

رشد و یادگیری حرکتی - ورزشی - بهار ۱۳۹۵
دوره ۸، شماره ۱، ص: ۹۹-۱۱۱
تاریخ دریافت: ۱۳ / ۱۰ / ۹۳
تاریخ پذیرش: ۲۵ / ۰۲ / ۹۴

تأثیر تمرین حافظه کاری و تمرین بدنی بر چرخش ذهنی

جلال دهقانی‌زاده^{۱*} - مریم لطفی^۲ - حسن محمدزاده^۳

۱. دانشجوی دکتری یادگیری حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲. دانشجوی دکتری یادگیری حرکتی، دانشگاه ارومیه، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳. دانشیار، دانشگاه ارومیه، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

چکیده

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر تمرین جسمانی و تمرین حافظه کاری بر توانایی چرخش ذهنی بود. به این منظور ۴۵ نفر دانشجوی دختر غیرورزشکار به صورت هدفمند انتخاب شدند و به طور تصادفی در یکی از گروه‌های تمرین ایروبیک، تمرین حافظه کاری و گروه کنترل قرار گرفتند (هر گروه ۱۵ نفر). طرح تحقیق از نوع نیمه‌تجربی و به صورت پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل بود که از تمامی نمونه‌ها، آزمون چرخش ذهنی گرفته شد. گروه تمرین بدنی و گروه تمرین حافظه کاری، روزانه به مدت ۳۰ دقیقه به ترتیب در تمرین ایروبیک و تمرین حافظه کاری به مدت دو هفته شرکت کردند. گروه کنترل نیز به فعالیت روزانه خود پرداخت. نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس تکراری نشان داد که تمرین ایروبیک و تمرین حافظه کاری بر توانایی چرخش ذهنی تأثیر دارد ($P \leq 0/05$). یافته‌ها حاکی از تسهیل توانایی‌های شناختی به وسیله مداخلات شناختی و حرکتی است.

واژه‌های کلیدی

تمرین جسمانی، توانایی فضایی، چرخش ذهنی، حافظه کاری، شناخت.

مقدمه

توانایی‌های فضایی جزئی از هوش سیال‌اند که به سه دسته شامل ادراک فضایی^۱، چرخش ذهنی^۲ و تصویرسازی فضایی^۳ تقسیم شده‌اند: الف) ادراک فضایی: توانایی استنتاج جهت یک شیء با در نظر گرفتن جهت خود فرد است؛ ب) چرخش ذهنی: توانایی تجسم چرخش یک محرک بصری است یا براساس تعریف جاست و کارپنتر^۴ به‌عنوان بازنمایی بصری در مغز انسان در نظر گرفته شده است که با نیمکره راست مغز در ارتباط است؛ ج) تصویرسازی فضایی: تصویرسازی فضایی کمی پیچیده‌تر و عبارت است از توانایی دستکاری اطلاعات فضایی ارائه‌شده. اما چرخش ذهنی بیشتر مورد مطالعه و توجه محققان قرار گرفته است (۱۶). با عنایت به تعاریف مذکور، چرخش ذهنی را می‌توان توانایی مغز برای درک اشیای در حال حرکت در محیط دانست که مشخص می‌کند کدام شیء در کدام نقطه از محیط قرار دارد. البته این شیء می‌تواند یک جسم خارجی مانند یک پرنده یا یک جسم انتزاعی مانند تصویری از یک پرنده باشد. چرخش ذهنی، کارکرد شناختی فرد برای تشخیص تغییر شکل در محیط است. به‌عبارت دیگر، توانایی چرخش ذهنی فرد را قادر می‌سازد تا در محیط بدون برخورد به افراد یا اشیاء حرکت کند؛ فضای پیرامون خود را به‌صورت دو یا سه‌بعدی درک کند و در موقعیت‌های ناگهانی مثل افتادن از پله تصور درستی از موقعیت خود نسبت به محیط داشته باشد (۱۴). توانایی چرخش ذهنی با متغیرهای شناختی و حرکتی در تعامل است (۳). با نگاهی به پیشینه تحقیق مشخص می‌شود که عواملی چون تجربه حرکتی (۱۰)، موسیقی (۲۴)، بازی‌های رایانه‌ای (۵)، جنسیت (۲۹)، سن (۱۹) و حتی سطوح هورمونی‌ای چون تستوسترون (۱۷) می‌تواند در کارکرد بهینه توانایی چرخش ذهنی اثرگذار باشد.

