

## کاربرد واقعیت مجازی در تشخیص، توان بخشی و جراحی های مرتبط با بیماری های مغزی: گستره پژوهی مختصر

فاطمه ترابی کنجین<sup>۱</sup>، سعید اورعی یزدانی<sup>۲</sup>،  

### مقاله مروری

### چکیده

**مقدمه:** توسعه فن آوری در صنعت سلامت، فرصت جدیدی را در افزایش کیفیت زندگی بیماران و خدمات درمانی مهیا ساخته است. در این میان، واقعیت مجازی یک فن آوری در حال توسعه می باشد که محیط های شبیه سازی شده سه بعدی با قابلیت تعاملات متنی را فراهم می کند. کاربرد واقعیت مجازی در زمینه های علمی به علوم مختلف پزشکی مانند بیماری های مغز در حال گسترش است و در ارزیابی های شناختی تشخیص، توان بخشی و آموزش نقش مهمی ایفا می کند. همچنین، ابزار مناسبی جهت آموزش اقدامات قبل و حین جراحی ها و رادیولوژی مداخله ای به دستیاران است. هدف از انجام پژوهش حاضر، مرور منابع علمی جهت بررسی کاربرد واقعیت مجازی در تشخیص، توان بخشی و جراحی های مرتبط با بیماری های مغزی بود.

**مواد و روش ها:** در این راستا، ۲۲۸ مقاله انگلیسی و فارسی نمایه شده در پایگاه داده PubMed طی سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ به کمک موتور جستجوی Google Scholar و ScienceDirect با استفاده از کلمات کلیدی «Neurological Disorders, Rehabilitation, Virtual Reality» و «Neurosurgery» و ۳۰ مقاله در پایگاه Magiran بین سال های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۳ با معادل فارسی کلمات کلیدی بیان شده، مورد بررسی قرار گرفت. بررسی کیفیت و خطای سوگیری در مطالعات گستره پژوهشی لزومی ندارد و در تحقیق حاضر نیز به این دو بخش پرداخته نشد.

**یافته ها:** به نظر می رسد پس از به کارگیری واقعیت مجازی در بیماری های مرتبط با سیستم اعصاب مرکزی، بهبود چشمگیری در مشکلات شناختی - رفتاری بیماران همچون توجه، تمرکز و استرس مشاهده شده است. بر اساس مقالات بررسی شده، از این فن آوری می توان جهت ارزیابی علایم مرتبط با بروز بیماری های مغزی و همچنین، آموزش قبل و حین جراحی به دستیاران استفاده نمود.

**نتیجه گیری:** با توجه به کاربرد این فن آوری در سه حوزه توان بخشی، تشخیص و آموزش قبل و حین جراحی ها، پیشنهاد می شود پژوهش های مرور نظام یافته در هر یک از حیطه های ارزیابی، تشخیص، درمان جراحی و توان بخشی مشکلات نورولوژیک و تأثیر استفاده از هوش مصنوعی در آن ها انجام شود و در صورت امکان، بهترین رویکرد بالینی در هر یک از این حیطه ها استخراج گردد.

**کلید واژه ها:** واقعیت مجازی؛ توان بخشی؛ بیماری های مغزی

**ارجاع:** ترابی کنجین فاطمه، اورعی یزدانی سعید. کاربرد واقعیت مجازی در تشخیص، توان بخشی و جراحی های مرتبط با بیماری های مغزی: گستره پژوهی مختصر. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۴۰۳؛ ۲۰.

تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۰

پارکینسون، آمیوتروفیک لترال اسکلروزیس، دمانس فرونتوتیمپورال و آتاکسی نخاعی - مخچه گسترش یافته است (۳). این بیماری ها پاتوفیزیولوژی گوناگونی دارند و در برخی از موارد منجر به اختلالات حافظه و شناخت می شوند و در موارد دیگری بر توانایی حرکتی و تکلم فرد تأثیر می گذارند (۲). اختلال شناختی در پاتوفیزیولوژی این بیماری ها مشترک است. با توجه به موارد مذکور، تشخیص به هنگام این نوع از نقص های شناختی ضروری است و درمان مؤثر این بیماری ها وابسته به علل و مکانیسم دقیق هر یک می باشد (۳). جراحی اعصاب

### مقدمه

بیماری های مغزی یکی از مهم ترین علل تهدیدکننده سلامت و مرگ و میر در جهان محسوب می شود و طبق گزارش های جهانی، یک میلیارد نفر در سراسر جهان به این بیماری ها مبتلا هستند (۱). آلزایمر، پارکینسون، هانتینگتون، دمانس، تومورهای مغزی، آسیب های نخاعی و سکتاهای مغزی از جمله این بیماری ها می باشند (۳). در سال های اخیر به دلیل شمار بالای سالمندان و عواملی همچون زوال تدریجی و نکروز نوروها، بیماری هایی مانند آلزایمر،

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه مدیریت و فن آوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و فن آوری اطلاعات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- دانشیار، مرکز تحقیقات جراحی مغز و اعصاب عملکردی، دانشکده جراحی اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

نویسنده مسؤول: سعید اورعی یزدانی؛ دانشیار، مرکز تحقیقات جراحی مغز و اعصاب عملکردی، دانشکده جراحی اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

Email: saeed.o.yazdani@smbu.ac.ir

ارایه نکاتی که بهبود یادگیری را در برخواهند داشت و کاهش ساعات آموزشی، ابزار نوینی در آموزش پزشکی به شمار می‌رود و می‌توان از آن در شبیه‌سازی برنامه‌های آموزشی و جراحی‌ها به دستیاران پزشکی استفاده کرد (۷).  
 با به کارگیری نرم‌افزارهایی همچون RadiAnt و Osirix، تصاویر MRI یا Computed tomography (CT) دو بعدی گرفته شده از بیماران را می‌توان به محیط سه بعدی واقعیت مجازی تبدیل کرد (۱۳، ۱۲). همچنین، دستگاه‌هایی که جهت آموزش جراحی‌ها از واقعیت مجازی استفاده می‌کنند، مانند شبیه‌سازهای گرانقیمت Lap Mentor، با نمایشگرهای متصل یکپارچه می‌شود و تجربه اثربخشی را برای فراگیران مهیا می‌کنند (۱۴). این ابزار با ترکیبی از نمایشگرهای متصل به سر، فن‌آوری بازی و حسگرهایی که سناریوی تعاملی ایجاد می‌کنند، سیستم نوین تشخیصی محسوب می‌شود و عملکرد اجرایی و حافظه انسان را مورد ارزیابی قرار می‌دهد (۱۵). نتیجه پژوهش مروری Scribano Parada و همکاران بیان‌کننده پتانسیل فن‌آوری نوظهور واقعیت مجازی در تشخیص زود هنگام بیماری آلزایمر قبل از بروز علائم حاد از طریق ارزیابی‌های شناختی افراد به واسطه این فن‌آوری است (۱۶). همچنین، بر اساس یک مطالعه با رویکرد مرور سیستماتیک، می‌توان از شبیه‌سازهای مبتنی بر واقعیت مجازی کاملاً غوطه‌ور در آموزش جراحی‌های عصبی-عروقی و مداخلات درون عروقی (Endovascular interventions) در درمان آنوریسم داخل جمجمه‌ای برای آموزش دستیاران بهره برد (۱۷). نتایج پژوهش Colombo و همکاران نشان داد واقعیت مجازی با سه بعدی‌سازی تصاویر MRI و نمایش آن‌ها، باعث درک بهتر دستیاران از آنوریسم مغزی جمجمه می‌شود (۱۷). با توجه به تحقیقات تجربی به عمل آمده که نشان دهنده اثربخشی واقعیت مجازی در سه حوزه تشخیصی، توان‌بخشی و شبیه‌سازی آموزش جراحی‌ها در بیماری‌های مغزی است، پژوهش حاضر با هدف بررسی و مرور متون پژوهشی بر کاربرد واقعیت مجازی در تشخیص و توان‌بخشی بیماران مبتلا به بیماری‌های سیستم اعصاب مرکزی و برنامه‌های آموزشی مرتبط با جراحی این بیماران انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع گسترده‌پژوهی بود و جامعه آماری آن شامل مقالات مرتبط با واقعیت مجازی در بیماری‌های مغزی بود که بر اساس راهنمای Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) اجرا شد (۱۹).

گسترده‌پژوهی برای ارایه سریع انواع شواهد کلیدی پیشینه یک حوزه تحقیقاتی به کار می‌رود و در مواردی که حوزه مطالعاتی گسترده بوده و در گذشته به صورت جامع بررسی نشده است، در نقش یک پروژه مستقل مرور پیشینه استفاده می‌گردد و در انجام این تحقیقات، پس از تعیین و انتخاب پژوهش‌های مرتبط با موضوع مطالعه، نمودارسازی داده‌ها صورت می‌گیرد و در نهایت، نتایج تلخیص و گزارش داده می‌شود (۲۰).

به منظور استخراج جدیدترین مقالات، از ترکیب کلید واژه‌های واقعیت مجازی (Virtual Reality) و توان‌بخشی (Rehabilitation) با دیگر کلمات همچون بیماری پارکینسون (Parkinson Disease)، آسیب تروماتیک مغزی (Traumatic Brain Injury)، اختلال شناختی (Cognitive Impairment)، دمانس (Dementia)، اوتیسم (Autism)، صرع (Epilepsy)، اسکروز چندگانه

با هدف درمان بیماری‌های مرتبط با سیستم اعصاب مرکزی مانند تومورهای مغزی، تروما، اختلالات عصبی-عروقی و بیماری‌های پیشرونده ستون فقرات انجام می‌شود که شاخه‌ای پیچیده در پزشکی محسوب می‌گردد و کسب مهارت در آن، گذراندن دوره‌های طولانی مدت آموزش و اخذ دانش گسترده پیرامون آناتومی سیستم اعصاب مرکزی را ضروری می‌سازد (۴).

