دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی و درمانی بوشهر

مقاله پژوهشی

تأثیر ورزش مقاومتی حاد با شدت بالا به همراه محدودیت جریان خون بر سطح لاکتات خون و عملکرد اجرایی

doi 10.61186/ismj.27.5.327

خلیل پورخلیلی [۱]، مهسان اسکندری [۲]، امیرحسین عندلیب [۲]، زهرا اکبری [*۱]

[۱] گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران
[۲] کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

چکیده

زمینه: اعمال محدودیت در جریان خون همراه با ورزش جهت تقویت اثرات ورزش در بهبود کارکردهای شناختی از جمله عملکرد اجرایی مورد توجه می‌باشد. از طرفی لاکتات به‌عنوان یک واسطه متابولیکی حاصل از ورزش بر عملکرد سیستم عصبی تأثیرگذار است. هدف از این پژوهش، بررسی اثر ورزش مقاومتی حاد همراه با محدودیت در جریان خون بر تغییرات لاکتات خون و عملکرد اجرایی مغز می‌باشد.

مواد و روش‌ها: ۱۴ مرد جوان و سالم ۱۸ الی ۳۰ سال در این مطالعه شرکت کردند. هر یک از افراد به فاصله زمانی حداقل ۷۲ ساعت چهار بار در آزمایشگاه حاضر شده، و به‌طور تصادفی در شرایط کنترل، کنترل همراه با محدودیت جریان خون، ورزش و ورزش همراه با محدودیت جریان خون قرار گرفتند. ضربان قلب، فشار شریانی و لاکتات خون قبل و بعد از مداخله اندازه‌گیری گردید. از آزمون استروپ جهت ارزیابی عملکرد اجرایی استفاده شد.

یافته‌ها: آنالیز داده‌ها نشان داد لاکتات به‌عنوان شاخصی از متابولیسم بی‌هوازی، به دنبال ورزش و با محدودیت جریان خون افزایش معنی‌داری پیدا کرد. اما تغییرات زمان پاسخ‌دهی به محرک‌ها در آزمون استروپ بدنبال ورزش و ورزش همراه با محدودیت جریان خون معنی‌دار نبود. اعمال محدودیت جریان خون به‌تنهایی در گروه کنترل نیز تأثیر معنی‌داری بر نتایج آزمون استروپ نداشت.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد ورزش مقاومتی حاد همراه با محدودیت و بدون محدودیت در جریان خون علی‌رغم تغییر در میزان لاکتات خون قادر به ایجاد تغییرات قابل ملاحظه‌ای در عملکرد اجرایی بلافاصله پس از ورزش نیست.

پیام کلیدی: محدودیت جریان خون به تنهایی دقت و سرعت عمل عملکرد اجرایی را بهبود می‌بخشد، اما ترکیب آن با ورزش مقاومتی با وجود افزایش لاکتات خون، سبب کاهش عملکرد اجرایی می‌گردد.

واژگان کلیدی:
ورزش مقاومتی
محدودیت در جریان خون
لاکتات
عملکرد اجرایی

***نویسنده مسئول:**
زهرا اکبری
dr.zaakbari@gmail.com

کد اخلاق:
IR.BPUMS.REC.۱۴۰۰.۱۳۹

دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۲
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۳۰

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/ismj.27.5.327]

Original Article

The Effect of High Intensity Acute Resistance Exercise with Blood Flow Restriction on Blood lactate and Executive Function

10.61186/ismj.27.5.327

Khalil Pourkhalili [1], Mahsan Eskandari [2], Amir Hossein Andalib [2], Zahra Akbari [1*],

[1] Department of Physiology, School of Medicine, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran.

[2] Student Research Committee, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran.

Abstract

Background: Blood flow restriction (BFR) combined with exercise has gained attention for enhancing the effects of exercise on cognitive function, particularly executive performance. Additionally, lactate, as a metabolic byproduct of exercise, affects the function of the nervous system. The aim of the present study is to examine the effect of acute resistance exercise combined with blood flow restriction on blood lactate changes and executive brain function.

Materials and Methods: Fourteen healthy young men aged 18-30 years participated in this study. Each participant attended the laboratory on four separate sessions, with at least 72-hour intervals and randomly assigned to one of the following conditions: control, control with BFR, exercise, and exercise with BFR. Heart rate, arterial blood pressure, and blood lactate levels were measured before and after the interventions. The Stroop test was used to evaluate executive function.

Results: Data analysis revealed that lactate, a marker of anaerobic metabolism, significantly increased after exercise and blood flow restriction. However, there were no significant changes in response time to stimuli on the Stroop test after exercise or exercise with BFR. Applying BFR alone in the control group had no significant effect on the Stroop test results.

Conclusion: The results show that even though blood lactate levels change, acute resistance exercise, with and without blood flow restriction, is unable to produce significant changes in executive function after exercise.

Keywords:
Resistance Exercise
Blood Flow Restriction
Lactate
Executive function

***Corresponding author:**
Zahra Akbari
dr.zaakbari@gmail.com

Ethical code
IR.BPUMS.REC.1400.139

Received: 2024/12/02
Accepted: 2025/04/19

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/ismj.27.5.327]

مقدمه

انجام فعالیت‌های ورزشی یکی از روش‌های شناخته‌شده برای بهبود عملکرد سیستم‌های مختلف به‌ویژه سیستم عصبی می‌باشد. یافته‌های پژوهشی بر روی مدل‌های حیوانی و همچنین مطالعات انسانی نشان می‌دهند که ورزش بواسطه تغییرات تطابقی در ساختار مغز، بهبود عملکردهای شناختی را به دنبال دارد. این تغییرات از طریق تأثیر بر پلاستیسیته سیناپسی، آنژیوژنز و نوروژنز کاهش توانایی‌های شناختی و شروع بیماری‌های نورودژنراتیو را به تأخیر انداخته و یا از بروز آن‌ها جلوگیری می‌کنند (۱ و ۲). این نتایج عمدتاً حاصل تحقیقاتی است که به تأثیر ورزش‌های هوازی و طولانی مدت بر عملکرد سیستم عصبی پرداخته‌اند. با این حال مطالعات نشان داده‌اند که ورزش مقاومتی بواسطه افزایش سطح هوشیاری، بهبود جریان خون مغز، افزایش تولید نوروتروفین‌های مختلف مانند IGF و BDNF و افزایش ناقل‌هایی همچون نوراپی نفرین و یا سروتونین می‌توانند عملکردهای شناختی را بهبود بخشند (۳ و ۴). تأثیر تمرینات مقاومتی بر عملکردهای شناختی نه‌تنها در بلندمدت، بلکه در کوتاه‌مدت نیز قابل مشاهده و در برخی موارد با اثرات ورزش‌های هوازی قابل مقایسه می‌باشد (۵). در عین حال پژوهشگران بر این نکته تأکید دارند که میزان بهبود در عملکردهای شناختی تحت تأثیر شدت و طول مدت ورزش قرار می‌گیرد (۶ و ۷). یکی از چالش‌های موجود در انجام تمرینات مقاومتی این است که انجام اینگونه ورزش‌های مقاومتی به‌ویژه در شدت‌های بالا و یا مدت طولانی نسبت به ورزش‌های هوازی دشوارتر بوده و در سالمندان و نیز طیف وسیعی از افراد به دلیل محدودیت‌های ناشی از بیماری عملاً امکان‌پذیر نمی‌باشد. از این رو توجه پژوهشگران معطوف بر توسعه روش‌هایی است که بتوانند تأثیرگذاری تمرینات مقاومتی را افزایش داده و به این ترتیب امکان بهره‌گیری از فواید ورزش در افراد با شرایط مختلف را فراهم کنند. یکی از این راهکارها، اعمال محدودیت در جریان خون (Blood Flow Restriction, BFR) به‌طور همزمان با انجام تمرینات ورزشی می‌باشد (۸). تأثیر مثبت این نوع از ورزش بر عملکرد عضلات و سیستم قلبی- عروقی بخوبی نشان داده شده و آن را مرتبط با استرس متابولیک ایجاد شده و افزایش تولید و تجمع متابولیت‌هایی مانند اسید لاکتیک دانسته‌اند (۹).