نگرش مربوط به تأثیر فعالیت حرکتی بر متغیر چرخش ذهنی، از آشکار شدن تفاوت در گروه‌های فعال و غیرفعال بسط داده شد. دانشجویان رشته تربیت بدنی (۲۰۱۰)، کشتی‌گیران و ژیمناست‌های ماهر (۱۰) به‌دلیل تجربه حرکتی، توانایی چرخش ذهنی بالاتری را از خود نشان دادند. دانشجویان رشته موسیقی و افرادی که آموزش موسیقی را فراگرفته بودند نیز چرخش ذهنی بهتری را نشان دادند (۲۴). نوجوانان با تجربه بازی‌های رایانه‌ای چون تتریس (تکلیف شناختی) نیز عملکرد مطلوب‌تری در چرخش

-
1. Spatial Perception
 2. Mental Rotation
 3. Spatial Imaging
 4. Just & Carpenter

ذهنی نسبت به نوجوانان همتای خود و بدون تجربه بازی رایانه‌ای دارند (۵). در بررسی جنسیت اغلب تحقیقات برتری پسران نسبت به دختران را در توانایی‌های فضایی گزارش کرده‌اند (۲۹). در نهایت مطالعات نشان داده است که با افزایش سن تا جوانی، توانایی چرخش ذهنی بر حسب میزان تجربه ادراک‌شده فرد از محیط افزایش می‌یابد و در صورتی که این درگیری و تجربه مختل یا با کاهش همراه شود، توانایی‌های فضایی در پیری و حتی میانسالی به شدت با افت همراه می‌شود و افتادن‌های متوالی و سوانح رانندگی را برای این افراد به همراه خواهد داشت (۱۹).

مسئله اصلی این است که چه نوع برنامه مداخله‌ای می‌تواند بر بهبود توانایی چرخش ذهنی تأثیرات شایان توجهی داشته باشد؟ برخی مطالعات بر مداخلات حرکتی و بعضی دیگر بر مداخلات شناختی تأکید داشته و تبیین‌های متفاوتی را نیز ارائه کرده‌اند. اما مطالعات جهت مشخصی را ارائه نداده‌اند و هنوز سردرگمی و ابهام در این رویکرد وجود دارد. برخی محققان به کارکردهای مشابه مغزی و مناطق یکسان مغزی درگیر در هر دو فعالیت حرکتی و حل مسئله چرخش ذهنی اشاره کرده‌اند (۱۲). آزاد شدن هورمون‌های مؤثر در حل مسئله چرخش ذهنی در پی تمرینات جسمانی نیز تا حدودی مدنظر محققان قرار گرفته است (۱۷). اما در تبیین‌های گزارش‌شده، اثر واسطه‌ای حافظه کاری نیز مورد توجه بوده است. حافظه کاری اطلاعات را برای استفاده، فعال نگه می‌دارد و در تحکیم اطلاعات برای ذخیره بلندمدت نقش کاربردی دارد. از طریق همکاری این دو مؤلفه (ذخیره‌سازی و پردازش)، حافظه کاری قادر به حفظ، پردازش و یکپارچه‌سازی اطلاعات مرتبط با هدف است. در واقع، مطالعات تصویربرداری نشان داده که عملکرد تست IQ توسط فعالیت نواحی مغزی به‌کار بسته‌شده به‌وسیله تکالیف حافظه کاری محاسبه شده است، مثل قشر خلفی جانبی و پیش‌پیشانی میانی^۱ (۶). از آنجا که برای مقایسه اشکال در آزمون چرخش ذهنی فرد نیاز به حفظ و ذخیره مداوم یک شکل و مقایسه آن با شکل‌های دیگر دارد، احتمال می‌رود حافظه کاری در تعامل بین فعالیت حرکتی و چرخش ذهنی مؤثر باشد. برای مثال شووازر و ماسبروگر^۲ (۲۰۰۴) از حافظه کاری و توجه به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده‌های هوش نام برده‌اند (۲۵). هیون و لاک^۳ (۲۰۰۷) نیز حافظه کاری را به‌عنوان پیش‌زمینه‌ای برای چرخش ذهنی در نظر گرفتند (۸). در واقع آنها بیان داشتند که با تداخل در حافظه کاری - فضایی، توانایی چرخش ذهنی

- 1 . Dorsolateral and Medial Prefrontal Cortex
- 2 . Schweizer & Moosbrugger
- 3 . Hyun & Luck

فرد نیز کاهش می‌یابد. از طرفی ارتباط بین چرخش ذهنی، حافظه کاری و مهارت‌های حرکتی در کودکان گزارش شده است. لهمان^۱ و همکاران (۲۰۱۴) مشخص کردند که حافظه کاری و کارکرد اجرایی ممکن است نقش مهمی در چرخش ذهنی و فرایند حرکتی داشته باشد (۱۵). در تنها مطالعه‌ای که به صورت مداخله‌ای انجام گرفته، اثر تمرین حافظه کاری بر بهبود هوش سیال گزارش شده است (۹). با عنایت به این فرض که توانایی‌های فضایی جزئی از هوش سیال است و چرخش ذهنی عاملی مهم در بین توانایی‌های فضایی قلمداد می‌شود، احتمال می‌رود تمرین حافظه کاری بتواند بر بهبود عملکرد چرخش ذهنی افراد نیز مؤثر باشد. در این زمینه بست^۲ و همکاران (۲۰۱۰) ارتباط کارکرد گیرنده چندهشکلی^۳ 5-HT1A^۴ برای فرایندهای توجه و حافظه کاری در طول مشخصه‌های چرخش ذهنی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که فعالیت‌های عصبی درگیر در حافظه کاری می‌تواند به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر چرخش ذهنی مؤثر باشد (۴). از این رو فرض اثرگذاری حافظه کاری بر چرخش ذهنی مطرح شده است، لیکن به بررسی‌های گسترده‌تری نیاز دارد.

