

مقایسه کارکرد اجرایی گرم و سرد مغز ورزشکاران نوجوان با نیازهای شناختی نزدیک در مهارت‌های باز و بسته



مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: کارکردهای اجرایی نقش مهمی در شکل‌دهی مهارت‌های شناختی آینده محور نوجوانان تحت شرایط نسبتاً انترعای و غیر عاطفی (کارکرد اجرایی سرد) و همچنین، در شرایط انگیزشی مهم و عاطفی (کارکرد اجرایی گرم) ایفا می‌کنند. شواهد تجربی نشان می‌دهد که ارتباط بین کارکرد اجرایی، ورزش و فعالیت بدنی وجود دارد، اما همه فرم‌های فعالیت بدنی، شناخت را به طور یکسان تحت تأثیر قرار نمی‌دهند. هدف از انجام پژوهش حاضر، مقایسه اثر ورزش با نیازهای شناختی نزدیک بر کارکردهای اجرایی ورزشکاران نیمه ماهر بود.

مواد و روش‌ها: ۱۰۰ ورزشکار نیمه ماهر دختر شرکت‌کننده در سطوح باشگاهی در ورزش تیراندازی (۵۰ نفر هدف ثابت و ۵۰ نفر هدف پروازی) در دامنه سنی ۱۳ تا ۱۸ سال، به روش در دسترس از بین تیراندازان استان یزد انتخاب شدند. برای تشخیص کارکردهای اجرایی سرد از آزمون‌های N-Back، فلنکر تغییر یافته (Modified Flanker task)، مرتب کردن کارت‌های Wisconsin و به منظور سنجش کارکرد اجرایی گرم از آزمون تصمیم‌گیری Iowa استفاده گردید. با توجه به نتایج آزمون‌ها، داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: تفاوت معنی‌داری بین میانگین نمرات پاسخ همخوان و پاسخ ناهمخوان از بازداری پاسخ در دو گروه ورزشکاران با مهارت‌های باز و بسته به نفع مهارت باز مشاهده گردید ($P < 0/001$). نتایج نشان داد که هر سه بخش امتیاز، نمره خالص و زمان در کارکرد گرم، همچنین، نتیجه و زمان در حافظه کاری و دو بعد طبقات و درجماندگی در انعطاف‌پذیری شناختی در دو گروه ورزشکاران با مهارت‌های باز و بسته، تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$).

نتیجه‌گیری: نتایج به دست آمده فرضیه انتقال گسترده را مورد تأیید قرار می‌دهد. این مسأله بیانگر این است که تقسیم‌بندی ورزش‌ها به مهارت‌های ورزشی باز و بسته نمی‌تواند معیار مناسبی به منظور سنجش تأثیر محیط بر کارکردهای اجرایی باشد. محیطی با نیازهای شناختی متوسط در مهارت باز می‌تواند همان تأثیر محیط بسته با نیازهای شناختی مشابه را داشته باشد.

کلید واژه‌ها: کارکرد اجرایی؛ مهارت باز؛ مهارت بسته؛ ورزشکار

ارجاع: آروین منیرالسادات، مشکاتی زهره، بادامی رخساره. مقایسه کارکرد اجرایی گرم و سرد مغز ورزشکاران نوجوان با نیازهای شناختی نزدیک در مهارت‌های باز و بسته. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۴۰۲؛ ۱۹: ۱۴۳-۱۳۳.

تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۱۲/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱

یک پیوستار افقی با انتهای بسته و باز (شکل ۱) متمایز می‌شوند (۱۱). مهارت‌های بسته با محیطی نسبتاً پایدار و الگوهای حرکتی تکراری مشخص می‌شوند؛ مانند مواردی که در ورزش شنا یا پیاده‌روی وجود دارد (۱۲). از طرفی، مهارت‌هایی که به عنوان ورزش‌های مهارتی باز شناخته می‌شوند، مانند هندبال، فوتبال، شمشیربازی و تنیس روی میز، نیاز به سازگاری مداوم با تغییر و موقعیت‌های محیطی غیرقابل پیش‌بینی دارند (۱۳، ۱۲، ۵). بنابراین، مهارت‌های

مقدمه

ورزش و تمرینات بدنی، توسعه و حفظ مهارت‌های شناختی را در انسان ترویج می‌دهد (۴-۱). یافته‌های مطالعات مربوط به ورزش فوتبال (۶، ۵)، تنیس (۷)، بسکتبال (۸) و والیبال (۹)، این فرضیه را تأیید می‌کنند. با این حال، همه فرم‌های فعالیت بدنی، شناخت را به طور یکسان تحت تأثیر قرار نمی‌دهند (۱۰). حرکات ورزشی بر اساس الزامات محیط و درجات تغییر در اجرای حرکات، در

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

نویسنده مسؤول: زهره مشکاتی؛ دانشیار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

Email: zmeshkati@gmail.com

رشد می‌کند و از کارکرد اجرایی سرد عقب می‌ماند (۳۴). این مسأله اهمیت بررسی کارکرد اجرایی گرم و سرد را در این دوران روشن می‌کند.

ورزش‌هایی که تاکنون مورد مقایسه قرار گرفته‌اند، ورزش‌هایی با نیازهای شناختی بالا و شرایط محیطی متغیر در مهارت باز را با ورزش‌هایی با نیازهای شناختی پایین در مهارت بسته مقایسه کرده‌اند. از طرف دیگر، مطالعات فاقد توضیحات دقیق و تفسیر خاص از نتایج ورزشی هستند (۲۹-۳۱).

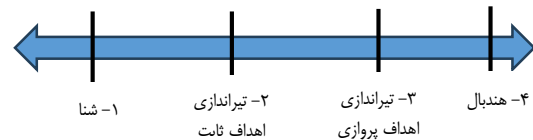
در حالی که برای عملکرد اجرایی سرد (Cool executive functions) که فرایندهای شناختی هستند و طبق تعریف محققان (۳۵)، حافظه کاری، بازداری و انعطاف‌پذیری شناختی سه محور عملکرد اجرایی سرد هستند، بسیاری از مطالعات به این نتیجه رسیده‌اند که سطح عملکرد ورزشی و نوع ورزش، تأثیر مثبتی با اندازه اثرهای کوچک تا متوسط بر زیردامنه‌های متعدد عملکردهای شناختی بر اساس آزمون‌های خاص غیرورزشی دارند، اطلاعات کمی در مورد اهمیت عملکرد اجرایی گرم وجود دارد؛ با وجود اینکه عملکرد اجرایی گرم در موقعیت‌هایی که تصمیمات و پیامدهای احساسی گرفته می‌شوند و فرایندهای عاطفی باید کنترل شوند، نقش مهمی ایفا می‌کند (۳۶، ۳۷).