یادگیری از طریق مشاهده، جزئی از آموزش جراحی‌ها طی صد سال است و به علت مسایل حقوقی و اخلاقی مرتبط با بیمار و هزینه‌های مشاهده در اتاق عمل، دستیاران پزشکی (Residents) را با چالش مواجه می‌سازد (۵). وقوع پاندمی جهانی ویروس کرونا در سال ۲۰۱۹ میلادی، این مسأله را با محدودیت‌های جدی‌تری مواجه ساخت. بر این اساس، ظهور رشته شبیه‌سازی جراحی و آموزش مجازی، فرصت آموزش و تمرین جراحی اعصاب با هدف کسب توانایی لازم برای انجام جراحی‌های پیچیده را در خارج از اتاق عمل و امکان مدیریت هزینه مخاطرات حین عمل و اتاق عمل را فراهم کرد (۵، ۴).

فن‌آوری واقعیت مجازی به سرعت مورد گسترش قرار گرفته و به رایانه‌ای گفته شده که بر اساس داده‌های عددی، محیط گرافیکی سه بعدی را ایجاد کرده و با بهره‌گیری از تجهیزات دیداری و شنیداری همچون نمایشگرهای پوشیدنی یا نمایشگرهای متصل به سر، کاربر قادر به تجربه محیطی است که می‌تواند قسمتی از واقعیت باشد (۶). واقعیت مجازی به دو دسته شناور (Immersive) و غیر شناور (Non-Immersive) تقسیم می‌گردد. در نوع شناور، کاربر از طریق نمایشگرهای متصل به سر، با محیطی مصنوعی و نزدیک به واقعیت تعامل دارد؛ به طوری که آن محیط را جهان واقعی برداشت می‌کند؛ در حالی که در نوع غیر شناور، کاربر نسبت به دنیای واقعی آگاه است و آن را مشاهده می‌کند و می‌تواند از طریق کارگاه‌های گرافیکی در دنیای مجازی قرار گیرد (۷).

نمایشگرهای متصل به سر که بخش اصلی عینک واقعیت مجازی می‌باشد، از دو لنز برای ایجاد تصاویر سه بعدی استروسکوپیک تشکیل شده است و برای افزایش واقعیت‌پذیری تصاویر، زاویه دید گسترده بین ۹۰ تا ۲۱۰ درجه را با نرخ فریم (Frame rate) حداقل نود فریم بر ثانیه فراهم می‌کند (۸). این فن‌آوری با سازماندهی مجدد قشر مغز، بهبود در بازیابی عملکرد مغز و فعال‌سازی انواع اتصال‌های عصبی در راستای توان‌بخشی مهارت‌های عملکردی محدوده وسیعی از بیماری‌های سیستم اعصاب مرکزی، در سنین مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج مطالعه Viñas-Diz و Sobrido-Prieto نشان می‌دهد که استفاده از این فن‌آوری باعث بهبود قابل توجهی در بازیابی حرکتی اندام‌های فوقانی بیماران مبتلا به سکته‌های مغزی شده است (۹). Calderone و همکاران به این نتیجه رسیدند که این فن‌آوری، ابزار مفیدی در بهبود نقص شناختی و عملکرد موتور در مبتلایان به آسیب‌های تروماتیک مغزی است (۱۰). از دیگر نتایج یک تحقیق با رویکرد مرور سیستماتیک بیان‌کننده آن بود که مداخلات توان‌بخشی مبتنی بر فن‌آوری واقعیت مجازی، تحریک شناختی را در مبتلایان به پارکینسون ایجاد می‌کند و در توان‌بخشی فردمحور (Personalized rehabilitation) و درمان در منزل بیماران کاربرد دارد (۱۱). استفاده از این فن‌آوری با تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی (Functional Magnetic Resonance Imaging یا fMRI) و امواج الکتروانسفالوگرافی (EEG یا Electroencephalography) سازگار و با مشارکت کاربران امکان ردیابی عملکرد مغز در این محیط مهیا می‌باشد (۲). همچنین، با فراهم‌سازی تجربه فردمحور (Individualized) به واسطه افزایش مشارکت،

جدول ۱ ارایه شده است.

### بحث

مرور متون مطالعاتی را می‌توان در سه دسته زیر مورد بررسی قرار داد:

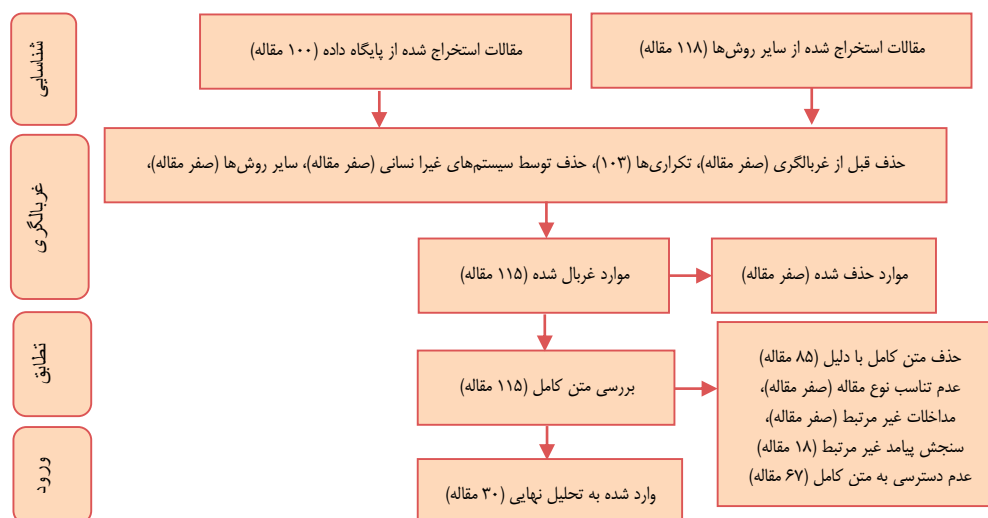
**واقعیت مجازی و کاربرد آن در توان‌بخشی بیماری‌های مغزی:** پژوهش‌های محدودی با هدف توان‌بخشی بیماران مبتلا به پارکینسون (به علت از بین رفتن نورون‌های دوپامینرژیک در توده سیاه مغز) انجام شده است. به نظر می‌رسد حل مسایل ریاضی، درمان‌های مبتنی بر رایانه‌ها همچون بازی‌های ویدئویی و فن‌آوری واقعیت مجازی، می‌تواند جهت توان‌بخشی بیماران مورد استفاده قرار گیرد؛ چرا که باعث بهبود در عملکرد قشر مغز، قشر حسی و تسهیل درمان بیماران می‌شود (۲۲). دریافت و پردازش سیگنال‌های EEG پنج منطقه مغز شامل لوب پاریتال، لوب گیجگاهی، لوب فرونتال، لوب مرکزی و لوب پس‌سری بعد از بازی Sorting Cubes که از انواع بازی‌های شناور می‌باشد، افزایش حافظه و فعالیت حرکتی را نشان داد (۲۳). افزودن تمرین در سیستم واقعیت مجازی همراه با گیت‌تربنر (VR Gait Trainer) به صورت تمرینات متداول طی مدت ۶ هفته، علائم حرکتی بر اساس مقیاس یکپارچه درجه‌بندی پارکینسون - ارزیابی حرکتی، تعادل بر اساس آزمون تعادلی Berg (Berg balance scale یا BBS)، تحرک عملکردی بر اساس آزمون اجرای عملیات خاص در افراد مبتلا به پارکینسون را بیش از تمرینات متداول بهبود داد (۲۴). انجام تمرینات شش ماهه مبتنی بر روش ترکیبی تردمیل و واقعیت مجازی، نقش چشمگیری در افزایش عملکرد شناختی افراد مبتلا به پارکینسون داشته است (۲۴). درمان مبتنی بر تردمیل و واقعیت مجازی در مبتلایان به آسیب‌های مغزی تروما بعد از ۴ هفته، در بهبود تعادل بیماران و افزایش تحرک آن‌ها نقش بسزایی داشته است (۲۵).

ترومای مغزی دومین عامل مرگ و میر و بستری در بیمارستان‌های ایران محسوب می‌شود و اختلال شناختی موقت یا دائمی، نقص حرکتی و رفتاری، عدم توانایی حل مسأله، تصمیم‌گیری و کاهش توجه در ۵۷ درصد از بازماندگان این حوادث گزارش شده است (۲۶).

