

Efficacy of the Rehacom Cognitive Rehabilitation Software on Cognitive Function Improvement in Patients with Type 1 and Type 2 Diabetes Mellitus, A Randomized Clinical Trial

Somayeh Hasani, Seyedeh Maryam Moshirian Farahi*, Haniyeh Zarif Golbaryazdi

Faculty of Humanities, Imam Reza International University, Mashhad, Iran

Abstract

Background: This study investigated the efficacy of the “Rehacom” cognitive rehabilitation software on five key cognitive domains—working memory, information processing speed, attention, inhibition, and executive functions—in patients diagnosed with Type 1 and Type 2 Diabetes Mellitus.

Methods: A pre-test/post-test experimental design with a control group was employed. A sample of 30 diabetic patients was recruited via convenience sampling and randomly allocated to either the experimental group (receiving Rehacom software intervention for 12 sessions) or the control group. Cognitive performance was assessed using the Rehacom software itself and the Barkley Deficits in Executive Functioning Scale (BDEFS). Each session lasted 45 minutes.

Results: Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA) revealed a significant overall effect of the intervention on the composite of dependent variables (Wilks' Lambda= 0.184, $F(5,24) = 7.978$, $P < 0.001$). Subsequent Analysis of Covariance (ANCOVA) indicated that the intervention significantly enhanced “attention” ($\eta^2 = 0.236$, $P = 0.016$) and “executive functions” ($\eta^2 = 0.621$, $P < 0.001$). However, no significant impact was observed on working memory, information processing speed, or inhibition.

Conclusion: The findings suggest that the Rehacom software serves as an effective tool for improving attention and executive functions in diabetic patients. The notable effect sizes for these two domains underscore its clinical utility in cognitive rehabilitation programs for chronic patients. The absence of effects on other components may be attributable to factors such as the limited duration of the intervention, specific software exercises, or the underlying neurochemical and pathophysiological characteristics of diabetes, warranting further investigation with more robust designs.

Keywords: Cognitive rehabilitation, Rehacom, Cognitive function, Diabetes mellitus, Randomized clinical trial

Please cite this article as:

Hasani S, Moshirian Farahi SM, Zarif Golbaryazdi H. Efficacy of the Rehacom Cognitive Rehabilitation Software on Cognitive Function Improvement in Patients with Type 1 and Type 2 Diabetes Mellitus, A Randomized Clinical Trial. *ijddl*. 2026; 25(6):565-578.

DOI: [10.18502/ijdl.v25i6.20882](https://doi.org/10.18502/ijdl.v25i6.20882)

*Corresponding Author: Seyedeh Maryam Moshirian Farahi, Email: maryam.moshirian@imamreza.ac.ir
Mashhad, Daneshgah Street, Asrar Street, Imam Reza International University. Tel: +985138041-3212

اثربخشی نرم افزار توان بخشی شناختی ریهاکام بر بهبود عملکرد شناختی در بیماران مبتلا به دیابت نوع یک و دو، یک مطالعه کار آزمایی بالینی

سمیه حسینی، سیده مریم مشیریان فراخی^{*}، هانیه ظریف گلبار یزدی

دانشکده علوم انسانی، دانشگاه بین المللی امام رضا(ع)، مشهد، ایران

چکیده

مقدمه: این پژوهش به بررسی اثربخشی نرم افزار توان بخشی شناختی «ریهاکام» بر پنج مؤلفه شناختی (حافظه کاری، سرعت پردازش اطلاعات، توجه، نادیده گرفتن و کارکردهای اجرایی) در بیماران مبتلا به دیابت نوع یک و دو پرداخت.

روش ها: مطالعه با طرح آزمایشی پیش آزمون- پس آزمون و گروه کنترل انجام شد. ۳۰ بیمار دیابتی به صورت تصادفی به دو گروه آزمایش (دریافت کننده نرم افزار ریهاکام، ۱۲ جلسه ۴۵ دقیقه ای) و کنترل تقسیم شدند. ارزیابی عملکرد شناختی با استفاده از نرم افزار ریهاکام و پرسشنامه عملکردهای اجرایی بارکلی (BDEFS) صورت گرفت.

یافته ها: نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره (MANCOVA) نشان داد که مداخله به طور کلی بر ترکیب متغیرهای وابسته تأثیر معناداری داشته است ($P < 0/001$). تحلیل های تفکیکی (ANCOVA) نشان داد نرم افزار ریهاکام به طور معناداری بر مؤلفه های «توجه» ($P = 0/016$) و «کارکردهای اجرایی» ($P < 0/001$) تأثیر مثبت داشته است. با این حال، تأثیر معناداری بر حافظه کاری، سرعت پردازش اطلاعات و نادیده گرفتن مشاهده نشد. نتیجه گیری: نرم افزار ریهاکام ابزار مؤثری برای ارتقاء مؤلفه های توجه و کارکردهای اجرایی در بیماران دیابتی است. اندازه اثر قابل توجه برای این دو مؤلفه، کاربرد بالینی آن را در برنامه های توان بخشی شناختی بیماران مزمن تأیید می کند. عدم تأثیر بر سایر مؤلفه ها ممکن است به عواملی چون مدت زمان محدود مداخله، ویژگی های نرم افزار یا ماهیت دیابت مربوط باشد که نیاز به تحقیقات آتی دارد.

واژگان کلیدی: توان بخشی شناختی، ریهاکام، عملکرد شناختی، دیابت، کار آزمایی بالینی

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۲۵

به این مقاله، به صورت زیر استناد کنید:

Hasani S, Moshirian Farahi SM, Zarif Golbaryazdi H. Efficacy of the RehaCom Cognitive Rehabilitation Software on Cognitive Function Improvement in Patients with Type 1 and Type 2 Diabetes Mellitus, A Randomized Clinical Trial. *ijdd*. 2026; 25(6):565-578.

^{*} نویسنده مسئول: سیده مریم مشیریان فراخی، آدرس: مشهد، خیابان دانشگاه، خیابان اسرار، دانشگاه بین المللی امام رضا(ع)، تلفن:

۰۰۵۱۳۸۰۴۱-۲۲۱۲، پست الکترونیک: maryam.moshirian@imamreza.ac.ir

مقدمه

دیابت^۱ یکی از شایع ترین بیماری های مزمن تقریباً در همه کشورهای است و همچنان هر روز بر تعداد و اهمیت آن افزوده می شود، زیرا تغییر سبک زندگی منجر به کاهش فعالیت بدنی و افزایش چاقی شده است. برآورد بار فعلی و آتی دیابت به منظور تخصیص منابع اجتماعی و بهداشتی و تأکید بر نقش سبک زندگی و تشویق اقدامات برای مقابله با روند افزایش شیوع مهم است [۱]. شیوع دیابت در جهان براساس گزارش فدراسیون بین المللی دیابت^۲ (IDF) در سال ۲۰۲۴ تعداد بزرگسالان (۲۰-۷۹ سال) مبتلا به دیابت حدود ۵۸۹ میلیون نفر (۱ از هر ۹ نفر) است و پیش بینی برای سال ۲۰۵۰، ۸۵۳ میلیون نفر (۱ از هر ۸ نفر) است. علاوه بر این، سازمان جهانی بهداشت^۳ (WHO) در نوامبر ۲۰۲۴ اعلام کرد که تعداد بزرگسالان مبتلا به دیابت در جهان به بیش از ۸۰۰ میلیون نفر رسیده است که از سال ۱۹۹۰ چهار برابر شده است [۲]. همچنین بر اساس داده های فدراسیون بین المللی دیابت در سال ۲۰۲۴، جمعیت بالغ ایران حدود ۶۲ میلیون نفر است که شیوع دیابت در بزرگسالان: ۹ درصد است و تعداد مبتلایان به دیابت حدود ۵/۴۵۳/۶۰۰ نفر گزارش شده است [۳]. براساس استانداردهای انجمن دیابت آمریکا^۴ (ADA)، دیابت به چهار نوع اصلی طبقه بندی می شود: دیابت نوع یک که ناشی از تخریب خودایمنی سلول های بتای پانکراس و کاهش ترشح انسولین است؛ دیابت نوع دو که با مقاومت به انسولین و کاهش نسبی ترشح آن همراه است و بیشتر در بزرگسالان دیده می شود؛ دیابت بارداری که در دوران بارداری ایجاد می شود و معمولاً پس از زایمان برطرف می شود اما خطر ابتلا به دیابت نوع دو را افزایش می دهد؛ و دیابت های نادر یا ثانویه دیابت ناشی از بیماری های غدد درون ریز یا داروها [۴]. این طبقه بندی به شناسایی دقیق تر بیماران و انتخاب راهبردهای درمانی مناسب کمک می کند و زمینه ساز پژوهش های کاربردی، از جمله بررسی اثر توان بخشی شناختی در بیماران دیابتی، است.

با توجه به اطلاعات روزافزونی که در مورد دیابت به دست می آید این بیماری علاوه بر افزایش خطر بروز مشکلات جسمانی مانند بیماری های قلبی، عروقی، سکنه و اختلالات کلیوی، منجر به تأثیرات مخربی در عملکرد مغز می شود. دیابت می تواند بر بافت مغز اثر بگذارد، به گونه ای که به عنوان عامل خطرزایی برای زوال عقل شناخته می شود [۵]. براساس مطالعات اخیر، دیابت می تواند

منجر به تغییرات ساختاری و عملکردی در نواحی خاصی از مغز از جمله هیپوکامپ، قشر پیش پیشانی و جسم پینه ای شود. این تغییرات با اختلالات حافظه، عملکرد اجرایی و تنظیم هیجانی مرتبط هستند [۶]. همچنین مطالعات نشان داده اند که افرادی که با مشکلات جسمی مزمن، همچون دیابت روبرو هستند، به طور قابل توجهی بیشتر دچار آشفتگی های روان شناختی مانند افسردگی و اضطراب می شوند و کیفیت پایین تری از زندگی را تجربه می کنند. تجربه هیجاناتی منفی نظیر خشم، ناکامی، ناامیدی، ترس، گناه، شرم در بیماران دیابتی بسیار معمول هستند [۷].

