته که اثرات متفاوتی

[1] Doublecortin
[2] Neurogenic
[3] Non-neurogenic
[4] Piriform
[5] Cathepsin B
[6] Irisin
[7] Cysteine protease
[8] Fibronectin type III domain containing 5

بر عملکرد مغزی دارند، بر سطوح سرمی این پروتئین‌ها بررسی نشده است، این مطالعه با هدف تعیین تأثیر ورزش با مهارت باز (کشتی) و مهارت بسته (تمرین با وزنه) بر سطوح سرمی کاتپسین B، آیریزین، DCX و BDNF در کشتی‌گیران زن حاضر در لیگ برتر ایران انجام شد. فرضیه ما این است که این دو نوع ورزش با توجه به ماهیت متفاوت آنها از لحاظ درگیر کردن عضلات و سیستم عصبی مرکزی، اثرات متفاوتی بر عوامل محیطی تولید شده در نتیجه ورزش (یعنی کاتپسین B و آیریزین) و عوامل مغذی تولید شده در مغز (یعنی BDNF و DCX) دارند.

روش پژوهش

این مطالعه نیمه‌تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون انجام شد. جامعه آماری پژوهش ۱۱ زن کشتی‌گیر (سن: ۲۱/۱۸±۲/۸۹ سال، وزن: ۶۲/۱۸±۸/۴۱ کیلوگرم، قد: ۱۶۷/۰۰±۳/۹۷ سانتی‌متر) بودند. آزمودنی‌ها به‌طور داوطلبانه در مطالعه شرکت کردند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: داشتن سلامتی کامل جسمی، تمایل داشتن به شرکت در مطالعه. معیارهای خروج نیز عبارت بودند از: بروز مشکلات جسمی در حین تمرین و تمایل نداشتن به ادامه تمرین.

پروتکل تمرینی

آزمودنی‌ها ابتدا به‌مدت ۱۰ دقیقه گرم کردن شامل دویدن بر روی تردمیل و سپس حرکات کششی فعال را انجام دادند. در بخش بدنه اصلی تمرین، در یک جلسه ۶۰ دقیقه تمرین کشتی و در جلسه دیگر ۶۰ دقیقه تمرین مقاومتی انجام شد. در بخش سرد کردن، آزمودنی‌ها به‌مدت ۵ دقیقه حرکات کششی غیر فعال را انجام دادند. تمام مراحل جلسه تمرینی زیر نظر پژوهشگر انجام شد. در این مطالعه از دو نوع تمرین در سالن کشتی و سالن بدنسازی استفاده شد. در جلسه تمرین کشتی، آزمودنی‌ها در سالن کشتی زیر نظر مربی اقدام به انجام تمرینات ویژه کشتی نمودند (مهارت باز)؛ اما در جلسه تمرینی دوم، آزمودنی‌ها در سالن بدنسازی تمرینات با وزنه را زیر نظر مربی انجام دادند (مهارت بسته). هر دو جلسه تمرینی پس از ۳ ساعت صرف صبحانه رأس ساعت ۱۰ و ۳۰ دقیقه صبح انجام شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد که وعدهٔ غذایی مشابه وعده غذایی جلسه پیشین را مصرف کنند. یک هفته نیز بین دو جلسه تمرینی فاصله بود. در جلسه تمرین بدنسازی، آزمودنی‌ها حرکات پرس سینه، قایقی خم، سر شانه از جلو، اسکات پا و پشت پا با دستگاه را به‌صورت ۳ دور با ۱۰–۸ تکرار و با ۸۰–۷۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند. فاصله استراحت بین دورها ۲/۵ دقیقه و بین حرکات نیز ۳ دقیقه بود.

نمونه‌گیری خونی

در روز تمرین، ابتدا ۵ دقیقه پیش از شروع جلسه تمرینی نمونه خونی اول از آزمودنی‌ها گرفته شد سپس ۵ دقیقه پس از جلسه تمرین، نمونه خونی دوم از آنها به‌عمل آمد. نمونه خونی با ۳۵۰۰ دور در دقیقه برای ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد و سرم به‌دست آمده در داخل تیوب‌های ویژه ریخته شد و برای آزمایش‌های بعدی در دمای ۳۰– درجه سانتیگراد نگهداری شد.