(Multiple Sclerosis یا MS)، سکتة حاد مغزی (Acute Stroke)، ترکیب کلید واژه واقعیت مجازی (Virtual Reality) و تشخیص بیماری‌های نورولوژی (Neurological diseases Diagnosis)، ترکیب کلید واژه واقعیت مجازی (Virtual Reality) با کلمات دیگر مانند کرانیوتومی هوشیار (Awake Craniotomy)، جراحی آنوریسم (Aneurysm Surgery) و ناهنجاری‌های شریانی وریدی (Brain Arteriovenous Malformations) جهت جستجو استفاده گردید. در صورتی که امکان دسترسی کامل به تحقیق وجود داشت، مقالات وارد پژوهش شدند. مقالات استخراج شده شامل کارآزمایی بالینی، کارآزمایی بالینی تصادفی، گزارش‌های موردی و مطالعات پژوهشی منتشر شده طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ در مجلات به زبان انگلیسی در پایگاه PubMed و در مجلات به زبان فارسی از سال ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۲ در پایگاه Magiran بود که علاوه بر خود پایگاه داده، از طریق موتورهای جستجوی ScienceDirect و Google Scholar مقالات انگلیسی‌زبانی شدند. علت انتخاب بازه زمانی مذکور، دسترسی به جدیدترین پژوهش‌ها بود. معیار خروج تحقیقات شامل مقاله مروری، مقاله تکراری و عدم دسترسی به متن کامل مقاله (با وجود مکاتبه مکرر با تیم نویسندگان) بود. بر اساس دستورالعمل PRISMA در سال ۲۰۲۰ و همچنین فصل ۱۱ دستورالعمل JBI در تولید شواهد در مطالعات گسترده پژوهشی، بررسی کیفیت و خطای سوگیری در مقالات لزومی ندارد و در تحقیق حاضر نیز به این دو بخش پرداخته نشد (۲۱، ۱۹).

### یافته‌ها

با جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی مختلف، ابتدا ۲۰۴ مقاله انگلیسی و ۱۴ مقاله فارسی یافت شد و پس از حذف مقالات تکراری، مروری و عدم دسترسی به متن کامل، ۲۷ مقاله پژوهشی و کارآزمایی بالینی انگلیسی و ۳ مقاله فارسی مورد بررسی نهایی قرار گرفت (شکل ۱). از ۳۰ مقاله دریافت شده، ۲۲ مقاله در حوزه توان‌بخشی، ۴ مقاله در حوزه تشخیص و ۴ مقاله مرتبط با شبیه‌سازهای مبتنی بر واقعیت مجازی در جراحی‌های سیستم اعصاب مرکزی بود که در



شکل ۱. فرایند انتخاب مقالات بر اساس دیاگرام

(PRISMA) Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (۲۱)

جدول ۱. مطالعات مرتبط با کاربرد واقعیت مجازی در بیماری‌های مغزی

منابع	نوع بیماری و تعداد نمونه‌ها	نوع مطالعه	نوع واقعیت مجازی	هدف	نتیجه‌گیری
Muñoz و همکاران (۲)	۹ بیمار میانسال مبتلا به پارکینسون	کارآزمایی بالینی	شناور	بررسی به کارگیری فن‌آوری واقعیت مجازی در توان‌بخشی مبتلایان به پارکینسون	افزایش قابل توجه عملکرد اجرایی و تمرکز در بیماران پس از قرارگرفتن در محیط شناور واقعیت مجازی و انجام بازی‌های رایانه‌های همچون Sorting Cubes
Gulcan و همکاران (۲۳)	۱۵ بیمار مبتلا به پارکینسون	کارآزمایی بالینی	غیر شناور	بررسی اثربخشی گیت‌ترینر واقعیت مجازی در بهبود حرکت و تعادل مبتلایان به پارکینسون	بهبود تحرک عملکردی، تعادل و تسهیل در یادگیری حرکتی به دنبال استفاده از گیت‌ترینر واقعیت مجازی با انجام آزمون‌های ارزیابی عملکردی تعادل در بیماران
Pelosin و همکاران (۲۴)	۹۶ بیمار مبتلا به پارکینسون	کارآزمایی بالینی تصادفی	غیر شناور	بررسی تأثیر یادگیری ترمذیل با بهره‌گیری از واقعیت مجازی در کاهش به زمین افتادن و افزایش عملکرد شناختی مبتلایان به پارکینسون	بهبود عملکرد شناختی مانند اجرای عملکرد، توجه، توانایی دیداری و فضایی و کاهش چشمگیر به زمین افتادن به دنبال استفاده از واقعیت مجازی و یادگیری ترمذیل
Tefertiller و همکاران (۲۲)	۳۱ بیمار مبتلا به آسیب تروماتیک مغزی	کارآزمایی بالینی تصادفی	غیر شناور	بررسی کارایی یادگیری ترمذیل و واقعیت مجازی در وضعیت تعادل و تحرک در مبتلایان به آسیب‌های تروماتیک مغزی	یادگیری ترمذیل و واقعیت مجازی روش مؤثری در بهبود تعادل و تحرک در بیماران مبتلا به آسیب‌های تروماتیک مغزی خواهد بود.
De Luca و همکاران (۲۷)	۱۵ بیمار مبتلا به آسیب تروماتیک مغزی	کارآزمایی بالینی	غیر شناور	بررسی افزایش توجه در مبتلایان به آسیب‌های شدید تروماتیک مغزی با به کارگیری از واقعیت مجازی غیر شناور	واقعیت مجازی غیر شناور می‌تواند منجر به بازیابی توجه و شناخت بهتر در بیماران دچار شده به آسیب‌های تروماتیک مغزی شود.
Morris و همکاران (۲۸)	۴۸ بیمار مبتلا به آسیب تروماتیک مغزی	کارآزمایی بالینی تصادفی	شناور	ارزیابی به کارگیری از واقعیت مجازی در کاهش درد در بیماران مبتلا به آسیب‌های مغزی	کاهش قابل توجه درد و تغییر در فعالیت‌های پاراسمپاتیک همچون ضربان قلب با به کارگیری واقعیت مجازی که می‌تواند جایگزین مصرف مسکن‌های حاوی مواد مخدر گردد.
Shen و همکاران (۲۹)	۴ کودک مبتلا به آسیب تروماتیک مغزی	کارآزمایی بالینی	شناور	ارزیابی استفاده از واقعیت مجازی در توان‌بخشی کارکرد اجرایی کودکان دچار شده به آسیب تروماتیک مغزی	به کارگیری از سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای واقعیت مجازی در کودکان مبتلا به آسیب‌های تروماتیک مغزی، پتانسیل توان‌بخشی کارکرد اجرایی مانند حافظه و شناخت را دارد.
Zhu و همکاران (۳۰)	۳۱ بیمار مبتلا به دمانس	مطالعه آزمایشی	شناور	ارزیابی واقعیت مجازی در بهبود عملکرد شناختی و افسردگی و کاهش استرس در سالمندان با اختلال شناختی و دمانس	واقعیت مجازی ابزار مفیدی در افزایش عملکرد شناختی، حافظه، توجه و کارکرد اجرایی در بیماران است. در این مطالعه به نتایج واقعیت مجازی در کاهش استرس و بهبود افسردگی اشاره نشده است.
De Luca و همکاران (۳۱)	۱ بیمار مبتلا به دمانس فرونتوتیمپورال	گزارش موردی	غیر شناور	بررسی توان‌بخشی عصبی نوین با بهره‌گیری از واقعیت مجازی در بیمار مبتلا به دمانس	پس از به کارگیری توان‌بخشی عصبی مبتنی بر واقعیت مجازی، کاهش اضطراب، بی‌انگیزگی، افسردگی و بهبود موتور در مبتلایان به دمانس مشاهده شده است.
De Luca و همکاران (۳۲)	۲۰ بیمار مبتلا به اوتیسم	کارآزمایی بالینی	شناور	ارزیابی بهبود اتصال عملکردی مغز در افراد مبتلا به اوتیسم با بهره‌گیری از واقعیت مجازی	بهبود قابل توجه مشکلات رفتاری - شناختی مربوط به توجه، ادراک فضایی و کاهش استرس به دنبال به کارگیری از واقعیت مجازی مشاهده شده است.
Zhao و همکاران (۳۳)	۲۲ کودک مبتلا به اوتیسم	کارآزمایی بالینی	شناور	ارزیابی فن‌آوری واقعیت مجازی در ارتباطات اجتماعی و شناختی کودکان مبتلا به اوتیسم	به کارگیری هم‌زمان روش‌های توان‌بخشی مرسوم و واقعیت مجازی می‌تواند در بهبود مهارت‌های ارتباطی و شناختی کودکان مؤثر واقع شود.
De Luca و همکاران (۳۴)	۱ بیمار مبتلا به اوتیسم	گزارش موردی	شناور	ارزیابی فن‌آوری واقعیت مجازی در مهارت‌های شناخت فضایی بیمار مبتلا به اوتیسم	استفاده هم‌زمان از واقعیت مجازی شناور و رفتار درمانی - شناختی، باعث بهبود فرایند توجه و مهارت‌های شناخت فضایی در بیمار شده است.
Molhemi و همکاران (۳۶)	۱۹ بیمار مبتلا به MS	کارآزمایی بالینی تصادفی	غیر شناور	اثر بخشی به کارگیری از واقعیت مجازی و روش‌های مرسوم یادگیری تعادل بر تعادل و سقوط بیماران مبتلا به MS	آموزش مبتنی بر فن‌آوری واقعیت مجازی، اثربخشی بالایی در افزایش عملکرد موتور شناختی، کاهش سقوط در مقایسه به دیگر روش‌ها دارد.
Grazia Maggio و همکاران (۵۸)	۵۳ بیمار مبتلا به MS پیش‌رونده ثانویه	کارآزمایی بالینی	نیمه شناور	بررسی اثر واقعیت مجازی در آپراکسی ایندوموتور اندام فوقانی در بیماران مبتلا به MS	نتایج به کارگیری آموزش مبتنی بر واقعیت مجازی نیمه شناور، بهبود چشمگیری در عملکرد شناختی، اختلال عصبی و آپراکسی ایندوموتور در مبتلایان به MS شده است. برای تأیید نهایی نیاز به انجام مطالعات بیشتر توصیه شده است.