از طرفی کاهش خفیف تا متوسط عملکرد شناختی یک پدیده شناخته شده مرتبط با دیابت است. در بیماران مبتلا به دیابت نوع یک، اختلال عملکرد شناختی بلافاصله پس از تشخیص ظاهر می شود و می تواند در افراد در هر سنی دیده شود. بیماران مبتلا به دیابت نوع یک معمولاً در زمینه های شناختی هوش، کارایی روانی حرکتی، سرعت پردازش اطلاعات، توجه بینایی و توجه پیوسته، انعطاف پذیری شناختی و اطلاعات بینایی در مقایسه با گروه کنترل غیر دیابتی دارای اختلالاتی هستند [۸]. همچنین در پژوهش Khanlarzade و همکاران نشان داده شد که بیماران مبتلا به دیابت نوع دو از لحاظ شاخص های توجه و تمرکز (زمان صرف شده در آزمون استروپ^۵ و خطای جاملندگی^۶) نسبت به گروه گواه ضعیف تر عمل می کند. با توجه به تأثیر دیابت نوع دو بر مغز و ایجاد اختلالات شناختی (مانند اختلال در حافظه و عملکرد اجرایی) در صورت تشخیص و درمان به موقع دیابت می توان به طور معناداری از بروز اختلالات شناختی جلوگیری کرد [۹]. نتایج مشابهی از مطالعه سالمندی ماستریخت^۷ گزارش شد که افراد مبتلا به دیابت نوع دو در مقایسه با افراد بدون دیابت کاهش شناختی، به ویژه در سرعت پردازش اطلاعات و عملکرد اجرایی را نشان دادند [۱۰].

در دو مطالعه با استفاده از یک باتری^۸ ارزیابی شناختی در بیماران دیابتی نسبت به گروه شاهد مشخص شد که کاهش عملکرد حافظه عملتاً با آزمون حافظه کلامی مشاهده شد در حالی که حافظه دیداری کمتر تحت تأثیر قرار گرفت. به طور مشابه حافظه کوتاه مدت بیش از حافظه بلندمدت تحت تأثیر قرار گرفت. همچنین در این مطالعات گزارش شد که آزمون های اندازه گیری توجه و عملکرد اجرایی، بزرگترین و ثابت ترین تفاوت را بین بیماران و گروه کنترل نشان دادند [۱۱]. تحقیقات تصویربرداری

⁵ Stroop test

⁶ Residual error

⁷ Maastricht

⁸ Battery

¹ Diabetes

² International Diabetes Federation

³ World Health Organization

⁴ American Diabetes Association

بیماران مبتلا به آسیب مغزی اکتسابی دریافت که اثربخشی روش آموزش رایانه‌ای با استفاده از نرم‌افزار ریهاکام از لحاظ آماری معنادار بود.

با توجه به افزایش روز افزون دیابت، از یک سو و فراوانی اختلالات شناختی در مبتلایان از سوی دیگر توجه به مداخلات شناختی اهمیت دارد. از آنجا که اختلال در فرآیندهای شناختی روند خود مراقبتی مؤثر را - که عامل مهمی در مدیریت این بیماری است - نیز مختل می‌کند، روال درمان با مشکل مواجه می‌شود، و این موضوع علاوه بر بار مالی که بر دوش افراد خواهد گذاشت جان افراد را نیز به خطر خواهد انداخت. پس درمان حوزه شناختی مبتلایان نیز در کنار درمان‌های دیگر دیابت از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از دستاوردهای اخیر در زمینه بازتوانی شناختی استفاده از نرم‌افزارهای انطباق‌پذیر است که با تحلیل عملکرد فرد، تمرین‌های اختصاصی با سطح دشواری مناسب را پیشنهاد می‌دهند. این رویکرد با اصول نوروساینس^۶ و پلاستیسیته عصبی^۷ هماهنگ است و باعث بهبود قابل توجهی در عملکرد شناختی افراد می‌شود [۱۷]. با توجه به مرور پیشینه پژوهش در مورد نقایص شناختی افراد مبتلا به دیابت اکثر مطالعات نشان داده‌اند این افراد در کارکردهای شناختی، حافظه کاری و توجه و تمرکز دارای بدکارکردی هستند با توجه به پژوهش‌های محدود در زمینه تأثیر توان بخشی شناختی رایانه‌ای، دسترس نبودن منابع اطلاعاتی درباره نرم‌افزار ریهاکام در توان بخشی شناختی مشکلات شناختی افراد مبتلا به دیابت و اهمیت تأثیرگذاری مسایل فرهنگی بر عملکردهای شناختی بر آن شدیم بررسی تأثیر توان بخشی شناختی رایانه‌ای با نرم‌افزار ریهاکام بر بهبود عملکرد شناختی افراد مبتلا به دیابت نوع یک و دو در کشور ایران را بررسی نماییم. بنابراین در این مطالعه تمرکز ما بر اصلاح این توانمندی‌ها با کمک نرم‌افزار توان بخشی شناختی ریهاکام است.

روش‌ها

مطالعه حاضر، کاربردی و آزمایشی و از نوع پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش و کنترل طراحی شد. جامعه هدف شامل کلیه بیماران مبتلا به دیابت در شهر مشهد بود که در زمستان ۱۴۰۳ به یکی از کلینیک‌های تخصصی دیابت (کلینیک دیابت پارسیان) مراجعه کرده بودند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار GPower 3.1 و با در نظر گرفتن اندازه اثر متوسط (Cohen's $d=0.5$)، سطح معناداری ۰/۰۵ و توان

عصبی fMRI و MRI ساختاری شواهدی از کاهش حجم مغز و تغییر در ارتباطات عملکردی شبکه‌های شناختی در بیماران دیابتی را نشان داده‌اند. این تغییرات به‌ویژه در افراد با کنترل ضعیف قند خون شدیدتر است [۱۲]. روش‌های درمانی که به‌طور معمول برای بهبود چنین بدکاری‌هایی به‌کار می‌رود عملتاً دارویی است. در دهه‌های اخیر، توجه فزاینده‌ای به روش‌های غیر دارویی از جمله توان بخشی شناختی معطوف شده است. توانمندسازی یا ارتقای شناختی^۱ به معنای افزایش و گسترش ظرفیت‌های ذهنی درونی از طریق بهبود یا تقویت سامانه‌های درونی و بیرونی مرتبط با پردازش اطلاعات تعریف می‌شود و به‌عنوان روشی درمانی برای مشکلات شناختی مورد استفاده قرار می‌گیرد. توان بخشی شناختی رویکردی منحصربه‌فرد در کمک به افراد مبتلا به اختلال‌های شناختی و خانواده‌های آنان است [۱۳]. در سال‌های اخیر، گسترش استفاده عمومی از رایانه‌ها باعث افزایش علاقه و توجه به بهره‌گیری از این فناوری‌ها در بهبود عملکردهای شناختی و درمان مشکلات مرتبط شده است در برنامه‌های بازتوانی شناختی مبتنی بر رایانه نرم‌افزار و برنامه‌هایی برای بازتوانی شناختی بیماران که مبتلا به نقایص شناختی هستند طراحی شده که شامل برنامه‌ها و تمرین‌هایی است که منجر به بهبود فرآیندهای شناختی (بهبود مهارت‌های ذهنی و حافظه و فرآیندهای توجه در حافظه فعال و سرعت پردازش اطلاعات مبتلایان به دیابت) می‌شود نرم‌افزارهای شناختی از جمله کتیب^۲، کاپیتان لاگ^۳ و برای توان بخشی وجود دارد که در ادامه از ریهاکام^۴ به‌عنوان یکی دیگر از این نرم‌افزارهای شناختی می‌توان نام برد. مطالعات نشان داده است که این برنامه‌ها و آموزش شناختی در کاهش نقایص شناختی و حتی در بهبود عملکردهای شناختی در سالمندان سالم و همچنین در مبتلایان به اختلال شناختی خفیف و زوال عقل^۵ مؤثر بوده است. برای مثال در تحقیقات Mirzaei و همکاران (۱۴۰۰) باهدف بررسی اثر توان بخشی شناختی مبتنی بر نرم‌افزار ریهاکام بر بهبود عملکرد شناختی سالمندان نشان داده شد که نرم‌افزار توان بخشی شناختی ریهاکام بر حافظه کاری و سرعت پردازش اطلاعات و توجه و تمرکز تأثیر مثبت داشته است [۱۴]. در تحقیقات Jiang و همکاران [۱۵] نیز نشان داده شد که طب سوزنی همراه با آموزش شناختی ریهاکام اثرات درمانی را بر وضعیت عملکردی بیماران سکتۀ مغزی افزوده است. همچنین مطالعه‌ای [۱۶] در بررسی اثربخشی آموزش رایانه‌ای مبتنی بر نرم‌افزار ریهاکام بر توجه و حافظه در

