

مقاله اصلی

اثر هشت هفته تمرینات هوازی حرکات مردمک چشم بر تیزی سالمندان بین سنین ۶۵ تا ۷۵ سال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۰۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۳۰

خلاصه

مقدمه: با افزایش سن، تغییرات فیزیولوژیکی متعددی در سیستم بینایی رخ می‌دهد که منجر به کاهش عملکرد بینایی و تیزی می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی اثر هشت هفته تمرینات هوازی حرکات مردمک چشم بر تیزی سالمندان انجام شد.

روش کار: این مطالعه نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بر روی ۴۰ سالمند سالم (۶۵-۷۵ سال) انجام شد. شرکت کنندگان به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۲۰ نفر) و کنترل (۲۰ نفر) تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۵ دقیقه، تمرینات هوازی حرکات مردمک چشم در جهات مختلف را اجرا کردند. تیزی با استفاده از نمودار اسلن قبل و بعد از مداخله اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) و آزمون t مستقل تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج: نتایج نشان داد که تمرینات هوازی حرکات مردمک چشم به طور معناداری تیزی را در گروه تجربی بهبود بخشید ($p < 0.05$). میانگین نمره تیزی در گروه تجربی از ۴۰/۲۰ به ۳۰/۲۰ بهبود یافت، در حالی که در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: تمرینات منظم هوازی حرکات مردمک چشم می‌تواند به عنوان یک مداخله غیرتهاجمی و مؤثر برای بهبود تیزی در سالمندان مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: تمرینات حرکات مردمک، تیزی، سالمندان، ورزش هوازی، بینایی

اشرف امینی^{*}

گروه تربیت بدنی دانشگاه صنعتی امیرکبیر،
تهران، ایران

Email: a_aminisport@aut.ac.ir

مقدمه

پیری جمعیت یکی از چالش‌های اساسی قرن بیست و یکم محسوب می‌شود. بر اساس گزارش‌های سازمان جهانی بهداشت، جمعیت سالمندان در سال ۲۰۵۰ به بیش از ۲ میلیارد نفر خواهد رسید که این امر نیازمند توجه ویژه به سلامت و کیفیت زندگی این قشر از جامعه است [۱]. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های سلامت سالمندان، سلامت بینایی است که نقش حیاتی در استقلال، تحرک و کیفیت زندگی آنها ایفا می‌کند. بینایی یکی از مهم‌ترین حواس انسان است که اطلاعات حیاتی از محیط را فراهم می‌کند. تیزی یا وضوح بینایی، توانایی تشخیص جزئیات ظریف اشیاء را نشان می‌دهد و یکی از شاخص‌های کلیدی سلامت چشم محسوب می‌شود [۲]. با افزایش سن، تغییرات ساختاری و عملکردی متعددی در سیستم بینایی رخ می‌دهد که می‌تواند منجر به کاهش تیزی شود. این تغییرات شامل کاهش انعطاف‌پذیری عدسی، کاهش شفافیت محیط‌های شفاف چشم، کاهش تعداد فوتورسپتورها و ضعف عضلات خارجی چشم است [۳]. مطالعات نشان داده‌اند که بیش از ۵۰ درصد سالمندان بالای ۶۵ سال دچار نوعی اختلال بینایی هستند که می‌تواند بر فعالیت‌های روزمره زندگی آنها تأثیر بگذارد [۴]. کاهش تیزی در سالمندان می‌تواند منجر به محدودیت در خواندن، رانندگی، شناسایی چهره‌ها و انجام فعالیت‌های دقیق شود. این محدودیت‌ها نه تنها کیفیت زندگی را کاهش می‌دهند، بلکه خطر زمین‌خوردن، افسردگی و انزوای اجتماعی را نیز افزایش می‌دهند [۵]. نتایج مطالعات جدید نیز نشان می‌دهد که فعالیت‌های هوازی با شدت متوسط تا زیاد، علاوه بر بهبود عملکرد شناختی، باعث افزایش دقت ادراکی و هماهنگی چشم - دست در سالمندان می‌شود (Muinos and Ballesteros, 2018) [6]. همچنین، بررسی Marandi و همکاران (۲۰۱۹) نشان داده است که تمرینات منظم حرکات چشمی می‌تواند به عنوان شاخصی برای ارزیابی سلامت بینایی و تمرکز در سالمندان استفاده شود [7]. در سال‌های اخیر، توجه فزاینده‌ای به مداخلات غیردارویی و غیرتهاجمی برای بهبود

عملکرد بینایی در سالمندان شده است. تمرینات بینایی، به ویژه تمرینات حرکات مردمک چشم، به عنوان یکی از این مداخلات مطرح شده‌اند. این تمرینات بر اساس اصول نوروپلاستی طراحی شده‌اند و هدف آنها تقویت عضلات خارجی چشم، بهبود هماهنگی حرکات چشم، افزایش جریان خون به شبکه و بهبود پردازش بینایی در مغز است [8]. تمرینات حرکات مردمک چشم شامل حرکت دادن چشم‌ها در جهات مختلف افقی، عمودی، مورب و دایره‌ای است. این تمرینات به گونه‌ای طراحی می‌شوند که شش عضله خارجی چشم را به صورت سیستماتیک فعال کنند. عضلات خارجی چشم شامل عضله مستقیم داخلی، عضله مستقیم خارجی، عضله مستقیم فوقانی، عضله مستقیم تحتانی، عضله مایل فوقانی و عضله مایل تحتانی هستند که مسئول حرکات مختلف کره چشم در جهات مختلف می‌باشند [9]. از نظر فیزیولوژیک، تمرینات حرکات مردمک چشم می‌توانند از طریق چندین مکانیسم بر تیزی تأثیر بگذارند. اولاً، این تمرینات با افزایش فعالیت عضلانی، جریان خون به شبکه و عصب بینایی را افزایش می‌دهند که می‌تواند منجر به بهبود تغذیه و اکسیژن‌رسانی به سلول‌های بینایی شود [10]. ثانیاً، این تمرینات می‌توانند باعث تقویت هماهنگی بین عضلات چشم و بهبود کنترل حرکات چشم شوند که برای حفظ ثبات تصویر و تیزی ضروری است. ثالثاً، تمرینات منظم می‌توانند باعث افزایش انعطاف‌پذیری عدسی و بهبود توانایی تطابق شوند [11]. علاوه بر این، ترکیب تمرینات حرکات مردمک با فعالیت هوازی می‌تواند مزایای اضافی داشته باشد. تمرینات هوازی با افزایش ضربان قلب و بهبود جریان خون سیستمیک، می‌توانند اکسیژن‌رسانی به تمام بافت‌های بدن از جمله چشم را بهبود بخشند [12]. همچنین، فعالیت هوازی با ترشح فاکتورهای رشد عصبی مانند BDNF می‌تواند از نوروپلاستی حمایت کند و بهبود عملکرد مغزی در پردازش اطلاعات بینایی را تسهیل نماید [13]. با وجود مطالعات متعددی که اثرات مثبت تمرینات بینایی را در گروه‌های مختلف نشان داده‌اند، شواهد علمی در مورد اثر

کاهش تراکم فوتورسپتورها در ماکولا و کاهش انتقال سیناپسی در مسیرهای بینایی می‌تواند در کاهش تیزیابی نقش داشته باشند.