در عین حال مکانیسم‌های دخیل در تأثیر این نوع از ورزش بر کارکردهای سیستم عصبی به روشنی مشخص نبوده و همچنان مورد توجه پژوهشگران می‌باشد. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که که تجمع لاکتات در حین ورزش بیان فاکتور رشد اندوتلیال عروقی (VEGF) را در مغز افزایش داده و به این ترتیب بر تقویت سیناپس‌ها و نوروژنز که به نوعی در عملکردهای شناختی دخیل هستند تأثیرگذار است (۱۰ و ۱۱). لذا فرض بر این می‌باشد که افزایش تولید لاکتات و همچنین دیگر فاکتورهای القاء شده بواسطه هیپوکسی در شرایط ورزش همراه با محدودیت جریان خون، بتواند کارکرد سیستم عصبی را به میزان بیشتری در مقایسه با شرایط ورزش به‌تنهایی تحت تأثیر قرار دهد (۸ و ۱۲).

مطالعات قبلی تأثیر تمرینات مقاومتی حاد بر کارکردهای شناختی را مورد بررسی قرار داده‌اند اما در اغلب این موارد معمولاً گروه بزرگی از عضلات بدن و یا چند اندام به‌طور همزمان درگیر در فعالیت ورزشی بوده‌اند (۱۳ و ۱۴). از این رو تعیین حداقل فعالیت ورزشی محدود اندامی که بتواند بر کارکردهای شناختی مؤثر باشد می‌تواند بسیار با اهمیت باشد. با توجه به جستجوی انجام شده در پایگاه‌های اطلاعاتی، تعداد مطالعاتی که به بررسی تأثیر ورزش حاد محدود به یک اندام و همراه با محدودیت جریان خون بر عملکردهای شناختی پرداخته‌اند، ناچیز می‌باشد (۱۵ و ۱۶). از این رو هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر یک جلسه ورزش مقاومتی حاد اندامی با شدت بالا همراه با اعمال محدودیت جریان خون بر سطح لاکتات خون و عملکرد اجرایی مردان جوان سالم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری و شرایط ورود

این مطالعه بر روی ۱۴ مرد سالم و در محدوده سنی ۱۸ الی ۳۰ سال و به صورت یک سو کور (عدم اطلاع آزمودنی از نتیجه آزمایش) انجام شد. تمامی افراد شرکت‌کننده در این پژوهش پیش از شروع آزمایشات، فرم رضایت‌نامه کتبی برای شرکت در این تحقیق را تکمیل

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/ismj.27.5.327]

کردند. معیار ورود به مطالعه عدم سابقه بیماری‌های عصبی، قلبی- عروقی، ریوی، مشکلات ارتوپدی و عدم اختلالات بینایی به‌ویژه کوررنگی بود. همچنین کلیه شرکت‌کنندگان ۲۴ ساعت پیش از آغاز آزمون از مصرف هرگونه ترکیبات حاوی کافئین منع و حداقل ۷۲ ساعت پیش از ورود به آزمایشگاه، هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشتند. در جلسه مقدماتی اندازه‌گیری قد، وزن، فشارخون سیستولی و دیاستولی، ضربان قلب، قندخون (جهت اطمینان از ناشتا بودن) و سطح اکسیژن خون شرکت‌کنندگان انجام شد و به‌عنوان مقادیر پایه جهت همسان‌سازی برای هر آزمودنی ثبت شد. تمامی مراحل آزمایشات و جمع‌آوری داده‌ها در فاصله زمانی بین ساعت ۹ الی ۱۱ صبح انجام شد. تمامی اصول اخلاقی مربوطه نیز بر اساس منشور اخلاق دانشگاه علوم پزشکی بوشهر رعایت شد (کد اخلاق: ۱۳۹۹. IR.BPUMS.REC).

تعیین یک تکرار بیشینه و روش انجام ورزش مقاومتی

به‌منظور آشنایی با نحوه اجرای ورزش مقاومتی (Resistance exercise) و همچنین تعیین وزنه مورد نیاز برای یک تکرار بیشینه (One-Repetition Maximum, 1RM) همه شرکت‌کنندگان در یک جلسه مقدماتی در آزمایشگاه حضور و تحت بررسی قرار گرفتند. به‌منظور محاسبه مقدار یک تکرار بیشینه (1RM) شرکت‌کنندگان وزنه‌ای را بر اساس برآورد اولیه توان فیزیکی خود انتخاب و حرکت ورزشی مربوطه (دمبل یک‌طرفه بازو) را آغاز نمودند و تا زمانی که قادر به ادامه حرکت بودند، آن را انجام دادند. سپس با استفاده از فرمول استاندارد زیر مقدار یک تکرار بیشینه محاسبه گردید (۱۷):

$$\text{یک تکرار بیشینه} = \frac{\text{وزنه جا به جا شده بر حسب کیلوگرم}}{1.0278 - (0.0278 \times \text{تعداد تکرار تا خستگی})}$$

روش اعمال محدودیت در جریان خون بازو

برای ایجاد محدودیت در جریان خون (BFR) از یک کاف بازویی اندازه‌گیری فشار استفاده گردید. برای این منظور، کاف بر روی ناحیه پروگزیمال بازوی انتخاب شده برای انجام ورزش مقاومتی بسته و فعالیت ورزشی شروع می‌شد (۱۸). میزان فشار کاف در زمان اعمال محدودیت در جریان خون بازو معادل شصت درصد فشار سیستولیک هر فرد بود.

گروه‌های آزمایشی

تمامی شرکت‌کنندگان در پژوهش با فاصله زمانی ۷۲ ساعت چهار بار در آزمایشگاه حضور یافتند و در هر نوبت به‌طور تصادفی در یکی از شرایط کنترل، کنترل همراه با محدودیت جریان خون، ورزش و ورزش همراه با محدودیت جریان خون مورد ارزیابی قرار گرفتند.