⁵ Dementia

⁶ Neuroscience

⁷ Neuroplasticity

¹ Cognitive Enhancement

² CANTAB

³ Captain log

⁴ Rehacom

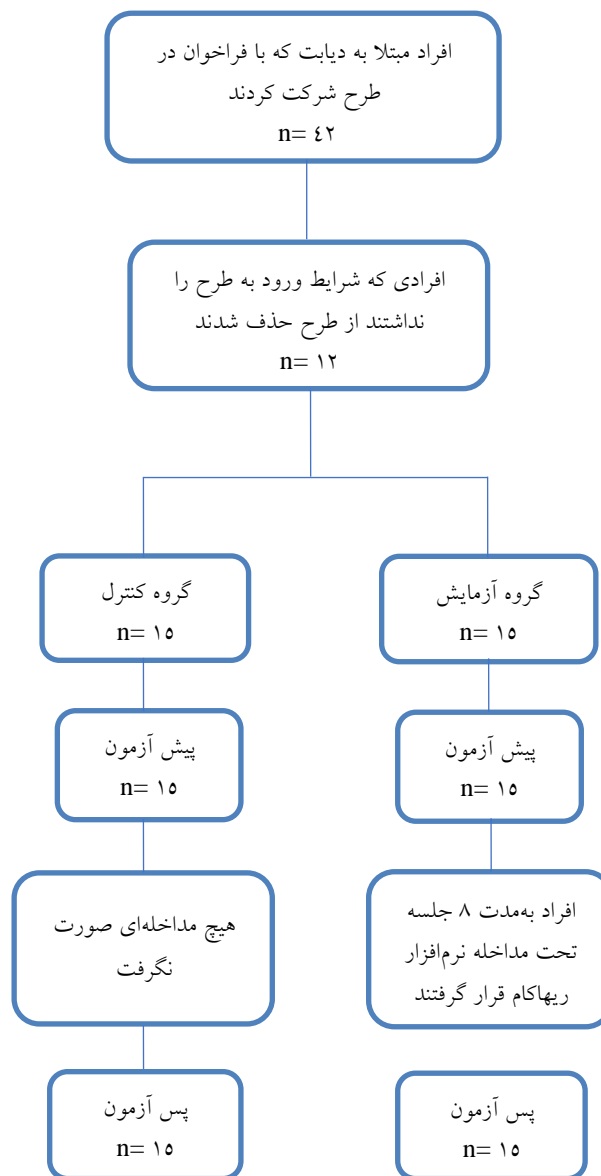
آزمون ۰/۸۰ برای مقایسه دو گروه مستقل برآورد شد. براساس محاسبات، حداقل ۱۵ نفر برای هر گروه مورد نیاز بود. با توجه به احتمال ریزش شرکت‌کنندگان، این تعداد کافی تشخیص داده شد. این حجم نمونه با مطالعات مشابه در زمینه مداخلات شناختی در بیماران مبتلا به دیابت مطابقت دارد [۱۹، ۱۸]. نمونه‌گیری هدفمند براساس معیارهای ورود انجام شد و پس از اخذ رضایت‌نامه کتبی، افراد به‌طور تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند. معیارهای ورود شامل: سن زیر ۷۰ سال، حداقل سواد خواندن و نوشتن، تشخیص قطعی دیابت ($FBS \geq 126$ میلی‌گرم در دسی‌لیتر)، عدم ابتلا به اختلالات روان‌پزشکی، آلازیم یا دمانس، عدم مصرف داروهای روان‌پزشکی، الکل یا مواد مخدر، توانایی تکلم و درک زبان، بینایی و شنوایی اصلاح شده و رضایت آگاهانه به شرکت در پژوهش بود. معیارهای خروج شامل: بروز بیماری جسمانی حاد یا جدید، تجربه رویداد روانی-عاطفی حین مطالعه، انصراف از ادامه همکاری و عدم شرکت در بیش از یک جلسه بود. پژوهشگر ابتدا در دوره آموزشی نرم‌افزار ریه‌اکام شرکت و آمادگی لازم برای اجرای مداخله را کسب نمود. فرآیند نمونه‌گیری با همکاری کلینیک دیابت آغاز شد. همانطور که در نمودار یک نشان داده می‌شود، از بین ۴۲ نفر داوطلب، ۳۰ نفر واجد شرایط شرکت در مطالعه شدند. اعداد زوج و فرد به‌صورت تصادفی به افراد اختصاص یافت و گروه آزمایش شامل افرادی با اعداد زوج و گروه کنترل شامل افرادی با اعداد فرد شد. قبل از پیش‌آزمون، توضیحات لازم برای آشنایی با ابزارها (پرسشنامه بارکلی و نرم‌افزار ریه‌اکام) ارائه شد. پرسشنامه بارکلی به‌صورت مداد و کاغذ و ارزیابی شناختی ریه‌اکام با سیستم رایانه‌ای و مانیتور ۱۴ اینچ انجام شد، و کاربران با استفاده از موس و کیبورد تمرینات را اجرا کردند. گروه آزمایش به‌مدت دو هفته، روز در میان، هر جلسه ۴۵ دقیقه تحت مداخله شناختی با نرم‌افزار ریه‌اکام قرار گرفت. منطق انتخاب تعداد و فواصل جلسات توان‌بخشی شناختی براساس مطالعات پیشین در حوزه بازتوانی شناختی در بیماران مزمن و مبتلا به دیابت و نیز اصول یادگیری و تثبیت حافظه در علوم شناختی تعیین شد. در این راستا، مداخلات کوتاه‌مدت اما فشرده (سه تا چهار جلسه در هفته به‌مدت دو هفته) به افزایش کارایی تمرینات شناختی و کاهش احتمال ریزش شرکت‌کنندگان کمک می‌کند [۲۰، ۱۹]. جلسه نخست شامل آشنایی با نرم‌افزار، معرفی مازول‌ها و برنامه‌ریزی جلسات بود و جلسات بعدی شامل مازول‌های فعال‌سازی توجه، حافظه کاری و سرعت پردازش اطلاعات بود. فاصله یک روز بین جلسات برای پیشگیری از

خستگی شناختی و تثبیت نوروسیناپسی رعایت شد [۱۷]. تمرینات در فضایی آرام و تحت نظارت پژوهشگر انجام شد تا مشکلات احتمالی به‌سرعت رفع شود و محیط به دور از استرس برای تمرکز بهتر فراهم شود. پس از اتمام دوره درمانی، هر دو گروه مجدداً مورد پس‌آزمون قرار گرفتند. گروه کنترل نیز پس از اتمام مطالعه در صورت تمایل تحت توان‌بخشی شناختی قرار گرفت. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و با تحلیل کوواریانس چند متغیره (MANCOVA) بررسی شد تا اثر مداخله و کنترل نمرات پیش‌آزمون تحلیل گردد. لازم به ذکر است که نرم‌افزار توان‌بخشی شناختی ریه‌اکام از داده‌های هنجاری بین‌المللی برای مقایسه عملکرد افراد با گروه‌های هم‌سن و هم‌جنس استفاده می‌کند. در حال حاضر، داده‌های هنجاری ویژه جمعیت ایرانی برای مازول‌های این نرم‌افزار منتشر نشده است. بنابراین در مطالعه حاضر، تفسیر نتایج براساس تغییرات نسبی نمرات در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و مقایسه بین گروهی (آزمایش و کنترل) انجام شد. این روش در مطالعات کارآزمایی بالینی و مداخلات توان‌بخشی شناختی معتبر بوده و برای بررسی اثربخشی درمان‌ها در غیاب داده‌های هنجاری بومی توصیه می‌شود [۲۱، ۱۹].

تمام داده‌ها به‌صورت محرمانه ثبت و ذخیره شدند و پژوهش با رعایت اصول اخلاقی در پژوهش انجام گرفت و با کد اخلاق <https://ethics.research.ac.ir/IR.IMAMREZA.REC.1403.024> در پژوهش‌های زیستی مورد تأیید قرار گرفته است. همچنین کد کارآزمایی بالینی IRCT20250318065122N2 است.

تعداد شرکت‌کنندگان نهایی ۳۰ نفر بود که از آن تعداد، ۲۲ نفر زن (۷۳/۳ درصد) و ۸ نفر مرد (۲۶/۷ درصد) بودند. میزان تحصیلات شامل ۳ نفر زیر دیپلم، ۱۲ نفر دیپلم، ۷ نفر کاردانی، ۵ نفر کارشناسی و ۳ نفر کارشناسی ارشد بود. میانگین سنی گروه کنترل ۴۴/۷۳ سال (انحراف معیار ۸/۲۱) و گروه آزمایش ۴۷/۶۰ سال (انحراف معیار ۷/۸۱) بود. سابقه ابتلا به دیابت در گروه کنترل ۲/۴۰ سال (انحراف معیار ۲/۳۸) و گروه آزمایش ۵/۷۳ سال (انحراف معیار ۴/۲۳) گزارش شد.