تجزیه و تحلیل کیفی نشان داد مهارت‌های ورزشی باز از نظر کارکرد اجرایی نسبت به مهارت بسته برتری دارند. همان‌طور که ۱۱ مطالعه از ۱۹ مطالعه، اثرات مثبتی را برای مهارت باز نشان دادند، این نتایج در حالی به دست آمده‌اند که ورزش‌های باز مورد بررسی مکرر، مانند تنیس، تنیس روی میز و بدنیتون، که در دسته ۴ (انتهای پیوستار افقی بسته و باز) طبقه‌بندی شدند و مستلزم نیازهای شناختی بالا، شرایط محیطی متغیر و حرکات نامنظم هستند، در مقابل مهارت‌های ورزشی بسته، مانند شنا و دویدن، که به عملکرد شناختی بالا نیاز نداشتند و در گروه ۱ (انتهای پیوستار افقی بسته و باز) طبقه‌بندی شدند، مورد مقایسه قرار گرفتند (دسته ۱ با دسته ۴). منطقی است که تجزیه و تحلیل، نتایج بالاتر از میانگین را نشان دهد. طبق نظریه انتقال گسترده، هنگام مقایسه ورزش‌هایی که در وسط پیوستار قرار دارند (دسته‌های ۲ و ۳)، تفاوت‌ها باید کوچک‌تر باشد؛ چرا که این گروه ورزش‌ها نیازهای شناختی مشابهی دارند و مهارت‌های شناختی همگن را آموزش می‌دهند. این نظریه نشان می‌دهد که الزامات شناختی ورزش باید هنگام تفسیر اثرات مهارت ورزشی باز در مقابل مهارت ورزشی بسته در نظر گرفته شود (۳۰).

به طور کلی، طبقه‌بندی ورزش‌ها به مهارت بسته و باز با توجه به تأثیر آن بر عملکردهای شناختی، جامع نیست (۳۰). در این زمینه، Krenn و همکاران (۲۱) در تحقیق خود پیشنهاد کردند که پژوهش‌های آینده باید نیازهای شناختی مختلف در مهارت باز و مهارت بسته را مد نظر قرار دهند. تحقیقات آینده باید حالت‌های ورزشی بررسی‌شده را بر اساس نیازهای شناختی آن‌ها طبقه‌بندی کند تا نظریه انتقال مهارت گسترده را در این زمینه اثبات کند. تمایز ساده بین باز و بسته نمی‌تواند راه را برای استنباط بیشتر در این زمینه هموار کند (۳۰).

در یک جمع‌بندی، در پژوهش حاضر مقایسه کارکرد اجرایی مغز ورزشکاران در دو نوع گرم و سرد صورت گرفت؛ چرا که پژوهش‌های اندکی به جزئیات این دو دسته کارکرد اجرایی پرداخته‌اند. همچنین، از آنجایی که بیشتر پژوهش‌ها روی ورزشکاران بزرگسال صورت گرفته است، در پژوهش حاضر این مقایسه در نوجوانان ۱۳ تا ۱۸ ساله اجرا شد؛ سنی که در شکل‌گیری کارکرد اجرایی بسیار مهم است. از طرفی، برخلاف سایر پژوهش‌ها که مهارت‌ها را در دو سر پیوستار باز و بسته با هم مقایسه کرده‌اند، پژوهش حاضر فقط روی

حرکتی باز در زمینه عملکردی، نیاز به سطح بالای توجه بصری، تصمیم‌گیری‌های سریع و متعطف و عملکردهای حرکتی سریع دارند (۱۴، ۱۵).



شکل ۱. پیوستار افقی تقسیم‌بندی ورزش‌ها به مهارت‌های ورزشی باز و بسته

ورزش‌هایی با مهارت‌های باز، نیازهای شناختی بیشتری نسبت به ورزش‌هایی با مهارت‌های حرکتی بسته دارند؛ چرا که مهارت‌های بسته در شرایطی انجام می‌شوند که محیط به طور عمده ثابت است و برای واحد حرکتی شناخته شده هستند. بنابراین، ورزشکاران مجبور نیستند به اندازه مهارت‌های باز با شرایط متغیر محیط سازگار شوند و به نظر می‌رسد مهارت‌های ورزشی بسته، تقاضاهای شناختی کمتری دارند (۱۶). شرایط محیط یا الزامات حرکت می‌تواند کارکردهای اجرایی شرکت‌کنندگان را تحت تأثیر قرار دهد. طبق نظریه انتقال گسترده (Broad transfer hypothesis) (۱۷) فرض بر این است که مهارت‌های شناختی هنگام تمرین یک ورزش خاص، به عملکردها و تکالیف شناختی تمرین نشده منتقل می‌شوند. این موضوع منجر به این پنداشت می‌شود که ورزشکاران ورزش‌های مهارتی باز که دائماً با محرک‌های شناختی روبه‌رو می‌شوند، باید عملکردهای شناختی مرتبط با ورزش بالاتری داشته باشند (۲۰-۱۸، ۱۳). بسیاری از مطالعات، همبستگی مثبتی بین تمرین ورزش با مهارت باز و عملکرد اجرایی نشان می‌دهند (۲۲، ۲۱). مطالعاتی که کارکرد اجرایی (Executive functions) را در ورزش‌هایی با مهارت‌های بسته و باز بررسی کرده‌اند، گزارش داده‌اند که ورزش‌های مهارتی باز، تأثیر بالاتری نسبت به ورزش‌های مهارتی بسته در توسعه کارکرد اجرایی دارند (۲۷-۲۱).

با این حال، این طبقه‌بندی نمی‌تواند بین ورزش‌های با نیازهای شناختی بالا و پایین تفاوت قائل شود. یک بحث مداوم در مورد تعامل بین الزامات انواع مختلف ورزش‌ها و کارکردهای اجرایی و اینکه آیا فقط مهارت‌های ورزشی باز می‌توانند از توسعه کارکردهای اجرایی پشتیبانی کنند، وجود دارد. علاوه بر این، در مورد رابطه بین کارکردهای اجرایی در ورزش‌های مهارتی بسته و مکانیسم‌های احتمالی ارتقای کارکردهای اجرایی، دانش کمی وجود دارد (۲۸). مطالعات روشن نکرده‌اند که آیا مهارت‌های ورزشی بسته با نیازهای شناختی بالا می‌توانند به بهبودهایی کم‌وبیش مشابه مهارت‌های ورزشی باز منجر شوند. بنابراین، تحقیقات گذشته در زمینه روشن کردن میزان گسترش مهارت‌های شناختی حاصل از ورزش به سایر حوزه‌های شناختی ناقص است (۳۱-۲۹).

در حالی که بسیاری از تحقیقات قبلی کارکرد اجرایی را در بزرگسالان بررسی کرده‌اند (۳۲، ۱۰)، مطالعات نسبتاً کمی کارکرد اجرایی را در مهارت‌های باز و بسته در نمونه‌هایی با سن تقویمی پایین‌تر (کودکان و نوجوانان) مقایسه کرده‌اند و این در حالی است که سن ۳ تا ۱۸ سال در شکل‌گیری کارکرد اجرایی افراد بسیار مهم است (۳۰). در حالی که مطابق با نظر Poon (۳۳)، مسیر رشدی کارکرد اجرایی در دوران نوجوانی متفاوت می‌شود؛ به طوری که کارکرد اجرایی گرم و سرد مسیر رشدی متفاوتی را طی می‌کنند. کارکرد اجرایی گرم به کندی

<http://jrrs.mui.ac.ir>

والدین آن‌ها، هدف مطالعه و شرایط و روش اجرا کاملاً توضیح داده شد. سپس والدینی که مایل به شرکت فرزندشان در مطالعه بودند، فرم رضایت آگاهانه را امضا کردند و از مشارکت‌کنندگان نیز موافقت شفاهی و تمایل برای ورود به مطالعه سؤال شد.

تیراندازان به هدف ثابت در گروه مهارت بسته و تیراندازان به اهداف پروازی در گروه مهارت باز قرار گرفتند. در جلسات جداگانه‌ای در یک اتاق آرام با نور کافی، آزمون‌های N-Back، Flanker، تغییر یافته، مرتب کردن کارت‌های Wisconsin و آزمون تصمیم‌گیری Iowa گرفته شد تا هیچ‌گونه تداخلی در نتایج آزمون‌ها به وجود نیاید.