هرچند مطالعات در این زمینه بسیار محدود است، در زمینه اثر تمرین جسمانی بر چرخش ذهنی، مطالعات متعدد و مستندتری وجود دارد. تأثیر تمرین جاگلینگ^۵ (۱۱)، آموزش ژیمناستیک (۱)، حرکات ریتمیک (۱۲) و تمرین هوازی (۲۷)، از جمله مداخلات جسمانی بر توانایی چرخش ذهنی است. البته تجربه تمرین هوازی نیز در فرایند حافظه کاری می‌تواند تأثیر مثبت داشته باشد (۱۸). در واقع محققان تمرین هوازی با شدت متوسط را برای تسهیل حافظه کاری مؤثر می‌دانند. بنابراین نوع مداخله حرکتی یا شناختی می‌تواند بر توانایی چرخش ذهنی اثرگذار باشد.

در تحقیق حاضر تأثیر تمرین حافظه کاری و تمرین بدنی به‌عنوان دو نوع مداخله شناختی و حرکتی متفاوت بر توانایی چرخش ذهنی، در دختران جوان غیروزشکار به‌دلیل تمرین‌پذیرتر بودن، بررسی شده است که می‌تواند اثرپذیر بودن تمرینات حسی - حرکتی را بر توانایی‌های فضایی آشکار سازد.

1 . Lehmann

2. Beste

3. Polymorphism

۴. این گیرنده در مناطق مشخصی از مغز که در کنترل خلق و خو، شناخت و حافظه نقش دارند، وجود دارد. این گیرنده‌ها می‌تواند در درمان اختلالات مختلف عصبی مؤثر باشد.

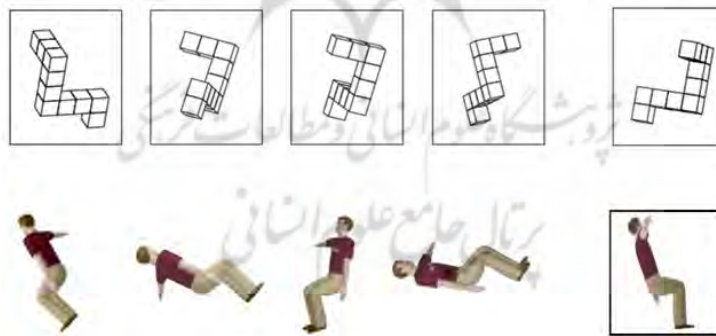
5 . Juggling

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با پیش‌آزمون - پس‌آزمون بود. نمونه تحقیق شامل ۴۵ دانشجوی دختر غیرفعال با دامنه سنی ۱۹ تا ۲۲ سال بود ($M(\pm SD) = 20/4 \pm 1/368$) که به صورت هدفمند از بین دانشجویان دانشگاه شهید مدنی تبریز انتخاب شدند و به صورت تصادفی در سه گروه، یک گروه کنترل و دو گروه آزمایش (تمرین حافظه کاری و تمرین ایروبیک) قرار گرفتند. شرکت در طرح تحقیق داوطلبانه بود و هیچ‌یک از آزمودنی‌ها سابقه تمرین ورزشی، آزمون چرخش ذهنی، آزمون حافظه کاری، بازی‌های رایانه‌ای و آموزش موسیقی را نداشتند. همچنین تمامی شرکت‌کنندگان راست‌دست و از نظر جسمانی و روانی سالم بودند و هیچ‌گونه سابقه بیماری‌های قلبی - عروقی نداشتند.

برای اندازه‌گیری توانایی چرخش ذهنی، از آزمون چرخش ذهنی (MRT)^۱ استفاده شد. این آزمون از اعداد ارائه‌شده از سوی شفارد و متزلر^۲ (۱۹۷۸) تشکیل شده و در اصل، از نسخه نقشه‌کشی اتوکد و آزمون چرخش ذهنی وندربگ و کیوس^۳ (۱۹۷۸) است (۲۶).