¹ Fasting Blood Sugar



نمودار ۱- مراحل نمونه گیری

ابزارهای پژوهش

نرم افزار ریهاکام

نرم افزار ریهاکام یکی از ابزارهای تخصصی در زمینه بازتوانی شناختی است که توسط شرکت هاسومد آلمان توسعه یافته و در سطوح بین المللی مورد استفاده قرار می گیرد. این نرم افزار با بهره گیری از تمرین های ساختاریافته و تطبیقی، توانمندی های شناختی کاربران را در حوزه هایی نظیر توجه، تمرکز، حافظه، عملکرد اجرایی، میدان دید، و توانایی های بینایی-حرکتی تقویت می کند. این نرم افزار شامل بیش از ۳۰ ماژول درمانی و ۹ ماژول غربالگری است که به صورت هوشمندانه و مبتنی بر عملکرد هر بیمار، سطح دشواری تمرین ها را تنظیم می کند. در ماژول های غربالگری، با استفاده از آزمون های اولیه، عملکرد

شناختی بیمار بررسی می شود و براساس نتایج به دست آمده، ماژول های درمانی مناسب پیشنهاد می گردند. صفحه اصلی نرم افزار شامل دو بخش مجزا با عناوین «غربالگری» و «درمان» است. در بخش غربالگری، آزمون هایی برای سنجش هوشیاری، توجه تقسیم شده، توجه انتخابی، حافظه دیداری، و جستجوی فضایی طراحی شده اند که امکان مقایسه عملکرد فرد با هنجارهای جمعیتی را فراهم می کنند. در بخش درمان نیز، تمرینات طراحی شده براساس سطح عملکرد شناختی و با بهره گیری از بازخورد فوری و نمودارهای عملکرد، روند بهبود را به صورت هدفمند دنبال می کنند. نرم افزار ریهاکام به صورت تطبیقی عمل می کند؛ به گونه ای که در صورت ارتقاء عملکرد، تمرین ها دشوارتر می شوند و در صورت افت عملکرد، به سطح

¹ HASOMED

عملکردهای اجرایی (ماژول خرید^۱، ماژول استدلال منطقی^۲، ماژول محاسبات^۳) است.

پرسشنامه عملکرد اجرایی بارکلی

پرسشنامه عملکرد اجرایی بارکلی [۲۳]، ابزاری جامع شامل ۸۹ گویه است که برای سنجش نقص در عملکرد اجرایی بزرگسالان طراحی شده است. این پرسشنامه پنج زیرمقیاس دارد. ۱- خودمدیریتی زمان (۲۱ سؤال) - ۲- خودسازمان‌دهی/حل مسئله (۲۴ سؤال) - ۳- خودکنترلی/بازداری (۱۹ سؤال) - ۴- خودانگیزشی (۱۲ سؤال) - ۵- خودتنظیمی هیجانی (۱۳ سؤال) نمره گذاری این ابزار براساس طیف لیکرت چهار گزینه‌ای انجام می‌شود. پاسخ‌ها از^۳ از این ابزار ۷ نمره استخراج می‌شود که ۵ نمره مربوط به خرده مقیاس‌ها، یک نمره کلی و نمره دیگر از ۱۱ سؤال این مقیاس که به‌عنوان فهرست کنش‌های اجرایی در^۴ ADHD مطرح شده‌اند، به‌دست می‌آید.

یافته‌ها

برای بررسی اثربخشی مداخله شناختی با نرم‌افزار ریهاکام، از تحلیل کوواریانس چندمتغیره (MANCOVA) و تحلیل کوواریانس تک‌متغیره (ANCOVA) استفاده شد. پیش از اجرای آزمون‌ها، مفروضات آماری شامل نرمال بودن توزیع داده‌ها (با آزمون شاپیرو-ویلک)، همسانی واریانس‌ها (با آزمون لوین)، و همگنی شیب‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد که به جز متغیرهای «نادیده‌گرفتن» و «کارکردهای اجرایی»، سایر متغیرها شرایط لازم برای اجرای آزمون‌های کوواریانس را دارا بودند. در مواردی که پیش‌فرض‌ها برقرار نبود، از روش بوت‌استرپ برای تحلیل استفاده شد.

براساس جدول ۱، شاخص‌های توصیفی متغیرهای شناختی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای گروه‌های کنترل و آزمایش به شرح زیر است:

حافظه کاری: در گروه کنترل، میانگین پیش‌آزمون برابر با ۰/۵- و انحراف معیار ۰/۸ بود؛ در پس‌آزمون میانگین به ۰/۹- و انحراف معیار به ۰/۹- رسید. در گروه آزمایش، میانگین پیش‌آزمون ۱/۶- و انحراف معیار ۱/۲ بود؛ در پس‌آزمون میانگین به ۱/۸- و انحراف معیار به ۰/۷ کاهش یافت.

ساده‌تر بازمی‌گردند. این ویژگی موجب شخصی‌سازی فرآیند درمانی و افزایش اثربخشی آن می‌شود [۲۲، ۱۴].

ماژول‌های غربالگری نرم‌افزار ریهاکام

(بخش‌هایی از نرم‌افزار برای سنجش اولیه عملکرد شناختی) ماژول‌های غربالگری در نرم‌افزار ریهاکام با هدف تسهیل انتخاب بهینه‌ترین مسیر درمانی طراحی شده‌اند. این ماژول‌ها ابزار تشخیص جایگزین نیستند، اما به درمانگر کمک می‌کنند تا براساس انحراف عملکرد بیمار از هنجارهای جمعیتی، مناسب‌ترین مسیر مداخله را تعیین کند. نتایج آزمون‌های غربالگری به‌صورت گرافیکی در قالب نمودارهای میله‌ای ارائه می‌شوند و امکان مقایسه عملکرد فرد با گروه‌های هم‌سن و هم‌جنس فراهم می‌گردد. در صورتی که نتایج غربالگری نشان دهنده افت عملکرد در حوزه خاصی باشد، نرم‌افزار به‌صورت خودکار یک ماژول درمانی متناسب را پیشنهاد می‌دهد. این فرآیند می‌تواند در بازه‌های زمانی منظم تکرار شود تا روند پیشرفت یا نیاز به اصلاح مسیر درمانی مورد بررسی قرار گیرد. در پژوهش حاضر، از دو ماژول غربالگری حافظه کاری^۱ و جست و جو اعداد فضایی^۲ برای اجرای پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. در ماژول حافظه کاری ارزیابی دامنه و عملکرد حافظه دیداری- فضایی طراحی شده و امکان بررسی حافظه فعال و یادگیری ضمنی را فراهم می‌سازد. آزمون با نمایش مجموعه‌ای از محرک‌ها آغاز می‌شود که شرکت‌کننده باید آنها را به خاطر بسپارد. در مراحل پیشرفته‌تر، دست‌کاری ذهنی این اطلاعات نیز مورد انتظار است. در ماژول جستجوی اعداد فضایی هدف ارزیابی توجه انتخابی و عملکرد شناختی پایه است. این ماژول دارای سه زیرمقیاس سرعت پردازش^۳، توجه و تمرکز^۴ و نادیده گرفتن بینایی^۵ است.

ماژول‌های درمانی نرم‌افزار ریهاکام

(بخش‌های نرم‌افزار که تمرین‌های خاص شناختی را ارائه می‌دهند): ماژول‌های درمانی مورد استفاده از نرم‌افزار ریهاکام در این مطالعه شامل ماژول‌های توجه (ماژول توجه پایدار^۶، ماژول آموزشی حرکات ساکادیک^۷، ماژول تمرکز و توجه^۸)، ماژول‌های حافظه (حافظه توپولوژیک^۹، ماژول حافظه کاری^{۱۰})، ماژول‌های

⁸ Attention and Concentration- AUFM

⁹ Topological Memory- MEMO

¹⁰ Working Memory- WOME

¹¹ Shopping- EINK

¹² Logical Reasoning- LODE

¹³ Calculations- CALC

¹⁴ Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder

¹ Working Memory- WOME

² Spatial Number Search- NUQU

³ working speed

⁴ Attention

⁵ Neglect/Hemianopsia

⁶ Sustained Attention- SUSA

⁷ Saccadic Training- SAKA

در ادامه، نتایج تحلیل تک متغیره ANCOVA برای هر متغیر به صورت جداگانه بررسی شد (جدول ۳):

حافظه کاری: تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد ($F= 3/8$ ، $P= 0/09$)، اما اندازه اثر متوسط ($\text{Eta}= 0/10$) نشان‌دهنده روند مثبت مداخله است.

سرعت پردازش اطلاعات: تفاوت معناداری مشاهده نشد ($F= 2/0$ ، $P= 0/6$)، و اندازه اثر بسیار ناچیز بود ($\text{Eta}= 0/001$).

توجه: تفاوت معنادار بین گروه‌ها مشاهده شد ($F= 6/8$ ، $P= 0/01$) با اندازه اثر بالا ($\text{Eta}= 0/20$) که اثر بخشی مداخله را تأیید می‌کند.

نادیده گرفتن: تفاوت معناداری مشاهده نشد ($F= 0/04$ ، $P= 0/8$) و اندازه اثر ناچیز بود ($\text{Eta}= 0/002$).

کارکردهای اجرایی: تفاوت بسیار معنادار و چشم‌گیر بین گروه‌ها مشاهده شد ($F= 36/1$ ، $P < 0/001$)، با اندازه اثر بسیار بالا ($\text{Eta}= 0/60$) که اثر بخشی قوی مداخله را در این حوزه تأیید می‌کند.

سرعت پردازش اطلاعات: در گروه کنترل، میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو برابر با $1/8-$ بودند، با انحراف معیارهای $1/2$ و $1/4$ به ترتیب. در گروه آزمایش، میانگین پیش‌آزمون $3/1-$ و انحراف معیار $1/6$ بود؛ در پس‌آزمون میانگین به $1/3-$ و انحراف معیار به $1/8$ رسید.

توجه: در گروه کنترل، میانگین پیش‌آزمون $0/6$ و انحراف معیار $1/02$ بود؛ در پس‌آزمون میانگین به $0/2$ و انحراف معیار به $1/3$ رسید. در گروه آزمایش، میانگین پیش‌آزمون $0/3-$ و انحراف معیار $1/7$ بود؛ در پس‌آزمون میانگین به $2/02$ و انحراف معیار به $1/04$ افزایش یافت (جدول ۱).