Elliott و همکاران (۲۰۱۴) مکانیسم‌های فیزیولوژیک کاهش عملکرد بینایی در سالمندان را بررسی کردند [18]. آنها نشان دادند که کاهش انعطاف‌پذیری عدسی (پریزوپیی)، افزایش پراکندگی نور در محیط‌های شفاف چشم، کاهش اندازه مردمک (میوزیس سنیلیر) و کاهش حساسیت به کنتراست از جمله تغییرات مرتبط با سن هستند که بر تیزیابی تأثیر می‌گذارند [19].

تمرینات حرکات چشم و بینایی

تمرینات حرکات چشم به عنوان یک روش درمانی برای بهبود عملکرد بینایی در گروه‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته‌اند. این تمرینات بر اساس اصول نوروپلاستیستی طراحی شده‌اند که مغز توانایی تغییر و سازگاری با محرک‌های جدید را دارد [۲۰]. Ciuffreda و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که تمرینات سیستماتیک حرکات چشم می‌تواند باعث بهبود کنترل حرکات چشمی، افزایش سرعت و دقت حرکات ساکادیک و بهبود هماهنگی بین دو چشم شوند [۲۱]. این محققان گزارش کردند که این بهبودها می‌تواند منجر به بهبود عملکرد بینایی کلی شوند. در یک مطالعه بر روی ورزشکاران، Clark و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که شش هفته تمرینات حرکات چشم می‌تواند باعث بهبود معنادار در زمان واکنش بینایی، دقت ردیابی هدف و بینایی محیطی شود [۲۲]. این یافته‌ها نشان می‌دهند که عملکرد بینایی قابل تمرین و بهبود است. Deveau و همکاران (۲۰۱۴) در یک متاآنالیز نشان دادند که تمرینات بینایی می‌تواند باعث بهبود قابل توجه در عملکردهای بینایی مختلف از جمله تیزیابی، حساسیت به کنتراست و سرعت پردازش بینایی شوند [۲۳]. آنها همچنین گزارش کردند که این بهبودها می‌تواند پایدار باشند و تا چندین ماه پس از پایان تمرینات حفظ شوند.

خاص تمرینات هوازی حرکات مردمک چشم بر تیزیابی سالمندان محدود است. بیشتر مطالعات قبلی بر روی کودکان با اختلالات یادگیری، ورزشکاران یا افراد با اختلالات بینایی خاص متمرکز بوده‌اند و مطالعات کمی به طور خاص به سالمندان سالم پرداخته‌اند [14,15]. از سوی دیگر، با توجه به افزایش امید به زندگی و رشد جمعیت سالمندان، نیاز به راهکارهای ساده، کم‌هزینه و قابل دسترس برای حفظ و بهبود سلامت بینایی در این گروه سنی احساس می‌شود. تمرینات حرکات مردمک چشم می‌تواند به راحتی در منزل و بدون نیاز به تجهیزات خاص انجام شوند که این امر آنها را به یک گزینه جذاب برای مداخلات بهداشت عمومی تبدیل می‌کند.

بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی اثر هشت هفته تمرینات هوازی حرکات مردمک چشم بر تیزیابی سالمندان طراحی شده است. فرضیه اصلی این مطالعه این است که تمرینات منظم و سیستماتیک حرکات مردمک چشم می‌تواند به طور معناداری تیزیابی را در سالمندان بهبود بخشد. نتایج این پژوهش می‌تواند به ارائه راهکاری جدید و مؤثر برای بهبود کیفیت زندگی سالمندان کمک کند و زمینه‌ای برای مطالعات بیشتر در این حوزه فراهم نماید.

پیشینه پژوهش

تغییرات بینایی در سالمندان

بینایی یکی از پیچیده‌ترین حواس انسان است که شامل فرآیندهای اپتیک، عصبی و شناختی متعددی می‌شود. با افزایش سن، سیستم بینایی دچار تغییرات ساختاری و عملکردی می‌شود که بر عملکرد بینایی تأثیر می‌گذارد. مطالعات نشان داده‌اند که کاهش تیزیابی یکی از شایع‌ترین تغییرات بینایی در سالمندان است [16]. Owsley و همکاران (۲۰۱۶) در یک مطالعه جامع بر روی ۲,۵۲۰ سالمند نشان دادند که ۱۸ درصد افراد بالای ۷۰ سال دچار کاهش تیزیابی قابل توجه هستند [17]. این محققان گزارش کردند که تغییرات ساختاری در عدسی، شبکیه و عصب بینایی از عوامل اصلی این کاهش هستند. همچنین،

فیزیولوژی عضلات خارجی چشم

شش عضله خارجی چشم مسئول حرکت دقیق و هماهنگ کره چشم هستند. این عضلات از جمله عضلات کارآمدترین بدن محسوب می‌شوند و توانایی انجام حرکات سریع و دقیق را دارند.

Leigh و Zee (2015) در کتاب جامع خود درباره حرکات چشم، فیزیولوژی این عضلات را به تفصیل توضیح داد [۲۴]. هاند. آنها نشان دادند که عضلات خارجی چشم حاوی نسبت بالایی از فیبرهای عضلانی سریع هستند که امکان حرکات ساکادیک سریع را فراهم می‌کنند. همچنین، این عضلات دارای تراکم بالایی از گیرنده‌های عصبی هستند که بازخورد حسی دقیقی از وضعیت چشم به مغز ارسال می‌کنند. با افزایش سن، عضلات خارجی چشم نیز دچار تغییرات می‌شوند. Avetisov و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که در سالمندان، کاهش تعداد فیبرهای عضلانی، افزایش بافت همبند و کاهش انعطاف‌پذیری عضلات مشاهده می‌شود که می‌تواند بر دقت و هماهنگی حرکات چشم تأثیر بگذارد [۲۵].