در شرایط کنترل افراد شرکت‌کننده برای مدتی، که معادل مدت زمان انجام پروتکل ورزشی در گروه ورزش بود، بر روی صندلی نشسته و فقط ویدیوی مربوط به حرکات ورزشی را تماشا می‌کردند. در شرایط کنترل همراه با محدودیت جریان خون، یک کاف فشار بر روی ناحیه پروگزیمال بازوی معادل بسته شده و فشاری به اندازه شصت درصد فشار سیستولی هر فرد بر روی بازو اعمال شد. مدت زمان اعمال فشار برابر با مدت زمان تمرین ورزشی در گروه‌های ورزش در نظر گرفته شد. در شرایط ورزش، افراد شرکت‌کننده پس از ۵ الی ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۲ الی ۳ دقیقه استراحت نموده و سپس فعالیت ورزشی مقاومتی را که به‌صورت دمبل یک‌طرفه بازو در حالت نشسته و شامل ۶ ست ۱۰ تکراری با شدت بالا (۷۰ درصد یک تکرار بیشینه) بود را انجام دادند. میانگین مدت زمان انجام تمرین ورزشی ۱۵ الی ۲۰ دقیقه بود (۱۷). در گروه ورزش همراه با محدودیت جریان خون، کلیه شرایط همانند گروه ورزش بود؛ به‌علاوه همزمان با تمرین ورزشی مقاومتی جریان خون بازوی درگیر نیز مانند شرایط کنترل با محدودیت مواجه گردید.

روش انجام آزمون شناختی استروپ

جهت ارزیابی عملکرد شناختی از آزمون رایانه‌ای استروپ استفاده شد. آزمون استروپ جهت ارزیابی توجه اختصاصی و انعطاف‌پذیری شناختی در سال ۱۹۳۵ توسط ریدلی استروپ ابداع شد (۱۹). در حال حاضر انواع کارتی و رایانه‌ای این آزمون وجود دارد؛ در این پژوهش از نوع رایانه‌ای و نسخه فارسی شده آن، که از مؤسسه تحقیقات علوم رفتاری- شناختی سینا تهیه گردید، استفاده شد. به‌طور خلاصه در این آزمون مجموعه ۹۶ کلمه رنگی

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/ismj.27.5.327]

همخوان (Congruent) و ناهمخوان (Incongruent) به‌صورت تصادفی و متوالی نشان داده می‌شود. منظور از کلمات همخوان، یکسان بودن رنگ کلمه با معنای کلمه است؛ مثلاً کلمه سبز که با رنگ سبز نشان داده می‌شود و منظور از کلمات ناهمخوان، متفاوت بودن رنگ کلمه با معنای کلمه است؛ مثلاً کلمه سبز که با رنگ قرمز، آبی یا زرد نشان داده می‌شود. تکلیف آزمودنی این است که صرف نظر از معنای کلمات، تنها رنگ ظاهری آن را با فشار دادن کلید همرنگ بر روی صفحه کلید مشخص کند. زمان نمایش هر محرک (کلمه) بر روی صفحه نمایشگر ۲ ثانیه و فاصله نمایش بین محرک‌ها از هم ۸۰۰ هزارم ثانیه می‌باشد. محققان بر این باورند که تکلیف رنگ ـ کلمه، انعطاف‌پذیری ذهنی و بازداری پاسخ را به‌عنوان دو شاخص مهم عملکرد اجرایی اندازه‌گیری می‌کند. در این آزمون زمان واکنش و تعداد پاسخ‌های صحیح و خطا محاسبه می‌شود. به‌علاوه نمره زمان تداخل (Interference Time Score) شاخص مهمی جهت ارزیابی سرعت عمل است که در نرم‌افزار استروپ محاسبه می‌گردد. زمان تداخل شامل تفاضل میانگین مدت زمان پاسخ به محرک‌های همخوان از میانگین مدت زمان پاسخ به محرک‌های ناهمخوان می‌باشد. زمان پاسخ به محرک‌های همخوان، اغلب کوتاه‌تر از زمان پاسخ به محرک‌های ناهمخوان بوده و لذا حاصل این تفاضل اغلب عددی مثبت می‌باشد. به این ترتیب هرچقدر زمان تداخل عددی کوچک‌تر باشد، به این معناست که شرکت‌کننده سرعت عمل بیشتری در پاسخ به محرک‌های ناهمخوان نسبت به محرک‌های همخوان داشته است. پژوهش‌های انجام شده پیرامون آزمون استروپ نشانگر پایایی و روایی مناسب آن در سنجش بازداری در بزرگسالان و کودکان است. اعتبار این آزمون از طریق بازآزمایی در دامنه‌ای از ۰/۸۰ تا ۰/۹۱ گزارش شده است (۲۰). به منظور آشنایی با نحوه اجرای آزمون، برای تمامی شرکت‌کنندگان آزمون استروپ در جلسه مقدماتی اجرا شد. در روز اجرای تمرینات ورزشی، قبل از شروع فعالیت ورزشی، پیش آزمون (Pre-test) و بعد از اتمام تمرینات ورزشی پس آزمون استروپ (Post-test) در محیطی آرام به‌عمل آمد. در شرایط کنترل نیز همانند شرایط ورزش پیش‌آزمون و پس‌آزمون استروپ اجرا شد.

روش اندازه‌گیری لاکتات خون

جهت اندازه‌گیری سطح لاکتات خون از دستگاه سنجش لاکتات مدل "لاکتات اسکات" (Lactate Scout, Germany) استفاده شد. برای انجام کار، با استفاده از لنست یکبار مصرف یک قطره خون از انگشت دست افراد تهیه و پس از قرارگیری بر روی نوارهای مخصوص، میزان لاکتات خون بر حسب میلی‌مول در لیتر توسط دستگاه نمایش داده می‌شد.

تجزیه و تحلیل آماری

پس از جمع‌آوری داده‌های خام، از آمار توصیفی برای توصیف داده‌ها (میانگین و انحراف معیار) و از آزمون مقایسه زوج و همچنین تحلیل واریانس دو طرفه (۴ شرایط و ۲ زمان) جهت بررسی تأثیر شرایط آزمایشی بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده و عملکرد شناختی استفاده شد. جهت مقایسه گروه‌ها از آزمون تعقیبی بانفرونی (Bonferroni Post Hoc Test) استفاده گردید. مقدار P کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد. در تحلیل‌ها مقادیر ηp^2 به‌عنوان شاخص اندازه اثر محاسبه و گزارش شده است. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۰ صورت گرفت.

یافته‌ها

تغییرات شاخص‌های قلبی- عروقی و لاکتات

مقادیر مربوط به میانگین و انحراف معیار ضربان قلب، فشارخون و میزان لاکتات خون در دو زمان قبل و بعد از مداخله در چهار شرایط مختلف آزمایشی در جدول ۱ خلاصه شده است. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود، در شرایط کنترل، اعمال محدودیت در جریان خون نتوانست تغییر معناداری در ضربان قلب ایجاد نماید (η^2=۰/۰۱۸، P=۰/۶۳۲، F(۱، ۱۳) =۰/۲۴۰).