روش اندازه‌گیری سطوح سرمی آیریزین، کاتپسین B، BDNF و دابلکورتین

غلظت‌های سرمی آیریزین، کاتپسین B، BDNF و DCX به‌وسیله کیت‌های الایزا (آیریزین: حساسیت: ۰/۷۸ نانوگرم/میلی‌لیتر، دامنه تشخیص: ۲۰۰–۳/۱۲ نانوگرم/میلی‌لیتر، کازابایو، ژاپن؛ کاتپسین B: حساسیت: ۰/۰۶۳ نانوگرم/میلی‌لیتر، دامنه تشخیص: ۲۰–۰/۳۱۲ نانوگرم/میلی‌لیتر، کازابایو، ژاپن؛ BDNF: حساسیت: ۰/۰۶۳ نانوگرم/میلی‌لیتر، دامنه تشخیص: ۲۰–۰/۳۱۲ نانوگرم/میلی‌لیتر، کازابایو، ژاپن؛ DCX: حساسیت: ۲/۱۳

پیکوگرم/میلی‌لیتر، دامنه تشخیص: ۱۰۰۰- ۱۵/۶۳ پیکوگرم/میلی‌لیتر، AbCam ژاپن) بر اساس دستورالعمل شرکت مربوطه اندازه‌گیری شدند.

روش‌های تجزیه و تحلیل آماری

نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنف نشان داد که داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردارند. بنابراین، برای بررسی تفاوت-های درون گروهی از آزمون t وابسته و برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی از تحلیل کوواریانس استفاده شد و سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. همچنین، برای بررسی میزان تغییرات از فرمول زیر استفاده شد.

میزان تغییرات=پس‌آزمون-پیش‌آزمون/پیش‌آزمون×۱۰۰

یافته‌ها

نتایج توصیفی غلظت‌های سرمی متغیرها پس از جلسه ورزش کشتی و ورزش بدنسازی و نتایج آزمون t زوجی در جدول شماره یک آورده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که به‌طور معناداری غلظت‌های سرمی BDNF، DCX و کاتپسین B پس از هر دو جلسه تمرینی افزایش یافته است ($p<۰/۰۵$)، اما نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که سطوح سرمی BDNF و DCX پس از جلسه تمرینی کشتی به‌طور معناداری بیشتر از جلسه تمرینی بدنسازی افزایش یافت ($p<۰/۰۵$) و سطح سرمی کاتپسین B پس از جلسه تمرینی بدنسازی به‌طور معناداری بیشتر از جلسه تمرینی کشتی افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). همچنین، پس از هر دو جلسه تمرینی سطوح سرمی آیریزین به‌طور معناداری تغییر نکرد (جدول شماره ۱). درصد تغییرات متغیرها به این شرح بود: BDNF (کشتی ۳۱/۷۶، بدنسازی ۲/۳۳)، آیریزین (کشتی ۰/۱۹-، بدنسازی ۱/۰۷-)، کاتپسین B (کشتی ۶/۲۳، بدنسازی ۲۲/۷۷) و دابلکورتین (کشتی ۲۷/۵۵، بدنسازی ۱۷/۶۷).

جدول ۱: غلظت‌های سرمی متغیرها (میانگین ± انحراف معیار)، نتایج آزمون t زوجی و تحلیل کوواریانس

متغیرها	پیش‌آزمون (کشتی)	پس‌آزمون (کشتی)	پیش‌آزمون (بدنسازی)	پس‌آزمون (بدنسازی)
BDNF (ng/ml)	۶/۰±۵۸/۶۷	۸/۰±۶۷/۶۰*	۶/۰±۸۸/۶۳	۷/۰±۰۴/۶۹*¥
Irisin (µg/ml)	۴۳۴/۲۹±۹۸/۶۸	۴۳۴/۳۳±۱۵/۴۱	۴۳۷/۳۰±۵۵/۷۳	۴۳۲/۳۲±۸۵/۴۳
Cathepsin B (ng/ml)	۴۹/۲±۸۹/۸۷	۵۳/۳±۰۰/۰۰*	۴۴/۴±۰۹/۳۶	۵۴/۳±۱۳/۷۱*¥
Doubecortin (pg/ml)	۱۲۶/۵±۱۹/۶۱	۱۶۰/۹±۹۶/۰۷*	۱۲۸/۳±۲۳/۵۷	۱۵۰/۹±۸۹/۲۰*¥