آزمون چرخش ذهنی مورد استفاده، مجموعه‌ای ۲۴ سؤال بود که از مکعب‌ها و تصاویر سه‌بعدی (به صورت یک‌درمیان) تشکیل شده که جدیدترین نسخه از آزمون چرخش ذهنی است. هر مسئله شامل یک شکل هدف در سمت راست و چهار شکل محرک در سمت چپ است. دو شکل از چهار شکل محرک، نسخه چرخیده‌شده شکل هدف است و دو شکل دیگر نمی‌تواند با شکل هدف یکسان باشد (شکل ۱) (۲۲). پایایی این آزمون با استفاده از روش آزمون مجدد ۰/۸۷ ذکر شده است.



شکل ۱. نمونه‌ای از آزمون چرخش ذهنی

1. Mental Rotation Test
2. Shepard & Metzler
3. Vandenberg & Kuse

مدت زمان این آزمون ۸ دقیقه برای ۲۴ مسئله است که با توجه به اینکه در پژوهش حاضر ۱۲ مسئله در پیش‌آزمون و ۱۲ مسئله در پس‌آزمون مورد آزمون قرار گرفت، از این رو مدت زمان برای هر ۱۲ مسئله ۴ دقیقه در نظر گرفته شد. در صورتی که آزمودنی در هر مسئله به هر دو گزینه جواب درست می‌داد، یک نمره و اگر آزمودنی به یک گزینه جواب درست و به یک گزینه اشتباه یا به هر دو گزینه اشتباه پاسخ می‌داد، نمره صفر در نظر گرفته می‌شد.

تمرین حافظه کاری با نرم‌افزار N-Back انجام گرفت. این نرم‌افزار شامل یادآوری دو محرک مختلف (مکان مربع و حرف الفبای تلفظ‌شده همراه آن) است (حافظه فعال دیداری و شنیداری). این ابزار اولین بار در پژوهشی در سال ۲۰۰۸ برای تقویت حافظه کاری استفاده شد (۹). در هر کوشش، یک مربع آبی‌رنگ در یکی از مکان‌های هشت‌گانه ظاهر شده (شکل ۲) و به همراه آن یکی از حروف C، R، T، S، H، Q، L و K ارائه می‌شود. اگر در دو کوشش متوالی مکان مربع یکسان بود، آزمودنی باید کلید A روی صفحه کلید را فشار دهد و اگر در دو کوشش متوالی حروف ارائه‌شده یکسان بود، آزمودنی باید کلید L روی صفحه کلید را فشار دهد. در نهایت نرم‌افزار یک نمره درصدی برای فرد ارائه می‌کند که به‌عنوان عملکرد حافظه کاری در نظر گرفته می‌شود. در تحقیق حاضر آزمودنی‌ها پس از تمرین 1-Back یا به عبارتی یادآوری محرک قبل، و کسب نمره ۱۰۰٪، به سراغ تمرین 2-Back می‌رفتند که شامل یادآوری دو محرک قبلی بود. تمرین تا زمانی ادامه یافت که تمامی آزمودنی‌ها در تمرین 2-Back نمره ۱۰۰٪ را کسب کردند. آزمودنی‌ها به مدت دو هفته روزانه ۳۰ دقیقه به تمرین می‌پرداختند.



شکل ۲. نمونه‌ای از یک کوشش در نرم‌افزار N-Back

همچنین گروه تمرین جسمانی (ایروبیک)، دو هفته هر روز به مدت ۳۰ دقیقه به تمرین ایروبیک با شدت متوسط و ارائه شده توسط مربی پرداختند که طول دوره این تمرین نیز بر حسب مدت زمان تمرین برای گروه حافظه کاری تنظیم شد.

پس از انتخاب نمونه (۴۵ نفر) و توضیح طرح به آزمودنی‌ها، اطلاعات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها به وسیله چک‌لیست اطلاعات شخصی جمع‌آوری شد. سپس پیش‌آزمون چرخش ذهنی با ۱۲ مسئله (موارد ۱ تا ۱۲) به عمل آمد. سپس آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در هر یک از گروه‌های کنترل، تمرین حافظه کاری و تمرین ایروبیک قرار گرفتند. پس از اتمام دو هفته تمرین برای گروه‌های آزمایش، از تمامی آزمودنی‌ها پس‌آزمون چرخش ذهنی گرفته شد. در پس‌آزمون چرخش ذهنی از ۱۲ سؤال دوم (موارد ۱۳ تا ۲۴) استفاده شد.

از آمار توصیفی برای دسته‌بندی داده‌ها، از آزمون شاپیرو ویلک^۱ برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و از آزمون تحلیل واریانس تکراری و تحلیل واریانس برای بررسی تأثیر تمرین استفاده شد. این مراحل، با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20 و در سطح اطمینان ۰/۰۵ انجام گرفت.

نتایج و یافته‌های تحقیق

در جدول ۱ اطلاعات مربوط به آمار توصیفی نمونه تحقیق شامل سن، میانگین و انحراف معیار برای چرخش ذهنی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون آورده شده است (جدول ۱).