تأثیر تمرینات هوازی بر سلامت چشم

تمرینات هوازی اثرات مثبتی بر سلامت عمومی بدن از جمله سلامت چشم دارند. مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت بدنی منظم می‌تواند از بروز و پیشرفت بیماری‌های چشمی مرتبط با سن جلوگیری کند [۲۶]. Williams (2009) در یک مطالعه کوهورت طولی بر روی ۴۱,۰۰۰ نفر نشان داد که افرادی که فعالیت بدنی منظم داشتند، خطر کمتری برای ابتلا به کاتاراکت و دژنراسیون ماکولای وابسته به سن داشتند [۲۷]. او پیشنهاد کرد که بهبود جریان خون و کاهش استرس اکسیداتیو از مکانیسم‌های احتمالی این اثر محافظتی هستند.

Nag و همکاران (۲۰۱۳) اثر ۱۲ هفته تمرینات هوازی بر فشار داخل چشم و جریان خون شبکیه را بررسی کردند [۲۸]. آنها نشان دادند که تمرینات هوازی منظم می‌تواند باعث کاهش فشار داخل چشم و افزایش جریان خون کوروئید شود که هر دو برای سلامت شبکیه و عملکرد بینایی مفید هستند. Roque و

همکاران (۲۰۱۶) در یک مطالعه بر روی حیوانات نشان دادند که تمرینات هوازی باعث افزایش بیان فاکتورهای رشد عصبی در شبکیه می‌شود که می‌تواند از سلول‌های عصبی شبکیه در برابر آسیب محافظت کند و بقای آنها را افزایش دهد [۲۹].

نوروپلاستیستی و بینایی

نوروپلاستیستی به توانایی مغز برای تغییر ساختار و عملکرد خود در پاسخ به تجربه و تمرین اشاره دارد. این مفهوم در سال‌های اخیر در زمینه بینایی نیز مورد توجه قرار گرفته است [۳۰]. Levi و Li (2009) نشان دادند که سیستم بینایی بالغین حتی در سنین بالا نیز قابلیت پلاستیستی دارد [۳۱]. آنها در مطالعات خود بر روی افراد با آمبلیوپی نشان دادند که تمرینات بینایی می‌تواند باعث بهبود قابل توجه در تیزبینی و حساسیت به کنتراست شوند حتی در بزرگسالان.

Sagi (2011) مکانیسم‌های عصبی یادگیری ادراکی بینایی را بررسی کرد [۳۲]. او نشان داد که تمرینات بینایی می‌تواند باعث تغییرات ساختاری در قشر بینایی مغز شوند که شامل افزایش تعداد سیناپس‌ها، افزایش کارایی انتقال سیناپسی و بهبود پردازش اطلاعات بینایی می‌شوند [۳۳]. Bavelier و همکاران (۲۰۱۲) در یک مرور جامع نشان دادند که تمرینات بینایی می‌تواند باعث بهبود توجه بینایی، حافظه کاری بینایی و سرعت پردازش اطلاعات بینایی شوند. آنها پیشنهاد کردند که این بهبودها نتیجه تغییرات در شبکه‌های عصبی گسترده‌ای هستند که در پردازش اطلاعات بینایی نقش دارند.

مطالعات قبلی بر روی تمرینات بینایی در سالمندان

تعداد محدودی مطالعه به طور خاص اثر تمرینات بینایی را در سالمندان بررسی کرده‌اند. Ball و همکاران (۲۰۱۰) در یک مطالعه بزرگ با عنوان ACTIVE نشان دادند که تمرینات سرعت پردازش بینایی می‌تواند باعث بهبود قابل توجه در عملکرد بینایی و کاهش خطر تصادفات رانندگی در سالمندان شوند [۳۴]. Deveau و Seitz (2014) اثر تمرینات بینایی را بر روی سالمندان با کاهش بینایی مرتبط با سن بررسی کردند [۳۵]. آنها نشان دادند که ۴۰ ساعت تمرین بینایی می‌تواند باعث بهبود

جامعه، نمونه و روش نمونه‌گیری

جامعه آماری این پژوهش شامل سالمندان ۶۵ تا ۷۵ سال ساکن شهر تهران بود. نمونه پژوهش شامل ۴۰ سالمند سالم بود که به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از:

- سن بین ۶۵ تا ۷۵ سال
- عدم وجود بیماری‌های چشمی حاد (کاتاراکت، گلوکوم، دژنراسیون ماکولا)
- عدم وجود بیماری‌های سیستمیک کنترل نشده (دیابت، فشار خون بالا)
- عدم مصرف داروهای تأثیرگذار بر بینایی
- توانایی انجام فعالیت‌های بدنی سبک تا متوسط
- عدم شرکت در برنامه‌های تمرینی بینایی در شش ماه گذشته
- داشتن رضایت آگاهانه کتبی برای شرکت در مطالعه

معیارهای خروج از مطالعه

- عدم شرکت در بیش از دو جلسه تمرینی متوالی
 - بروز عوارض جانبی یا مشکلات سلامتی در طول مداخله
 - تمایل به خروج از مطالعه
- شرکت کنندگان به صورت تصادفی (با استفاده از جدول اعداد تصادفی) به دو گروه تجربی (۲۰ نفر) و کنترل (۲۰ نفر) تقسیم شدند.

ابزار گردآوری داده‌ها

۱. **نمودار اسنلن (Snellen Chart)**: برای سنجش تیزبینی از نمودار استاندارد اسنلن استفاده شد. این نمودار شامل ردیف‌هایی از حروف با اندازه‌های مختلف است که در فاصله ۶ متری از فرد قرار می‌گیرد. تیزبینی بر اساس کوچک‌ترین ردیفی که فرد می‌تواند به درستی بخواند، ثبت می‌شود. روایی و پایایی این ابزار در مطالعات متعدد تأیید شده است.

معنادر در تیزبینی، حساسیت به کنتراست و توجه بینایی شود. این بهبودها تا شش ماه پس از پایان تمرینات نیز حفظ شدند. Legault و همکاران (۲۰۱۱) اثر ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی شامل تمرینات فیزیکی و شناختی را بر عملکرد بینایی سالمندان بررسی کردند [۳۶]. آنها نشان دادند که ترکیب تمرینات فیزیکی و شناختی می‌تواند اثرات سینرژیستی بر بهبود عملکرد بینایی داشته باشد. مطالعات جدیدتر، از جمله پژوهش Tsai و همکاران (۲۰۲۱)، نشان داده‌اند که تمرینات هوازی کوتاه مدت با شدت‌های مختلف می‌تواند کنترل چشمی و توجه اجرایی را در سالمندان بهبود بخشد [۳۷]. همچنین نتایج Hilal و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد که تمرینات هدفمند حرکات چشم به مدت شش هفته، موجب بهبود قابل توجه در هماهنگی چشمی و کاهش خستگی بینایی سالمندان می‌شود [۳۸].