در آزمون‌های N-Back و Flanker، قبل از اجرای مرحله اصلی، آزمودنی‌ها مرحله آزمایشی را انجام دادند تا با نحوه کار با ابزار آشنا شوند، اما آزمون‌های مرتب کردن کارت‌های Wisconsin و آزمون تصمیم‌گیری Iowa مرحله آزمایشی قبل از مرحله اصلی نداشتند. سپس تجزیه و تحلیل داده‌ها با توجه به نتایج آزمون‌ها صورت گرفت.

یافته‌ها

میانگین سنی در گروه ورزشکاران با مهارت باز $0.75 \pm 15/86$ سال و در گروه ورزشکاران با مهارت بسته $0.77 \pm 15/76$ سال بود. میانگین سابقه ورزشی در گروه ورزشکاران با مهارت باز $1/12 \pm 3/28$ سال و در گروه ورزشکاران با مهارت بسته $1/1 \pm 2/8$ سال بود. بر اساس آزمون Independent t، بین میانگین سنی و سابقه ورزشی افراد در دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P > 0.05$). یافته‌های توصیفی متغیرهای پژوهش به تفکیک دو گروه در جدول ۱ ارائه شده است.

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میانگین نمرات کارکردهای اجرایی گرم و سرد در گروه ورزشکاران با مهارت‌های باز و بسته از نظر توصیفی دارای تفاوت است. معنی‌داری این تفاوت‌ها در ادامه مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش، برای تحلیل استنباطی نتایج از تحلیل واریانس چندمتغیره استفاده شد که به پژوهشگر این اجازه را می‌دهد تفاوت میانگین نمرات متغیرهای پژوهش را در گروه‌ها مورد بررسی قرار دهد. بنابراین، لازم است پیش‌فرض‌های مورد نیاز جهت کاربرد آزمون‌های پارامتریک بررسی شود. پیش‌فرض‌های اصلی آزمون تحلیل واریانس، یعنی: ۱- نرمال بودن توزیع نمرات، ۲- همسانی واریانس‌های نمرات با استفاده از آزمون Levene و ۳- بررسی برابری ماتریس واریانس-کوواریانس با استفاده از آزمون Box-Munson بررسی قرار گرفت که نتایج در ادامه آمده است.

میزان کجی و کشیدگی در همه متغیرهای پژوهش $1/98 \pm$ است که نشان دهنده نرمال بودن داده‌ها در این متغیرها است. همچنین، نتایج آزمون Kolmogorov-Smirnov در همه متغیرهای پژوهش نشان داده است که فرض صفر مبنی بر نرمال بودن توزیع نمرات در هر دو گروه ورزشکاران با مهارت‌های باز و بسته باقی است؛ یعنی نرمال بودن داده‌ها رد نشد و همسان با جامعه است و کجی و کشیدگی حاصل اتفاقی است (همه سطوح معنی‌داری بزرگ‌تر از 0.05 می‌باشد). پیش‌فرض Levene مبنی بر برابری واریانس‌ها در گروه‌ها نیز در همه متغیرهای پژوهش رد نشد (سطح معنی‌داری بیشتر از 0.05 می‌باشد). همچنین، پیش‌فرض تساوی کوواریانس‌ها یا روابط بین متغیرهای وابسته نیز رد نشد (سطح معنی‌داری بیشتر از 0.05 است).

فرد شش مجموعه (هر مجموعه شامل شش کوشش صحیح متوالی است) را کامل کند، آزمون تمام می‌شود و اگر نتواند شش مجموعه را کامل کند، آزمون تا ۶۴ کوشش ادامه می‌یابد. در این آزمون، عموماً از تعداد طبقات تکمیل شده، تعداد خطای درجاماندگی (بدین معنا که فرد به جای مرتب کردن کارت‌ها بر اساس قاعده کنونی و جدید، بر اساس قاعده‌ای که زمان آن گذشته است کارت‌ها را مرتب کند) و تعداد خطاهای دیگر (خطاهای غیر درجاماندگی) به عنوان شاخص و معیار عملکرد شرکت‌کنندگان استفاده می‌شود (۴۸، ۴۹). پایایی این آزمون در ایران معادل 0.85 و 0.80 و بین 0.75 و 0.92 (۵۱) گزارش شده است. اعتبار نسخه فارسی این آزمون در ایران مطلوب گزارش شده است (۵۲).

د) آزمون تصمیم‌گیری Iowa این آزمون مجموعه‌ای از تکلیف برد و باخت جهت بررسی تصمیم‌گیری است (۵۳). در میان این تکلیف، تکلیف برد و باخت Iowa از تکلیفی است که در بررسی تصمیم‌گیری و کارکرد اجرایی گرم جایگاه ویژه‌ای دارد. این تکلیف که در دسته تصمیم‌های بر پایه ارزش قرار دارد، نخستین بار در سال ۱۹۹۴ توسط Bechara و همکاران (۵۳) معرفی شد که در آن تصمیم‌گیری مالی فرد بر اساس انتخاب‌های سودآور و زیان‌آور مورد بررسی قرار می‌گیرد.

فرایند یادگیری بر اساس پاداش یا مجازاتی است که فرد در طول زمان تجربه می‌کند. این نوع یادگیری که از آن به عنوان یادگیری بر پایه دانش یاد می‌شود، مبنای دسته‌ای از آزمون‌ها، از جمله تکلیف برد و باخت Iowa است (۵۴، ۵۵). در این پژوهش، از نسخه فارسی و رایانه‌ای آزمون ریسک‌پذیری Iowa که در مؤسسه پژوهش علوم رفتاری-شناختی سینا طراحی شده است، استفاده شده است. این نسخه فارسی توسط خدادادی، ساعد و امانی (۵۳) در مؤسسه فوق ساخته شده است.

در این تکلیف، چهار دسته مختلف (A، B، C، D) برای انتخاب به فرد آزمون دهنده ارائه می‌شود. به طور مرسوم، دسته A شامل بردهای به نسبت بزرگ (به نسبت دسته‌های C و D) و باخت‌های کوچک است. تناوب باخت‌ها به گونه‌ای است که در طولانی مدت (حدوداً پس از ده انتخاب)، مقدار باخت فرد به طور معنی‌داری از برد او بیشتر است. دسته B مشابه دسته A است، با این تفاوت که تناوب باخت‌ها کمتر، اما مقدار آن بیشتر است و در طولانی مدت مانند دسته A به ضرر منتهی می‌شود. در دسته‌های A و B به عنوان دسته‌های زیان‌آور یاد می‌شود. در مقابل، دسته C بردهای به نسبت کوچک دارد، به طوری که تناوب آن‌ها به سوددهی در طولانی مدت منجر می‌شود. دسته D نیز مانند دسته C در طولانی مدت سودده است، با این تفاوت که تناوب باخت‌ها در آن از دسته C کمتر و میزان باخت بیشتر است. از دسته C و D به عنوان دسته‌های سودآور یاد می‌شود.

با توجه به این که دو دسته کارت حاوی پاداش کمتر، ولی باخت کمتر و دو دسته کارت که با وجود پاداش بیشتر، باخت بیشتری به همراه دارند، به شرکت‌کننده ارائه می‌شود، شخص باید به گونه‌ای انتخاب کند که در نهایت برد بیشتری نصیب او شود. اشخاص سالم در طول آزمون یاد می‌گیرند که کارت‌های با پاداش کمتر را بیشتر انتخاب کنند که حاوی باخت یا تنبیه کمتری است. امتیاز بر اساس نمره خالص، امتیاز کل و زمان واکنش که توسط نرم‌افزار محاسبه می‌شود، در نظر گرفته می‌شود. مطالعات، همبستگی قوی بین آزمون تصمیم‌گیری Iowa و آزمون کارکردهای اجرایی را مشخص نموده است (۵۶).