جدول ۱. یافته‌های توصیفی

گروه	متغیر	نوع آزمون	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
کنترل	سن	-	۱۵	۲۰/۰۹	۱/۰۸	۱۹	۲۱
	چرخش ذهنی	پیش‌آزمون	۱۵	۳/۲۷	۱/۱۶	۱	۵
تمرین حافظه کاری	سن	-	۱۵	۲۰/۸۹	۱/۵۳	۱۹	۲۲
	چرخش ذهنی	پیش‌آزمون	۱۵	۳/۱۳	۱/۴۱	۰	۵
تمرین ایروبیک	سن	-	۱۵	۲۰/۲۲	۱/۲۸	۱۹	۲۲
	چرخش ذهنی	پیش‌آزمون	۱۵	۳/۱۳	۱/۲۵	۲	۶
		پس‌آزمون	۱۵	۵	۱/۶	۳	۹

1. Shapiro Wilk

همان‌گونه که اشاره شد برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها در نمره‌های پیش‌آزمون، از آزمون شاپیرو استفاده شد که فرض طبیعی بودن توزیع داده‌ها تأیید شد ($P > 0/05$)، از این‌رو می‌توان از آزمون پارامتریک تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای مشاهده اثر تمرین، استفاده کرد (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس تکراری برای مقایسه نمره‌های چرخش ذهنی

متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	مربع میانگین	F	معناداری
دوره آزمون	۳۱/۲۱۱	۱	۳۱/۲۱۱	۲۵/۶۴	۰/۰۰۱
گروه	۶/۸۶۷	۲	۳/۴۳۳	۱/۵۵	۰/۲۲۳
گروه × دوره آزمون	۱۰/۱۵۶	۲	۵/۰۷۸	۴/۱۷	۰/۰۲۲
خطا	۵۱/۱۳۳	۴۲	۱/۲۱۷	-	-

با توجه به جدول ۲، اثر اصلی دوره آزمون معنادار است ($F(1,42) = 25/64$ و $P = 0/001$). به عبارتی روند تغییرات توسط مداخله از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون اثر معنادار داشت. از طرفی اثر اصلی گروه غیرمعنادار ($F(2,42) = 1/55$ و $P = 0/223$) و تعامل دوره آزمون در گروه معنادار به دست آمد ($F(2,42) = 4/17$ و $P = 0/022$). هرچند اثر گروه غیرمعنادار به دست آمد، به دلیل معنادار شدن تعامل گروه با دوره آزمون، و برای مقایسه نمره‌های گروه‌ها، از آزمون تحلیل واریانس روی نمره‌های پس‌آزمون استفاده شد که نتایج در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس برای مقایسه نمره‌های پس‌آزمون چرخش ذهنی

متغیر آماره	مجموع مربعات	درجه آزادی	مربع میانگین	F	معناداری
بین‌گروهی	۱۶/۸۴۴	۲	۸/۴۲۲	۴/۶۹	۰/۰۱۵
درون‌گروهی	۷۵/۴۶۷	۴۲	۱/۷۹۷	-	-
مجموع	۹۲/۳۱۱	۴۴	-	-	-

مندرجات جدول ۳ نشان می‌دهد در نمره‌های پس‌آزمون چرخش ذهنی بین گروه‌های تحقیق، تفاوت معنادار وجود دارد ($F(2,42) = 4/69$ و $P = 0/015$). بنابراین برای مشخص شدن محل تفاوت، آزمون تعقیبی توکی استفاده شد تا مقایسه جفتی بین سه گروه انجام پذیرد (جدول ۴).

جدول ۴. نتایج حاصل از آزمون تعقیبی توکی برای تعیین محل تفاوت گروه‌های تحقیق

گروه	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	معناداری
کنترل - تمرین حافظه کاری	-۱/۰۰	۰/۴۸۹	۰/۰۴۷
کنترل - تمرین ایروبیک	-۱/۴۷	۰/۴۸۹	۰/۰۰۵
تمرین حافظه کاری - تمرین ایروبیک	-۰/۴۶۷	۰/۴۸۹	۰/۳۴۶