تغییرات ضربان قلب در شرایط ورزش و ورزش همراه با محدودیت در جریان خون نیز بین قبل و بعد از مداخله از نظر آماری معنی‌داری نبود (η^2=۰/۲۴، P=۰/۰۶، F(۱، ۱۳)=۱۱۲/۴)، (جدول ۱).

اندازه‌گیری فشار متوسط شریانی قبل و بعد از مداخله نشان داد در شرایط کنترل فشارخون شریانی تحت تأثیر محدودیت جریان خون قرار نگرفت (η^2=۰/۰۲۱، P=۰/۶۰۵، F(۱، ۱۳)=۰/۲۸۱). همچنین مقایسه فشار متوسط شریانی قبل و بعد از مداخله نشان داد که در

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/ismj.27.5.327]

شرایط ورزش اثر زمان معنی‌دار بوده اما اندازه اثر کم می‌باشد (η^2=۰/۳۳۴، P<۰/۰۵، F(۱، ۱۳)=۶/۵۲۳). اما تأثیر شرایط (η^2=۰/۰۹۲، P=۰/۲۷۳، F(۱، ۱۳)=۱/۳۱۱) و اثر تعاملی زمان و شرایط معنادار نبود (η^2=۰/۰۰۱، P=۰/۹۱۴، F(۱، ۱۳)=۰/۱۲۵)، (جدول ۱).

اندازه‌گیری لاکتات نشان می‌دهد که اعمال محدودیت در جریان خون بر میزان لاکتات خون در شرایط کنترل بی‌تأثیر بود (P=۰/۱۷۸). سطح لاکتات خونی در دو گروه ورزش و ورزش همراه با محدودیت جریان خون در مقایسه با مقادیر قبل از مداخله به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (η^2=۰/۸۱۲، P<۰/۰۰۱، F(۱، ۱۳)=۵۵/۹۲). همچنین اعمال محدودیت جریان خون باعث افزایش بیشتری در لاکتات خون بعد از ورزش شد، اما این اختلاف از نظر آماری در مقایسه با آنچه در گروه ورزش به‌تنهایی دیده شد، معنی‌دار نبود (η^2=۰/۱۲۵، P=۰/۱۹۶، F(۱، ۱۳)=۱/۸۶۲)، (جدول ۱).

جدول ۱. مقادیر شاخص‌های قلبی- عروقی و لاکتات قبل و بعد از مداخله در شرایط مختلف آزمایشی

		بدون BFR		همراه با BFR		مقدار P		
		قبل	بعد	قبل	بعد	شرایط	زمان	تداخل
شرایط کنترل	ضربان قلب (ضربان/ دقیقه)	۷۹/۲۱ ± ۱۴/۸۵	۸۲/۵۷ ± ۱۰/۱۶	۸۲ ± ۱۱/۶۵	۸۴/۲۱ ± ۱۱/۲۶	۰/۶۳۲	۰/۱۵۶	۰/۷۶۹
	فشار متوسط شریانی (میلی‌متر جیوه)	۸۴/۲۱ ± ۷/۰۹	۸۲/۹۷ ± ۶/۳۴	۸۷/۶۴ ± ۶/۵۲	۸۵/۱۶ ± ۷/۷۲.	۰/۶۰۵	۰/۰۵۷	۰/۶۴۲
	لاکتات خون (میلی‌مول/ لیتر)	-	-	۱/۵۲ ± ۰/۴۹	۱/۴۲ ± ۰/۵۴	-	۰/۱۷۸	-
شرایط ورزش	ضربان قلب (ضربان/ دقیقه)	۸۲/۰۷ ± ۱۳/۲۹	۸۹/۷۱ ± ۱۵/۸	۸۱/۵۷ ± ۹/۳	۸۴/۰۷ ± ۱۵/۹۸	۰/۱۰۴	۰/۰۶۴	۰/۲۴۸
	فشار متوسط شریانی (میلی‌متر/ جیوه)	۸۹/۲۶ ± ۸/۶۵	۹۲/۳۸± ۱۰/۳۵*	۸۶/۳ ± ۳/۷۵	۸۹/۱۶ ± ۶/۱۲	/۲۷۳ ۰	۰/۰۲۴	۰/۹۱۴
	لاکتات خون (میلی‌مول/ لیتر)	۱/۹۹ ± ۱/۴۴	۳/۴۶ ± ۲/۱*	۲/۳۹ ± ۱/۹	۵/۰۷ ± ۲/۸۲*	۰/۱۹۶	۰/۰۰۱	۰/۱۶۲

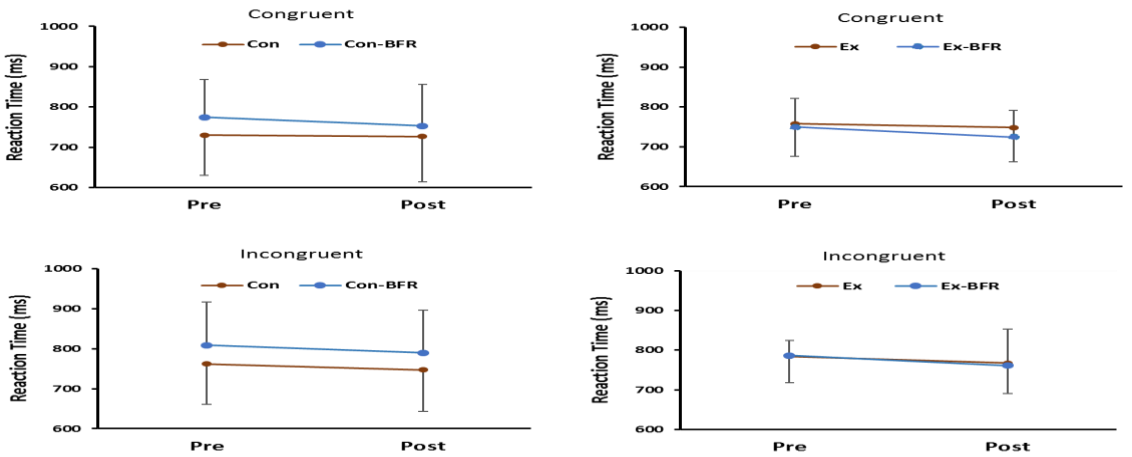
میانگین و انحراف معیار شاخص‌های قلبی- عروقی و لاکتات به تفکیک شرایط آزمایشی و زمان اندازه‌گیری در دو حالت با محدودیت و بدون اعمال محدودیت در جریان خون (Blood flow restriction, BFR). مقدار P اثر اصلی شرایط، زمان و اثر تعاملی زمان و شرایط بر هر یک از شاخص‌ها را نشان می‌دهد. * نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح P کمتر از ۰/۰۵ در مقایسه با قبل از مداخله می‌باشد.

