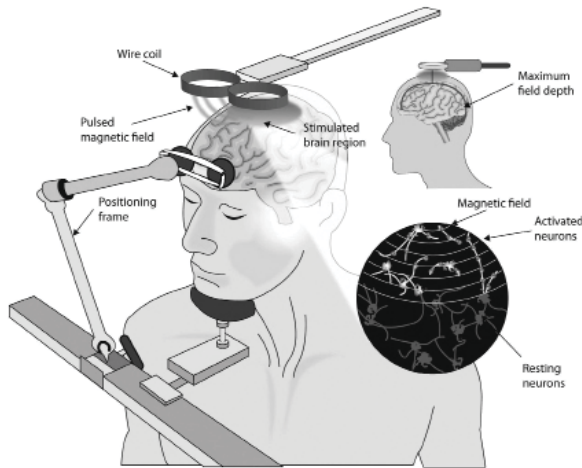


rTMS چیست؟



مقدمه و تاریخچه‌ای از rTMS

طبق قانون القای دوجانبه فارادی بین انرژی الکتریکی و میدان‌های مغناطیسی ارتباط وجود دارد. در واقع، انرژی الکتریکی میدان مغناطیسی تولید می‌کند و میدان مغناطیسی نیز انرژی الکتریکی ایجاد می‌کند که این مبنای کار دستگاه rTMS است و بر اساس القای الکترومغناطیسی توسط یک سیم‌پیچ عایق تحریک صورت می‌گیرد که کوئل نامیده می‌شود. اصول تحریک القایی مغز با جریان‌های مغناطیسی اولین بار در قرن ۱۹ مورد استفاده قرار گرفت. دی‌آرسونوال بر روی سر یکی از شاگردان خود سیم‌پیچ مغناطیسی قرار داد و هاله نورانی را مشاهده کرد و بعد فرد دچار سرگیجه و بی‌حالی شد. محققان در وین با قراردادن یک سیم پیچ الکترومغناطیسی بر سر یک بیمار افسرده که باعث لرزش‌هایی در جمجمه وی می‌شد توانستند او را درمان کنند. این تحقیق مبنای rTMS است که این روزها مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما این میدان‌های مغناطیسی شدت و فرکانس بالایی نداشتند. اولین تحریک مغناطیسی عصب انسان توسط بیک فورد و همکارش صورت گرفت. آنتونی بارکر اولین دستگاه TMS را تحت عنوان ابزار عصب تشخیصی طراحی کرد و با قرار دادن سیم‌پیچ بر روی قشر حرکتی و نقاطی که حرکت دست و پا را تحت کنترل می‌کنند، آن‌ها را به حرکت در می‌آورد. هدف او نشان دادن انتقال ایمپالس‌های عصبی از مغز به نخاع بود.

TMS اصطلاح مخفف‌شده عبارت "Transcranial Magnetic Stimulation"

به معنای تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای است. روشی غیر تهاجمی که در آن فعالیت الکتریکی در مغز تحت تأثیر میدان‌های مغناطیسی قرار می‌گیرد. میدان مغناطیسی از طریق جریان پالس‌هایی که توسط یک سیم‌پیچ یا کوئل ۸ شکل ایجاد می‌شود، از سر عبور می‌کند. کوئل که رویه آن پلاستیکی است به صورت مستقیم بر روی پوست سر در نقطه‌ای منطبق بر ناحیه‌ای از مغز که در ایجاد علائم روان پزشکی یا عصبی دخیل هستند، گذاشته می‌شود و از این طریق میدان مغناطیسی می‌تواند نواحی خاصی از قشر مغز را تحریک کند. کوئل، پالس‌های مغناطیسی کوتاه‌مدتی ایجاد و اعمال می‌کند که از لحاظ نوع و قدرت مشابه دستگاه تصویربرداری MRI است. میدان مغناطیسی که توسط rTMS ایجاد می‌شود بدون درد و به صورت کاملاً ایمن از سطح پوست و جمجمه می‌گذرد و موجب ایجاد جریانی فعال در نورون‌های عصبی مغز می‌شود. در صورتی که میدان‌های مغناطیسی در فواصل منظم تکرار شوند، آن را تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر یا "repetitive rTMS" می‌نامند. TMS بیشتر در موارد تشخیصی به کار می‌رود، در صورتی که از rTMS برای درمان نیز استفاده می‌شود و این امر به این دلیل است که rTMS به صورت سیستماتیک با پروتکل مشخص شده موجب تغییرات و بهبودی دائم و ماندگار می‌شود.