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد بین گروه کنترل با گروه تمرین حافظه کاری، و گروه کنترل با گروه تمرین ایروبیک تفاوت معناداری وجود دارد ($P \leq 0/05$)، اما بین گروه تمرین حافظه کاری با گروه تمرین ایروبیک تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P > 0/05$). بنابراین می‌توان گفت هرچند تجربه حرکتی و شناختی می‌تواند به‌صورت معناداری بر چرخش ذهنی افراد تأثیرگذار باشد، نمی‌توان برتری‌ای را برای این دو نوع تجربه در نظر گرفت، هرچند میانگین نمره‌ها در گروه تمرین ایروبیک از گروه تمرین حافظه کاری بیشتر به‌دست آمد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر دو نوع تمرین حافظه کاری و تمرین جسمانی بر توانایی چرخش ذهنی بود. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که هر دو نوع تمرین می‌تواند بر توانایی چرخش ذهنی اثر مثبتی نسبت به گروه کنترل داشته باشد. در واقع از یافته‌های پژوهش حاضر، اثر نوع تمرین را می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً با افزایش تجربه حرکتی و حسی - حرکتی در فرد می‌توان کارکرد شناختی وی را دستخوش تغییراتی کرد. مطالعات پیشین نشان داده است که تمرین جسمانی و سابقه فعالیت حرکتی منظم بر عملکرد چرخش ذهنی اثر مثبت دارد. فعالیت‌هایی چون جاگ‌لینگ (۱۱)، ژیمناستیک (۱) و تمرین هوازی (۱۸)، ارتقای عملکرد چرخش ذهنی را نشان داده است. در واقع یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج گزارش شده از تحقیقات مشابه پیشین، همسوست. اما تبیین‌های متفاوتی برای اثربخشی فعالیت جسمانی بر توانایی چرخش ذهنی بیان شده است. در این بین درگیری مناطق مشابه مغزی برای فعالیت جسمانی با حل مسئله چرخش ذهنی، بیشترین مقبولیت را داشته است. اینکه هنگام فعالیت جسمانی، همان مناطقی در مغز فعال می‌شود که هنگام حل مسئله چرخش ذهنی فعال می‌گردد، به‌وسیله مطالعات fMRI مشخص شده است (۱۳). بنابراین هنگامی که فرد درگیر فعالیت حرکتی منظم در طول یک دوره می‌شود، افزایش فعالیت مغزی و کارکرد شناختی در مناطق

مربوط به توانایی چرخش ذهنی را به همراه دارد. از این رو فعال بودن مناطق مشخص از قشر، می تواند در حل مسئله چرخش ذهنی تسهیل شود و نمره های فرد عملکرد بهتری را نمایش دهد.

از طرفی فعالیت هایی که به هماهنگی فضایی نیاز دارند، همانند ایروبیک، می تواند توجه فضایی در فرد را در راستای تکلیف مورد نظر متمرکز کند. درگیری هماهنگی فضایی در توجه در طول تمرین ایروبیک را نیز می توان دلیل احتمالی بر این تأثیر دانست. هماهنگی در توجه فضایی در افراد فعال، به کانونی کردن توجه بر توانایی فضایی و افزایش میزان دقت در کسب فعالیت های توجه طلب کمک می کند (۲۱). بنابراین توجه فضایی و دقت بالاتر در افراد آموزش دیده، هنگام حل تکلیف چرخش ذهنی (به عنوان یک توانایی فضایی)، می تواند به کسب نتایج مطلوب تر توسط این افراد منتهی شود. از طرفی مشخص شده است که تمرین هوازی با شدت متوسط می تواند بر توانایی های شناختی مؤثر باشد. در واقع تمرین هوازی به شدت متوسط گردش خون و متقابلاً اکسیژن رسیده به مغز را افزایش می دهد که کارکرد مناسب تری از مغز به ویژه در قسمت پیش پیشانی را نشان می دهد (۲۷). از این رو هم تمرکز توجه فضایی و هم افزایش گردش خون مغزی را می توان از عوامل اثرگذار بر توانایی چرخش ذهنی متعاقب تمرین ایروبیک با شدت متوسط دانست.

هرچند سطوح هورمونی متفاوت (۱۷)، کارایی حرکتی (۲۱) و تجارب متفاوت (۲۲) نیز از تبیین های ارائه شده در این زمینه است، آنچه در تحقیق حاضر مدنظر است، تعامل حرکت، شناخت و حافظه می باشد. یکی از نظریه های پایه در زمینه ارتباط شناخت و حرکت را پیازه^۱ (۱۹۵۱) بیان داشته است (۲۳). از نظر پیازه (۱۹۵۱)، تجارب و دخل تصرف فرد در محیط می تواند بر شناخت فرد تأثیرگذار باشد. در واقع هرچه فرد با محیط اطراف خود تعامل داشته باشد و تجارب (شناختی و حرکتی) بیشتری را کسب کند، توانایی های شناختی و ذهنی وی افزایش می یابد. با توجه به اینکه تمرین ایروبیک، تجربه حرکتی خاص را به وسیله آموزش حرکتی در پی دارد، افراد تمرین کرده، توانایی چرخش ذهنی بیشتری را نسبت به افراد بدون این تجربه نشان می دهند. از طرفی اشمیت^۲ و همکاران (۲۰۱۳) نیز تأثیر تمرین هوازی متوسط بر حافظه کاری را گزارش کرده اند. در واقع تمرین هوازی باید با شدت متوسط باشد تا بتواند کارکرد شناختی و به طور خاص حافظه کاری را تسهیل کند (۲۷). از طرف دیگر، حافظه کاری را به عنوان کاتالیزور در حل مسئله چرخش ذهنی گزارش کرده اند. در واقع محققان عقیده دارند که حافظه