تغییرات شاخص‌های آزمون استروپ

نتایج مربوط به شاخص سرعت عمل در آزمون استروپ نشان داد که اعمال محدودیت جریان خون در گروه کنترل موجب تغییر معنی‌داری در زمان پاسخ‌دهی به محرک‌های همخوان و محرک‌های ناهمخوان نشد. در گروه ورزش میانگین زمان پاسخ‌دهی به محرک همخوان بعد از اجرای تمرین ورزشی نسبت به قبل از تمرین اگر چه کاهش داشت، اما این تغییر معنی‌دار نبود. اعمال محدودیت جریان خون در شرایط ورزش نیز تغییر معناداری در زمان پاسخ‌دهی به محرک‌های همخوان ایجاد نکرد. همچنین تغییرات زمان پاسخ‌دهی به محرک‌های ناهمخوان نیز در گروه‌های ورزش و ورزش همراه با محدودیت جریان خون نیز معنی‌دار نبود. به عبارت دیگر اثر اصلی زمان (η^2=۰/۲۳۵، P=۰/۰۶۷، F(۱، ۱۳)=۳/۹۹۱)، شرایط (η^2=۰/۰۳۷، P=۰/۶۸۰، F(۱، ۱۳)=۱/۶۰۶) و تعامل بین این دو (η^2=۰/۰۳۹، P=۰/۶۳۳، F(۳، ۳۹)=۰/۵۳۳) بر زمان پاسخ‌دهی به محرک‌های همخوان در هیچ یک از شرایط آزمایشی از نظر آماری معنی‌دار نشد. به‌طور مشابهی در رابطه با زمان پاسخ‌دهی به محرک‌های ناهمخوان نیز اثر اصلی زمان (η^2=۰/۲۱۶، P=۰/۰۸۱، F(۱، ۱۳)=۳/۵۷۷)، شرایط (η^2=۰/۰۵۶، P=۰/۵۱۹، F(۱، ۱۳)=۱/۷۶۸) و تعامل بین این دو (η^2=۰/۰۰۵، P=۰/۹۷۵، F(۳، ۳۹)=۰/۰۷۱)، در هیچ یک از شرایط آزمایشی از نظر آماری معنی‌دار نبود (نمودار ۱).

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-22]

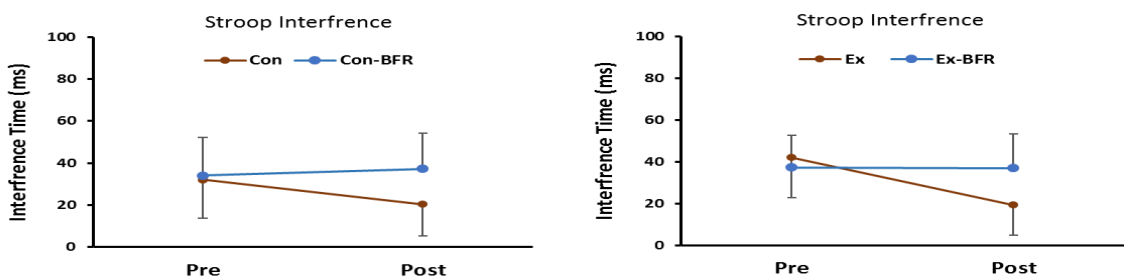
[DOI: 10.61186/ismj.27.5.327]



نمودار ۱. شاخص‌های عملکرد اجرایی در آزمون استروپ. تغییرات زمان پاسخ‌دهی به محرک‌های همخوان (Congruent) و ناهمخوان (Incongruent) در شرایط آزمایشی کنترل (Con)، کنترل به همراه محدودیت در جریان خون (Con-BFR)، ورزش (Ex) و ورزش به همراه محدودیت در جریان خون (Ex-BFR) در قبل (Pre) و بعد از مداخله (Post) نشان داده شده است. مقادیر به‌صورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشند.

Fig 1. Executive function indices in the Stroop test. Changes in reaction time to congruent and incongruent stimuli in experimental conditions of control (Con), control with blood flow restriction (Con-BFR), exercise (Ex), and exercise with blood flow restriction (Ex-BFR) before (Pre) and after (Post) the intervention. Values are expressed as mean ± standard deviation.

بررسی نمرات تداخل محاسبه شده در نرم‌افزار استروپ نشان داد که، ورزش موجب کاهش نسبی زمان تداخل یا به‌عبارتی افزایش سرعت عمل شده است اما اعمال محدودیت در جریان خون موجب کاهش سرعت عمل در شرایط ورزش و همچنین در شرایط کنترل شده است. با این حال اثر زمان ($F(۱، ۱۳)=۳/۰۱۸$، $P=۰/۱۰۶$، $\eta^2=۰/۱۸۸$)، اثر شرایط ($F(۳، ۳۹)=۰/۸۵۰$، $P=۰/۴۷۵$، $\eta^2=۰/۰۶۱$) و اثر تعاملی زمان و شرایط ($F(۳، ۳۹)=۰/۸۸۰$، $P=۰/۴۶۰$، $\eta^2=۰/۰۶۳۵$) از نظر آماری معنادار نشد (نمودار ۲).



نمودار ۲. تغییرات شاخص عملکرد اجرایی در آزمون استروپ. تغییرات شاخص عملکرد اجرایی در شرایط آزمایشی کنترل (Con)، کنترل به همراه محدودیت در جریان خون (Con-BFR)، ورزش (Ex) و ورزش به همراه محدودیت در جریان خون (Ex-BFR) در قبل (Pre) و بعد از مداخله (Post). مقادیر بصورت میانگین ± انحراف معیار می‌باشند.

Fig 2. Changes of executive function index in the Stroop test. Changes of executive function index in experimental conditions of control (Con), control with blood flow restriction (Con-BFR), exercise (Ex), and exercise with blood flow restriction (Ex-BFR), before (Pre) and after (Post) the intervention. Values are expressed as mean ± standard deviation.

بحث

در این مطالعه تأثیر یک جلسه ورزش مقاومتی با شدت بالا و محدود به یک اندام همراه با اعمال محدودیت در جریان خون بر عملکرد شناختی خون مردان بزرگسال سالم با استفاده از آزمون استروپ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که انجام یک جلسه ورزش مقاومتی محدود با شدت بالا اگرچه موجب افزایش لاکتات خون گردید اما تأثیر معنی‌داری بر نتایج آزمون استروپ نداشت. اعمال

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/ismj.27.5.327]