*آزمون t زوجی؛ اختلاف معنادار در سطح ۰/۰۱، ¥ تحلیل کوواریانس؛ اختلاف معنادار در سطح ۰/۰۰۱

بحث و بررسی

در مطالعه حاضر تأثیر دو ورزش متفاوت که دارای میزان متفاوت ابعاد تصمیم‌گیری و حرکتی هستند بر سطوح سرمی شاخص‌های کاتسپین B، آیریزین، DCX و BDNF در کشتی گیران زن حاضر در لیگ برتر ایران بررسی شد. نتایج نشان داد هر دو ورزش کشتی و بدنسازی سطوح سرمی BDNF، DCX و کاتپسین B را به‌طور معناداری افزایش دادند، اما میزان افزایش سطوح سرمی BDNF و DCX پس از ورزش کشتی بیشتر بود و سطح سرمی کاتپسین B پس از ورزش بدنسازی بیشتر افزایش یافت. همچنین، سطح سرمی آیریزین پس از هر دو نوع ورزش افزایشی نشان نداد.

استفاده از استراتژی‌های متفاوت ورزشی برای افزایش عملکرد شناختی در افراد سالم و دارای اختلالات ذهنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا ورزش استراتژی کم هزینه‌ای برای این هدف می‌باشد (۱۶). نشان داده شده که عملکرد شناختی خوب با اجرای بهتر فعالیت‌های روزمره، آموزشی و شغلی مرتبط است (۱۶). به‌هر حال، ورزش‌های زیادی وجود دارد که به دلیل تفاوت‌ها در ترشح برخی نشانگرهای زیستی (مانند: BDNF، IGF-1 و هوموسیستئین) در سیستم عصبی–شیمیایی و اثرات متفاوت بر بافت مغزی و الگوهای فعال‌سازی، اثرات ویژه‌ای بر اجرای عصبی–شناختی دارند (۷، ۱۷).

نتایج مطالعه ما نشان داد که علاوه بر کمیت ورزش (به‌طور مثال، شدت و مدت) و نوع ورزش (به‌طور مثال، هوازی، مقاومتی یا ترکیبی)، ماهیت ورزش (به‌طور مثال، ورزش با مهارت باز در برابر ورزش با مهارت بسته) نیز می‌تواند نشانگرهای زیستی مانند BDNF، DCX و کاتپسین B را در سیستم گردش خونی به‌طور متفاوتی تحت تأثیر قرار دهد که احتمالاً می‌تواند موجب بهبودهای عصبی–شناختی ناشی از ورزش شود. به‌عنوان مثال، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرین کشتی به‌عنوان یک ورزش با مهارت باز توانست سطوح سرمی BDNF و DCX را بیشتر افزایش دهد زیرا این دو عامل در بهبود فرایندهای شناختی ناشی از ورزش درگیر هستند (۱۰، ۱۸، ۱۹). در مقابل، تمرین بدنسازی به‌عنوان یک ورزش با مهارت بسته سطوح BDNF و DCX را به‌طور معنادار اما کمتر از تمرین کشتی افزایش داد و سطوح سرمی کاتپسین B چون در عضله بیان می‌شود (۳) بیشتر افزایش داد. زیرا در تمرین بدنسازی، عضلات اسکلتی فعالیت شدیدتر و متفاوتی دارند. در تأیید نتایج مطالعه حاضر هانگ و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که ۳۰ دقیقه تمرین بدمینتون (ورزش با مهارت باز) نسبت به ۳۰ دقیقه ورزش دویدن (ورزش با مهارت بسته) اثرات بیشتر و معنادارتری بر سطوح سرمی BDNF دارد (۱۰).