کاربرد و مزایا rTMS در کشورهای دیگر و شروع آن در ایران

از کاربردهای آن می‌توان در رشته‌های تشخیصی-عصبی و ایجاد یک نقشه کارکردی در مغز اشاره کرد. بدون درد و غیرتهاجمی بودن آن و عدم نیاز به بیهوشی، اجازه بررسی نقاط مختلف مغز جهت مطالعه حافظه، سیستم دیداری و کنترل ماهیچه‌ای را به پژوهشگران می‌داد. مطالعات TMS در زمینه افسردگی توسط هافلچ و همکاران شروع شد. امروز در ایران نیز دکتر سید محمد میرباقری و دانشجویان دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات تهران و دانشگاه تهران در زمینه اثرات درمانی rTMS بر راه رفتن کودکان مبتلا به فلج مغزی و بهبودی ماندگار آن در حال مطالعه هستند.

اولین کاربرد TMS جهت تشخیص ام اس و اختلال نوروپاتی حرکتی صورت گرفت. در نهایت rTMS در سال ۲۰۰۲ توسط وزارت بهداشت کانادا برای مصارف درمانی تأیید شد. مطالعات نشان می‌دهد rTMS می‌تواند به‌عنوان ابزار مهمی برای بسیاری از اختلالات، علاوه بر افسردگی کارآمد باشد چراکه قابلیت منحصر به فرد آن سبب شده تا بتوان بخش‌های مختلفی از مغز را مهار یا تحریک کرد. در اصل تحریک الکتریکی مغناطیسی مغز در گذشته فقط برای درمان افسردگی کاربرد داشته است اما امروزه مدارکی وجود دارد که نشان می‌دهد TMS می‌تواند برای درمان طیف گسترده‌ای به‌کار رود. دستگاه TMS در حال حاضر در آزمایشگاه‌های علمی، کلینیک‌های روان‌شناسی، کلینیک‌های مغز و اعصاب و مراکز توانبخشی در سراسر دنیا استفاده می‌شود. در سال ۲۰۰۸ تحریک مغناطیسی مغز TMS یا مغناطیس‌تراپی، توسط سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) برای درمان اختلالات شدید افسردگی در بیمارانی که طی درمان‌های اولیه با داروهای ضد افسردگی (در دوزهای معمولی یا بالا در طول دوره درمانی) نتایج رضایت بخشی نگرفته‌اند، مورد تأیید قرار گرفت و در اکتبر همین سال نخستین دستگاه TMS به تأیید این سازمان رسید. از آن پس rTMS می‌تواند به‌عنوان درمان کمکی یا جایگزین تجویز شود. همچنین در سال ۲۰۱۳ FDA، تحریک تک‌پالس مغناطیسی مغز را برای درمان میگرن تأیید کرد. استفاده از آن در سایر بیماری‌های نورولوژیک و توانبخشی در افراد مبتلا به سکته مغزی در مراکز تحقیقاتی انجام می‌شود. تحریک مغناطیسی مکرر مغزی با فرکانس بالا (HF-rTMS) در درمان دردهای نوروپاتی (که اصولاً درمان‌های اثربخش چندانی برایشان وجود ندارد) سودمند بوده است. rTMS می‌تواند اثرات ماندگاری در مغز ایجاد کند. مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که rTMS می‌تواند یک روش درمانی بعضی حالات نورولوژیک مانند میگرن، سکته مغزی، بیماری پارکینسون و دیستونی، وزوز گوش و حالات روانی مانند افسردگی ماژور و توهم شنیداری باشد. یکی دیگر از کاربردهای TMS ارزیابی اتصالات ما بین قشر حرکتی اولیه مغز و ماهیچه‌ها است تا میزان آسیب را در بیماری‌هایی نظیر سکته مغزی، ام

اس، اسکروز جانبی آمیوتروفیک، اختلالات حرکتی، بیماری نورون حرکتی و همچنین اختلالاتی که عصب چهره‌ای و سایر اعصاب مغزی و طناب نخاعی را درگیر می‌کنند، بررسی و اندازه بگیرند.