روش اجرا

در راستای اجرای پژوهش، ابتدا طی جلسه‌ای در حضور شرکت‌کنندگان و

جدول ۱. یافته‌های توصیفی متغیرهای پژوهش به تفکیک دو گروه ورزشکاران با مهارت‌های باز و بسته

متغیر	گروه	میانگین $\pm$ انحراف معیار	متغیر	گروه	میانگین $\pm$ انحراف معیار
آزمون Flanker	نمره تداخل	مهارت باز	تصمیم‌گیری Iowa	امتیاز کل	مهارت باز
بازداری پاسخ (سرد)	مهارت بسته	مهارت بسته	(کارکرد گرم)	مهارت بسته	مهارت بسته
	زمان تداخل	مهارت باز	نمره خالص	مهارت باز	مهارت باز
	مهارت بسته	مهارت بسته		مهارت بسته	مهارت بسته
	پاسخ همخوان	مهارت باز	زمان	مهارت باز	مهارت باز
	مهارت بسته	مهارت بسته		مهارت بسته	مهارت بسته
	پاسخ ناهمخوان	مهارت باز	N-Back	حافظه	مهارت باز
	مهارت بسته	مهارت بسته	کارتی (سرد)	مهارت بسته	مهارت بسته
	زمان واکنش همخوان	مهارت باز	زمان	مهارت باز	مهارت باز
	مهارت بسته	مهارت بسته		مهارت بسته	مهارت بسته
	زمان واکنش ناهمخوان	مهارت باز	انعطاف‌پذیری شناختی	طبقات	مهارت باز
	مهارت بسته	مهارت بسته	(سرد) مرتب کردن	مهارت بسته	مهارت بسته
			کارت‌های	درج‌اماندگی	مهارت باز
			Wisconsin	مهارت بسته	مهارت بسته

بسته وجود داشت ($P < 0/001$). میزان تأثیر عضویت گروهی یا تفاوت دو گروه در پاسخ همخوان برابر با ۷/۷ درصد و در پاسخ ناهمخوان ۲/۱۱ درصد به دست آمد. با توجه به میانگین نمرات در جدول ۱، هر دو بعد پاسخ همخوان و ناهمخوان در گروه ورزشکاران با مهارت‌های باز، به طور معنی‌داری بالاتر از گروه ورزشکاران با مهارت‌های بسته است.

نتایج نشان داد که هر سه بخش امتیاز، نمره خالص و زمان در کارکرد گرم و همچنین، نتیجه و زمان در حافظه کاری (سرد) و دو بعد طبقات و درج‌اماندگی در انعطاف‌پذیری شناختی (سرد) در دو گروه ورزشکاران با مهارت‌های باز و بسته تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0/050$).

بحث

هدف مطالعه حاضر، بررسی تفاوت کارکرد اجرایی ورزشکاران نیمه‌ماهر در مهارت باز و بسته با نیازهای شناختی نزدیک است. نظریه انتقال گسترده مهارت‌ها پیشنهاد می‌دهد که تمرین کردن در یک زمینه ممکن است باعث بهبود ساختارهای شناختی مربوطه و حتی ساختارهای شناختی تکالیف تمرین نشده شود (۱۷). در این رویکرد، فرض بر این است که توانایی‌های شناختی هنگام تمرین یک ورزش خاص، به عملکردها و تکالیف تمرین‌نشده منتقل می‌شوند (۲۱). با در نظر گرفتن تقاضاهای شناختی در مهارت‌های باز و بسته و همچنین، در نظر گرفتن تمرینات ورزشکاران نیمه‌ماهر، تفاوت کارکرد اجرایی مورد انتظار است (۲۳).

جهت بررسی تفاوت میانگین نمرات متغیرهای پژوهش در دو گروه، از آزمون MANOVA استفاده شد. نمرات هر یک از کارکردهای گرم و سرد در تحلیل‌های جداگانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و نتایج در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج جدول ۲ نشان داد که میانگین نمرات بازداری پاسخ در دو گروه ورزشکاران با مهارت‌های باز و بسته تفاوت معنی‌داری داشت. بدین ترتیب، ۷/۱۱ درصد از تفاوت‌های فردی در بازداری پاسخ به تفاوت بین دو گروه مربوط است. میانگین نمرات کارکرد گرم در دو گروه ورزشکاران با مهارت‌های باز و بسته تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. بر این اساس، تنها ۹/۰ درصد از تفاوت‌های فردی در کارکردهای گرم به تفاوت بین دو گروه مربوط است که این مقدار جزئی و غیر معنی‌دار بود. همچنین، تفاوت معنی‌داری در میانگین نمرات کارکرد حافظه کاری بین دو گروه ورزشکاران با مهارت‌های باز و بسته مشاهده نشد و تنها ۱/۰ درصد از تفاوت‌های فردی در کارکردهای حافظه کاری به تفاوت بین دو گروه مربوط است که این مقدار جزئی و غیر معنی‌دار می‌باشد. میانگین نمرات انعطاف‌پذیری شناختی در دو گروه ورزشکاران با مهارت‌های باز و بسته تفاوت معنی‌داری نداشت که تنها ۳/۵ درصد از تفاوت‌های فردی در انعطاف‌پذیری شناختی (سرد) به تفاوت بین دو گروه مربوط است که این مقدار جزئی و غیر معنی‌دار است. نتایج تحلیل واریانس تک متغیره جهت بررسی تفاوت دو گروه در تک‌تک متغیرهای پژوهش در جدول ۳ ارائه شده است.

نتایج جدول ۳ نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین نمرات پاسخ همخوان و ناهمخوان از بازداری پاسخ در دو گروه ورزشکاران با مهارت‌های باز و

جدول ۲. نتایج آزمون MANOVA جهت مقایسه دو گروه در کارکردهای اجرایی گرم و سرد

متغیر	ضریب لامبدا	F	درجه آزادی فرض	درجه آزادی خطا	مقدار P	اندازه اثر	توان آماری
بازداری پاسخ (سرد)	۰/۸۸۳	۲/۰۶	۶	۹۳	۰/۰۲۱	۰/۱۱۷	۰/۸۵۵
تصمیم‌گیری Iowa (گرم)	۰/۹۹۱	۰/۲۹۳	۳	۹۶	۰/۸۳۰	۰/۰۰۹	۰/۱۰۵
حافظه کاری (سرد)	۰/۹۹۹	۰/۰۲۸	۲	۹۷	۰/۹۷۲	۰/۰۰۱	۰/۰۵۴
انعطاف‌پذیری شناختی (سرد)	۰/۹۴۷	۲/۷۲	۲	۹۷	۰/۱۱۷	۰/۰۵۳	۰/۳۲۶

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس تک متغیره جهت بررسی و مقایسه گروه‌ها در تک‌تک کارکردهای اجرایی گرم و سرد