نشان داده شده است که همه اشکال مختلف ورزش جسمانی با بارهای فرایند اجرایی شناختی مختلف و مهارت‌های حرکتی–هماهنگی مختلف به‌طور زیادی با اجراهای عصبی–شناختی مرتبط هستند. به‌عنوان مثال، ورزش با مهارت باز نیازمند بارهای شناختی و اجرایی زیاد و مجموعه‌های مختلفی از مهارت‌های حرکتی–هماهنگی به‌منظور سازگاری با یک محیط غیر قابل پیش‌بینی/تغییرپذیر و حریفان مختلف است. اما ورزش با مهارت بسته عملکردهای شناختی دیگری را فعال می‌کند (۱۷). این تأثیرات متفاوت ورزش‌های با مهارت باز و بسته بر عملکرد مغزی و فرایندهای شناختی به‌نظر می‌رسد با تغییرات متفاوت سطوح سرمی برخی عوامل مانند کاتپسین B، BDNF و DCX مرتبط است.

از طرف دیگر، سطوح سرمی BDNF، DCX و کاتپسین B نسبت به سطح پایه پس از هر دو نوع ورزش با مهارت باز و مهارت بسته افزایش یافت که نشان می‌دهد یک جلسه ورزش قادر است غلظت‌های سرمی این

عوامل را افزایش دهد و احتمالاً اثرات متفاوتی بر عملکردهای شناختی، حافظه و یادگیری (در مطالعه حاضر بررسی نشده است) داشته باشد. این یافته‌ها موافق مطالعاتی است که نشان داد سطوح سرمی این عوامل در پاسخ به یک وهله ورزش افزایش می‌یابد (۱۰، ۱۸، ۱۹).

سلول‌های عضلانی در حال انقباض از طریق مایوکاین‌ها با بافت‌های دیگر ارتباط برقرار می‌کنند. اثرات مختلف مایوکاین‌ها در پاسخ به فعالیت‌های ورزشی و یا در هنگام سازگاری‌های تمرینی در مطالعات مختلف مشاهده شده است. پیشنهاد شده است ارتباط متقابل بین عضله اسکلتی با بافت‌های دیگر از جمله مغز، کبد، روده، پانکراس، بافت چربی، استخوان و ... از طریق این عوامل شکل می‌گیرد. بنابراین درگیر شدن عضلات اسکلتی از جنبه‌های مختلف عصبی–عضلانی، سوخت سازی، ایمنی‌شناسی و ... می‌تواند در تغییرات ایجاد شده در این شاخص‌ها در پاسخ به فعالیت‌های ورزشی مؤثر باشد (۳، ۲۰، ۲۱). هر چند در مورد مایوکاین‌های مختلف مطالعات متعددی انجام شده است، اما در مورد میزان تغییرات این شاخص‌ها بویژه مایوکاین‌های جدید مانند کاتپسین B به‌دنبال مدل‌های مختلف فعالیت‌های ورزشی، مطالعات محدودی وجود دارد. فعالیت ورزشی استقامتی باعث بالا رفتن سطوح پلاسمایی این شاخص شده و این افزایش با ارتقای عملکرد شناختی مرتبط بوده است و اثرگذاری این عامل بر عملکرد شناختی از طریق افزایش سطوح BDNF بوده است (۱۸، ۲۲). پیشنهاد شده که تمرینات داوطلبانه در مقایسه با تمرین اجباری در مدل موش، در افزایش این شاخص در عضله اسکلتی مؤثر بوده است (۱۸، ۲۳). به‌نظر می‌رسد مدل تمرینات ورزشی می‌تواند پاسخ این شاخص را تحت تأثیر قرار دهد و نتایج مطالعه حاضر نیز تأیید کننده این تأثیرپذیری بوده است. به‌نظر می‌رسد فشار سوخت و سازی ایجاد شده عامل مؤثری در افزایش این شاخص و اثرات احتمالی آن بوده است. بررسی پاسخ‌های سوخت و سازی متفاوت در فعالیت‌های ورزشی می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای بررسی تغییرات این مایوکاین و دیگر مایوکاین‌ها در مطالعات آینده باشد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطوح سرمی آیریزین پس از هر دو روش تمرینی افزایش نیافت. FNDC5 در عضله و مغز بیان می‌شود و شکل ترشحی آن آیریزین نامیده می‌شود (۷). آیریزین ممکن است اثرات فعالیت جسمانی بر بیان پروتئین BDNF در مغز را وساطت کند (۷)، اما اثرات ورزش بر افزایش سطوح سرمی آیریزین ضد و نقیض است. برخی پژوهشگران گزارش کرده‌اند که تمرین استقامتی و مقاومتی حاد و مزمن بیان FNDC5 یا غلظت‌های گردش خونی آیریزین در مردان سالم را افزایش نداده‌اند (۳). مطالعه دیگری نشان داد که یک وهله ورزش حاد اثری بر بیان FNDC5 عضله ندارد، در صورتی که ۲۰ روز تمرین اینتروال شدید بیان FNDC5 عضله را افزایش داده است (۲۴). واران و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که FNDC5 در نتیجه تمرین استقامتی در هایپوکمپ موش‌ها افزایش می‌یابد و افزایش بیان PGC-1α و FNDC5 بیان BDNF در مغز را تنظیم می‌کند (۷) بنابراین، به‌نظر می‌رسد یکی از متغیرهای تمرینی که بیان FNDC5 و در نتیجه آیریزین را افزایش می‌دهد، شدت تمرین می‌باشد. بعلاوه، در برخی مطالعات تمرین استقامتی موجب افزایش بیان FNDC5 و در نتیجه آیریزین شده است (۷). در مطالعه حاضر روش‌های تمرینی شباهتی با تمرین استقامتی مداوم نداشته‌اند که شاید یکی از دلایل عدم افزایش آیریزین باشد.