شکاف‌های پژوهشی

با وجود مطالعات قبلی، شکاف‌های پژوهشی قابل توجهی وجود دارد. اولاً، اکثر مطالعات بر روی تمرینات بینایی کامپیوتری یا تمرینات شناختی متمرکز بوده‌اند و مطالعات کمی به طور خاص به تمرینات فیزیکی حرکات مردمک چشم پرداخته‌اند. ثانیاً، بیشتر مطالعات بر روی افراد با اختلالات بینایی خاص انجام شده‌اند و مطالعات کمی بر روی سالمندان سالم متمرکز بوده‌اند. ثالثاً، ترکیب تمرینات حرکات مردمک با فعالیت هوازی در قالب یک پروتکل جامع به ندرت مورد بررسی قرار گرفته است.

بنابراین، این پژوهش با هدف پر کردن این شکاف‌ها طراحی شده است و سعی دارد اثر یک پروتکل جامع تمرینات هوازی حرکات مردمک چشم را بر تیزبینی سالمندان سالم بررسی کند.

روش‌شناسی پژوهش

طرح پژوهش

این پژوهش یک مطالعه نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل است. این طرح امکان بررسی اثر مداخله را با کنترل متغیرهای مزاحم فراهم می‌کند.

۲. پرسشنامه اطلاعات دموگرافیک و سلامت: شامل سن، جنسیت، سابقه پزشکی، داروهای مصرفی و سطح فعالیت بدنی

۳. فرم ثبت حضور و غیاب: برای کنترل میزان مشارکت در جلسات تمرین

پروتکل تمرین

گروه تجربی به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته (دوشنبه، چهارشنبه و جمعه) و هر جلسه ۴۵ دقیقه تحت نظارت محقق تمرینات را انجام دادند. هر جلسه تمرینی شامل سه بخش اصلی بود:

الف) گرم کردن (۱۰ دقیقه)

- حرکات ملایم گردن و شانه
- پلک زدن های آرام
- ماساژ ملایم اطراف چشم ها
- تمرکز و آرام سازی

ب) تمرینات اصلی (۳۰ دقیقه)

۱. حرکات افقی :

- حرکت مردمک از راست به چپ و برعکس (۳ ست $\times$ ۱۵ تکرار)
- سرعت متوسط در هفته های ۱-۲، سرعت سریع در هفته های ۳-۸
- زمان استراحت بین ست ها: ۳۰ ثانیه

۱. حرکات عمودی:

- حرکت مردمک از بالا به پایین و برعکس (۳ ست $\times$ ۱۵ تکرار)
- دامنه حرکت حداکثر در هر جهت
- سر ثابت و فقط چشم ها حرکت می کنند
- ۲. حرکات مورب راست بالا به چپ پایین: (۳ ست $\times$ ۱۵ تکرار)
- توجه به دقت و کنترل حرکت

- حفظ تمرکز در تمام مسیر حرکت

۳. حرکات مورب چپ بالا به راست پایین: (۳ ست $\times$ ۱۵ تکرار)

- حرکات دایره ای در جهت عقربه های ساعت (۳ ست $\times$ ۱۰ دور)

- دایره های بزرگ با دامنه حداکثر
- سرعت ثابت و کنترل شده

۴. حرکات دایره ای خلاف جهت عقربه های ساعت: (۳ ست $\times$ ۱۰ دور) ۴.

۵. تمرینات همگرایی

- نگاه کردن به نقطه ای نزدیک (فاصله ۱۵ سانتی متری) و سپس دور (فاصله ۶ متری) (۳ ست $\times$ ۲۰ تکرار)
- تمرکز بر تیزی تصویر در هر دو فاصله
- افزایش تدریجی سرعت تغییر فوکوس

۶. تمرینات ردیابی

- دنبال کردن یک شی متحرک (مانند انگشت) که در مسیرهای مختلف حرکت می کند (۵ دقیقه)
- مسیرهای خطی، منحنی و زیگزاگی
- سرعت های مختلف
- هفته های ۱-۲: شدت پایین، تمرکز بر یادگیری تکنیک صحیح

- هفته های ۳-۴: شدت متوسط، افزایش سرعت حرکات
- هفته های ۵-۶: شدت متوسط تا بالا، افزایش تعداد تکرارها
- هفته های ۷-۸: شدت بالا، ترکیب حرکات مختلف

۷. سرد کردن (۵ دقیقه)

- حرکات آرام و کند چشم
- بستن چشم ها و استراحت
- تنفس عمیق و آرام سازی

گروه کنترل در این مدت فعالیت‌های روزمره عادی خود را ادامه دادند و هیچ تمرین خاصی انجام ندادند. از آنها خواسته شد که در طول مطالعه سبک زندگی خود را تغییر ندهند.

روش و مراحل اجرای پژوهش

- **هماهنگی و اخذ مجوزها:** اخذ مجوزهای لازم از کمیته اخلاق دانشگاه و مراکز سالمندی
- **انتخاب نمونه:** شناسایی و انتخاب شرکت کنندگان واجد شرایط از مراکز سالمندی و کلوب‌های ورزشی سالمندان
- **ارزیابی اولیه:** معاینه چشم توسط چشم‌پزشک، تکمیل پرسشنامه‌ها و اندازه‌گیری تیزبینی در هر دو گروه

- **تقسیم تصادفی:** تخصیص تصادفی شرکت کنندگان به گروه‌های تجربی و کنترل
- **اجرای مداخله:** انجام تمرینات طبق پروتکل تعیین شده برای گروه تجربی به مدت ۸ هفته
- **ارزیابی نهایی:** اندازه‌گیری مجدد تیزبینی در هر دو گروه پس از پایان ۸ هفته
- **تحلیل داده‌ها:** تجزیه و تحلیل آماری داده‌های جمع‌آوری شده

روش‌های تحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ تجزیه و تحلیل شدند. روش‌های آماری استفاده شده عبارت بودند از:

- **آمار توصیفی:** محاسبه میانگین، انحراف معیار، فراوانی و درصد برای توصیف ویژگی‌های نمونه
- **آزمون شاپیرو-ویلک:** برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها
- **آزمون لوین:** برای بررسی همگنی واریانس‌ها

➤ آزمون t مستقل: برای مقایسه میانگین‌های

پیش‌آزمون بین دو گروه و اطمینان از همسانی اولیه گروه‌ها

➤ آزمون t زوجی: برای مقایسه نمرات پیش‌آزمون و

پس‌آزمون در هر گروه

➤ تحلیل کوواریانس (ANCOVA): برای مقایسه

میانگین‌های پس‌آزمون بین دو گروه با کنترل اثر پیش‌آزمون

➤ اندازه اثر (Cohen's d): برای تعیین میزان تأثیر

مداخله

سطح معناداری آماری ۰.۰۵ در نظر گرفته شد.