نتایج آزمون MANCOVA نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه‌ها از نظر ترکیب متغیرهای وابسته پس از کنترل اثر کواریت‌ها وجود دارد ($P < 0/001$). مقدار پایین لامبدای ویلکز نشان‌دهنده تأثیر قوی و معنادار مداخله شناختی بر مجموعه متغیرهای توجه، حافظه کاری، سرعت پردازش، نادیده گرفتن و کارکردهای اجرایی است (جدول ۲).

جدول ۱- شاخص‌های توصیفی متغیرهای پژوهش

| | کنترل | | آزمایش | | میانگین | انحراف معیار |
|------------------|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------|---------|--------------|
| | سطح معنی داری شاپیروویلک | انحراف معیار | سطح معنی داری شاپیروویلک | انحراف معیار | | |
| حافظه کاری | 0/06 | 0/8 | 0/3 | 1/2 | 1/6- | پیش‌آزمون |
| | 0/1 | 0/9 | 0/9 | 0/7 | 1/8- | پس‌آزمون |
| سرعت پردازش | 0/07 | 1/2 | 0/7 | 1/6 | 3/1- | پیش‌آزمون |
| | 0/07 | 1/4 | 0/6 | 1/8 | 1/3- | پس‌آزمون |
| توجه | 0/3 | 1/02 | 0/5 | 1/7 | 0/3- | پیش‌آزمون |
| | 0/6 | 1/3 | 0/2 | 1/04 | 2/02 | پس‌آزمون |
| نادیده گرفتن | 0/07 | 1/4 | 0/6 | 1/1 | 0/9- | پیش‌آزمون |
| | 0/6 | 1/4 | 0/5 | 1/1 | 0/2- | پس‌آزمون |
| کارکردهای اجرایی | 0/6 | 35/4 | 0/8 | 30/8 | 15/6 | پیش‌آزمون |
| | 0/4 | 35/4 | 0/6 | 25/8 | 135 | پس‌آزمون |

اطلاعات به صورت انحراف استاندارد \pm میانگین ارائه شده است.

* معنی داری در مقایسه با پیش از مداخلات ($P= 0/001$)

جدول ۲- خلاصه تحلیل کواریانس چند متغیره اثر بخشی آموزش نرم افزار توان بخشی ریهاکام بر ترتیب وزنی متغیرها

| نام آزمون | مقدار | ضریب F | درجه آزادی | درجه آزادی خطا | سطح معناداری |
|---------------|-------|--------|------------|----------------|--------------|
| لامبدای ویلکز | 0/184 | 15/9 | 5 | 18 | 0/00 |

اطلاعات به صورت مقدار آزمون، درجه آزادی و سطح معناداری ارائه شده است.

* معناداری در مقایسه با پیش از مداخلات ($P= 0/04$)

جدول ۳- نتایج تحلیل کواریانس تک متغیره اثر اثربخشی آموزش نرم افزار توان بخشی ریهاکام بر متغیر های وابسته

| شاخص منبع تغییر | مجموع مجزورات | درجه آزادی | میانگین مجزورات | ضریب F | معنی داری | مربع اتا | مقدار خطا | توان آزمون |
|------------------|---------------|------------|-----------------|--------|-----------|----------|-----------|------------|
| حافظه کاری | ۲/۶ | ۱ | ۲/۶ | ۳/۰۸ | ۰/۰۹ | ۰/۱ | ۱۸/۶ | ۰/۳ |
| سرعت پردازش | ۰/۶ | ۱ | ۰/۶ | ۰/۲ | ۰/۶ | ۰/۰۱ | ۶۳/۵ | ۰/۰۷ |
| توجه | ۹/۴ | ۱ | ۹/۴ | ۶/۸ | ۰/۰۱ | ۰/۲ | ۳۰/۵ | ۰/۷ |
| نادیده گرفتن | ۰/۰۷ | ۱ | ۰/۰۷ | ۰/۰۴ | ۰/۸ | ۰/۰۰۲ | ۴۰/۴ | ۰/۰۵ |
| کارکردهای اجرایی | ۱۹۷۴/۸ | ۱ | ۱۹۷۴/۸ | ۳۳/۱ | ۰/۰۰ | ۱/۶ | ۱۲۰۳/۳ | ۱ |

اطلاعات به صورت میانگین مجزورات، مقدار F، سطح معناداری و اندازه اثر ارائه شده است.
* معناداری در مقایسه با پیش از مداخلات (P= ۰/۰۵)

بحث

برای روشن شدن بیشتر اثر نرم افزار ریهاکام بر حافظه کاری، مطالعات آینده می توانند با حجم نمونه بیشتر و یا پروتکل های مداخله ای متفاوتی انجام شوند تا بتوان به نتایج آماری قوی تری دست یافت. نتایج تحلیل کواریانس تک متغیره نشان داد که مداخله با نرم افزار ریهاکام تاثیر معناداری بر بهبود سرعت پردازش اطلاعات در بیماران دیابتی نداشته است و مقدار بسیار اندک اندازه اثر نیز مؤید این مطلب است که تاثیر این مداخله بر سرعت پردازش اطلاعات بسیار ناچیز بوده است. این یافته با نتایج مطالعه Cuevas و Carter [۲۷] همسو است که عنوان داشتند سرعت پردازش اطلاعات نسبت به سایر عملکردهای شناختی، کمتر تحت تاثیر مداخلات شناختی قرار می گیرد. از طرفی این نتایج در تضاد با مطالعات پیشین مانند Aghayousefi و همکاران [۲۴] و Cuevas و همکاران [۲۸] قرار دارد که بهبود در سرعت پردازش اطلاعات را پس از مداخلات شناختی مبتنی بر کامپیوتر در بیماران دیابتی گزارش کرده اند. دلایل احتمالی این تفاوت می تواند شامل موارد زیر باشد: (الف) مدت زمان و تعداد جلسات مداخله در پژوهش حاضر که ممکن است برای ایجاد تغییر معنادار در سرعت پردازش کافی نبوده باشد؛ (ب) ماهیت و پیچیدگی تمرینات مربوط به سرعت پردازش در نرم افزار ریهاکام که شاید نیاز به سطح بالاتری از تحریک شناختی داشته باشد. می توان گفت، هر توانایی شناختی از ابعاد مختلفی تشکیل شده و ممکن است یک تمرین تنها برخی از این ابعاد را فعال کند. همان گونه که در مطالعه Lin و همکاران [۲۹] نیز اشاره شده، توانایی هایی نظیر ادراک دیداری یا سرعت پردازش شامل زیربخش های گوناگونی هستند؛ از این رو اگر تمرین صرفاً بخشی از این زیربخش ها را هدف قرار دهد، لزوماً بهبود جامع در عملکرد مشاهده نمی شود و احتمال بروز نتایج متناقض نیز وجود دارد. بنابراین، عدم مشاهده تغییر معنادار در سرعت پردازش در مطالعه حاضر می تواند ناشی از این باشد که تمرینات انجام شده تمامی ابعاد مرتبط با این توانایی را پوشش نداده اند. نیاز است که تمرینات به

هدف این مطالعه بررسی اثربخشی نرم افزار توان بخشی شناختی ریهاکام بر بهبود عملکرد شناختی در بیماران مبتلا به دیابت نوع یک و دو بوده است. تحلیل کواریانس چندمتغیره نشان داد که مداخله توان بخشی شناختی بر ترکیب متغیرهای شناختی مورد بررسی اثر معناداری داشته است. این یافته با نتایج پژوهش Aghayousefi و همکاران [۲۴] و Fernandez و همکاران [۱۶] هم راستا است. که نشان می دهد مداخلات شناختی می توانند عملکرد شناختی بیماران دیابتی را بهبود بخشند. برای بررسی اثر مداخله بر هر مؤلفه شناختی به طور جداگانه، از تحلیل کواریانس تک متغیره استفاده شد تا مشخص شود کدام متغیرها بیشترین پاسخ به مداخله را نشان داده اند. نتایج تحلیل کواریانس تک متغیره نشان داد که تفاوت میان گروه آزمایش و کنترل در عملکرد حافظه کاری به سطح معناداری آماری نرسید. مقدار اندازه اثر (Eta = ۰/۱۰) صرفاً بیانگر میزان تغییر مشاهده شده است و با توجه به عدم دستیابی به معناداری، نمی توان آن را به عنوان شواهدی دال بر تاثیر مداخله تفسیر کرد. اگرچه مداخله از نظر آماری بر حافظه کاری تاثیر نداشته است اما بررسی روند تغییرات نمرات، بهبودی نسبی در میانگین عملکرد حافظه کاری را نشان می دهد. این یافته با نتایج پژوهش Whitelock و همکاران [۲۵] هم راستا است که گزارش کردند تمرینات شناختی می توانند عملکرد حافظه کاری را در بیماران دیابتی بهبود بخشند. اما با یافته های Bahar-Fuchs و همکاران [۲۶] که اثربخشی تمرینات کامپیوتری را در بیماران دیابتی بی تاثیر دانستند، در تضاد است. تفاوت در ماهیت تمرینات شناختی، مدت زمان اجرای مداخله، یا ویژگی های جمعیت مورد مطالعه می تواند منجر به نتایج متفاوتی شود. از این رو، در حالی که پژوهش ما با یافته های Whitelock و همکاران [۲۵] هم راستا است، تضاد با یافته های Bahar-Fuchs و همکاران [۲۶] لزوم بررسی دقیق تر مؤلفه های مداخله و ویژگی های جمعیت هدف را برجسته می سازد.