نتیجه‌گیری

از نتایج مطالعه حاضر ایجاد تفکیک در میزان بیان عوامل سرمی مؤثر در بهبود عملکردهای شناختی بین دو نوع ورزش متفاوت کشتی و بدنسازی بود. زیرا عوامل عضلانی (مثلاً کاتپسین B) پس از تمرین با وزنه بیشتر افزایش یافت و عوامل مغزی (عوامل سرمی که به‌طور عمده در مغز تولید می‌شوند (مثلاً BDNF و DCX)) پس از جلسه ورزش کشتی بیشتر افزایش یافت. بنابراین، به‌نظر می‌رسد انجام ورزش‌های دارای ابعاد حرکتی و تصمیم‌گیری متفاوت مانند ورزش‌های با مهارت باز و مهارت بسته به‌طور همزمان در خلال یک پروتکل تمرینی طولانی‌مدت برای بهبود حافظه، یادگیری و عملکرد مغزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

تشکر و قدردانی

این پژوهش مستخرج از دو پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی گرایش بالینی دانشگاه لرستان می‌باشد که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه لرستان انجام شد. همچنین، از کلیه آزمودنی‌ها که امکان انجام مطالعه را فراهم نمودند، سپاسگزاری می‌نماییم.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض در منافع از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

1. Mandolesi L, Polverino A, Montuori S, Foti F, Ferraioli G, Sorrentino P. Effects of physical exercise on cognitive functioning and wellbeing: biological and psychological benefits. Frontiers in psychology. 2018;9:509.
2. 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.
3. Pedersen BK. Physical activity and muscle–brain crosstalk. Nature Reviews Endocrinology. 2019;15(7):383.
4. Walsh JJ, Tschakovsky ME. Exercise and circulating BDNF: mechanisms of release and implications for the design of exercise interventions. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2018;43(11):1095-104.
5. Di Liegro CM, Schiera G, Proia P, Di Liegro I. Physical Activity and Brain Health. Genes. 2019;10(9):720.
6. Pinho RA, Aguiar AS, Radák Z. Effects of Resistance Exercise on Cerebral Redox Regulation and Cognition: An Interplay Between Muscle and Brain. Antioxidants. 2019;8(11):529.
7. 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.
8. Schmidt RA, Wrisberg CA. Motor learning and performance: A situation-based learning approach. Human kinetics; 2008.
9. Gu Q, Zou L, Loprinzi PD, Quan M, Huang T. Effects of open versus closed skill exercise on cognitive function: A systematic review. Frontiers in psychology. 2019;10:1707.
10. Hung CL, Tseng JW, Chao HH, Hung TM, Wang HS. Effect of acute exercise mode on serum brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and task switching performance. Journal of clinical medicine. 2018;7(10):301.
11. Rozanska O, Uruska A, Zozulinska-Ziolkiewicz D. Brain-Derived Neurotrophic Factor and Diabetes. International journal of molecular sciences. 2020;21(3):841.
12. Liu PZ, Nusslock R. Exercise-mediated neurogenesis in the hippocampus via BDNF. Frontiers in neuroscience. 2018;12:52.
13. Nilsson J, Ekblom Ö, Ekblom M, Lebedev A, Tarassova O, Moberg M, et al. Acute increases in brain-derived neurotrophic factor in plasma following physical exercise relates to subsequent learning in older adults. Scientific reports. 2020;10(1):1-5.
14. Dhaliwal J, Xi Y, Bruel-Jungerman E, Germain J, Francis F, Lagace DC. Doublecortin (DCX) is not essential for survival and differentiation of newborn neurons in the adult mouse dentate gyrus. Frontiers in neuroscience. 2016;9:494.
15. Barnes JN, Corkery AT. Exercise improves vascular function, but does this translate to the brain?. Brain Plasticity. 2018;4(1):65-79.
16. Wang CH. The cognitive gains of exercise. Nature Human Behaviour. 2020:1-2.
17. Tsai CL, Pan CY, Chen FC, Tseng YT. Open-and closed-skill exercise interventions produce different neurocognitive effects on executive functions in the elderly: a 6-month randomized, controlled trial. Frontiers in Aging Neuroscience. 2017;9:294.