## مطالعات مرتبط با کاربرد واقعیت مجازی در بیماری‌های مغزی (ادامه)

منابع	نوع بیماری و تعداد نمونه‌ها	نوع مطالعه	نوع واقعیت مجازی	هدف	نتیجه‌گیری
Campo-Priet و همکاران (۳۵)	۱۴ بیمار مبتلا به MS	کارآزمایی بالینی تصادفی	شناور	ارزیابی کاربرد واقعیت مجازی در عملکرد بیماران مبتلا به MS	استفاده از عینک واقعیت مجازی و بازی‌های مجازی، باعث بهبود تحرک و بهبود توان انجام تبحرانی در بیماران شده است.
طاهری و همکاران (۳۹)	۲۰ بیمار مبتلا به MS	کارآزمایی بالینی	غیر شناور	ارزیابی واقعیت مجازی بر شاخص‌های کینماتیکی راه رفتن، قدرت عضلانی و تعادل زنان مبتلا به MS	انجام تمرین مبتنی بر بازی‌های واقعیت مجازی با سیستم ایکس باکس به مدت ۸ هفته، باعث بهبود قدرت عضلانی، تعادل و شاخص‌های کینماتیک راه رفتن در بیماران شده است. کاهش استرس ناشی از تشنج بیماری صرع با به کارگیری از واقعیت مجازی و مواجهه درمانی در نمونه‌های مورد بررسی گزارش شده است و می‌توان از آن به عنوان روش نوین درمانی در آینده بهره‌برداری کرد.
Gabrielle Gray و همکاران (۵۹)	۲ بیمار مبتلا به صرع	کارآزمایی بالینی	شناور	ارزیابی به کارگیری از واقعیت مجازی در درمان استرس بیماران مبتلا به صرع	بازرسی بازی‌های ویدئویی در محیط واقعیت مجازی بر عملکرد حرکتی کودکان مبتلا به فلج مغزی شد و ابزار کارآمد و پویایی در این زمینه می‌باشد.
موددی و پاکزاد (۳۸)	۱۵ کودک مبتلا به فلج مغزی	کارآزمایی بالینی	غیر شناور	بررسی بازی‌های ویدئویی در محیط واقعیت مجازی بر عملکرد حرکتی کودکان مبتلا به فلج مغزی	انجام تمرین مبتنی بر واقعیت مجازی با بهره‌گیری از سیستم ایکس باکس به مدت ۸ هفته، باعث بهبود تعادل و وضعیت جسمانی در کودکان مبتلا به فلج مغزی هم‌پلژی اسپاستیک شده است.
رنجبر و همکاران (۳۷)	۱۵ کودک مبتلا به فلج مغزی هم‌پلژی	کارآزمایی بالینی	غیر شناور	ارزیابی واقعیت مجازی بر تعادل کارکردی کودکان فلج مغزی هم‌پلژی اسپاستیک	به کارگیری از واقعیت مجازی و بازی‌های ویدئویی، از اثربخشی بالایی در بهبود تعادل، راه رفتن و افزایش توان حرکتی در بیماران دچار شده به سکنه‌های مغزی برخوردار است.
Peláez-Vélez و همکاران (۴۳)	۱۲ بیمار مبتلا به سکنه مغزی	کارآزمایی بالینی تصادفی	شناور	بررسی تأثیر واقعیت مجازی و بازی‌های ویدئویی در درمان فیزیوتراپی بیماران دچار شده به سکنه‌های مغزی	فن‌آوری واقعیت مجازی و هدست آن از قابلیت درمانی در بازی‌های قابلیت‌های موتور و بهبود عملکرد اندام فوقانی دست‌ها برخوردار است و در جهت فعال‌سازی مغز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.
Yun Hsu و همکاران (۴۲)	۵۲ بیمار مبتلا به سکنه مغزی مزمن	کارآزمایی بالینی تصادفی	شناور	ارزیابی به کارگیری از درمان مبتنی بر واقعیت مجازی در عملکرد حسی - حرکتی اندام فوقانی مبتلایان به سکنه‌های مغزی مزمن	نتایج حاصل در بیماران شرکت‌کننده گروه آزمایشی که به مدت ۱۵ دقیقه و دو بار در روز به مدت سه روز پس از سکنه در محیط واقعیت مجازی قرار گرفتند، بیانگر افزایش قدرت عضلانی اندام‌های فوقانی و تحتانی، کاهش افسردگی و اضطراب در بیماران شرکت‌کننده بوده است.
Lin و همکاران (۴۰)	۱۴۳ بیمار مبتلا به سکنه‌های مغزی ایسکمیک حاد	کارآزمایی بالینی تصادفی	شناور	ارزیابی واقعیت مجازی در توان‌بخشی زودهنگام قدرت عضلانی، حالات خلقی و عملکرد در بیماران مبتلا به سکنه‌های ایسکمیک حاد مغزی	پس از قرار گرفتن مشارکت‌کنندگان در محیط شبیه‌سازی شده آموزشی مبتنی بر واقعیت مجازی، بر اساس رفتارهای مکانی - زمانی شرکت‌کنندگان، با استخراج شاخص‌هایی همچون میزان خطا در عملکرد و شناخت آیت‌ها، تردید و زمان واکنش می‌توان در جهت تشخیص زودهنگام انواع اختلالات شناختی مانند بیماری آلزایمر بهره‌برداری کرد.
Mannan و همکاران (۴۱)	۱۵۴ شرکت‌کننده	کارآزمایی بالینی	شناور	به کارگیری از محیط شناور واقعیت مجازی در ارزیابی عملکرد شناختی افراد و تشخیص خودکار اختلال شناختی	با بهره‌گیری از فن‌آوری واقعیت مجازی در تشخیص آنوریسم‌های مغزی
Mo و همکاران (۴۴)	۲۴ بیمار مبتلا به آنوریسم مغزی	پژوهشی	شناور	استفاده از فن‌آوری واقعیت مجازی در تشخیص آنوریسم‌های مغزی	آنوریسم و روابط فضایی آناتومیک آن‌ها با مجموعه تعیین شد.
Cabinio و همکاران (۴۷)	۳۶ بیمار مبتلا به اختلال شناختی خفیف	پژوهشی	غیر شناور	به کارگیری از بستر واقعیت مجازی در ارزیابی کاهش حافظه و آسیب عصبی هیپوکامپ ناشی از اختلال شناختی	پس از استفاده از بازی‌های هوشمند بر بستر واقعیت مجازی و گرفتن MRI از شرکت‌کنندگان، حجم هیپوکامپ مورد ارزیابی قرار گرفت و تحلیل رگرسیون خطی نشان داد که این فن‌آوری قادر به تشخیص دژنراسیون نورون‌های هیپوکامپ بوده است.
Moncada و همکاران Martins (۶۰)	۱ بیمار مبتلا به صرع	پژوهشی	شناور	ارزیابی استفاده از واقعیت مجازی در تشخیص فوتوپاروکسیسمال در وقوع تشنج بیماری صرع	در این مطالعه پس از قرار گرفتن نمایشگرهای متصل به سر واقعیت مجازی با اتصال وایرلس و کلاه ثبت سیگنال‌های EEG از بیمار، این سیگنال‌ها با روش‌های یادگیری ماشین مورد تحلیل قرار گرفت و ناهنجاری موجود در سیگنال‌ها که بیانگر حساسیت به نور بود و می‌تواند تشنج در بیمار مبتلا به صرع را منجر شود، شناسایی شد.

## مطالعات مرتبط با کاربرد واقعیت مجازی در بیماری‌های مغزی (ادامه)

منابع	نوع بیماری و تعداد نمونه‌ها	نوع مطالعه	نوع واقعیت مجازی	هدف	نتیجه‌گیری
Gosal و همکاران (۵۱)	۶ بیمار مبتلا به تومور مغزی گلیوم	پژوهشی	شناور	شبیه‌سازی جراحی تومورهای مغزی گلیوم در محیط سه بعدی واقعیت مجازی	با بهره‌گیری از واقعیت مجازی، می‌توان در شبیه‌سازی قبل از عمل جهت برش پوست و کرانیوتومی، ساخت مجازی سطوح قشر مغز، ردیابی تومور گلیوم، آناتومی وریدی تومورهای گلیوم سطحی و تعیین مکان دقیق تومورهای گلیوم استفاده نمود.
Sprengel و همکاران (۵۴)	۳ بیمار مبتلا به ناهنجاری‌های شریانی وریدی	پژوهشی	شناور	شبیه‌سازی آمبولیزاسیون در درمان ناهنجاری‌های شریانی وریدی مغز با بهره‌گیری از برنامه‌های کاربردی واقعیت مجازی	پس از دسترسی به تصاویر آنژیوگرافی سه بیمار مبتلا به ناهنجاری‌های شریانی وریدی و تبدیل آن به مدل سه بعدی، فیدرها و قسمتی از نیدوس ایجاد شده است. همچنین، تعامل جریان خون در ناهنجاری‌های شریانی وریدی مغز بصری‌سازی شده و امکان آمبولیزه کردن مجازی فیدرها در ناهنجاری شریانی وریدی و تحلیل تغییر در جریان خون فراهم شده است.
Bernard و همکاران (۵۶)	بیمار مبتلا به تومور بدخیم گلیوم تحت جراحی کرانیوتومی هوشیار	پژوهشی	شناور	بررسی کاربرد واقعیت مجازی در جراحی‌های کرانیوتومی هوشیار	پس از به کارگیری از هدست واقعیت مجازی با قابلیت ردیاب چشمی در بیمارانی که تحت جراحی کرانیوتومی هوشیار مغز قرار گرفتند، حین جراحی امکان نقشه‌برداری زبان و ارزیابی میدان بینایی بیمار توسط جراحان را فراهم شد که این امر نقص عصبی بعد از جراحی در بیمار را به حداقل میزان ممکن کاهش خواهد داد.
Zawy Alsofy و همکاران (۵۷)	۱۶ بیمار مبتلا به آنوریسم شریان مغزی قدامی پاره نشده	پژوهشی	غیر شناور	تشخیص آناتومی شریانی بیماران مبتلا به آنوریسم شریان مغزی قدامی پاره نشده بر اساس شبیه‌ساز واقعیت مجازی	تصاویر دیجیتالی بیماران به تصاویر سه بعدی واقعیت مجازی تبدیل شد که نمای جانبی جمجمه، نمای فوقانی آنوریسم و آناتومی عروق مربوطه و قاعده جمجمه با قابلیت بزرگ‌نمایی آنوریسم قابل رؤیت بوده است که در انتخاب نوع تکنیک جراحی همچون کرانیوتومی Pterional و Supraorbital Extended pterional می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