متغیر	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	مقدار P	حجم اثر	توان آماری
بازداری پاسخ (سرد)	۵۳۳/۶۱	۱	۵۳۳/۶۱	۲/۰۰۰	۰/۱۶۰	۰/۰۲۰	۰/۲۸۸
نمره تداخل	۱۰۸۱۶	۱	۱۰۸۱۶	۱/۴۴۰	۰/۲۳۳	۰/۰۱۴	۰/۲۲۱
زمان تداخل	۸۳۹۰/۵۶	۱	۸۳۹۰/۵۶	۸/۱۹۰	۰/۰۰۵	۰/۰۷۷	۰/۸۰۹
پاسخ همخوان	۱۴۴۰۰	۱	۱۴۴۰۰	۱۲/۳۹۰	۰/۰۱۰	۰/۱۱۲	۰/۹۳۹
پاسخ ناهمخوان	۴۶۳۷/۶۱	۱	۴۶۳۷/۶۱	۰/۴۲۸	۰/۵۱۵	۰/۰۰۴	۰/۰۹۹
زمان واکنش همخوان	۲۶۲۱/۴۴	۱	۲۶۲۱/۴۴	۰/۱۸۸	۰/۶۶۶	۰/۰۰۲	۰/۰۷۱
زمان واکنش ناهمخوان	۸۰۳۴۵/۰۷۵	۱	۸۰۳۴۵/۰۷۵	۰/۰۲۹	۰/۸۶۴	۰/۰۰۱	۰/۰۵۳
امتیاز کل	۲۲۳۱۵۶/۷۲	۱	۲۲۳۱۵۶/۷۲	۰/۳۳۹	۰/۵۶۲	۰/۰۰۳	۰/۰۸۹
نمره خالص	۳۷۶۴۹۰/۵	۱	۳۷۶۴۹۰/۵	۰/۸۱۳	۰/۳۶۹	۰/۰۰۸	۰/۱۴۵
زمان	۵/۷۶	۱	۵/۷۶	۰/۰۰۸	۰/۹۲۹	۰/۰۰۱	۰/۰۵۱
نتیجه	۱۱۲۸/۹۶	۱	۱۱۲۸/۹۶	۰/۰۵۵	۰/۸۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰۵۶
زمان	۰/۰۰۱	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۰۰۱	۰/۰۵۰
طبقات	۴۹	۱	۴۹	۲/۳۹۰	۰/۱۲۶	۰/۰۲۴	۰/۳۳۴
درجاماندگی							

این که ما به تفاوت معنی‌داری در کارکرد اجرایی انعطاف‌پذیری شناختی بین دو مهارت باز و بسته نرسیدیم، شاید خیلی دور از تصور نباشد؛ چون فرد ورزشکار مهارت پروازی نیاز ندارد که استراتژی‌های مختلفی را طراحی کند. او تقریباً می‌داند که در محیط اطرافش قرار است چه اتفاقی رخ دهد. اهداف با زاویه‌های مختلف و سرعت‌های متفاوت پرتاب می‌شوند؛ بنابراین، او تا حدودی قبل از آن می‌تواند برنامه‌ریزی کند.

ماهیت چندوجهی انعطاف‌پذیری شناختی و ارزیابی آن ممکن است نتایج متناقض را توضیح دهد (۶۳). مسأله زمانی پیچیده‌تر می‌شود که ابعاد مختلف انعطاف‌پذیری شناختی مسیرهای رشدی مختلفی را طی می‌کنند (۶۴). شاید بتوان این یافته‌ها را به وسیله تفاوت‌های مختلف بین ورزش‌های مختلف، به دلیل مدت زمان تمرین در ورزش‌های فرعی، توضیح داد.

ورزشکاران تیرانداز به اهداف ثابت شاید تجربه‌ای در گذشته در مهارت‌های پروازی داشته‌اند که منجر به نتیجه واضحی در پروفایل شناختی نمی‌شود (۵۸). در مورد توانایی بازداری پاسخ، بین دو گروه در زمینه دقت پاسخ‌دهی، در هر دو حالت همخوان و ناهمخوان، تفاوت چشمگیری دیده شد. اما در موارد دیگر، مانند نمره تداخل، زمان تداخل و سرعت پاسخ‌دهی در حالت‌های همخوان و ناهمخوان، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت. نتایج ما با نتایج (۶۷، ۶۶، ۵۹-۵۷، ۲۹، ۲۲) همخوانی دارد.

دلیل این تفاوت معنی‌دار شاید این باشد که تیراندازان اهداف پروازی باید در یک محیط متغیر و در یک مسیر طولانی‌تر، بازداری از عوامل مزاحم را داشته باشند، در صورتی که در مورد تیراندازان اهداف ثابت به این صورت نیست. در مورد کارکرد اجرایی گرم، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد. نتایج تحقیق با نتایج (۵۸)، تنها تحقیقی که مطابق با دانش ما کارکرد اجرایی گرم را در محیط ورزش بررسی کرده است، مطابقت دارد. در مورد کارکرد اجرایی گرم، محققان ذکر می‌کنند که ابزارها روایی و پایایی لازم را ندارند (۶۸). در دوره نوجوانی، رشد کارکرد اجرایی گرم روند کندی را طی می‌کند و از یک منحنی زنگوله‌ای شکل پیروی می‌کند که منجر به تصمیمات پرخطر در اواسط نوجوانی می‌شود (۳۳). این مسأله می‌تواند بر روی نتایج تأثیر بگذارد و اثر محیط را بر کارکرد اجرایی کم‌رنگ کند.

در تحقیق حاضر، در مقایسه تیراندازان اهداف ثابت و پروازی، تفاوت معنی‌داری در حافظه کاری مشاهده نشد. این نتایج به نظر می‌رسد که با یافته‌های مطالعات که به نفع مهارت باز نتایج را گزارش دادند (۵۷، ۲۳)، در تناقض باشد و با نتایج برخی تحقیقات (۵۸، ۲۱) هم‌راستا است. ورزشکاران ورزش‌های استراتژیک (مهارت باز) بهتر اطلاعات را در ذهن خود نگه می‌دارند و به طور فعال جایگزین اطلاعات قبلی می‌کنند که مربوط به ورزشکاران ورزش‌های ایستا (مهارت بسته) نیست (۱۱).

این انتظار را داشتیم که ورزشکاران مهارت پروازی نمرات بالاتری در حافظه کاری داشته باشند؛ چون به طور مداوم باید موقعیت اهداف پروازی جدید را جایگزین اطلاعات قبلی کنند. اگرچه از نظر آماری توصیفی، هم در نتایج و هم در زمان واکنش در تست N-Back نتایج به نفع مهارت باز بود، اما از نظر آماری استنباطی، نتایج معنی‌دار نبود.

در زمینه انعطاف‌پذیری شناختی، به تفاوت معنی‌داری بین دو گروه نرسیدیم. این نتایج در ظاهر با یافته‌های تعدادی از مطالعات (۵۹، ۵۸، ۲۳) در تناقض است و با نتایج برخی تحقیقات (۶۱، ۶۰، ۲۰) هم‌راستا است. به هر حال، این مسأله باید تأکید شود که مطالعات قبلی، ورزشکاران با سطوح تجربه و تخصص متفاوت و در سنین مختلف را نمونه‌گیری کرده‌اند که مقایسه مطالعه ما را محدود می‌کند.

عدم تجانس نمونه ما در انتخاب نوع ورزش‌های مهارت باز و بسته با تحقیقات قبلی، در این نتایج نقش داشته است. سرعت تصمیم‌گیری بالای مورد نیاز در مهارت‌های ورزشی باز، به عنوان مثال ایجاد ضدحمله بعد از شکست در فوتبال یا بسکتبال یا واکنش به یک محرک خارجی، نیازمند انعطاف‌پذیری شناختی است که اصولاً مربوط به ورزش‌های مهارتی بسته نیست؛ چرا که تغییرات در محیط، در طول رقابت سریع اتفاق نمی‌افتد یا غیر قابل پیش‌بینی نیست (۲۳).