18. 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.
19. Darvishi M, Valipour Dehnou V, Eslami R. Effects of aerobic exercise in manipulated environment on serum levels of BDNF, Irisin and Cathepsin B in healthy active men. yafte. 2020;22(2):100-110. [Persian].
20. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. Nature Reviews Endocrinology. 2012;8(8):457-65.
21. Benatti FB, Pedersen BK. Exercise as an anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases—myokine regulation. Nature reviews rheumatology. 2015;11(2):86-97.
22. 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):1-1.
23. Pena GS, Paez HG, Johnson TK, Halle JL, Carzoli JP, Visavadiya NP, et al. Hippocampal growth factor and myokine cathepsin B expression following aerobic and resistance training in 3xTg-AD mice. International Journal of Chronic Diseases. 2020;2020.
24. Eaton M, Granata C, Barry J, Safdar A, Bishop D, Little JP. Impact of a single bout of high-intensity interval exercise and short-term interval training on interleukin-6, FNDC5, and METRNL mRNA expression in human skeletal muscle. Journal of sport and health science. 2018;7(2):191-6.

Effects of open and closed-skill exercises on serum levels of Cathepsin B, Irisin, BDNF and Doublecortin in female wrestlers

Samira Azhideh[1], Vahid Valipour Dehnou[1*], Sara Hasanzadeh Sartiuki[1], Mahdieh Molanouri Shamsi[2], Daniel Gahreman[3].

1 Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature and Human Sciences, Lorestan University, Khoramabad, Iran
2 Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
3 College of Health and Human Sciences, Charles Darwin University, Darwin, Australia

[*]**Corresponding author**: valipour.v@lu.ac.ir

Abstract

Background and Purpose: Open and closed-skill exercises have different effects on cognition and memory in humans. The purpose of the present study was to investigate the effect of a resistance training session and a wrestling training session on serum levels of Cathepsin B, Irisin, BDNF and Doublecortin in female wrestlers.

Methodology: In this quasi-experimental study, 11 female wrestlers (age: 21.18±2.89 years, weight: 62.18±8.41 kg, height: 167.00±3.97 cm) voluntarily participated. The wrestling training and resistance training sessions each lasted for 1 hour. There was a week between two training sessions. Blood samples were taken 5 min before and after both exercise sessions. ELISA kits were used to measure serum levels of Cathepsin B, Irisin, BDNF and Doublecortin. Data were analyzed using paired samples t-test and ANCOVA and level of significant was set at $p<0.05$.

Results: The results showed that serum concentrations of BDNF, DCX and Cathepsin B increased significantly after both training sessions ($p<0.05$). Also, the results of covariance test showed that serum levels of BDNF and DCX after wrestling training session increased significantly more than resistance training session ($p<0.05$) and serum Cathepsin B level significantly increased after resistance training session more than the wrestling training session ($p<0.05$). Also, after both training sessions, serum levels of Irisin did not change significantly.

Conclusion: It seems that open and closed-skill exercises have different effects on serum levels of factors related to cognitive function, learning and memory. Therefore, it is recommended to use open-skill exercise along with resistance training to improve these functions.

Key words: Myokine, Neurotrophin, Resistance Training, Wrestling