MS: Multiple sclerosis; MRI: Magnetic Resonance Imaging; EEG: Electroencephalography

ناتوانی حرکتی، حسی، شناختی و اختلال در عملکرد حرکتی اندام فوقانی در افراد مبتلا به سکنه‌های مغزی گزارش شده است (۴۲). بر این اساس، در تحقیقی فیزیوتراپی عصبی به همراه یک برنامه مبتنی بر واقعیت مجازی در توان بخشی ۲۴ نفر از مبتلایان به سکنه مغزی، نشان دهنده تأثیر مثبت افزودن واقعیت مجازی به فرایند توان بخشی مبتلایان به سکنه مغزی بود (۴۳).

مرور منابع مطالعاتی بیانگر اثربخشی فن آوری واقعیت مجازی در توان بخشی بیماری‌های سیستم اعصاب مرکزی می‌باشد. با توجه به پژوهش‌های انجام شده، می‌توان دریافت که استفاده از فن آوری واقعیت مجازی در افزایش عملکرد عصبی بیماران امیدوارکننده است.

**واقعیت مجازی و کاربرد آن در تشخیص بیماری‌های مغزی:** Dextroscope نوعی ابزار پزشکی است که فراهم کننده محیط واقعیت مجازی در جراحی‌ها می‌باشد و می‌تواند در تشخیص آنوریسم مغزی با تمرکز بر جزئیات تصاویر مورد استفاده قرار گیرد. در یک مطالعه، محققان با استفاده از Dextroscope و تبدیل تصاویر آژیوگرافی توموگرافی رایانه‌ای (CT Angiography) به تصاویر سه بعدی واقعیت مجازی به مشاهده و اندازه‌گیری آنوریسم و رگ‌های مجاور آن پرداختند. مکان، اندازه، شکل آنوریسم و ارتباط فضایی میان آنوریسم و جمجمه تعیین گردید و ۲۸ آنوریسم شناسایی شد که ۲۵ مورد آن در محدوده گردش خون قدامی (Anterior circulation) و ۳ مورد در محدوده گردش خون خلفی (Posterior circulation) قرار داشتند (۴۴).

با توجه به عدم درمان دارویی در مبتلایان به دمانس (زوال عقل)، تشخیص به هنگام این عارضه برای استفاده از مداخلات پیشگیرانه ضروری است (۴۵). با توجه به توسعه فن آوری تعاملی واقعیت مجازی، محققان برای ارزیابی شناختی از این فن آوری استفاده کرده‌اند (۴۶). در پژوهشی از بازی‌های واقعیت مجازی جهت ارزیابی شناخت و تشخیص اختلال شناختی در افراد سالمند استفاده شد (۴۷).

به طور کلی، بسیاری از بیماری‌های مغزی با نقص شناختی همراه هستند و این نقص شناختی می‌تواند به دمانس تبدیل شود. واقعیت مجازی با شبیه‌سازی موقعیت‌هایی که روزانه با آن‌ها مواجه هستیم، به ارزیابی توانایی شناختی همچون حافظه، عملکرد اجرایی، برنامه‌ریزی شناختی و حافظه فضایی می‌پردازد و تشخیص زودهنگام بیماری‌های مغز و اعصاب را فراهم می‌آورد. به عنوان مثال، از عینک‌های متصل به سر واقعیت مجازی می‌توان در تشخیص کاهش استروپزیس (Stereopsis) مبتلایان به پارکینسون استفاده کرد.

با وجود موارد ذکر شده، از فن آوری واقعیت مجازی به طور محدود در تشخیص بیماری‌های مغزی یا ارزیابی قابلیت شناختی استفاده شده است؛ در حالی که این فن آوری نسبت به دیگر روش‌ها دارای برتری است (۴۸). همچنین، با توسعه برنامه‌های کاربردی واقعیت مجازی، می‌توان ساختار آناتومیک جمجمه و آسیب‌های آن را با دسترسی به تصاویر MRI و CT Scan به شکل سه بعدی بازسازی کرد و از این نمای سه بعدی برای تشخیص و درک بهتر عارضه قاعده جمجمه بهره‌برداری نمود (۴۹).

**واقعیت مجازی و کاربرد آن در جراحی‌های مغز:** دوره‌های آموزشی دستیاران جراحی اعصاب طولانی و کسب دانش گسترده جهت تسلط بر آناتومی سیستم اعصاب مرکزی ضروری است. از این رو، برنامه‌های کاربردی مبتنی بر واقعیت مجازی در راستای آموزش مهارت‌های جراحی، آموزش نورواناتومی و برنامه‌ریزی در انجام فرایندهای جراحی، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۵۰).

گفته می‌شود که به کارگیری سیستم واقعیت مجازی غیر شناور در این افراد، در توجه و فرایند ریکآوری و خلق و خوی (Mood) آن‌ها مؤثر می‌باشد و منجر به شناخت و رفتار بهتر می‌شود (۲۷). همچنین، در افراد مبتلا به ترومای مغزی بستری در بیمارستان‌ها، واقعیت مجازی شناور باعث کاهش درد و تغییر فعالیت‌های پاراسمپاتیک مانند ضربان قلب می‌گردد (۲۸). بررسی‌های ابتدایی (Pilot-study) در چهار کودک مبتلا به ترومای مغزی در مقایسه با ۱۰ کودک سالم نشان داد که واقعیت مجازی شناور، به انعطاف‌پذیری شناختی (انطباق با تغییرات محیطی در ذهن) کمک می‌کند و احتمالاً به عنوان یک رویکرد نوین در توان بخشی عملکرد اجرایی (Executive function) کودکان مبتلا به ترومای مغزی، می‌تواند ارزش بالینی قابل توجهی در بهبود حافظه و شناخت داشته باشد (۲۹). با توجه به عدم شناخت دقیق مکانیسم و عوامل خطر بروز دمانس، تجویز درمان‌های دارویی برای این بیماری دشوار است و در هر نوع تجویز دارویی، باید عوارض جانبی همچون خطرات قلبی-عروقی در نظر گرفته شود (۳۰). در مطالعه‌ای ۳۱ فرد میانسال مبتلا به اختلال شناختی دمانس به مدت ۵ هفته و سه بار در هفته تحت آموزش حافظه، توجه، عملکرد اجرایی و توانایی محاسباتی در سیستم شخصی‌سازی شده واقعیت مجازی با قابلیت تسهیل در یادگیری قرار گرفتند و افزایش عملکرد شناختی، حافظه، توجه و کارکرد اجرایی در آن‌ها گزارش شد (۳۱، ۳۰).

اختلال اوتیسم نوعی اختلال رشد عصبی همراه با رفتارهای تکراری، مشکلات ارتباطی و تعاملات اجتماعی است. بر اساس امواج EEG اتخاذ شده پس از بهره‌گیری از فن آوری واقعیت مجازی، بهبود چشمگیری در کودکان مبتلا به اوتیسم همراه با بهبود توجه و کاهش استرس ناشی از تغییرات در اتصال لوب پیشانی گزارش گردید (۳۳-۳۲).

بیماری MS با دژنراسیون آکسون‌ها در سیستم اعصاب مرکزی همراه است و می‌تواند با کاهش سطح ویتامین D یا عفونت ناشی از ویروس Epstein-Barr (Epstein-Barr virus یا EBV) گسترش یابد (۳۵). بر اساس تحقیقات موجود، بهره‌گیری از بازی‌های واقعیت مجازی Kinect در کنار تمرین‌های متداول تعادل به مدت ۶ هفته، در کاهش زمین خوردن این افراد و افزایش عملکرد شناختی- حرکتی مؤثر می‌باشد (۳۶).

محققان جهت راهکارهای تمرینی مناسب در رسیدن به تعادل در کودکان مبتلا به فلج مغزی، از روش مداخله تمرینی و واقعیت مجازی استفاده کرده‌اند. در پژوهش آن‌ها ۵ کودک مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک (همی‌پلژی) به صورت تصادفی انتخاب شدند و به مدت هشت هفته تحت تمرین ایروبیک، مهارت‌های توپی، مهارت‌های تعادل و واقعیت مجازی با سیستم ایکس باکس کینکت قرار گرفتند و از آزمون One-way ANCOVA و آزمون تعقیبی Bonferroni در تحلیل آماری استفاده شد. نتایج بهبود معنی‌داری را در تعادل کودکان نشان داد و واقعیت مجازی به عنوان مداخله تمرینی برتر در بهبود تعادل کودکان مبتلا به فلج مغزی مؤثر است (۳۷).