1. Piaget

2 . Smith

کاری می‌تواند سوبسترای برای حل مسائل چرخش ذهنی باشد که در این زمینه به تحقیقات گسترده‌تری نیاز است (۸). نتیجه اینکه از آنجا که حل مسئله در آزمون چرخش ذهنی با محدوده زمانی مشخص همراه است، سرعت پردازش شناختی می‌تواند عاملی مؤثر در حل مسئله در بازه زمانی محدود باشد (۲۰). فرد هنگام حل مسئله، به‌طور مکرر باید حافظه فزایی خود را فعال نگه دارد تا بتواند گزینه درست را در کمترین زمان مشخص کند که این سرعت پردازش شناختی، احتمالاً با حافظه کاری فعال‌تر در ارتباط است.

هرچند شواهد مختلفی برای دو متغیر ارائه شد، نتیجه‌گیری کلی می‌تواند تبیینی مناسب برای تأثیرات مشاهده‌شده باشد. از دیدگاه شناختی، تحقیقات نشان می‌دهد که تمرین مهارت‌های فزایی عامل مهمی در رشد این مهارت‌ها و توانایی حل مسئله است. وندربگ و کیوس (۱۹۷۸) نشان دادند که عملیات چرخش ذهنی ظرفیت محدودی دارد و آزمودنی‌ها برای چرخش تصویر، آن را به قسمت‌های کوچک‌تر تقسیم یا فقط ویژگی متمایزکننده تصویر را بازنمایی می‌کنند (۲۸). به‌عبارت دیگر، افراد برای حل مسائل در تکلیف چرخش ذهنی از حافظه کوتاه‌مدت و فعال بینایی - فزایی استفاده می‌کنند که فعال بودن حافظه را می‌طلبد. از این گذشته، با توجه به اینکه چرخش ذهنی و حافظه کاری هر دو برگرفته از تکالیف شناختی و هوش هستند، هر نوع تغییری در هر یک از این دو متغیر، تغییری همراستا برای متغیر دیگر را در پی خواهد داشت. همچنین این احتمال وجود دارد که کاهش یا افزایش فرایندهای توجه، اثرات مجزایی بر فعالیت‌های ساکادی چشم به‌منظور ایجاد ثبات عصبی تصاویر در تکلیف چرخش ذهنی داشته باشد (۴). به‌عبارتی، محققان ارتباط بین حافظه کاری و چرخش ذهنی را از طریق توجه به حرکات ساکادی چشم می‌دانند. در نهایت این محققان بیان می‌کنند که فعالیت‌های عصبی درگیر در حافظه کاری می‌تواند به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت و توانایی چرخش‌ذهنی مؤثر باشد (۴).

تحقیق حاضر تأثیر تمرین حافظه کاری و تمرین ایروبیک با شدت متوسط بر توانایی چرخش ذهنی را نشان داد. در واقع می‌توان گفت بازنمایی‌های مکرر در حل مسئله، از طریق فرایند درگیری حافظه کاری می‌تواند تسهیل شود. البته ارتباط بین سرعت پردازش شناختی، کارکرد اجرایی، ظرفیت حافظه کاری و هوش بررسی شده است (۷)، اما اطلاعات گسترده‌تری در این زمینه مورد نیاز است. به‌عبارتی بهبود هوش سیال متعاقب فعالیت جسمانی نیز از طریق فعال بودن حافظه کاری باید بررسی شود. بنابراین احتمالاً برای تکالیف حل مسئله، می‌توان هم از طریق فعالیت‌های حرکتی برنامه‌ریزی شده و هم

از طریق تمرین حافظه کاری، اثرهای مثبتی را ایجاد کرد. این موارد به خصوص در کودکان دچار اختلال حل مسئله باید بررسی شود.