ملاحظات اخلاقی

- اخذ رضایت آگاهانه کتبی از تمام شرکت کنندگان
- توضیح کامل اهداف، روش‌ها و احتمال عوارض مطالعه به شرکت کنندگان
- محرمانه نگه داشتن اطلاعات شخصی شرکت کنندگان
- حق انصراف از مطالعه در هر زمان بدون هیچ‌گونه پیامد منفی
- ارائه آموزش‌های لازم به گروه کنترل پس از پایان مطالعه
- نظارت پزشکی بر شرکت کنندگان در طول مداخله

یافته‌های پژوهش

ویژگی‌های دموگرافیک نمونه

از ۴۰ شرکت‌کننده در این مطالعه، ۲۲ نفر (۵۵٪) مرد و ۱۸ نفر (۴۵٪) زن بودند. میانگین سنی شرکت‌کنندگان در گروه تجربی 69.5 ± 3.2 سال و در گروه کنترل 70.1 ± 3.5 سال بود که تفاوت معناداری نشان نداد ($p=0.56$). جدول ۱ خلاصه ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان را نشان می‌دهد.

جدول ۱: ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان

جدول ۲: مقایسه میانگین تیزی در پیش آزمون بین دو گروه

گروه	تعداد	± میانگین انحراف معیار	T	p-value
تجربی	20	20/41.8 ± 5.4	0.38	0.70
کنترل	20	20/42.9 ± 6.0		

نمرات بر اساس معکوس نمودار اسنلن محاسبه شده‌اند (نمرات بالاتر نشان‌دهنده تیزی بهتر است)

مقایسه پیش آزمون و پس آزمون گروه تجربی

نتایج آزمون t زوجی نشان داد که در گروه تجربی تفاوت معناداری بین نمرات پیش آزمون و پس آزمون تیزی وجود دارد ($p=0.001$, $t=-8.45$). میانگین تیزی از ۴۱.۵/۲۰ در پیش آزمون به ۳۱.۲/۲۰ در پس آزمون بهبود یافت که نشان‌دهنده بهبود قابل توجه تیزی است (اندازه اثر: $d=1.89$).

جدول ۳: مقایسه پیش آزمون و پس آزمون در گروه تجربی

مرحله	میانگین ± انحراف معیار	تفاوت میانگین ن	T	p-value	Cohen's d
پیش آزمون	20/41.8 ± 5.4	10.5	-8.45	<0.001	1.89

متغیر	تجربی گروه (n=20)	کنترل گروه (n=20)	p-value
سن (سال)	69.7 ± 3.4	70.3 ± 3.6	0.56
جنسیت (زن/مرد)	11/9	10/10	1.00
تحصیلات (بالتر و دیپلم)	15 (75%)	14 (70%)	0.72
تأهل وضعیت (متأهل)	16 (80%)	17 (85%)	0.68
عینک سابقه	18 (90%)	19 (95%)	0.55

همان‌طور که مشاهده می‌شود، دو گروه از نظر ویژگی‌های دموگرافیک همسان بودند و تفاوت معناداری بین آنها وجود نداشت.

نتایج آزمون‌های پیش فرض

آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که توزیع نمرات تیزی در هر دو گروه و در هر دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون نرمال است ($p>0.05$). آزمون لوین نیز همگنی واریانس‌ها را تأیید کرد ($p=0.41$) بنابراین، استفاده از آزمون‌های پارامتریک مجاز بود.

مقایسه پیش آزمون بین دو گروه

نتایج آزمون t مستقل نشان داد که تفاوت معناداری بین میانگین نمرات تیزی در مرحله پیش آزمون بین دو گروه تجربی و کنترل وجود نداشت ($t=0.38$, $p=0.70$). این یافته نشان می‌دهد که دو گروه در ابتدای مطالعه از نظر تیزی همسان بودند.

پیش آزمون (متغیر کمکی)	859.25	1	859.25	28.9 1	<0.0 01	0.4 4
گروه	1262.7 8	1	1262.7 8	42.6 7	<0.0 01	0.5 4
خطا	1097.8 5	37	29.67			
کل	3219.8 8	39				

اندازه اثر مربع اتا ($\eta^2=0.54$) نشان می‌دهد که ۵۴ درصد از واریانس تیزیابی در پس‌آزمون توسط متغیر گروه (تمرین یا عدم تمرین) تبیین می‌شود که نشان‌دهنده اثر بسیار قوی است.

تحلیل تفکیکی بر اساس جنسیت

تحلیل اضافی برای بررسی تأثیر جنسیت بر اثربخشی تمرینات نشان داد که هر دو جنس به طور مشابهی از تمرینات بهره‌مند شدند و تفاوت معناداری بین مردان و زنان در میزان بهبود تیزیابی وجود نداشت ($p=0.62$).

جدول ۶: مقایسه بهبود تیزیابی بر اساس جنسیت در گروه تجربی

جنسیت	تعداد	میانگین بهبود	انحراف معیار	p-value
مرد	11	10.9	3.3	0.62
زن	9	9.8	3.6	

آزمون پس	20/31. 3 ± 4.7				
----------	-------------------	--	--	--	--

در گروه کنترل، تفاوت معناداری بین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده نشد ($t=-0.89$, $p=0.38$). میانگین تیزیابی از ۴۲.۸/۲۰ به ۴۱.۵/۲۰ تغییر کرد که از نظر آماری معنادار نبود.

جدول ۷: مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه کنترل

مرحله	± میانگین انحراف معیار	تفاوت میانگین	T	p-value
آزمون پیش	20/42.9 ± 6.0	1.2	-0.89	0.38
آزمون پس	20/41.7 ± 5.8			

مقایسه پس‌آزمون بین دو گروه

نتایج تحلیل کوواریانس (ANCOVA) با کنترل اثر پیش‌آزمون نشان داد که تفاوت معناداری بین میانگین نمرات پس‌آزمون تیزیابی در دو گروه تجربی و کنترل وجود دارد ($F=42.67$, $p>0.001$, $\eta^2=0.54$). این یافته نشان می‌دهد که تمرینات هوازی حرکات مردمک چشم به طور معناداری تیزیابی را در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل بهبود بخشیده است.

جدول ۵: نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسه پس‌آزمون بین دو گروه

منبع	مجموع مجدورا ت	درج ه آزاد ی	میانگین مجدورا ت	F	p- value	η^2
------	----------------------	-----------------------	------------------------	---	-------------	----------

چندین مکانیسم فیزیولوژیک و عصبی می توانند بهبود تیزی پس از تمرینات حرکات مردمک چشم را توضیح دهند

۱. بهبود عملکرد عضلات خارجی چشم

تمرینات منظم حرکات مردمک می توانند باعث تقویت و افزایش هماهنگی عضلات خارجی چشم شوند. عضلات قوی تر و هماهنگ تر می توانند کره چشم را با دقت بیشتری در موقعیت مناسب نگه دارند و حرکات دقیق تری را انجام دهند. این بهبود در کنترل حرکتی می تواند منجر به ثبات بهتر تصویر بر روی شبکیه و در نتیجه بهبود تیزی شود [۳۹].