استرس نوعی اختلال روان‌شناختی به دلیل تشنج ناشی از بیماری صرع در بیماران محسوب می‌شود (۴۰). در این راستا، در یک مطالعه کارآزمایی بالینی، از دوربین ۳۶۰ درجه واقعیت مجازی استفاده شد تا با اجرای فیلم ویدئویی فرد با ترس از تشنج در صرع در منزل مواجه شود. مصاحبه با شرکت‌کنندگان نشان داد احتمالاً در آینده‌ای نه چندان دور، می‌توان از واقعیت مجازی در راستای کاهش استرس ناشی از تشنج در بیماران مبتلا به صرع استفاده نمود (۴۱).

بیماری‌های سیستم اعصاب مرکزی و آموزش دستیاران با بهره‌گیری از این فن‌آوری، مطالعات به زبان فارسی یافت نشد که از محدودیت‌های این پژوهش محسوب می‌شوند.

### پیشنهادها

جهت هرگونه تعمیم‌پذیری نتایج به کارگیری از واقعیت مجازی در بیماری‌های مغزی به طور ویژه در حوزه توان‌بخشی بیماران، بررسی مطالعات درمانی با تعداد نمونه‌های بیشتر در بازه زمانی طولانی ضرورت دارد. انجام بازی بر بستر واقعیت مجازی، ابزاری نوآورانه در تشخیص اختلال در عملکرد اجرایی مرتبط با بیماری‌های سیستم اعصاب مرکزی می‌باشد. با این وجود، جهت هرگونه استفاده روزانه از این فن‌آوری در مراکز درمانی، تحقیقات بیشتری توصیه می‌شود. پیاده‌سازی برنامه‌های کاربردی مبتنی بر واقعیت مجازی در حوزه آموزش دستیاران جراحی اعصاب با پیچیدگی‌های فنی در طراحی همراه بود. از این‌رو، کسب هرگونه مهارت فنی برای مهندسان الزامی است.

### نتیجه‌گیری

واقعیت مجازی، رویکردی جدید در توان‌بخشی بیماری‌های سیستم اعصاب مرکزی و عملکرد حرکتی می‌باشد و تحقیقات بالینی گسترده‌ای در این زمینه منتشر شده است. به نظر می‌رسد استفاده از این فن‌آوری در مبتلایان به سکنه‌های مغزی، باعث بهبود عملکرد حرکتی، توانایی استفاده از اندام‌ها و افزایش تعادل شود. بهبود عملکرد شناختی به دنبال استفاده از واقعیت مجازی پس از درمان‌های جراحی در مبتلایان به ترومای مغزی از بالینی ارزشمند می‌باشد و بهبود عملکرد شناختی و توانایی‌های حرکتی در مبتلایان به MS، افزایش هماهنگی و بهبود حرکت در مبتلایان به پارکینسون، مدیریت بهتر رفتار در مبتلایان به دمانس از دیگر فواید بالینی به کارگیری این فن‌آوری می‌باشد. به نظر می‌رسد، بر اساس تعدادی از تحقیقات، می‌توان از این فن‌آوری به عنوان ابزار مفیدی در تشخیص زودهنگام نقص شناختی در افراد استفاده کرد. همچنین، این فن‌آوری نوعی مازول یادگیری است که با ساخت مدل سه بعدی از سر بیماران و تصاویر MRI قطعه‌بندی شده، درک مفهومی دستیاران از ساختار پیچیده آناتومی سیستم اعصاب مرکزی را بهبود می‌بخشد و می‌تواند جهت آموزش دستیاران در جراحی‌های اعصاب مورد استفاده قرار گیرد. به توجه به موارد ذکر شده، در آینده می‌توان از این ابزار در مراکز درمانی و بیمارستان‌ها به طور گسترده‌ای استفاده کرد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از خانم دکتر اکرم پسندیده جهت راهنمایی ارزشمندشان تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

### نقش نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی پروژه: فاطمه ترابی کنجین  
جذب منابع مالی برای انجام پروژه: فاقد منابع مالی حمایتی  
خدمات اجرایی، پشتیبانی و علمی پروژه: فاطمه ترابی کنجین، سعید اورعی یزدانی  
فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه: فاطمه ترابی کنجین

دسترسی به نمایشی فراتر از نمایش کلاسیک دو بعدی موجود در کتاب‌ها جهت تسلط بر آناتومی سیستم اعصاب مرکزی برای دستیاران جراحی اعصاب ضروری می‌باشد و نمایش سه بعدی ساختارهای آناتومیک مغز برای جراحان حین جهت‌یابی در اعمال جراحی لازم است (۵۰). بدین منظور، در یک مطالعه، پس از جمع‌آوری تصاویر MRI از ۶ فرد مبتلا به تومور گلیوم، تصاویر سه بعدی واقعیت مجازی در نرم‌افزار RadiAnt (شبه‌سازی جراحی) تولید شد. سطوح قشر مغز، آناتومی وریدی تومورهای گلیوم و محل دقیق تومورهای گلیوم از طریق واقعیت مجازی بازسازی گردید تا Resection حداکثری تومور انجام گردد (۵۱).

جراحی مغز فرایندی دقیق و پرچالش و انجام آن به لحاظ تکنیکی دشوار است. فن‌آوری واقعیت مجازی می‌تواند ابزار امیدوارکننده در برنامه‌ریزی‌های مرتبط با جراحی مغز باشد (۵۲). به عنوان مثال، اکسیژن درمانی هایپرباریک (Hyperbaric oxygen therapy یا HBOT)، جراحی باز و آمبولیزاسیون، انواع روش‌های درمانی ناهنجاری شریانی- وریدی مغز محسوب می‌شوند (۵۳). Sprengle و همکاران به پیاده‌سازی برنامه واقعیت مجازی شناور در شبه‌سازی جریان خون با میلیون‌ها جزء پرداختند. بدین ترتیب، جراح به شیوه‌ای تعاملی می‌تواند شریان‌های مسدود شده یا غیر مسدود که منجر به درهم تنیدگی در مغز می‌شوند را شناسایی و تغییر در جریان خون را تحلیل کند و تصمیم‌گیری مناسبی در خصوص نوع درمان ناهنجاری‌های شریانی- وریدی داخل جمجمه اتخاذ نماید (۵۴).

گلیوبلاستوم مولتی‌فرم، نوعی تومور بدخیم در سیستم اعصاب مرکزی است. کراتینتومی به روشی که در آن بیمار بیدار و هوشیار باشد (Awake Craniotomy)، با نقشه‌برداری مغز به وسیله تحریک الکتریکی (Electrical stimulation)، روشی اساسی در Resection ایمن این تومور و کاهش احتمال بروز Impairment عصبی در عملکردهای حرکتی و زبان در بیماران پس از جراحی است (۵۵). محققان با بهره‌گیری از هدست واقعیت مجازی به همراه ابزار ردیاب چشمی (Eye tracking device) حین جراحی کراتینتومی هوشیار یک بیمار مبتلا به تومور گلیوبلاستوم، زبان، میدان بینایی، شناخت دیداری- فضایی و شناخت اجتماعی را مورد ارزیابی قرار دادند. توانایی تشخیص تصاویر نمایش داده شده از طریق هدست واقعیت مجازی و گفتن نام آن حین جراحی توسط بیمار، جهت ارزیابی توانایی تکلم و زبان انجام گرفت (۵۶).

آنوریسم شریان رابط قدامی پاره نشده (Unruptured anterior communicating artery aneurysms) یکی از رایج‌ترین نوع آنوریسم‌های داخل جمجمه می‌باشد و کلیپینگ (Clipping) و کوئیلینگ (Coiling) درمان این عارضه است که انتخاب هر یک وابسته به مکان و مورفولوژی همچون اندازه، زاویه و وجود لوب‌های متعدد است (Darsaut T). بازسازی سه بعدی تصاویر CT و نمایش آن‌ها از طریق واقعیت مجازی، می‌تواند منجر به شناخت بهتر آناتومی عروقی (Vascular anatomy) و برنامه‌ریزی درمانی حین جراحی شود (۵۷).

### محدودیت‌ها

پژوهش حاضر از نوع گستره‌پژوهی بود که در آن به مرور شواهد پیرامون واقعیت مجازی در بیماری‌های سیستم اعصاب مرکزی بدون ارزیابی کیفی مطالعات پرداخته شد. همچنین، امکان دسترسی به بسیاری از مقالات انگلیسی فراهم نبود و از تحقیق خارج شدند. پیرامون موضوعات مرتبط با تشخیص

**منابع مالی**

مطالعه حاضر با هزینه شخصی پژوهشگران انجام شد و منابع مالی ندارد. دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران در جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و گزارش آن‌ها، تنظیم دست‌نوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار اعمال نظر نداشته است.

**تعارض منافع**

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

جمع‌آوری داده‌ها: فاطمه ترابی کنجین

تحلیل و تفسیر نتایج: فاطمه ترابی کنجین، سعید اورعی یزدانی  
خدمات تخصصی آمار: لازم نداشت.