گونه‌ای طراحی شوند که فشار شناختی بیشتری بر سیستم پردازش اطلاعات وارد کنند، مانند افزایش میزان محرک‌ها، کاهش زمان پاسخ یا افزایش سطح دشواری وظایف. به بیان دیگر، تمرینات ریهاکام پیچیده و چندوجهی هستند، اما بار شناختی لازم برای بهبود مستقیم سرعت پردازش، ممکن است [۲۹] در این مطالعه کافی نبوده است؛ و (ج) وجود تنوع فردی بالا در جمعیت مورد مطالعه که می‌تواند اثر کلی مداخله را کم‌رنگ سازد. در مطالعه Aghayousefi و همکاران، تمرینات شناختی شامل نرم‌افزار آموزش حافظه کاری بود که به‌طور خاص بر تقویت حافظه و توجه تمرکز داشت. در مقابل، نرم‌افزار ریهاکام در مطالعه حاضر بیشتر بر تقویت بازداری و انعطاف‌پذیری شناختی تمرکز دارد و تمرینات مربوط به سرعت پردازش در آن محدودتر و کمتر پیچیده بوده است.

با توجه به این یافته‌ها، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، تمرینات شناختی با هدف بهبود سرعت پردازش اطلاعات، با تمرکز بیشتر بر افزایش شدت و تکرار یا طراحی تمرینات تخصصی‌تر صورت پذیرد. همچنین، بررسی اثرات مداخلات طولانی‌تر و یا در جمعیت‌های خاص‌تری از بیماران دیابتی می‌تواند به روشن شدن بیشتر نقش این مداخلات در بهبود سرعت پردازش اطلاعات کمک کند.

نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه آزمایش و گروه کنترل از لحاظ متغیر توجه در مرحله پس‌آزمون وجود دارد. این یافته حاکی از آن است که مداخله‌ی مبتنی بر نرم‌افزار ریهاکام، تاثیر مثبت و معناداری بر بهبود توجه در بیماران دیابتی داشته است. علاوه بر این، مقدار اندازه اثر به‌دست آمده نشان‌دهنده یک تأثیر قلیل توجه و با درجه بزرگی بالا است که بیانگر اثربخشی عملی مداخله در این حوزه شناختی است.

این نتیجه با یافته‌های پژوهش‌های پیشین که اثربخشی مداخلات شناختی ریلنه‌ای را در بهبود عملکردهای توجهی در افراد مبتلا به اختلالات متابولیک، از جمله دیابت، تأیید کرده‌اند، همسو است. به‌طور خاص، مطالعه Alipour و Mohammadi [۳۰] نیز نشان داد که تمرینات شناختی دیجیتال توانسته است سطح توجه بیماران دیابتی را به‌طور معناداری افزایش دهد. همچنین، یافته‌های مطالعه‌ای [۳۱] مبنی بر فعال‌سازی شبکه‌های عصبی مرتبط با توجه از طریق برنامه‌های توان‌بخشی دیجیتال با طراحی بازی‌وار و تمرینات تعاملی، چارچوب تئوریک مناسبی برای درک این نتایج فراهم می‌آورد. این تأثیر مثبت نرم‌افزار ریهاکام بر توجه را می‌توان به چند عامل نسبت داد. اولاً، این نرم‌افزار احتمالاً شامل طیف وسیعی از تمرینات است که

به‌طور خاص برای تقویت جنبه‌های مختلف توجه، از جمله توجه پایدار، انتخابی و تقسیم شده طراحی شده‌اند. یکی از مزایای نرم‌افزارهای پیشرفته مثل ریهاکام، قابلیت تنظیم خودکار سطح دشواری تمرینات بر اساس عملکرد کاربر است. وقتی تمرینات چالش‌برانگیزتر می‌شوند، مغز را وادار می‌کنند تا برای مقابله با این چالش‌ها، مکانیزم‌های توجهی خود را فعال‌تر و کارآمدتر کند. این «تلاش شناختی» مداوم، به تقویت مسیرهای عصبی مرتبط با توجه کمک می‌کند [۳۲]. ثانیاً در مطالعات نشان داده شده است [۳۱] که استفاده از عناصر بازی (مانند امتیازدهی، سطوح مختلف، پاداش‌ها، رقابت دوستانه) می‌تواند به‌طور قابل توجهی انگیزه کاربران را افزایش دهد. وقتی فرد انگیزه بیشتری برای انجام تمرینات دارد، احتمالاً با تمرکز و تلاش بیشتری این کار را انجام می‌دهد که این خود به بهبود توجه کمک می‌کند. این امر به خصوص در مورد بیماران دیابتی که ممکن است در اثر بیماری دچار خستگی شناختی یا بی‌انگیزگی شوند، اهمیت ویژه‌ای دارد. ثالثاً این نرم‌افزارها معمولاً بازخورد فوری در مورد عملکرد کاربر ارائه می‌دهند. این بازخورد به کاربر کمک می‌کند تا نقاط ضعف خود را شناسایی کرده و تلاش خود را برای بهبود آن‌ها متمرکز کند. این حلقه بازخورد سریع، فرآیند یادگیری و انطباق شناختی را تسریع می‌بخشد [۳۳].

مداخلات شناختی، به‌طور کلی، از طریق تحریک مکرر و هدفمند، می‌توانند باعث انعطاف‌پذیری عصبی شوند. تمرینات توجهی در ریهاکام احتمالاً شبکه‌های عصبی درگیر در توجه، مانند شبکه توجه پشتی^۱ و شبکه توجه شکمی^۲ قشر پیش‌پیشانی^۳ و قشر جداری^۴ را فعال و تقویت می‌کنند. این تقویت می‌تواند به بهبود کارایی این شبکه‌ها در پردازش اطلاعات و توجه منجر شود [۳۲].

برخلاف یافته‌های مربوط به بهبود توجه کلی، نتایج تحلیل‌ها نشان داد که مداخله با نرم‌افزار ریهاکام تأثیر معناداری بر متغیر «نادیده‌گرفتن» نداشته است. این نتیجه، در تضاد با برخی از پژوهش‌های پیشین است که نشان داده‌اند مداخلات شناختی رایانه‌ای می‌تواند به بهبود عملکرد توجه فضایی و کاهش نادیده‌گرفتن در افراد مبتلا به اختلالات متابولیک کمک کند. به‌عنوان مثال، مطالعه Aghayousefi و همکاران [۲۴] نشان داد که تمرینات شناختی دیجیتال می‌تواند بهبودی معنادار در سطح توجه بیماران دیابتی ایجاد کند. همچنین، در مطالعه‌ای [۳۴] گزارش شد که تمرینات شناختی طراحی‌شده برای فعال‌سازی نیم‌کره‌های مغزی در بیماران دچار آسیب‌های جزئی مغزی یا متابولیک، توانسته‌اند به بهبود توجه فضایی و کاهش نادیده‌گرفتن منجر شوند. برای تبیین این عدم اثربخشی معنادار در مطالعه حاضر،

³ Prefrontal Cortex

⁴ Parietal Cortex

¹ Dorsal Attention

² Ventral Attention Network

نشان دادند تمرینات شناختی تأثیر مثبتی بر کارکردهای اجرایی بیماران دیابتی دارند. همچنین با پژوهش Soleimani و همکاران [۳۵] هم راستا است که نشان داده‌اند که تمرینات شناختی ساختاریافته بر بهبود انعطاف پذیری شناختی و کنترل بازداری - به‌عنوان مؤلفه‌های اصلی کارکردهای اجرایی - تأثیر گذارند. Diamond و همکاران [۳۶] در مرور خود بر پژوهش‌های حوزه کارکردهای اجرایی گزارش کرده‌اند که مداخلات رایانه‌محور در مطالعات مختلف، در بهبود توانمندی‌های شناختی، به‌ویژه در بیماران مبتلا به اختلالات مزمن شناختی، مؤثر بوده‌اند.

هاژول‌های درهانی در نرم‌افزار ریهاکام با تقویت شبکه‌های اجرایی مغز، به‌ویژه نواحی قشر پیش‌پیشانی، سبب بهبود حافظه کاری، کنترل شناختی، و بازداری رفتاری می‌شود. بیماران دیابتی که در معرض افت عملکرد اجرایی هستند، از این تمرینات شناختی به شکل قابل توجهی بهره‌مند می‌شوند. پژوهش مشابه [۱۴] نیز نشان داده است که استفاده منظم از نرم‌افزار ریهاکام در بیماران با اختلالات شناختی خفیف، منجر به بهبود در مهارت‌های شناختی اجرایی شده است. در تبیین یافته به‌دست آمده می‌توان به چند مورد اشاره کرد: ۱- تقویت قشر پیش‌پیشانی: مطالعات نشان داده‌اند که نرم‌افزار ریهاکام با فعال کردن قشر پیش‌پیشانی، که نقش کلیدی در کارکردهای اجرایی دارد، باعث بهبود این عملکردها می‌شود [۳۸]. قشر پیش‌پیشانی مسئول برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری، حل مسئله و کنترل رفتارهای هدفمند است. تمرینات شناختی می‌توانند به تقویت این ناحیه از مغز و بهبود عملکرد آن کمک کنند. ۲- تأثیر تمرینات شناختی بر بیماران دیابتی: بیماران دیابتی اغلب در معرض خطر اختلال در کارکردهای اجرایی هستند. تمرینات شناختی می‌توانند به این بیماران کمک کنند تا این اختلالات را جبران کنند و عملکرد شناختی خود را بهبود بخشند. مطالعه Emory و Alvarez [۳۷] نشان داد که تمرینات شناختی تأثیر مثبتی بر کارکردهای اجرایی بیماران دیابتی دارند که از این تبیین حمایت می‌کند. ۳- اثرات تمرینات ساختاریافته و رایانه‌ای: پژوهش‌های Soleimani و همکاران [۳۵] و Emory و Alvarez در مرور خود بر پژوهش‌های حوزه کارکردهای اجرایی گزارش کرده‌اند [۳۷] که تمرینات شناختی ساختاریافته و آموزش‌های ریلنه‌ای می‌توانند به بهبود انعطاف‌پذیری شناختی، کنترل بازداری و سایر مؤلفه‌های کارکردهای اجرایی کمک کنند. نرم‌افزار ریهاکام با ارائه تمرین‌های ساختاریافته و چندمرحله‌ای، می‌تواند این اثرات مثبت را ایجاد کند. ۴- افزایش تدریجی دشواری: نرم‌افزار ریهاکام با افزایش تدریجی دشواری تمرین‌ها، مغز را به چالش می‌کشد و باعث می‌شود که شبکه‌های عصبی مرتبط با کارکردهای اجرایی بیشتر فعال شوند و تقویت شوند [۳۷]. این فرآیند می‌تواند منجر به بهبود در عملکرد