منابع و مآخذ

۱. دهقانی‌زاده، جلال؛ محمدزاده حسن و حسینی، فاطمه سادات (۱۳۹۲). "تأثیر برنامه آموزش ژیمناستیک بر چرخش ذهنی"، فصلنامه روان‌شناسی شناختی، ۱ (۱): ص ۲۴-۱۶.
۲. دهقانی‌زاده، جلال؛ محمدزاده؛ حسن و حسینی، فاطمه سادات (۱۳۹۳). "مقایسه چرخش ذهنی دانشجویان فعال و غیرفعال"، رفتار حرکتی، ۶ (۱۶): ص ۹۳-۱۰۶.
3. Adams, DM., Stull, AT., Hegarty, M. (2014). "Effects of Mental and Manual Rotation Training on Mental and Manual Rotation Performance". *Spatial Cognition & Computation*. 14:169-198.
4. Beste, C., Heil, M., Domschke, K., Konrad, C. (2010). "The relevance of the functional 5-HT1A receptor polymorphism for attention and working memory processes during mental rotation of characters". *Neuropsychologia*. 48: 1248-1254.
5. Cherney, ID., London, KL. (2006). "Gender-linked differences in the toys, television shows, computer games, and outdoor activities of 5-to 13-year-old children". *Sex Roles*. (54): 717-726.
6. Conway, ARA., Kane, MJ., Al, CET. (2005). "Working memory span tasks: a methodological review and user's guide". *Psychonomic Bulletin & Review*. 12: 769-86.
7. Dang, CP., Braeken, J., Colom, R., Ferrer, E., Liu, C. (2015). "Do processing speed and short-term storage exhaust the relation between working memory capacity and intelligence?". *Personality and Individual Differences*. 74: 241-247.
8. Hyun, JS., Luck, SJ. (2007). "Visual working memory as the substrate for mental rotation". *Psychonomic Bulletin & Review*. 14 (1), 154-158.
9. Jaeggi, SM., Buschkuhl, M., Jonides, J., Perrig, WJ. (2008). "Improving fluid intelligence with training on working memory". *Proc Natl Acad Sci U S A*. 105(19):6829-6833.
10. Jansen, P., Lehmann, J. (2013). "Mental rotation performance in soccer players and gymnasts in an object-based mental rotation task". *Advances in cognitive Psychology*. 9(2) : 92-98.
11. Jansen, P., Lange, LF., Heil, M. (2011). "The influence of juggling on mental rotation performance in children". *Biomedical Human Kinetics*, 3, 18 - 22.
12. Jansen, P., Kelner, J., Rieder, C. (2013). "The improvement of mental rotation performance in second graders after creative dance training". *Creative Education*. 4(6): 418-422.
13. Jordan, K., Heinze, HJ., Lutz, K., Kanowski, M., Jancke, L. (2008). "Cortical activations

- during the mental rotation of different visual objects". *NeuroImage*. 13, 143–152.
14. Just, MA., Carpenter, PA. (1985). "Cognitive coordinate systems: Accounts of mental rotation and individual differences in spatial ability". *Psychology Review*. 92:137-171.
 15. Lehmann, J., Quaiser-Pohl, C., Jansen, P. (2014). "Correlation of motor skill, mental rotation, and working memory in 3- to 6-year-old children". *European Journal of Developmental Psychology*. 32: 1-14.
 16. Levin, SC., Huttenlocher, J., Taylor, A., Langrock, A. (1999). "Early sex differences in spatial skill". *Development Psychology*. 35: 940-949.
 17. Martin, MM., Wittert, G., Burns, NR., Pherson, JM. (2008). "Endogenous testosterone levels, mental rotation performance, and constituent abilities in middle-to-older aged men". *Hormones and Behavior*. 53: 431–441.
 18. Martins, AQ., Kavussanu, M., Willoughby, A., Ring, C. (2013). "Moderate intensity exercise facilitates working memory". *Psychology of Sport and Exercise*. 14: 323-328.
 19. Mc Carthy, LA. (2010). "Improving older adult's mental rotation skills through computer training". Thesis of Degree Doctor of Philosophy. University of Akron. Pp: 59-67.
 20. Moreau, D. (2013). "Motor expertise modulates movement processing in working memory". *Acta Psychologica*. 142: 356–361.
 21. Moreau, D., Clerc, J., Mansy-Dannay, A., Guerrien, Alain. (2012). "Enhancing spatial ability through sport practice: Evidence for an effect of motor training on mental rotation performance". *Journal of Individual Differences*. 33(2): 83-88.
 22. Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R., Richardson, C. (1995). "A Redrawn Vandenberg & Kuse Mental Rotations Test: Different versions and factors that affect performance". *Brain cognition*. 28: 39-58.
 23. Piaget, J. (1951). "Play, dreams and imitation in childhood". New York: Norton; P. 75-9.
 24. Pietsch, S., Jansen, P. (2012). "Different mental rotation performance in students of music, sport and education". *Learning and Individual Differences*. 22: 159–163.
 25. Schweizer, K., Moosbrugger, H. (2004). "Attention and working memory as predictors of intelligence". *Intelligence*. 32: 329–347.
 26. Shepard, RN., Metzler, J. (1971). "Mental rotation of three- dimensional objects". *Science*. 171: 701-703.
 27. Smith, AM., Spiegler, KM., Sauce, B., Wass, CD., Sturzoiu, T., Matzel, LD. (2013). "Voluntary aerobic exercise increases the cognitive enhancing effects of working memory training". *Behavior Brain RES*. 256: 626–635.
 28. Vandenberg, SG., Kuse, AR. (1978). "Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization". *Percept Motor Skill*. 47: 599–604.
 29. Voyer, D., Voyer, S., Bryden, MP. (1995). "Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables". *Psychological Bulletin*. 117(2): 250-270.