محدودیت در جریان خون نیز علی‌رغم این که لاکتات خون را به میزان بیشتری نسبت به شرایط ورزش افزایش داد، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد افراد در آزمون استروپ نداشت. آزمون استروپ، یکی از آزمون‌های رایج در مطالعات شناختی است که به ارزیابی عملکرد اجرایی می‌پردازد. به‌طور کلی عملکرد اجرایی به مجموعه‌ای از فرآیندهای شناختی شامل توانایی برنامه‌ریزی، انجام فعالیت‌های هدف‌دار، حافظه‌کاری و همچنین تمرکز بر روی یک وظیفه معین نیازمند توجه، اشاره می‌کند. عملکرد اجرایی شامل سه حوزه اصلی؛ کنترل بازداری (توانایی تصمیم‌گیری بدون تأثیرپذیری از تمایلات درونی یا عوامل مختل‌کننده بیرونی)، حافظه کاری (توانایی ذخیره یا به‌روزرسانی اطلاعات خاص در پاسخ به نیازها) و انعطاف‌پذیری شناختی (توانایی استفاده از کنترل بازداری و حافظه‌کاری برای تغییر یا اصلاح رویکرد فرد نسبت به یک موقعیت خاص) می‌باشد. حوزه‌های اصلی عملکرد اجرایی با عملکرد تحصیلی، موفقیت شغلی و روابط اجتماعی مثبت مرتبط هستند؛ از این رو یک عامل کلیدی در کارایی افراد در زندگی روزمره محسوب می‌شوند (۲۱). آزمون استروپ توانایی فرد را به‌ویژه در توجه انتخابی و مهار تداخل شناختی مورد سنجش قرار می‌دهد. تداخل شناختی زمانی رخ می‌دهد که پردازش یک ویژگی از یک محرک، پردازش همزمان ویژگی دیگری از همان محرک را مختل می‌کند (۲۲).

تاکنون تحقیقات متعددی در رابطه با تأثیر ورزش به‌ویژه انواع هوازی بر عملکرد شناختی انجام شده و میزان تأثیر این نوع ورزش بر توجه انتخابی و حافظه کوتاه‌مدت را در حد متوسط و یا اندک گزارش کرده‌اند (۲۳ و ۲۴). اما تعداد مطالعاتی که تأثیر ورزش مقاومتی به‌ویژه از نوع حاد را بر عملکرد شناختی مورد بررسی قرار داده‌اند، محدودتر بوده و نتایج ضد و نقیضی در این رابطه گزارش شده است. مطالعه‌ی تسوکاموتو (Tsukamoto) بر روی مردان جوان، نشان داد که پس از انجام ورزش مقاومتی با شدت بالا - ۸۰ درصد میزان تکرار بیشینه- شاخص دقت در آزمون استروپ کاهش می‌یابد اما به لحاظ آماری معنی‌داری نبود؛ در عین حال سرعت عمل بعد از تمرین بطور معنی‌داری نسبت به قبل از تمرین بهبود یافت (۱۵). در مطالعه دیگری که بر روی زنان جوان انجام شد مشخص شد که سرعت عمل بعد از ورزش مقاومتی با شدت بالا (۸۰ درصد میزان تکرار بیشینه) نسبت به قبل از تمرین بهبود داشته اما این بهبود از لحاظ آماری نسبت به گروه کنترل تغییر معناداری نداشت (۲۵). نتایج مطالعه دیگری بر روی زنان و مردان میانسال نشان داد که عملکرد افراد در آزمون استروپ بعد از فعالیت هوازی نسبت به قبل از تمرین بهبود می‌یابد، اما ورزش مقاومتی تأثیر معناداری بر نتایج این آزمون نداشت (۲۴). همچنین بررسی تأثیر یک جلسه ورزش مقاومتی با شدت بالا (۸۰ درصد میزان تکرار بیشینه) بر عملکرد مردان سالمند در آزمون استروپ نشان داد که دقت عمل و سرعت عمل بعد از تمرین نسبت به قبل تمرین تغییری ندارد (۲۶). لذا بررسی نتایج حاصل از مطالعات مختلف نشان می‌دهد که اثرات ناشی از یک جلسه ورزش بر عملکرد شناختی ممکن است بسته به حوزه شناختی و حتی زیر دامنه‌ی خاصی از آن متفاوت باشد. همچنین این نتایج تحت تأثیر عوامل دیگری از جمله زمان ارزیابی پس آزمون، ویژگی‌های تمرینات (شدت، مدت و نوع آن) و شرکت‌کنندگان (جنس، سن، سطح آمادگی بدنی، اختلال شناختی و وضعیت روحی روانی) قرار می‌گیرد (۲۴).

نتایج حاصل از آزمون استروپ در مطالعه حاضر نشان داد که پس از یک جلسه ورزش مقاومتی با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه و محدود به یک اندام سرعت عمل افراد جوان به‌طور مختصری افزایش می‌یابد اما از نظر آماری این تغییر معنی‌دار نبود. به‌علاوه اعمال محدودیت در جریان خون اگرچه تا حدی اثرات ورزش بر این شاخص خنثی می‌کند اما تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر تغییرات مشاهده شده بدنبال ورزش بجا نمی‌گذارد. به‌علاوه اعمال محدودیت در جریان خون در شرایط کنترل نیز تأثیر محسوس و معنی‌داری بر عملکرد شناختی ندارد. برخلاف مطالعه حاضر، سوگیموتو (Sugimoto) نشان داد که اعمال محدودیت جریان خون به همراه ورزش هوازی با شدت کم موجب بهبود در دقت عمل و همچنین سرعت عمل در آزمون استروپ می‌گردد (۲۷). به‌علاوه در مطالعه ساردلی (Sardeli) محدودیت جریان خون فقط در شرایط ورزش مقاومتی با شدت پایین موجب بهبود عملکرد افراد سالمند در آزمون استروپ شد (۲۶). بر این اساس علاوه بر اینکه نوع ورزش انجام شده در مطالعه حاضر با آنچه که در دو مطالعه ذکر شده صورت گرفته متفاوت است، شدت ورزش و جمعیت مورد مطالعه نیز یکسان نمی‌باشد. به‌علاوه بنظر می‌رسد عوامل دیگری از جمله

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/ismj.27.5.327]

حجم عضلات درگیر در ورزش مقاومتی نیز در این خصوص اثرگذار باشد. در مطالعه حاضر فقط یک اندام فوقانی درگیر فعالیت بوده، در حالی‌که در اغلب مطالعات گذشته معمولاً مدل ورزش مقاومتی به صورتی است که عضلات حجیم‌تر اندام‌های تحتانی و یا تعداد بیشتری از عضلات تنه و اندام‌ها بطور همزمان فعال بوده‌اند. بر اساس یافته‌های مطالعه تومو (Tomoo) حجم عضلات درگیر در فعالیت ورزشی عامل تعیین‌کننده‌ای در میزان اثرگذاری تمرینات ورزشی بر عملکردهای شناختی می‌باشد (۲۸).