مطالعات قبلی روی ورزش‌هایی با نیازهای شناختی بالا، مثل هندبال و بسکتبال، که موقعیت فردی، رفتار تاکتیکی با هم‌تیمی‌ها و تیم‌های مقابل و مهارت‌های شناختی حافظه کاری و انعطاف‌پذیری شناختی در این نوع ورزش‌ها اساسی هستند، متمرکز شده‌اند (۶۲).

نتیجه گیری

پژوهش حاضر نظریه انتقال گسترده را مورد حمایت قرار می‌دهد و تقسیم‌بندی ورزش‌ها به مهارت باز و بسته را تقسیم‌بندی جامعی نمی‌داند. نمی‌توان صرفاً بر اساس متغیر بودن محیط، انتظار کارکرد اجرایی بالاتر را داشت. ورزشکاران ماهر و نیمه‌ماهر ورزش‌های مهارت باز، بر اساس تجربیات خود، تغییرات در محیط را می‌توانند پیش‌بینی کنند؛ چیزی که در مهارت ورزشی بسته اتفاق می‌افتد. شاید ورزشکاری در یک مهارت بسته نیاز به برنامه‌ریزی یک برنامه بسیار پیچیده قبل از اجرا داشته باشد، اگرچه محیط برای او شناخته‌شده است. تقسیم‌بندی دقیق‌تر ورزش‌ها بر اساس نیازهای شناختی باید صورت بگیرد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر دارای کد اخلاق شماره IR.IAU.KHUISF.REC.1401.380 از دانشگاه آزاد اسلامی، واحد (اصفهان) خوراسگان می‌باشد. بدین وسیله از تمامی ورزشکارانی که در اجرای این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نقش نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی مطالعه: زهره مشکاتی، رخساره بادامی، منیرالسادات آروین
جذب منابع مالی برای انجام مطالعه: منیرالسادات آروین
خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه: منیرالسادات آروین، زهره مشکاتی، رخساره بادامی
فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه: منیرالسادات آروین
جمع‌آوری داده‌ها: منیرالسادات آروین
تحلیل و تفسیر نتایج: زهره مشکاتی، منیرالسادات آروین
خدمات تخصصی آمار: مرکز آمار دانشگاه آزاد خوراسگان
تنظیم دست‌نوشته: زهره مشکاتی، منیرالسادات آروین
ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی: زهره مشکاتی، رخساره بادامی، منیرالسادات آروین
تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله: زهره مشکاتی
مسئولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخ‌گویی به نظرات داوران: زهره مشکاتی، منیرالسادات آروین، رخساره بادامی

منابع مالی

پژوهش حاضر هیچ‌گونه حمایت مالی از شخص یا ارگان خاصی دریافت نکرده است.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

نتایج تحقیق ما نظریه انتقال گسترده را مورد تأیید قرار می‌دهد. طبق نظریه انتقال گسترده، هرچه اختلاف تقاضاهای شناختی کمتر باشد، تفاوت کمتری در کارکرد اجرایی دیده می‌شود؛ به طوری که در سه تست از چهار تست عملکرد اجرایی که انتظار داشتیم، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد؛ چرا که ورزش‌های نیازهای شناختی تقریباً مشابهی دارند و مهارت‌های شناختی همگن را آموزش می‌دهند و تنها در عاملی که نیازهای شناختی بیشتری در یک گروه وجود داشت، تفاوت معنی‌دار مشاهده شد.

این مسأله بیانگر این است که تقسیم‌بندی ورزش‌ها به مهارت‌های ورزشی باز و بسته نمی‌تواند یک معیار مناسب برای سنجش تأثیر محیط بر کارکردهای اجرایی باشد. محیطی با نیازهای شناختی متوسط در مهارت باز می‌تواند همان تأثیر محیط بسته با نیازهای شناختی مشابه را داشته باشد و صرفاً غیرقابل پیش‌بینی بودن محیط نمی‌تواند معیار مناسبی برای نشان دادن تأثیر محیط بر کارکرد اجرایی باشد.

محدودیت‌ها

نمی‌توان این مسأله را روشن کرد که ورزشکاران بالقوه و با پروفایل خاص توانایی‌های شناختی وارد یک ورزش می‌شوند یا در یک محیط ورزشی، وابسته به تجربه، مجموعه‌ای از مهارت‌های شناختی خاص را به دست می‌آورند (۶). ویژگی‌های روان‌سنجی برای تعدادی از تکالیف که نیازمند کارکرد اجرایی گرم هستند، مورد نیاز است (۶۸). عوامل مخدوش‌کننده احتمالی مانند هوش، سطح تحصیلات، ویژگی‌های شخصیتی، عملکرد تحصیلی و وضعیت اجتماعی-اقتصادی، به عنوان عوامل تأثیرگذار بر روی کارکرد اجرایی، کنترل نشده‌اند (۱۳).

پیشنهادها

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های تخصصی آتی، کارکردهای اجرایی سرد به طور انحصاری سنجیده نشود، بلکه در عوض، کارکرد اجرایی گرم در یک رویکرد اختصاصی و شناختی به کار برده شود. کاملاً قابل تصور است که مطالعات با رویکرد شناختی اجزای مهارت‌ها، با حذف مؤلفه عاطفی، ممکن است منجر به نتایج متناقض شوند. اثر تخصص واضح‌تر می‌شود زمانی که طیفی از کارکرد اجرایی سرد مخصوص ورزش به کارکرد اجرایی گرم تغییر کند. تحقیقات بر روی نمونه‌های بزرگ‌تر و به صورت طولی برای معنی‌داری آماری بالاتر و اظهارات قابل انتقال بیشتر لازم است.

کارکرد اجرایی یک مقوله یک‌بعدی نیست و به طور زمینه‌ای و پویا در طول رشد در حال تغییر است؛ بنابراین، پیشنهاد می‌گردد برای نشان دادن قلمرو کارکرد اجرایی و نقشی که آن در رشد انسان ایفا می‌کند، خصوصاً زمانی که به تأثیر خبرگی بر شناخت می‌پردازد، ارتباط دینامیکی بین عملکرد مغز و ساختار آن و اولویت فردی، خودتنظیمی، زمینه اجتماعی، پردازش اطلاعات فردی، خلق‌وخو و تاریخچه فردی در نظر گرفته شود.

References

- Schmid D, Qazi A, Scott NM, Tomporowski PD. The effects of physical activity timing and complexity on episodic memory: A randomized controlled trial. *Psychology of Sport and Exercise*. 2023 Jan 1; 64: 102332.
- Li Q, Yin J, Luo J. Legs move, thoughts flow: Physical exercise influences creative thinking. *Advances in Psychological*