تنظیم دست‌نوشته: فاطمه ترابی کنجین، سعید اورعی یزدانی

ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از منظر مفاهیم علمی: سعید اورعی یزدانی، فاطمه ترابی کنجین

تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله: سعید اورعی یزدانی، فاطمه ترابی کنجین

مسئولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران: سعید اورعی یزدانی، فاطمه ترابی کنجین

**References**

1. Gitler A, Dhillon P, Shorter J. Neurodegenerative disease: models, mechanisms, and a new hope. *Disease Models & Mechanisms* 2017; 10(5): 499-502.
2. Muñoz D, Barria P, Cifuentes CA, Aguilar R, Baleta K, Azorín JM, Múnera M. EEG Evaluation in a Neuropsychological Intervention Program Based on Virtual Reality in Adults with Parkinson's Disease. *Biosensors (Basel)*. 2022; 12(9): 751.
3. Wang Y, Chen R, Yang Z, Wen Q, Cao X, Zhao N, Yan J. Protective Effects of Polysaccharides in Neurodegenerative Diseases. *Front Aging Neurosci*. 2022; 14: 917629.
4. Vayssiere P, Constanthin P, Herbelin B, Blanke O, Schaller K, et al. Application of virtual reality in neurosurgery: Patient missing. A systematic review. *clinical Neuroscience* 2022; 95: 55-62
5. Alaraj A, Lemole MG, Finkle JH, Yudkowsky R, Wallace A, Luciano C, Banerjee PP, Rizzi SH, Charbel FT. Virtual reality training in neurosurgery: Review of current status and future applications. *Surg Neurol Int*. 2011; 2: 52.
6. Lasaponara S, Marson F, Doricchi F, Cavallo M. A Scoping Review of Cognitive Training in Neurodegenerative Diseases via Computerized and Virtual Reality Tools: What We Know So Far. *Brain Sci*. 2021; 11(5): 528.
7. Monaghesh E, Negahdari R, Samad-Soltani T. Application of virtual reality in dental implants: a systematic review. *BMC Oral Health*. 2023; 23(1): 603.
8. Venkatesan M, Mohan H, Ryan JR, Schürch CM, Nolan GP, Frakes DH, Coskun AF. Virtual and augmented reality for biomedical applications. *Cell Rep Med*. 2021; 2(7): 100348.
9. Viñas-Diz S, Sobrido-Prieto M. Realidad virtual con fines terapéuticos en pacientes con ictus: revisión sistemática [Virtual reality for therapeutic purposes in stroke: A systematic review]. *Neurologia*. 2016; 31(4): 255-77.
10. Calderone A, Carta D, Cardile D, Quartarone A, Rifici C, Calabrò RS, Corallo F. Use of Virtual Reality in Patients with Acquired Brain Injury: A Systematic Review. *J Clin Med*. 2023; 12(24): 7680.
11. Rodríguez-Mansilla J, Bedmar-Vargas C, Garrido-Ardila EM, Torres-Piles ST, González-Sánchez B, Rodríguez-Domínguez MT, Ramírez-Durán MV, Jiménez-Palomares M. Effects of Virtual Reality in the Rehabilitation of Parkinson's Disease: A Systematic Review. *J Clin Med*. 2023; 12(15): 4896.
12. Mazurek J, Kiper P, Ciešlik B, Rutkowski S. Virtual reality in medicine: A brief overview and future research directions. *Human Movement* 2019; 20(3): 16-22.
13. Ali SG, Wang X, Li P, Jung Y, Bi L, Kim J, Chen Y, Feng DD, Magnenat Thalmann N, Wang J, Sheng B. A systematic review: Virtual-reality-based techniques for human exercises and health improvement. *Front Public Health*. 2023; 11: 1143947.
14. Ntakakis G, Plomariti C, Frantzidis C, Antoniou PE, Bamidis PD, Tsoulfas G. Exploring the use of virtual reality in surgical education. *World J Transplant* 2023; 13(2): 36-43.
15. Ching Yeh SH, Chin Chen Yu, Tsai CH, Rizzo A. An innovative virtual reality system for mild cognitive impairment: Diagnosis and evaluation. *IEEE-EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences*. 2012 Dec 17-19; Langkawi, Malaysia [Abstract].
16. Scribano Parada MDLP, González Palau F, Valladares Rodríguez S, Rincon M, Rico Barroeta MJ, García Rodriguez M, Bueno Aguado Y, Herrero Blanco A, Díaz-López E, Bachiller Mayoral M, Losada Durán R Preclinical Cognitive Markers of Alzheimer Disease and Early Diagnosis Using Virtual Reality and Artificial Intelligence: Literature Review *JMIR Med Inform* 2024; 13: e62914.
17. Colombo E, Lutters B, Kos T, van Doormaal T. Application of virtual and mixed reality for 3D visualization in intracranial aneurysm surgery planning: a systematic review. *Front Surg*. 2023; 10: 1227510.
18. Zaed I, Chibbaro S, Ganau M, et al. Simulation and virtual reality in intracranial aneurysms neurosurgical training: a systematic review. *Journal of Neurosurgical Sciences*. 2022; 66(6): 494-500.
19. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021; 372: n71.

20. Arksey H, Malley O. Scoping studies: Towards a methodological framework, *International Journal of Social Research Methodology: Theory and Practice*, 8(1): 19-32.
21. Peters MDJ, Godfrey C, McInerney P, Munn Z, Tricco AC, Khalil, H. Scoping Reviews (2020). Aromataris E, Lockwood C, Porritt K, Pilla B, Jordan Z, editors. *JBI Manual for Evidence Synthesis*. JBI; 2024. Available from: <https://synthesismanual.jbi.global>.
22. Tefertiller C, Ketchum JM, Bartelt P, Peckham M, Hays K. Feasibility of virtual reality and treadmill training in traumatic brain injury: A randomized controlled pilot trial. *Brain Inj*. 2022; 36(7): 898-908.
23. Gulcan K, Guclu-Gunduz A, Yasar E, Ar U, Sucullu Karadag Y, Saygili F. The effects of augmented and virtual reality gait training on balance and gait in patients with Parkinson's disease. *Acta Neurol Belg*. 2023; 123(5): 1917-25.
24. Pelosin E, Ponte C, Putzolu M, Lagravinese G, Hausdorff JM, Nieuwboer A, Ginis P, Rochester L, Alcock L, Bloem BR, Nieuwhof F, Cereatti A, Della Croce U, Mirelman A, Avanzino L. Motor-Cognitive Treadmill Training With Virtual Reality in Parkinson's Disease: The Effect of Training Duration. *Front Aging Neurosci*. 2022; 13:753381.
25. Shen J, Xiang H, Luna J, Grishchenko A, Patterson J, Strouse RV, Roland M, Lundine JP, Koterba CH, Lever K, Groner JJ, Huang Y, Lin ED. Virtual Reality-Based Executive Function Rehabilitation System for Children With Traumatic Brain Injury: Design and Usability Study. *JMIR Serious Games*. 2020; 8(3): e16947.
26. Ebrahimi-Nejad F, Oraee-Yazdani S, Vahedi M, Peyravi Dehsorkhi M, Hosseinzadeh S. Relationship between CT-Scan Findings and Longitudinal Blood Markers with the Occurrence of Death among Comatose Patients Due to Traumatic Brain Injury: Retrospective Longitudinal Study. *Advances in Medical and Biomedical Research* 2023; 31(147): 330-341.
27. De Luca R, Bonanno M, Rifici C, Pollicino P, Caminiti A, Morone G, Calabrò RS. Does Non-Immersive Virtual Reality Improve Attention Processes in Severe Traumatic Brain Injury? Encouraging Data from a Pilot Study. *Brain Sci*. 2022; 12(9): 1211.
28. Morris NA, Wang Y, Felix RB, Rao A, Arnold S, Khalid M, Armahizer MJ, Murthi SB, Colloca L. Adjunctive virtual reality pain relief after traumatic injury: a proof-of-concept within-person randomized trial. *Pain*. 2023; 164(9): 2122-29.
29. Shen J, Xiang H, Luna J, Grishchenko A, Patterson J, Strouse RV, Roland M, Lundine JP, Koterba CH, Lever K, Groner JJ, Huang Y, Lin ED. Virtual Reality-Based Executive Function Rehabilitation System for Children With Traumatic Brain Injury: Design and Usability Study. *JMIR Serious Games*. 2020; 8(3): e16947.
30. Zhu K, Zhang Q, He B, Huang M, Lin R, Li H. Immersive Virtual Reality-Based Cognitive Intervention for the Improvement of Cognitive Function, Depression, and Perceived Stress in Older Adults With Mild Cognitive Impairment and Mild Dementia: Pilot Pre-Post Study. *JMIR Serious Games*. 2022; 10(1): e32117.
31. De Luca R, Marra A, Pollicino P, Buda M, Mucari M, Bonanno M, Torregrossa W, Caminiti A, Rifici C, Calabrò RS. Advances in neuroRehabilitation of TREM2-related dementia: A case report on a novel multimodal approach using virtual reality. *Medicine (Baltimore)*. 2022; 101(21): e29470.
32. De Luca R, Naro A, Colucci PV, Pranio F, Tardiolo G, et al. Improvement of brain functional connectivity in autism spectrum disorders: an exploratory study on the potential use of virtual reality. *Neural Transmission*. *J Neural Transm (Vienna)* 2021; 128(3): 371-380.
33. Zhao J, Zhang X, Lu Y, Wu X, Zhou F, Yang S, Wang L, Wu X, Fei F. Virtual reality technology enhances the cognitive and social communication of children with autism spectrum disorder. *Front Public Health*. 2022; 10: 1029392.
34. De Luca R, Leonardi S, Portaro S, Le Cause M, De Domenico C, Colucci PV, Pranio F, Bramanti P, Calabrò RS. Innovative use of virtual reality in autism spectrum disorder: A case-study. *Appl Neuropsychol Child*. 2021; 10(1): 90-100.
35. Campo-Prieto P, Cancela-Carral J, Rodríguez-Fuentes G. Immersive virtual reality to improve functional capacities in people with multiple sclerosis: study protocol. *Sclerosis* 2023; 1(2): 68-75.
36. Molhemi F, Monjezi S, Mehravar M, Shaterzadeh-Yazdi M, Salehi R, et al. Effects of Virtual Reality vs Conventional Balance Training on Balance and Falls in People with Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2021; 102 (2): 290-9.
37. Ranjbar Z; Molanorouzi K; Arab Ameri E; Shojaei M, Daneshfar A. The Effect of Physical Activity and Virtual Reality on Functional Balance in Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy. *Motor Behavior* 2024; 16(57): 17-36. [In Persian].
38. Movahedi Y, Pakzad S. The Effect of Video Games Virtual Reality Environment on Motor Function of Children with Cerebral Palsy. *Community Health journal* 2020; 14(1): 1-10.
39. Taheri S, Parvinpour S, Balali M. The effect of eight weeks of virtual reality-based physical training on kinematic indicators of gait, muscle strength, and balance in women with Multiple Sclerosis. *Advances in Cognitive Sciences* 2022; 24(3) :1-16
40. Lin RC, Chiang SL, Heitkemper MM, Weng SM, Lin CF, Yang FC, Lin CH. Effectiveness of Early Rehabilitation Combined With Virtual Reality Training on Muscle Strength, Mood State, and Functional Status in Patients With Acute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Worldviews Evid Based Nurs*. 2020; 17(2): 158-67.
41. Mannan FA, Porffy LA, Joyce DW, Shergill SS, Celiktutan O. Automatic Detection of Cognitive Impairment with Virtual Reality. *Sensors (Basel)*. 2023; 23(2): 1026.
42. Yun Hsu H, Kuo L, Ching Lin Y, Chin Su F, Hua Yang T, et al. Effects of a Virtual Reality-Based Mirror Therapy Program on Improving Sensorimotor Function of Hands in Chronic Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2022; 36(6): 335-45.
43. Peláez-Vélez FJ, Eckert M, Gacto-Sánchez M, Martínez-Carrasco Á. Use of Virtual Reality and Videogames in the