در رابطه با چگونگی تأثیر تمرینات ورزشی بر عملکردهای شناختی فرضیات مختلفی از جمله افزایش نوروتروفین‌ها، افزایش فاکتور رشد شبه انسولینی-۱ و هورمون رشد مطرح می‌باشد. یکی از مکانیسم‌های مطرح شده بخصوص در رابطه با اثرات حاد ورزش، افزایش خونرسانی به مغز و فعال‌سازی سیستم هوشیاری بواسطه افزایش عملکرد سیستم قلبی- عروقی می‌باشد (۲۹). در مطالعه حاضر ضربان قلب و فشار خون شریانی تحت تأثیر تمرین ورزشی و محدودیت جریان خون بجز در شرایط ورزش، در باقی شرایط آزمایشی تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشت. ازاین‌رو به نظر می‌رسد الگوی ورزش مقاومتی استفاده شده در مطالعه ما احتمالاً به دلیل محدود بودن حجم عضلات درگیر و در نتیجه عدم تغییر شاخص های قلبی-عروقی نتوانسته بر میزان خونرسانی مغز به اندازه‌ای مؤثر باشد که بتواند اثرات قابل توجهی بر عملکرد شناختی از خود بجا گذارد. نکته دیگری که بایستی به آن اشاره کرد اندازه‌گیری شدت ورزش انجام شده در مطالعات مختلف است. به‌طور معمول شدت ورزش بر اساس 1RM هر فرد اندازه‌گیری و تعیین می‌شود و مقیاس دقیق و ثابتی در مطالعات ندارد و این امر می‌تواند عدم قطعیت و تناقض موجود در مطالعات را در تعیین شدت ورزش مناسب جهت تأثیر بر عملکردهای شناختی را توضیح دهد (۷).

پدیده اثر تارک (Ceiling effect) عامل احتمالی دیگری است که می‌تواند عدم معنی‌دار شدن تأثیر پروتکل ورزشی و محدودیت جریان خون بر عملکرد اجرایی را در مطالعه حاضر توضیح دهد. به‌طور خلاصه این اثر به این معناست که ظرفیت بهبود عملکرد افراد در انجام یک تست روانشناختی با محدودیت مواجه می‌شود. با توجه به اینکه افراد شرکت‌کننده در این مطالعه عمدتاً از افراد جوان و سالم بوده که معمولاً از ظرفیت بالایی در انجام عملکردهای شناختی برخوردار می‌باشند، به‌نظر می‌رسد که آزمون بکار رفته در مطالعه ما قادر به روشن ساختن تأثیرات جزیی بالقوه ورزش و محدودیت در جریان خون بر عملکردهای شناختی در این افراد نبوده باشد. در حالی‌که این اثرات احتمالاً در گروه‌هایی با قابلیت‌های شناختی کاهش یافته مانند بیماران یا سالمندان می‌تواند برجسته‌تر باشد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی علاوه بر استفاده از گروه‌های سنی بالا، همزمان از آزمون‌های دیگری نیز جهت بررسی ابعاد مختلف عملکردهای شناختی بهره‌گیری شود.

زمان سنجش عملکرد شناختی پس از ورزش عامل مهم دیگری است که می‌تواند نتایج اندازه‌گیری‌ها در آزمون‌های روانشناختی را تحت تأثیر قرار دهد. در مطالعه حاضر بلافاصله پس از ورزش آزمون استروپ انجام شد. بر اساس نتایج بررسی متاتحلیلی انجام شده توسط چانگ (Chang) (۳۰) به نظر می‌رسد که در مقایسه با ورزش با شدت کم، اثرات ورزش با شدت بالاتر بر عملکردهای شناختی ممکن است به دوره ریکاوری طولانی‌تری برای ایجاد و مشاهده پاسخ مطلوب نیاز داشته باشد. لذا اندازه‌گیری در یک نقطه زمانی بعد از ورزش از محدودیت‌های مطالعه فعلی است، که می‌بایست در پژوهش‌های بعدی مد نظر قرار گیرد.

تاکنون تحقیقات گسترده‌ای نقش بالقوه لاکتات به‌عنوان یک متابولیت واسطه اثر ورزش را با تغییر در عملکرد شناختی نشان داده‌اند. در طول ورزش، مغز از لاکتات سیستمیک به‌عنوان یک ماده مهم انرژی جایگزین گلوکز استفاده می‌کند. بعلاوه لاکتات به‌عنوان یک ملکول سیگنالینگ در روند نوروژنز و آنژیوژنز در مغز نقش دارد (۳۱) و حتی تجویز سیستمیک آن اثر ورزش با شدت بالا را بر بیوسنتز میتوکندری در نورون‌های هیپوکامپ تقلید می‌کند (۱). اگرچه میزان بهبود عملکرد اجرایی ناشی از ورزش با سطح لاکتات خون مرتبط است، اما افزایش متابولیسم لاکتات در مغز زمانی مشاهده می‌شود که سطح لاکتات خون بیش از ۲ میلی‌مول بر لیتر باشد (۳۲). در مطالعه حاضر میزان لاکتات خون بلافاصله پس از ورزش بیش از این مقدار افزایش یافت و اعمال محدودیت در جریان خون نیز افزایش میزان لاکتات در شرایط ورزش را به‌طور معناداری تقویت کرد. اما با توجه به عدم تغییر قابل توجه در عملکرد شناختی پس از ورزش بنظر می‌رسد که احتمالاً تغییرات لاکتات نمی‌تواند به تنهایی بر عملکرد

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/ismj.27.5.327]

شناختی افراد تأثیرگذار باشد و عوامل دیگری علاوه بر متابولیسم لاکتات سیستمیک نیز در این امر دخیل باشند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی بر اساس نتایج مطالعه حاضر به نظر می‌رسد ورزش مقاومتی با شدت بالا و محدود به یک اندام علی‌رغم افزایش میزان لاکتات خون، نمی‌تواند بر عملکرد اجرایی افراد سالم در آزمون استروپ اثرگذار باشد. اعمال محدودیت در جریان خون اگر چه تأثیر ورزش بر تغییر لاکتات را تقویت کرد اما بر عملکرد اجرایی تأثیر قابل ملاحظه‌ای نداشت. پیشنهاد می‌شود که در مطالعات بعدی تأثیر ورزش مقاومتی حاد همراه با محدودیت جریان خون در افراد با کاهش عملکردهای شناختی مانند سالمندان مورد ارزیابی قرار گیرد. به‌علاوه از آنجا که ورزش مقاومتی در این مطالعه بصورت محدود به یک اندام انجام شد، پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی از مدل‌های ورزش مقاومتی که توده عضلانی گسترده‌تری را درگیر می‌سازند، استفاده گردد.