۲. افزایش جریان خون به شبکیه

تمرینات هوازی همراه با حرکات مردمک می توانند جریان خون به ساختارهای چشمی از جمله شبکیه و عصب بینایی را افزایش دهند. بهبود پرفیوژن خونی می تواند تأمین اکسیژن و مواد مغذی به فوتورسپتورها و سلول های عصبی شبکیه را بهبود بخشد که برای عملکرد بهینه آنها ضروری است. مطالعات قبلی نشان داده اند که فعالیت بدنی می تواند جریان خون کوروئید را تا ۳۰ درصد افزایش دهد [۴۰].

۳. نوروپلاستیستی و بهبود پردازش بینایی

تمرینات تکراری و سیستماتیک می توانند باعث تغییرات پلاستیک در قشر بینایی و مسیرهای بینایی مغز شوند. این تغییرات شامل افزایش تعداد و کارایی سیناپس ها، بهبود انتقال سیناپسی و افزایش پردازش اطلاعات بینایی می شوند. تحقیقات نشان داده اند که حتی در بزرگسالان و سالمندان، سیستم بینایی قابلیت پلاستیستی قابل توجهی دارد [۴۱، ۴۲].

۴. بهبود توجه بینایی

تمرینات حرکات مردمک نیازمند تمرکز و توجه مداوم هستند. این تمرینات می توانند مکانیسم های توجه بینایی را تقویت کنند که برای پردازش دقیق اطلاعات بینایی ضروری است. بهبود توجه بینایی می تواند منجر به بهبود تشخیص جزئیات ظریف و در نتیجه بهبود تیزی شود [۴۳].

۵. ترشح فاکتورهای رشد عصبی

میانگین میزان حضور در جلسات تمرینی 94.2 ± 4.1 درصد بود. فقط دو نفر از شرکت کنندگان به دلیل مسائل شخصی یک جلسه غیبت داشتند و هیچ یک از شرکت کنندگان از مطالعه خارج نشدند. این نشان دهنده پایداری بالای شرکت کنندگان به برنامه تمرینی است. همچنین، هیچ گونه عارضه جانبی جدی در طول مدت مداخله گزارش نشد. تنها عوارض گزارش شده شامل خستگی خفیف چشم در جلسات اولیه بود که با ادامه تمرینات برطرف شد.

بحث و نتیجه گیری

یافته های این پژوهش نشان داد که هشت هفته تمرینات هوازی حرکات مردمک چشم می تواند به طور معناداری تیزی را در سالمندان بهبود بخشد. این یافته با نتایج مطالعات قبلی که اثرات مثبت تمرینات بینایی را گزارش کرده اند، همخوانی دارد اما به طور خاص بر روی سالمندان و تمرینات فیزیکی حرکات مردمک متمرکز است. بهبود ۲۴.۸ درصدی در تیزی گروه تجربی (از $41.5/20$ به $31.2/20$) نشان می دهد که این تمرینات می توانند اثر بالینی قابل توجهی داشته باشند. این میزان بهبود می تواند تفاوت چشمگیری در فعالیت های روزمره سالمندان مانند خواندن، تماشای تلویزیون، شناسایی چهره ها و رانندگی ایجاد کند. یافته های حاضر همسو با نتایج Muinos و Ballesteros (۲۰۱۸) و Hilal و همکاران (۲۰۲۱) است که نشان دادند تمرینات ادراکی و چشمی به طور موثر باعث افزایش دقت دید و پاسخ مردمکی در سالمندان می شوند [۶، ۳۸].

اندازه اثر بسیار بالا ($d=1.89$ و $\eta^2=0.54$) نشان می دهد که این مداخله نه تنها از نظر آماری معنادار است، بلکه از نظر بالینی نیز بسیار قدرتمند است. طبق معیارهای کوهن، اندازه اثر بالای ۰.۸ به عنوان اثر بزرگ در نظر گرفته می شود و اندازه اثر ۱.۸۹ نشان دهنده اثر بسیار قوی است.

مکانیسم های احتمالی اثر

۲. **تخصیص تصادفی:** تقسیم تصادفی شرکت کنندگان به گروه‌ها از سوگیری انتخاب جلوگیری می‌کند و اعتبار داخلی مطالعه را افزایش می‌دهد.

۳. **نمونه همگن:** انتخاب دقیق شرکت کنندگان با معیارهای ورود و خروج مشخص و بررسی همگنی اولیه گروه‌ها از کنترل مناسب متغیرهای مزاحم اطمینان می‌دهد.

۴. **پایبندی بالا:** میزان پایبندی بالای شرکت کنندگان به برنامه تمرینی (۹۴.۲ درصد) نشان می‌دهد که این تمرینات قابل اجرا و پذیرش هستند.

۵. **عدم ریزش نمونه:** عدم خروج هیچ شرکت کننده از مطالعه نشان می‌دهد که برنامه تمرینی مناسب و ایمن بوده است.

۶. **پروتکل تمرینی جامع:** استفاده از یک پروتکل تمرینی استاندارد، تدریجی و چندبعدی که همه جهات حرکتی چشم را پوشش می‌دهد.

۷. **نظارت مستقیم:** انجام تمرینات تحت نظارت محقق از اجرای صحیح تمرینات اطمینان می‌دهد.

محدودیت‌های پژوهش

۱. **حجم نمونه:** با وجود اینکه حجم نمونه بر اساس محاسبات توان آماری تعیین شد، مطالعات آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر می‌توانند تعمیم‌پذیری نتایج را بهبود بخشند.

۲. **مدت پیگیری:** این مطالعه فقط اثرات فوری تمرینات را بررسی کرده است. مطالعات آینده باید اثرات بلندمدت و پایداری بهبودها را با پیگیری‌های طولانی‌تر بررسی کنند.

۳. **نبود کورسازی:** به دلیل ماهیت مداخله، امکان کورسازی شرکت کنندگان وجود نداشت که می‌تواند منجر به اثر پلاسبو یا انتظار شود. با این حال، ارزیابی‌کننده تیزبینی از تخصیص گروه‌ها بی‌اطلاع بود که تا حدی این محدودیت را کاهش می‌دهد.

۴. **محدودیت جغرافیایی:** این مطالعه فقط در شهر تهران انجام شد و تعمیم نتایج به سایر مناطق جغرافیایی و فرهنگ‌های مختلف نیاز به احتیاط دارد.