می‌توان چند فرضیه را مطرح کرد، ۱- کمبود تمرینات تخصصی: یکی از دلایل احتمالی این است که نرم‌افزار ریهاکام فاقد تمرینات تخصصی و متمرکز بر بهبود توجه فضایی و کاهش نادیده‌گرفتن است. به‌عبارت دیگر، تمرینات موجود در نرم‌افزار ممکن است بیشتر بر جنبه‌های دیگر توجه (مانند توجه پلیدار یا انتخابی) متمرکز بوده و به اندازه کافی نیم‌کره‌های مغزی مسئول نادیده‌گرفتن را درگیر نکرده باشند. ۲- ویژگی‌های خاص جمعیت مورد مطالعه: ممکن است بیماران دیابتی به دلیل ویژگی‌های خاص بیماری خود، از جمله تغییرات ساختاری یا عملکردی مغزی ناشی از دیابت، به مداخلات توان بخشی شناختی به شیوه‌ای متفاوت پاسخ دهند. به‌عبارت دیگر، نادیده‌گرفتن در بیماران دیابتی ممکن است ناشی از سازکارهای عصبی پیچیده‌تری باشد که با تمرینات شناختی عمومی قابل بهبود نباشد. ۳- نیاز به مداخلات طولانی‌تر و فشرده‌تر: ممکن است تعداد جلسات تمرین یا فواصل زمانی بین جلسات در مطالعه حاضر برای ایجاد تغییرات معنادار در متغیر نادیده‌گرفتن کافی نبوده باشد. به‌عبارت دیگر، برای بهبود این توانایی، نیاز به یک برنامه توان بخشی طولانی‌تر و فشرده‌تر با تمرینات هدفمندتر است. ۴- اندازه‌گیری متغیر نادیده‌گرفتن: ابزار مورد استفاده برای سنجش متغیر نادیده‌گرفتن ممکن است حساسیت کافی برای تشخیص تغییرات جزئی ناشی از مداخله را نداشته باشد. ۵- تأثیر متغیرهای مداخله‌گر: متغیرهای دیگری مانند سطح تحصیلات، وضعیت اجتماعی-اقتصادی، یا شدت بیماری دیابت می‌توانند به‌عنوان متغیرهای مداخله‌گر عمل کرده و تأثیر مداخله را بر متغیر نادیده‌گرفتن تحت تأثیر قرار دهند. بنابراین، برای تبیین دقیق‌تر این یافته، لازم است در پژوهش‌های آینده، تمرینات شناختی تخصصی‌تری برای بهبود این توانایی طراحی شود و تأثیر این تمرینات بر جمعیت‌های مختلف بیماران دیابتی با در نظر گرفتن متغیرهای مداخله‌گر بررسی شود. واقع منظور از این توصیه این است که تمرینات فعلی ریهاکام، هرچند برای تقویت مهارت‌های کلی شناختی مفید هستند، برای بهبود مستقیم و هدفمند مهارت‌های خاص مانند سرعت پردازش یا توانایی نادیده‌گرفتن محرک‌ها به اندازه کافی تخصصی و متمرکز نیستند. به‌عبارت دیگر، تمرینات ریهاکام بیشتر چندوجهی و عمومی هستند و بار شناختی لازم برای ایجاد تغییر معنادار در یک مؤلفه شناختی مشخص، ممکن است در آن کافی نباشد. بنابراین، طراحی تمرینات اختصاصی که به‌طور مستقیم و فشرده بر مؤلفه هدف تمرکز داشته باشند، برای مشاهده اثرات قابل توجه در مطالعات آینده توصیه می‌شود [۲۱].

نتایج تحلیل برای بررسی تفاوت میان گروه‌های آزمایش و کنترل در متغیر کارکردهای اجرایی نشان داد که این تفاوت از نظر آماری معنادار است. این یافته با مطالعه Silverman و همکاران [۱۹] همسو است که

نرم افزار توان بخشی رایانه‌ای مانند ریهاکام می تواند در بهبود فعالیت های شناختی بیماران مبتلا به دیابت مؤثر باشد و بهتر است در مداخلات روان شناختی در کنار مداخلات دارویی مورد توجه متخصصان سلامت روان قرار بگیرد. مطمئناً بهبود این توانمندی‌ها باعث پیگیری بهتر درمان های پزشکی و دارویی این بیماران خواهد شد و روند کلی بهبودی تسریع خواهد یافت.

جهت انجام مطالعاتی در آینده در این زمینه پیشنهاد می شود. افزایش حجم نمونه: انجام مطالعات آتی با حجم نمونه بزرگتر می تواند قدرت آماری آزمون‌ها را افزایش داده و امکان تشخیص اثرات کوچکتر اما مهم بالینی را فراهم آورد. افزایش مدت زمان مداخله: بررسی اثربخشی دوره‌های طولانی تر مداخله با نرم افزار ریهاکام (بیش از ۱۲ هفته) می تواند به ارزیابی تأثیرات بلندمدت و پایدارتر بر عملکرد شناختی کمک کند. بهینه سازی تمرینات شناختی: طراحی و اجرای تمرینات هدفمندتر و اختصاصی تر برای هر حوزه شناختی، به ویژه حافظه کاری، سرعت پردازش و نادیده انگاری شناختی، می تواند اثربخشی نرم افزار را افزایش دهد. بررسی ویژگی های فردی: در نظر گرفتن ویژگی های فردی شرکت کنندگان، مانند سطح تحصیلات، مدت زمان ابتلا به دیابت، و وضعیت کنترل قند خون، می تواند به درک بهتر تفاوت های بین فردی در پاسخ به تمرینات شناختی کمک کند. مقایسه با سایر روش های توان بخشی: انجام مطالعات مقایسه‌ای بین نرم افزار ریهاکام و سایر روش های توان بخشی شناختی (مانند توان بخشی شناختی سنتی یا تحریک مغناطیسی مغز) می تواند به تعیین جایگاه و مزایای نسبی هر روش کمک کند.

این مطالعه مانند هر مطالعه‌ای از محدودیت های برخوردار است، برخی محدودیت ها شامل: حجم نمونه‌ی محدود، مدت زمان نسبتاً کوتاه مداخله، استفاده از یک نرم افزار خاص بدون مقایسه با سایر روش ها و احتمال وجود عوامل مداخله گر نظیر شرایط محیطی و روانی شرکت کنندگان است.

تعارض و منافع

نویسندگان مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تضادی در منافع وجود ندارد.

سپاسگزاری

از تمامی شرکت کنندگان، مدیریت و کارکنان محترم کلینیک دیابت پارسین که با همکاری و همراهی خود زمینه انجام این مطالعه را فراهم آوردند، صمیمانه قدر دانی می کنیم.

شناختی شود. با این حال، برخلاف انتظار نظریه های غالب مانند Miyake و همکاران [۳۸] و Alvarez و Emory که حافظه کاری را یکی از مؤلفه های بنیادین کارکردهای اجرایی می دانند [۳۷]، تغییر معناداری در حافظه کاری مشاهده نشد. این نکته نشان می دهد که گرچه مؤلفه های اجرایی با یکدیگر مرتبط هستند، از استقلال نسبی نیز برخوردارند و بهبود در یک مؤلفه (مانند بازداری یا انعطاف پذیری شناختی) الزاماً به بهبود خودکار حافظه کاری نمی انجامد. احتمال دارد که هاژول های تمرینی ریهاکام در این مطالعه بیش از حافظه کاری، به تقویت بازداری و انعطاف پذیری شناختی پرداخته باشند، یا شدت و مدت تمرین حافظه کاری برای ایجاد تغییر معنادار کافی نبوده است. شواهد تجربی نیز نشان می دهند که انتقال اثر تمرین از یک مؤلفه اجرایی به مؤلفه های دیگر همواره محدود است [۳۹].

به این ترتیب، یافته های حاضر همسو با دیدگاه «وحدت و تمایز» عملکردهای اجرایی است و نشان می دهد که توان بخشی رایانه‌ای می تواند کارکردهای اجرایی را بهبود بخشد حتی اگر اثر معناداری بر حافظه کاری مشاهده نشود.