سپاس و قدردانی

این مطالعه منتج از طرح مصوب دانشگاه علوم پزشکی بوشهر (کد:.۱۳۹۰ .IR.BPUMS.REC) می‌باشد و از حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بوشهر تشکر و قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References:

1.Lee S, Choi Y, Jeong E, et al. Physiological significance of elevated levels of lactate by exercise training in the brain and body. J Biosci Bioeng 2023; 135(3): 167-75. 10.1016/j.jbiosc.2022.12.001

2.Pastor D, Ballester-Ferrer JA, Carbonell-Hernandez L, et al. Physical Exercise and Cognitive Function. Int J Environ Res Public Health 2022; 19(15): 9564. 10.3390/ijerph19159564

3.Tsai CL, Pan CY, Tseng YT, et al. Acute effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous exercise on BDNF and irisin levels and neurocognitive performance in late middle-aged and older adults. Behav Brain Res 2021; 413: 113472. 10.1016/j.bbr.2021.113472

4.Marston KJ, Newton MJ, Brown BM, et al. Intense resistance exercise increases peripheral brain-derived neurotrophic factor. J Sci Med Sport 2017; 20(10): 899-903. 10.1016/j.jsams.2017.03.015

5.Wilke J, Giesche F, Klier K, et al. Acute effects of resistance exercise on cognitive function in healthy adults: a systematic review with multilevel meta-analysis. Sports Med 2019; 49(6): 905-16. 10.1007/s40279-019-01085-x

6.Tsukamoto H, Takenaka S, Suga T, et al. Effect of exercise intensity and duration on postexercise executive function. Med Sci Sports Exerc 2017; 49(4): 774-84. 10.1249/MSS.0000000000001155

7.Huang TY, Chen FT, Li RH, et al. Effects of Acute Resistance Exercise on Executive Function: A Systematic Review of the Moderating Role of Intensity and Executive Function Domain. Sports Med Open 2022;8(1):141. 10.1186/s40798-022-00527-7

8.Patterson SD, Hughes L, Warmington S, et al. Blood flow restriction exercise: Considerations of methodology, application, and safety. Front Physiol 2019;10:533. 10.3389/fphys.2019.00533

9.Wortman RJ, Brown SM, Savage-Elliott I, et al. Blood Flow Restriction Training for Athletes: A Systematic Review. Am J Sports Med 2021; 49(7): 1938-44. 10.1177/0363546520964454

10.Lev-Vachnish Y, Cadury S, Rotter-Maskowitz A, et al. L-Lactate Promotes Adult Hippocampal Neurogenesis. Front Neurosci 2019; 13: 403. 10.3389/fnins.2019.00403

11.Huang Z, Zhang Y, Zhou R, et al. Lactate as Potential Mediators for Exercise-Induced Positive Effects on Neuroplasticity and Cerebrovascular Plasticity. Front Physiol 2021; 12: 656455. 10.3389/fphys.2021.656455.

12.Törpel A, Herold F, Hamacher D, et al. Strengthening the Brain-Is Resistance Training with Blood Flow Restriction an Effective Strategy for Cognitive Improvement?. J Clin Med 2018; 7(10): 307. 10.3390/jcm7100337

13.Chou CC, Hsueh MC, Chiu YH, et al. Sustained Effects of Acute Resistance Exercise on Executive Function in Healthy Middle-Aged Adults. Front Hum Neurosci. 2021; 15: 684848. 10.3389/fnhum.2021.684848.

14.Dora K, Suga T, Tomoo K, et al. Similar improvements in cognitive inhibitory control following low-intensity

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/ismj.27.5.327]

resistance exercise with slow movement and tonic force generation and high-intensity resistance exercise in healthy young adults: a preliminary study. J Physiol Sci 2021; 71(1): 22. 10.1186/s12576-021-00806-0.

15.Tsukamoto H, Suga T, Takenaka S, et al. An acute bout of localized resistance exercise can rapidly improve inhibitory control. Plos One 2017; 12(9): e0184075. 10.1371/journal.pone.0184075

16.Tsai CL, Chen ZR, Chia PS, et al. Acute resistance exercise combined with whole body vibration and blood flow restriction :Molecular and neurocognitive effects in late-middle-aged and older adults. Exp Gerontol 2024; 192: 112450. 10.1016/j.exger.2024.112450 .

17.Anders JPV, Kraemer WJ, Newton RU, et al. Acute Effects of High-intensity Resistance Exercise on Cognitive Function. J Sports Sci Med. 2021; 20(3): 391-7. 10.52082/jssm.2021.391

18.Anderson AB, Owens JG, Patterson SD, et al. Blood Flow Restriction Therapy: From Development to Applications. Sports Med Arthrosc Rev 2019; 27(3): 119-23. 10.1097/JSA.0000000000000240

19.Stroop JR. Studies of interference in serial verbal reactions. J Exp Psychol 1935;18(6):643-62. 10.1037/h0054651.

20.Hosseini SG, Akbarfahimi M, Mehraban AH. The Relationship between Continuous Implementation of the Occupations of Sport and Reading with the Executive Functions. J Rehab Med 2016;5(4):10-22. (persian) 10.22037/jrm.2017.1100235

21.Diamond A. Executive functions. Annu Rev Psychol 2013; 64: 135-68. 10.1146/annurev-psych-113011-143750

22.Scarpina F, Tagini S. The Stroop Color and Word Test. Front Psychol 2017;8:557. 10.3389/fpsyg.2017.00557

23.Yamada Y, Frith EM, Wong V, et al. Acute exercise and cognition: A review with testable questions for future research into cognitive enhancement with blood flow restriction. Med Hypotheses 2021; 151: 110586. 10.1016/j.mehy.2021.110586

24.Dunsky A, Abu-Rukun M, Tsuk S, et al. The effects of a resistance vs. an aerobic single session on attention and executive functioning in adults. Plos One 2017; 12(4): e01760. 10.1371/journal.pone.0176092

25.Chang H, Kim K, Jung YJ, et al. Effects of acute high-Intensity resistance exercise on cognitive function and oxygenation in prefrontal cortex. J Exerc Nutrition Biochem 2017; 21(2): 1-8. 10.20463/jenb.2017.0012

26.Sardeli AV, Ferreira MLV, do Carmo Santos L, et al. Low-load resistance exercise improve cognitive function in older adult. Rev Bres Med Esporte 2018; 24(2): 125-9. 10.1590/1517-869220182402179200

27.Sugimoto T, Suga T, Tomoo K, et al. Blood Flow Restriction Improves Executive Function after Walking. Med Sci Sports Exerc 2021; 53(1): 131-8. 10.1249/MSS.0000000000002446

28.Tomoo K, Suga T, Sugimoto T, et al. Work volume is an important variable in determining the degree of inhibitory control improvements following resistance exercise. Physiol Rep 2020;8(15):e14527. 10.14814/phy2.14527

29.Herold F, Törpel A, Schega L, et al. Functional and/or structural brain changes in response to resistance exercises and resistance training lead to cognitive improvements-a systematic review. Eur Rev Aging Phys Act 2019; 16: 10. 10.1186/s11556-019-0217-2

30.Chang YK, Labban JD, Gapin JI, et al. The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. Brain Res 2012; 1453: 87-101. 10.1016/j.brainres.2012.02.068

31.Müller P, Duderstadt Y, Lessmann V, et al. Lactate and BDNF: Key Mediators of Exercise Induced Neuroplasticity?. J Clin Med 2020; 9(4): 1136. 10.3390/jcm9041136.

32.Rasmussen P, Wyss MT, Lundby C. Cerebral glucose and lactate consumption during cerebral activation by physical activity in humans. Faseb J 2011; 25(9): 2865-73. 10.1096/fj.11-183822.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61186/ismj.27.5.327]