- Science. 2023; 31(3): 455.
3. Carson V, Hunter S, Kuzik N, Wiebe SA, Spence JC, Friedman A, Tremblay MS, Slater L, Hinkley T. Systematic review sport of physical activity and cognitive development in early childhood. *Journal of science and medicine in sport*. 2016; 19(7): 573-8.
 4. Diamond A, Ling DS. Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental cognitive neuroscience*. 2016; 18: 34-48.
 5. Huijgen BC, Leemhuis S, Kok NM, Verburgh L, Oosterlaan J, Elferink-Gemser MT, Visscher C. Cognitive functions in elite and sub-elite youth soccer players aged 13 to 17 years. *PloS one*. 2015; 10(12): e0144580.
 6. 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.
 7. Mallek M, Benguigui N, Dicks M, Thouwarecq R. Sport expertise in perception-action coupling revealed in a visuomotor tracking task. *European journal of sport science*. 2017; 17(10): 1270-8.
 8. Furley P, Memmert D, Schmid S. Perceptual load in sport and the heuristic value of the perceptual load paradigm in examining expertise-related perceptual-cognitive adaptations. *Cognitive processing*. 2013; 14: 31-42.
 9. Alves H, Voss MW, Boot WR, Deslandes A, Cossich V, Salles JI, Kramer AF. Perceptual-cognitive expertise in elite volleyball players. *Frontiers in psychology*. 2013; 4: 36.
 10. Vazou S, Pesce C, Lakes K, Smiley-Oyen A. More than one road leads to Rome: A narrative review and meta-analysis of physical activity intervention effects on cognition in youth. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2019; 17(2): 153-78.
 11. Jacobson J, Matthaeus L. Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. *Psychology of Sport and Exercise*. 2014; 15(5): 521-7.
 12. Nuri L, Shadmehr A, Ghotbi N, Attarbashi Moghadam B. Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *European journal of sport science*. 2013; 13(5): 431-6.
 13. Elferink-Gemser MT, Faber IR, Visscher C, Hung TM, De Vries SJ, Nijhuis-Van der Sanden MW. Higher-level cognitive functions in Dutch elite and sub-elite table tennis players. *PloS one*. 2018; 13(11): e0206151.
 14. Taddei F, Bultrini A, Spinelli D, Di Russo F. Neural correlates of attentional and executive processing in middle-age fencers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2012; 44(6): 1057-66.
 15. Tsai CL, Wang CH, Pan CY, Chen FC, Huang SY, Tseng YT. The effects of different exercise types on visuospatial attention in the elderly. *Psychology of Sport and Exercise*. 2016; 26: 130-8.
 16. Heilmann F, Wollny R, Lautenbach F. Inhibition and calendar age explain variance in game performance of youth soccer athletes. *International journal of environmental research and public health*. 2022; 19(3): 1138.
 17. Taatgen NA. The nature and transfer of cognitive skills. *Psychological review*. 2013; 120(3): 439.
 18. Voss MW, Kramer AF, Basak C, Prakash RS, Roberts B. Are expert athletes 'expert' in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise. *Applied cognitive psychology*. 2010; 24(6): 812-26.
 19. Rigoli D, Piek JP, Kane R, Oosterlaan J. Motor coordination, working memory, and academic achievement in a normative adolescent sample: Testing a mediation model. *Archives of clinical neuropsychology*. 2012; 27(7): 766-80.
 20. Tsai CL, Wang WL. Exercise-mode-related changes in task-switching performance in the elderly. *Frontiers in behavioral neuroscience*. 2015; 9: 56.
 21. Krenn B, Finkenzeller T, Würth S, Amesberger G. Sport type determines differences in executive functions in elite athletes. *Psychology of Sport and Exercise*. 2018; 38: 72-9.
 22. Wang CH, Chang CC, Liang YM, Shih CM, Chiu WS, Tseng P, Hung DL, Tzeng OJ, Muggleton NG, Juan CH. Open vs. closed skill sports and the modulation of inhibitory control. *PloS one*. 2013; 8(2): e55773.
 23. Koch P, Krenn B. Executive functions in elite athletes-Comparing open-skill and closed-skill sports and considering the role of athletes' past involvement in both sport categories. *Psychology of Sport and Exercise*. 2021; 55: 101925.
 24. Zhu H, Chen A, Guo W, Zhu F, Wang B. Which Type of Exercise Is More Beneficial for Cognitive Function? A Meta-Analysis of the Effects of Open-Skill Exercise versus Closed-Skill Exercise among Children, Adults, and Elderly Populations. *Appl. Sci*. 2020; 10: 2737.
 25. Yongtawee A, Park J, Kim Y, Woo M. Athletes have different dominant cognitive functions depending on type of sport. *Int. J. Sport Exerc. Psychol*. 2021; 20: 1-15.
 26. Guo W, Wang B, Lu Y, Zhu Q, Shi Z, Ren J. The relationship between different exercise modes and visuospatial working memory in older adults: A cross-sectional study. *Peer J* 2016; 4: e2254.
 27. Yongtawee A, Woo MJ. The influence of gender, sports type and training experience on cognitive functions in adolescent athletes. *Exerc. Sci*. 201; 26: 159-67.
 28. Ballester R, Huertas F, Pablos-Abella C, Llorens F, Pesce C. Chronic participation in externally paced, but not self-paced sports is associated with the modulation of domain-general cognition. *European journal of sport science*. 2019; 19(8): 1110-9.
 29. Nakamoto H, Mori S. Effects of stimulus-response compatibility in mediating expert performance in baseball players. *Brain research*. 2008; 1189: 179-88.
 30. Heilmann F, Weinberg H, Wollny R. The impact of practicing open-vs. Closed-skill sports on executive functions—A meta-analytic and systematic review with a focus on characteristics of sports. *Brain Sciences*. 2022; 12(8): 1071.
 31. Allen R, Fioratou E, McGeorge P. Cognitive adaptation: spatial memory or attentional processing. A comment on Furley and