- Physiotherapy Treatment of Stroke Patients: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2023; 20(6): 4747.
44. Mo DP, Bao SD, Li L, Yi ZQ, Zhang JY, Zhang Y. Virtual reality system for diagnosis and therapeutic planning of cerebral aneurysms. *Chin Med J (Engl)*. 2010; 123(16): 2206-10.
  45. Fabbri L, Mosca IE, Gerli F, Martini L, Pancani S, Lucidi G, Savazzi F, Baglio F, Vannetti F, Macchi C. GOAL working group the games for older adults active life (GOAL) project for people with mild cognitive impairment and vascular cognitive impairment: A study protocol for a randomized controlled trial. *Front. Neurol*. 2019; 9: 1040.
  46. Realdon O, Serino S, Savazzi F, Rossetto F, Cipresso P, Parsons TD, Cappellini G, Mantovani F, Mendozzi L, Nemni R, et al. An ecological measure to screen executive functioning in MS: The Picture interpretation test (PIT) 360 degrees. *Sci. Rep*. 2019; 9: 1-8.
  47. Cabinio M, Rossetto F, Isernia S, Saibene FL, Di Cesare M, Borgnis F, Pazzi S, Migliazza T, Alberoni M, Blasi V, Baglio F. The Use of a Virtual Reality Platform for the Assessment of the Memory Decline and the Hippocampal Neural Injury in Subjects with Mild Cognitive Impairment: The Validity of Smart Aging Serious Game (SASG). *J Clin Med*. 2020; 9(5): 1355.
  48. Hyuk-June Moon, Sungmin Han (2022). Perspective: Present and Future of Virtual Reality for Neurological Disorders *Brain Sci*. 2022; 12(12): 1692.
  49. Ferroli P, Tringali G, Acerbi F, Schiariti M, Broggi M, Aquino D, Broggi G. Advanced 3-dimensional planning in neurosurgery. *Neurosurgery*. 2013; 72 Suppl 1: 54-62.
  50. Vayssiere P, Constanthin PE, Herbelin B, Blanke O, Schaller K, Bijlenga P. Application of virtual reality in neurosurgery: Patient missing. A systematic review. *J Clin Neurosci*. 2022; 95: 55-62.
  51. Gosal JS, Tiwari S, Sharma T, Agrawal M, Garg M, Mahal S, Bhaskar S, Sharma RK, Janu V, Jha DK. Simulation of surgery for supratentorial gliomas in virtual reality using a 3D volume rendering technique: a poor man's neuronavigation. *Neurosurg Focus*. 2021; 51(2): E23.
  52. Shao X, Yuan Q, Qian D, et al. Virtual reality technology for teaching neurosurgery of skull base tumor. *BMC Med Educ* 20, 3 (2020).
  53. Hajikarimloo B, Kavousi S, Jahromi GG, Mehmandoost M, Oraee-Yazdani S, Fahim F. Hyperbaric Oxygen Therapy as an Alternative Therapeutic Option for Radiation-Induced Necrosis Following Radiotherapy for Intracranial Pathologies. *World Neurosurg*. 2024; 186: 51-61.
  54. Sprengel U, Saalfeld P, Stahl J, Mittenentzwei S, Drittel M, Behrendt B, Kaneko N, Behme D, Berg P, Preim B, Saalfeld S. Virtual embolization for treatment support of intracranial AVMs using an interactive desktop and VR application. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2021; 16(12): 2119-27.
  55. Hajikarimloo B, Fahim F, Sabbagh Alvani M, Oveisi S, Zali A, Anvari H, Oraee-Yazdani S. Management of Glioblastoma Multiforme During the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Pandemic: A Review of the Literature. *World Neurosurg*. 2023; 178: 87-92.
  56. Bernard F, Clavreul A, Casanova M, Besnard J, Lemée JM, Soulard G, Séguier R, Menei P. Virtual Reality-Assisted Awake Craniotomy: A Retrospective Study. *Cancers (Basel)*. 2023; 15(3): 949.
  57. Zawy Alsofy S, Sakellaropoulou I, Nakamura M, Ewelt C, Salma A, Lewitz M, Welzel Saravia H, Sarkis HM, Fortmann T, Stroop R. Impact of Virtual Reality in Arterial Anatomy Detection and Surgical Planning in Patients with Unruptured Anterior Communicating Artery Aneurysms. *Brain Sci*. 2020; 10(12): 963.
  58. Grazia Maggio M, Stagnitti M, Rizzo E, Andaloro A, Manuli A, et al. Limb apraxia in individuals with multiple sclerosis: is there a role of semi-immersive virtual reality in treating the Cinderella of neuropsychology? *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 69, 104405, 2023
  59. Gabrielle Gray H, Tchao D, Lewis-Fung S, Pardini S, Harris LR, et al. Virtual Reality therapy for people with Epilepsy and related anxiety: protocol for a 3-phase pilot clinical trial. *JMIR research protocols* 2023; 12(1): e41523.
  60. Moncada Martins F, Martín S, González V, Alvarez V. Virtual reality and machine learning in the automatic photoparoxysmal response detection. *Neural Computing and Applications* 2023; 35(8): 5659-843.

## The Application of Virtual Reality in the Diagnosis, Rehabilitation, and Surgical Interventions of Neurological Disorders: A Brief Scoping Review

Fatemeh Torabi-Konjin<sup>1</sup>  , Saeed Oraee-Yazdani<sup>2</sup>  

### Review Article

#### Abstract

**Introduction:** Technological advancements in the healthcare industry have introduced transformative opportunities to enhance patients' quality of life and optimize clinical services. As an emerging technology, Virtual Reality (VR) provides simulated three-dimensional environments with diverse interactive capabilities. In academic fields, the application of VR is expanding into various medical sciences, including neurological disorders. It plays a valuable role in cognitive assessments for diagnosis, rehabilitation, and medical education. Furthermore, it serves as an effective tool for training residents in preoperative planning and intraoperative procedures, as well as in interventional radiology. This study aims to review the scientific literature on the application of virtual reality in the diagnosis, rehabilitation, and surgery of neurological disorders.

**Materials and Methods:** In this review, a total of 30 articles were selected from an initial pool of English and Persian studies identified through PubMed and Magiran databases, accessed via Google Scholar and Science Direct. The search targeted publications indexed between 2010 and 2023 for English sources and between 2017 and 2024 for Persian sources using keywords such as “Virtual Reality”, “Rehabilitation”, “Neurological Disorders”, and “Neurosurgery”, and their Persian equivalents. In scoping studies, assessing the quality and risk of bias in articles is not mandatory; therefore, these evaluations were not performed in this study.

**Results:** It appears that following the application of virtual reality in disorders related to the central nervous system, a significant improvement has been observed in patients' cognitive-behavioral issues, such as attention, concentration, and stress. Based on the reviewed articles, this technology can be used to assess symptoms associated with the onset of neurological disorders. Additionally, it can be utilized in training residents both before and during surgical procedures.

**Conclusion:** Given the diverse applications of this technology in rehabilitation, diagnosis, and pre- and intra-surgical training, it is recommended that systematic review studies be conducted specifically within each domain, namely assessment, diagnosis, surgical treatment, and rehabilitation of neurological problems. Furthermore, such studies should explore the integration of artificial intelligence. If possible, the most optimal clinical approach for each domain should be identified.

**Keywords:** Virtual reality; Rehabilitation; Neurological disorders

**Citation:** Torabi-Konjin F, Oraee-Yazdani S. **The Application of Virtual Reality in the Diagnosis, Rehabilitation, and Surgical Interventions of Neurological Disorders: A Brief Scoping Review.** *J Res Rehabil Sci* 2024; 20.

Received date: 31.12.2023

Accept date: 04.02.2024

Published: 03.04.2024

1- PhD Candidate, Department of Management and Information Technology, School of Management and Information Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Functional Neurosurgery Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

**Corresponding Author:** Saeed Oraee-Yazdani; Associate Professor, Functional Neurosurgery Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran; Email: saeed\_o\_yazdani@sbmu.ac.ir