نتیجه گیری

در این پژوهش، تأثیر استفاده از نرم افزار توان بخشی شناختی ریهاکام بر بهبود عملکرد شناختی بیماران مبتلا به دیابت نوع یک و دو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحلیل های آماری در پنج حوزه شناختی شامل حافظه کاری، سرعت پردازش، توجه، نادیده گرفتن شناختی و کارکردهای اجرایی، نشان داد که متغیرهای توجه و کارکردهای اجرایی از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین گروه های آزمون و کنترل وجود دارد. اما در برخی متغیرها مانند حافظه کاری و نادیده گرفتن و سرعت پردازش از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین گروه های آزمون و کنترل وجود ندارد.

با این حال اندازه اثر متوسطی در حافظه کاری مشاهده شد که می تواند نشانه‌ای از اثر بالقوه نرم افزار ریهاکام باشد. این اثرات گرچه از نظر آماری معنادار نبودند، اما از منظر کاربردی و بالینی حائز اهمیت اند و نشان می دهند که در صورت تقویت ساختار تمرینات، افزایش مدت زمان مداخله و بررسی در نمونه های بزرگتر، احتمال اثرگذاری بیشتر وجود دارد. عدم معناداری آماری در نتایج متغیرهای حافظه کاری، نادیده گرفتن و سرعت پردازش می تواند به دلایلی چون کم بودن حجم نمونه، محدود بودن تعداد جلسات تمرین، یا ناکافی بودن تمرینات هدفمند در نرم افزار نسبت داده شود. همچنین، ویژگی های فردی شرکت کنندگان و تفاوت های بین فردی در پاسخ به تمرینات شناختی نیز نقش مؤثری در نتایج ایفا می کنند. به طور کلی استفاده از

References

- Shaw JE, Sicree RA, Zimmet PZ. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract.* 2010; 87(1):4–14.
- International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas*. 10th ed. Brussels: IDF; 2024. Available from: <https://diabetesatlas.org>
- Hazar N, Jokar M, Namavari N, Hosseini S, Rahmanian V. An updated systematic review and meta-analysis of the prevalence of type 2 diabetes in Iran, 1996–2023. *Front Public Health.* 2024; 12:1322072.
- American Diabetes Association. Classification and diagnosis of diabetes: standards of medical care in diabetes—2020. *Diabetes Care.* 2020;43(Suppl 1): S14–S31.
- Dai P, Yu Y, Sun Q, Yang Y, Hu B, Xie H, Yan LF. Abnormal changes of brain function and structure in patients with T2DM-related cognitive impairment: A neuroimaging meta-analysis and an independent validation. *Nutr Diabetes.* 2024; 14(1):39.
- Biessels GJ, Strachan MW, Visseren FL, Kappelle LJ, Whitmer RA. Dementia and cognitive decline in type 2 diabetes and prediabetic stages: towards targeted interventions. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2021; 9(3):195–207.
- Mohammadi Moghaddam M, Goudarzi MA, Imani M. Prediction of binge-eating disorder based on symptoms of depression, emotion regulation, and psychological flexibility in women with type 2 diabetes. *Toloo-e-Behdasht.* 2022; 21(1):98–115.
- Ghalavand A, Azadi M, Mohammadpour Z, Ghalavand N, Ghalavand M. Cognitive complications of type 1 diabetes: A narrative review study. *Jundishapur Sci Med J.* 2023; 21(6):910–923.
- Khanlarzade F, Asgari K, Amini M. An investigation of the neuropsychological performance in patients with type 2 diabetes. *Med J Mashhad Univ Med Sci.* 2015; 58(8):459–465
- Spauwen PJ, Köhler S, Verhey FR, Stehouwer CD, van Boxtel MP. Effects of type 2 diabetes on 12-year cognitive change: Results from the Maastricht Aging Study. *Diabetes Care.* 2012; 35(4):775–781.
- van den Berg E, Dekker JM, Nijpels G, Kessels RP, Kappelle LJ, de Haan EH, et al. Cognitive functioning in elderly persons with type 2 diabetes and metabolic syndrome: The Hoorn Study. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2008; 26(3):261–269.
- Zhang J, Zhang Y, Li Y, Su B. The impact of type 2 diabetes mellitus on brain volume: A voxel-based meta-analysis. *Front Aging Neurosci.* 2019; 11:56.
- Lampit A, Hallock H, Valenzuela MJ. Computerized cognitive training in older adults: effects on cognition across multiple domains. *Neural Plast.* 2020; 2020:8858752.
- Mirzaei M, Hasani Abharian P, Meschi F, Sabet M. Effectiveness of cognitive rehabilitation based on RehaCom software on improving cognitive functions of the elderly. *Nurs Pract Today.* 2021;9(31):3. [In Persian]
- Jiang C, Yang S, Tao J, Huang J, Li Y, Ye H, et al. Clinical efficacy of acupuncture treatment in combination with RehaCom cognitive training for improving cognitive function in stroke: A 2×2 factorial design randomized controlled trial. *J Am Med Dir Assoc.* 2016; 17(12):1114–1122.
- Fernandez E, Bergado Rosado JA, Rodriguez Perez D, Salazar Santana S, Torres Aguilar M, Bringas ML. Effectiveness of a computer-based training program of attention and memory in patients with acquired brain damage. *Behav Sci (Basel).* 2018; 8(1):4.
- Kueider AM, Parisi JM, Gross AL, Rebok GW. Computerized cognitive training with older adults: A systematic review. *PLoS One.* 2012; 7(7): e40588.
- van den Berg E, Reijmer YD, de Bresser J, Kessels RPC, Kappelle LJ, Biessels GJ; Utrecht Diabetic Encephalopathy Study Group. A 4-year follow-up study of cognitive functioning in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia.* 2010; 53(1):58–65.
- Silverman JM, Zhu CW, Schmeidler J, Lee PG, Alexander NB, Guerrero-Berroa E, Beerli MS, West RK, Sano M, Nabozny M, Karran M. Does computerized cognitive training improve diabetes self-management and cognition? A randomized control trial of middle-aged and older veterans with type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2023; 195:110149.
- Tucha O, Mecklinger L, Walitza S, Sontag TA, Lange KW. Training of attention functions in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Eur Child Adolesc Psychiatry.* 2011; 20(5):291–299.
- Lin Z, Tao J, Gao Y, Yin D, Chen A, Chen L, et al. Analysis of central mechanism of cognitive training on cognitive impairment after stroke: Resting-state functional magnetic resonance imaging study. *J Int Med Res.* 2019; 47(1):81–93.
- Hasomed GmbH. RehaCom User Manuals [Internet]. Magdeburg: HASOMED; 2020 [cited 2025 Nov 23]. Available from: <https://hasomed.de>.
- Barkley RA. *Executive Functions: What They Are, How They Work, and Why They Evolved*. New York: Guilford Press; 2012.
- Aghayousefi A, Zare H, Mohammadi R. Effect of computer-based cognitive training program on memory and attention performance of students with diabetes. *Health Psychol J.* 2017; 6(24):162–169.
- Whitlock V, Nouwen A, Houben K, van den Akker O, Rosenthal M, Higgs S. Does working memory training improve dietary self-care in type 2 diabetes mellitus? Results of a double-blind randomised controlled trial. *Diabetes Res Clin Pract.* 2018; 143:204–214.
- Bahar-Fuchs A, Barendse MEA, Bloom R, Ravona-Springer R, Heymann A, Dabush H, Bar L, Slater-Barkan S, Rassovsky Y, Schnaider Beerli M. Computerized cognitive training for older adults at higher dementia risk due to diabetes: Findings from a randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2020; 75(4):747–754.
- Cuevas H, Carter S. Online cognitive training: an adaptation of the memory, attention, and problem solving skills for persons with diabetes intervention. *CIN: Computers, Informatics, Nursing.* 2021; 39(3):162-9.
- Cuevas HE, Stuijbergen AK, Brown SA. Targeting cognitive function: Development of a cognitive training intervention for diabetes. *Int J Nurs Pract.* 2020; 26(5):e12825.
- Lin F, Tao Y, Chen Q, Anthony M, Zhang Z, Tadin D, & Heffner KL. Processing speed and attention training modifies autonomic flexibility: A mechanistic intervention study. *NeuroImage.* 2020; 213:116730.

30. Alipour A, Mohammadi R. The Effectiveness of Computer-Assisted Cognitive Remediation on Executive Functions and Cognitive Abilities of Students with Diabetes. *Neuropsychol J*. 2018; 4(15):55-74
31. Cárdenas-Rodríguez N, et al. Effects of digital neurohabilitation on attention and memory in patients with chronic metabolic conditions. *Brain Sciences*. 2025; 15(4):353.
32. Gharaati M, Hassani-Abharian P, Saadatnia M, Zarrindast MR. Evaluation of RehaCom cognitive rehabilitation on different aspects of visual attention in patients with middle cerebral artery ischemia: A nonblinded randomized clinical trial. *Atherosclerosis*. 2025; 20(4):123-130.
33. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Cognitive rehabilitation therapy for traumatic brain injury: Report in brief*. Washington, DC: The National Academies Press; 2014.
34. Barrett AM, Muzaffar T. Spatial cognitive rehabilitation and motor recovery after stroke. *Curr Opin Neurol*. 2014; 27(6):653-658.
35. Soleimani F, et al. Structured cognitive training and executive function improvement in chronic disease. *Iran J Cogn Sci*. 2018; 14(3):145-160.
36. Diamond A. Executive functions. *Annu Rev Psychol*. 2013; 64:135-168.
37. Alvarez JA, & Emory E. Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. *Neuropsychology Review* 2006; 16(1), 17-42.
38. 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. *Cogn Psychol*. 2000; 41(1):49-100.
39. Karbach J, Verhaeghen P. Making working memory work: A meta-analysis of executive-control and working memory training in older adults. *Psychol Sci*. 2014; 25(11):2027-2037.