- Memmert (2010). Perceptual and Motor Skills. 2011; 112(1): 243-6.
32. Ludyga S, Mücke M, Andrä C, Gerber M, Pühse U. Neurophysiological correlates of interference control and response inhibition processes in children and adolescents engaging in open-and closed-skill sports. *Journal of Sport and Health Science*. 2022; 11(2): 224-33.
 33. Poon K. Hot and cool executive functions in adolescence: Development and contributions to important developmental outcomes. *Frontiers in psychology*. 2018; 8: 2311.
 34. O'Toole S, Monks CP, Tsermentseli S. Associations between and development of cool and hot executive functions across early childhood. *British Journal of Developmental Psychology*. 2018; 36(1): 142-8.
 35. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager TD. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*. 2000; 41(1): 49-100.
 36. Kelley WM, Wagner DD, Heatherton TF. In search of a human self-regulation system. *Annual review of neuroscience*. 2015; 38: 389-411.
 37. Stein, M., Auerswald, M., and Ebersbach, M. (2017). Relationships between motor and executive functions and the effect of an acute coordinative intervention on executive functions in kindergartners. *Front. Psychol*. 8: 859.
 38. Haqnazari, F., Nejati, V., Pouretmad, H. (2022). Effectiveness of Computerized Working Memory Training on Sustained Attention and Working Memory of Male School Students. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 11(1): 2-13.
 39. Ismaili, Staki, Shahriari-Ahmadi. Evaluation and comparison of the effectiveness of Parisa and Pars cognitive rehabilitation packages in improving working memory and maintaining attention in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *New psychological research*. 2022; 67(17): 14-23.
 40. Kodadadi, Mojtaba; Nazar Boland, neda & Amani, Hossein 2014. N-back software. Institute for behavioral & cognitive sciences. Tehran, Islamic Republic of Iran.
 41. Nushi M, Rahimi S, Rahimi F. The Effect of Digital Image Guide on EFL Learners' Intercultural Communicative Competence. *Critical Language and Literary Studies*. 2021; 18(26): 267-98.
 42. Barzegarpour H, Rajabi H, Button D, Fayazmilani R. The effect of simultaneous physical and brain endurance training on fatigue and exercise tolerance inactive people. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 2021; 19(18): 72-83.
 43. Kodadadi, Mojtaba; Barzegar, Hamidreza & Amani, Hossein 2017. Modified flanker Task software. Institute for behavioral & cognitive sciences. Tehran, Islamic Republic of Iran.
 44. Van Cutsem J, De Pauw K, Buyse L, Marcora SM, Meeusen R, Roelands B. Effects of mental fatigue on endurance performance in the heat. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2017; 49(8): 1677-87.
 45. Heaton RK, Chelune GJ, Talley JL, Kay GG, Curtiss G. *Wisconsin Card Sorting Test manual: Revised and expanded (2th ed)*. Odessa: FL: Psychological Assessment Resources Inc, 1993; 62.
 46. Khodadadi, Mojtaba; shahgholian, mahnaz & Amani, Hossein 2014. Wiscansin card sorting test software. Institute for behavioral & cognitive sciences. Tehran, Islamic Republic of Iran.
 47. Rezayee M, Ashayeri HA, Yazdandoost R. Asgharnezhad A. A Frontal lobe cognitive functioning in conduct disordered adolescents. *Iranian Journal of Psychiatry and Clinical Psychology*. 2003; 9(2): 30-9.
 48. Stauss E, Sherman E, Spreen O. *A Compendium of neuropsychological tests. Administration Norms and Commentary*. Oxford University Press, New York. 2006.
 49. Amouzadeh F, Gharayagh Zandy H, Moradisabzevar M, Rostami R, Moghadamzadeh A. Impact of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on the Cognitive flexibility of hyperactive student-athletes. *Psychology of Exceptional Individuals*. 2021; 11(41): 47-75.
 50. Naderi N. Study of information processing and some functions of neuropsychology in people with obsessive-compulsive disorder. (Unpublished master dissertation). Tehran: Psychiatric Institute, 1994. [In Persian].
 51. Bagleri, Maleki, Mohammad, Qaini. The effect of one-session aerobic physical activity on athletes' response inhibition. *Movement behavior*. 2015; 6(18): 85-102
 52. Shahqalian, Azad Falah, Fathi Ashtiani, Khodadadi. Designing a software version of the Wisconsin Card Sorting Test (WCST): theoretical foundations, construction method and psychometric properties. *Clinical psychology studies*. 2012; 1(4): 110-34.
 53. Kodadadi M, Saed O, Amani H. Iowa gambling Task software. Institute for behavioral & cognitive sciences. Tehran, Islamic Republic of Iran, 2014.
 54. Hashemian SS, Hossein H, Barjali A, Rafazi Z, Asgari M. The role of money in daily life decisions: Investigating the effect of money on decision-making dimensions with uncertain consequences, 2022.
 55. Pouladi, F., Bagheri, M., Askarizadeh, G. Influence of tDCS on right hemisphere OFC on executive performance of high risk decision making and risk taking. *Neuropsychology*. 2020; 6(1): 47-62.
 56. Buelow MT, Suhr JA. Construct validity of the Iowa gambling task. *Neuropsychology review*. 2009; 19: 102-14.
 57. De Waelle S, Laureys F, Lenoir M, Bennett SJ, Deconinck FJ. Children involved in team sports show superior executive function compared to their peers involved in self-paced sports. *Children*. 2021 Mar 30; 8(4): 264.
 58. Holfelder B, Klotzbier TJ, Eisele M, Schott N. Hot and cool executive function in elite-and amateur-adolescent athletes from open and closed skills sports. *Frontiers in psychology*. 2020; 11: 694.
 59. Chang EC, Chu CH, Karageorghis CI, Wang CC, Tsai JH, Wang YS, Chang YK. Relationship between mode of sport training

- and general cognitive performance. *Journal of Sport and Health Science*. 2017; 6(1): 89-95.
60. Dai CT, Chang YK, Huang CJ, Hung TM. Exercise mode and executive function in older adults: an ERP study of task-switching. *Brain and cognition*. 2013; 83(2): 153-62.
61. Li D, Huang CJ, Liu SC, Chang KH, Hung TM. Exercise type relates to inhibitory and error processing functions in older adults. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*. 2019; 26(6): 865-81.
62. Furley P, Wood G. Working memory, attentional control, and expertise in sports: A review of current literature and directions for future research. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*. 2016; 5(4): 415-25.
63. Diamond A. Executive functions. *Annual review of psychology*. 2013; 64: 135-68.
64. Ferguson HJ, Brunson VE, Bradford EE. The developmental trajectories of executive function from adolescence to old age. *Scientific reports*. 2021; 11(1): 1382.
65. Shao M, Lai Y, Gong A, Yang Y, Chen T, Jiang C. Effect of shooting experience on executive function: Differences between experts and novices. *PeerJ*. 2020; 8: e9802.
66. Wang B, Guo W. Exercise mode and attentional networks in older adults: A cross-sectional study. *PeerJ*. 2020; 8: e8364.
67. Yamashiro K, Sato D, Onishi H, Sugawara K, Nakazawa S, Shimojo H, Akatsuka K, Nakata H, Maruyama A. Skill-specific changes in somatosensory nogo potentials in baseball players. *PloS one*. 2015; 10(11): e0142581.
68. Nyongesa MK, Ssewanyana D, Mutua AM, Chongwo E, Scerif G, Newton CR, Abubakar A. Assessing executive function in adolescence: A scoping review of existing measures and their psychometric robustness. *Frontiers in psychology*. 2019; 10: 311.

Comparison of Hot and Cool Executive Functions of the Brain in Young Athletes with Similar Cognitive Demands across Open and Closed Skills

Moniralsadat Arvin¹  , Zohreh Meshkati²  ,
Rokhsareh Badami²  

Abstract

Original Article

Introduction: Executive functions play an important role in shaping the future-oriented cognitive skills of adolescents, both under relatively abstract and non-emotional conditions (cool executive function) and emotionally salient, motivational contexts (hot executive function). Empirical evidence shows that there is a relationship between executive function, exercise, and physical activity. However, all forms of physical activity do not affect cognition in the same way. The present study aims to compare the effect of exercise with similar cognitive demands on the executive functions of intermediate-level athletes.

Materials and Methods: A total of 100 female intermediate-level athletes participating in club-level shooting sports (n = 50 fixed targets, n = 50 flying targets), aged 13–18 years, were selected from shooting clubs in Yazd Province, Iran, using a convenience sampling method. To measure cold executive functions, N-back task, the modified Flanker task, and Wisconsin Card Sorting Test (WCST) were used, while the Iowa Gambling Task (IGT) was employed to assess hot executive functions. Then the data analysis was done according to the results of the tests.

Results: A significant difference was observed in mean response inhibition scores between the congruent and incongruent conditions in the open-skill versus closed-skill athlete groups, favoring the open-skill group ($P < 0.001$). The results indicated no significant differences between the open-skill and closed-skill groups across several metrics: total score, net score, and response time for hot executive functions; outcome and reaction time for working memory; and the number of categories and perseverative errors for cognitive flexibility ($P > 0.05$).

Conclusion: The study findings confirm the far transfer hypothesis, suggesting that the division of sports into open- and closed-skill disciplines may not be a suitable criterion for measuring the impact of the environment on executive functions. An open-skill environment characterized by moderate cognitive demands can exert an influence on executive functioning comparable to that of a closed-skill environment with similar cognitive demands.

Keywords: Executive function; Open skill; Closed skill; Athlete

Citation: Arvin M, Meshkati Z, Badami R. Comparison of Hot and Cool Executive Functions of the Brain in Young Athletes with Similar Cognitive Demands across Open and Closed Skills. J Res Rehabil Sci 2023; 19: 133-43.

Received date: 22.12.2023

Accept date: 04.02.2024

Published: 18.03.2024

1- PhD Student, School of Physical Education and Sport Science, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, School of Physical Education and Sport Science, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Zohreh Meshkati; Associate Professor, School of Physical Education and Sport Science, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran; Email: zmeshkati@gmail.com