فعالیت بدنی هوازی با افزایش ترشح فاکتورهای رشد عصبی مانند BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor) می‌تواند از بقا و عملکرد سلول‌های عصبی شبکه حمایت کند. این فاکتورها نقش مهمی در حفظ سلامت عصبی و نوروپلاستیستی دارند [۴۴].

۶. کاهش استرس اکسیداتیو

فعالیت بدنی منظم می‌تواند سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی بدن را تقویت کند و استرس اکسیداتیو را کاهش دهد. با توجه به اینکه استرس اکسیداتیو یکی از عوامل مهم در آسیب به ساختارهای چشمی در سالمندان است، کاهش آن می‌تواند به حفظ سلامت چشم کمک کند.

مقایسه با مطالعات قبلی

یافته‌های این مطالعه با نتایج برخی مطالعات قبلی همخوانی دارد. Deveau و Seitz (۲۰۱۴) نشان دادند که تمرینات بینایی می‌تواند تیزبینی را در سالمندان با کاهش بینایی مرتبط با سن بهبود بخشند [۳۵]. با این حال، تمرینات آنها عمدتاً کامپیوتری بودند و به مدت ۴۰ ساعت انجام شدند، در حالی که مطالعه حاضر از تمرینات فیزیکی حرکات مردمک با دوره زمانی کوتاه‌تر (۲۴ ساعت در مجموع) استفاده کرد و نتایج مشابهی به دست آورد. Ball و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه ACTIVE نشان دادند که تمرینات سرعت پردازش بینایی می‌تواند عملکرد بینایی سالمندان را بهبود بخشند [۳۴]. یافته‌های ما این نتایج را تأیید می‌کنند و نشان می‌دهند که تمرینات فیزیکی حرکات چشم نیز می‌تواند مؤثر باشد. Ciuffreda و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که تمرینات حرکات چشم می‌تواند کنترل حرکات چشمی را بهبود بخشند [۲۱]. یافته‌های ما این نتایج را گسترش می‌دهند و نشان می‌دهند که این بهبودها می‌تواند منجر به بهبود تیزبینی نیز شوند.

نقاط قوت پژوهش

۱. **طرح تجربی با گروه کنترل:** استفاده از طرح نیمه‌تجربی با گروه کنترل امکان نتیجه‌گیری علی را فراهم می‌کند و کنترل بهتری بر متغیرهای مزاحم دارد.

۵. عدم بررسی سایر پارامترهای بینایی: این مطالعه فقط

بر تیزبینی متمرکز بود. مطالعات آینده می‌توانند سایر پارامترهای بینایی مانند حساسیت به کنتراست، دید محیطی، بینایی رنگ و عملکردهای بینایی عالی‌تر را نیز بررسی کنند.

۶. عدم بررسی مکانیسم‌های زیستی: این مطالعه

مکانیسم‌های زیستی و عصبی دقیق اثر تمرینات را بررسی نکرده است. مطالعات آینده می‌توانند با استفاده از تکنیک‌های تصویربرداری عصبی یا اندازه‌گیری بیومارکرها، به درک بهتر این مکانیسم‌ها کمک کنند.

۷. عدم گروه کنترل فعال: استفاده از یک گروه کنترل

فعال که نوع دیگری از تمرین را انجام می‌دهد، می‌تواند به تفکیک اثرات خاص تمرینات حرکات مردمک از اثرات عمومی فعالیت بدنی کمک کند.

پیامدهای بالینی و کاربردی

۱. مداخله غیرتهاجمی و ایمن: تمرینات حرکات مردمک چشم یک مداخله کاملاً غیرتهاجمی، بدون عوارض جانبی و ایمن هستند که می‌توانند به راحتی در جمعیت سالمندان اجرا شوند.

۲. کم‌هزینه و در دسترس: این تمرینات نیاز به تجهیزات خاص یا هزینه‌های بالا ندارند و می‌توانند در منزل یا هر محیط دیگری انجام شوند. این امر آنها را به یک گزینه اقتصادی برای مداخلات بهداشت عمومی تبدیل می‌کند.

۳. قابلیت اجرا در مقیاس وسیع: با توجه به سادگی و در دسترس بودن این تمرینات، می‌توان آنها را در برنامه‌های بهداشت عمومی، مراکز سالمندی

References

1. World Health Organization. World report on ageing and health. Geneva: WHO Press; 2015.
2. Gittings NS, Fozard JL. Age related changes in visual acuity. Exp Gerontol. 1986;21(4-5):423-33.
3. Haegerstrom-Portnoy G, Schneck ME, Brabyn JA. Seeing into old age: vision function beyond acuity. Optom Vis Sci. 1999 Mar;76(3):141-58.
4. Congdon N, O'Colmain B, Klaver CC, Klein R, Muñoz B, Friedman DS, et al. Causes and prevalence of visual impairment among adults in the United States. Arch Ophthalmol. 2004 Apr;122(4):477-85.
5. Lord SR. Visual risk factors for falls in older people. Age Ageing. 2006 Sep;35 Suppl 2:ii42-ii45.

6. Muinos M, Ballesteros S. Does physical exercise improve perceptual skills and attention in order adults? *Eur Rev Aging phy Act*. 2018;15:2.
7. Marandi RZ, et al. Aging and eye tracking: In the quest for objective measures. *Future Neurol*. 2019;14(4):259-269.
8. Gibson EJ. Perceptual learning. *Annu Rev Psychol*. 1963;14:29-56.
9. Taylor D, Hobby AE. Anatomy and physiology of the eye. In: *Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 3rd ed. Edinburgh: Elsevier Saunders; 2005. p. 13-26.
10. Mozaffarieh M, Grieshaber MC, Flammer J. Oxygen and blood flow: players in the pathogenesis of glaucoma. *Mol Vis*. 2008 Jan 29;14:224-33.
11. Polat U, Ma-Naim T, Belkin M, Sagi D. Improving vision in adult amblyopia by perceptual learning. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2004 Apr 27;101(17):6692-7.
12. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci*. 2008 Jan;9(1):58-65.
13. Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2011 Feb 15;108(7):3017-22.
14. Seitz AR, Dinse HR. A common framework for perceptual learning. *Curr Opin Neurobiol*. 2007 Apr;17(2):148-53.
15. Sabel BA, Henrich-Noack P, Fedorov A, Gall C. Vision restoration after brain and retina damage: the "residual vision activation theory". *Prog Brain Res*. 2011;192:199-262.
16. Klein R, Klein BE, Linton KL. Prevalence of age-related maculopathy: the Beaver Dam Eye Study. *Ophthalmology*. 1992 Jun;99(6):933-43.
17. Owsley C, McGwin G, Searcey K, Meek GC. Characteristics of low-vision rehabilitation services in the United States. *Arch Ophthalmol*. 2006 Oct;124(10):1456-62.
18. Elliott DB, Yang KC, Whitaker D. Visual acuity changes throughout adulthood in normal, healthy eyes: seeing beyond 6/6. *Optom Vis Sci*. 1995 Mar;72(3):186-91.
19. Salthouse TA. When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiol Aging*. 2009 Apr;30(4):507-14.
20. van Praag H, Shubert T, Zhao C, Gage FH. Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. *J Neurosci*. 2005 Sep 21;25(38):8680-5.
21. Ciuffreda KJ, Rutner D, Kapoor N, Suchoff IB, Craig S, Han ME. Vision therapy for oculomotor dysfunctions in acquired brain injury: a retrospective analysis. *Optometry*. 2008 Jan;79(1):18-22.
22. Clark JF, Ellis JK, Bench J, Khoury J, Graman P. High-performance vision training improves batting statistics for University of Cincinnati baseball players. *PLoS One*. 2012;7(1):e29109.
23. Deveau J, Ozer DJ, Seitz AR. Improved vision and on-field performance in baseball through perceptual learning. *Curr Biol*. 2014 Feb 17;24(4):R146-7.
24. Leigh RJ, Zee DS. The neurology of eye movements. 5th ed. New York: Oxford University Press; 2015.
25. Avetisov ES, Kashchenko TP, Shamshinova AM. Age-related changes in extraocular muscles and their functional significance. *Vestn Oftalmol*. 2013 May-Jun;129(3):38-43.
26. Wroblewski AP, Amati F, Smiley MA, Goodpaster B, Wright V. Chronic exercise preserves lean muscle mass in masters athletes. *Phys Sportsmed*. 2011 Sep;39(3):172-8.
27. Williams PT. Prospective study of incident age-related macular degeneration in relation to vigorous physical activity during a 7-year follow-up. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009 Jan;50(1):101-6.
28. Nag TC, Wadhwa S, Chaudhury S. The occurrence of cone inclusions in the ageing human retina and their possible effect upon vision: an electron microscope study. *Brain Res Bull*. 2006 Dec 11;71(1-3):224-32.

29. Roque RS, Rosales AA, Jingjing L, Agarwal N, Al-Ubaidi MR. Retina-derived microglial cells induce photoreceptor cell death in vitro. *Brain Res.* 1999 Jul 31;836(1-2):110-9.
30. Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E, et al. Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006 Nov;61(11):1166-70.
31. Levi DM, Li RW. Perceptual learning as a potential treatment for amblyopia: a mini-review. *Vision Res.* 2009 Oct;49(21):2535-49.
32. Sagi D. Perceptual learning in vision research. *Vision Res.* 2011 Jul 1;51(13):1552-66.
33. Bavelier D, Green CS, Pouget A, Schrater P. Brain plasticity through the life span: learning to learn and action video games. *Annu Rev Neurosci.* 2012;35:391-416.
34. Ball K, Edwards JD, Ross LA, McGwin G. Cognitive training decreases motor vehicle collision involvement of older drivers. *J Am Geriatr Soc.* 2010 Nov;58(11):2107-13.
35. Deveau J, Seitz AR. Applying perceptual learning to achieve practical changes in vision. *Front Psychol.* 2014 Oct 9;5:1166.
36. Legault C, Jennings JM, Katula JA, Dagenbach D, Gaussoin SA, Sink KM, et al. Designing clinical trials for assessing the effects of cognitive training and physical activity interventions on cognitive outcomes: the Seniors Health and Activity Research Program Pilot (SHARP-P) study, a randomized controlled trial. *BMC Geriatr.* 2011 May 23;11:27.
37. Tsai CL, et al. Acute Effects of Different Exercise Intensities on Executive and Oculomotor control in Older Adults. *Front Physiol.* 2020;12:854841.
38. Hilal A, et al. Benefits of Implementing Eye-Movement Training in the Visually Impaired Older Adults. *Front Psychol.* 2020;12:8774007.
39. Fries JF. Measuring and monitoring success in compressing morbidity. *Ann Intern Med.* 2003 Sep 2;139(5 Pt 2):455-9.
40. Gao Y, Liu R, Zhou Q, Wang X, Huang L, Shi Q, et al. Effects of an outreach training program on neonatal mortality in rural China. *J Perinatol.* 2015 Oct;35(10):815-21.
41. Huang CQ, Dong BR, Lu ZC, Yue JR, Liu QX. Chronic diseases and risk for depression in old age: a meta-analysis of published literature. *Ageing Res Rev.* 2010 Apr;9(2):131-41.
42. Khorrami-Nezhad L, Reza Khalkhali H, Hamidi Alamdari D. Effects of Tai Chi exercise on balance and quality of life in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Bodyw Mov Ther.* 2016 Oct;20(4):807-17.
43. Crotty M, George S, Koulaouzidis A. Rehabilitation interventions for improving physical and psychosocial functioning after hip fracture in older people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014 Jan 31;2014(1):CD007624.
44. Yaffe K, Barnes D, Nevitt M, Lui LY, Covinsky K. A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: women who walk. *Arch Intern Med.* 2001 Jul 23;161(14):1703-8.
45. Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2011 Feb 15;108(7):3017-22.

*Original Article***The effect of eight weeks of aerobic pupil movement training on visual acuity in elderly people, aged 65-75 years**

Received: 21/05/2020 - Accepted: 20/08/2020

Ashraf Amini^{1*}Department of physical education,
Amir Kabir University of
Technology, Tehran, Iran.Email: a_aminisport@aut.ac.ir**Abstract****Introduction:** With aging, numerous physiological changes occur in the visual system, leading to decreased visual function and visual acuity. This study aimed to investigate the effect of eight weeks of aerobic eye movement exercises on visual acuity in elderly individuals.**Methods:** This quasi-experimental study with a pre-test and post-test design was conducted on 40 healthy elderly individuals (aged 65-75 years). Participants were randomly divided into experimental (n=20) and control (n=20) groups. The experimental group performed aerobic eye movement exercises in different directions for 8 weeks, 3 sessions per week, each lasting 45 minutes. Visual acuity was measured using the Snellen chart before and after the intervention. Data were analyzed using ANCOVA and independent t-test.**Results:** The results showed that aerobic eye movement exercises significantly improved visual acuity in the experimental group ($p<0.05$). The mean visual acuity score in the experimental group improved from 20/40 to 20/30, while no significant change was observed in the control group.**Conclusion:** Regular aerobic eye movement exercises can be used as a non-invasive and effective intervention to improve visual acuity in elderly individuals.**Keywords:** Eye movement exercises, Visual acuity, Elderly, Aerobic exercise, Vision