روال کار تحریک مغناطیسی مغز TMS و rTMS

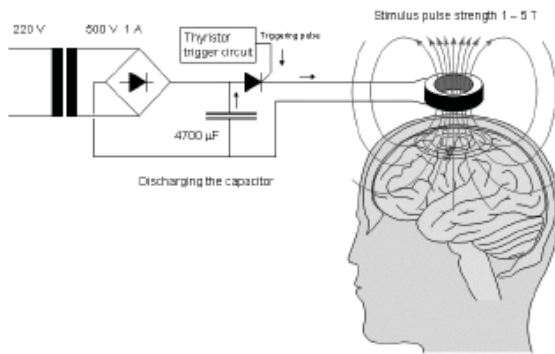
روال کار به این صورت است که جریان‌های ضعیف الکتریکی در اثر میدان‌های مغناطیسی که به‌سرعت تغییر می‌کنند در مغز ایجاد شده و باعث تحریک سلول‌های مغزی می‌شوند (القای الکترومغناطیس) و برای تحریک مناطق کوچک و محدود مورد نظر در مغز به‌کار گرفته می‌شوند. با این روش فعالیت مغز می‌تواند با کمترین احساس درد و ناراحتی تحریک شده و عملکرد جریان‌ها و ارتباطات درون مغز بررسی شود. مزیت TMS امکان انجام آن در حالت هوشیار بیمار و دیدن همزمان اثرات تحریک است. تحریک مغناطیسی ناحیه قشری مغز توسط rTMS یک روش غیرتهاجمی جدیدی است که با تحریک ناحیه قشری از طریق اعمال تحریک، اخیراً در مطالعات بالینی کاربردهای وسیعی پیدا کرده است. در این روش یک میدان مغناطیسی قوی ایجاد شده و توسط عبور جریان از میان یک سیم پیچ طبق اصول الکترومغناطیسی فارادی، سبب القای جریان الکتریکی در بافت عصبی مجاور و نهایتاً نوروپلاستی می‌شود. با توجه به اهداف تحریک، پارامترهای مختلفی از جمله نوع سیم پیچ، محل اعمال تحریک، شدت تحریک، فرکانس تحریک، مدت زمان تحریک و مدت زمان درمان و نوع کوئل آن قابل تغییر هستند. به همین دلیل rTMS گاهی [تحریک الکتریکی بی‌الکترو] نیز خوانده می‌شود.

نگاه دقیق‌تر به ساختار rTMS

در TMS به‌طور کلی القای جریان‌های الکتریکی توسط یک مولد میدان مغناطیسی متشکل از سیم پیچ (کوئل) در نزدیکی سر بیمار انجام می‌شود. سیم پیچ به یک ژنراتور پالس‌دار یا محرک ضربان‌ساز متصل است که جریان را به کوئل تزریق می‌کند. در واقع کوئل توسط تخلیه سریع یک خازن بزرگ شارژ شده و باعث ایجاد یک جریان سریع در آن می‌شود. این جریان باعث ایجاد میدان‌های مغناطیسی مخروطی شکل در قسمت زیر آن می‌شود که در نهایت منجر به ایجاد جریان‌های الکتریکی خفیف در مغز در جهت مخالف می‌شود. این میدان تولید شده معمولاً ۳-۲ سانتیمتر در مغز نفوذ کرده و قسمت مورد نظر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. میدان مغناطیسی دستگاه تا ۴ تسلا قابل افزایش است. تعداد پالس‌های تولید شده دستگاه در هر جلسه ۱۰۰۰۰ پالس است. دستگاه قابلیت تولید انواع شکل موج‌های تک‌فاز و دوفاز TBS و Paired Stimulation را دارا می‌باشد. دستگاه به‌منظور تشخیص آستانه تحریک اعصاب حرکتی یک EMG دو کاناله دارد. همچنین قابلیت تحریک در فرکانس ۲۰ هرتز با شدت ۱۰۰٪ را نیز دارا می‌باشد و می‌توان دستگاه را از طریق پورت USB به کامپیوتر

تأثیرات تحریک تک پالس و دوتایی مغناطیسی بر مغز

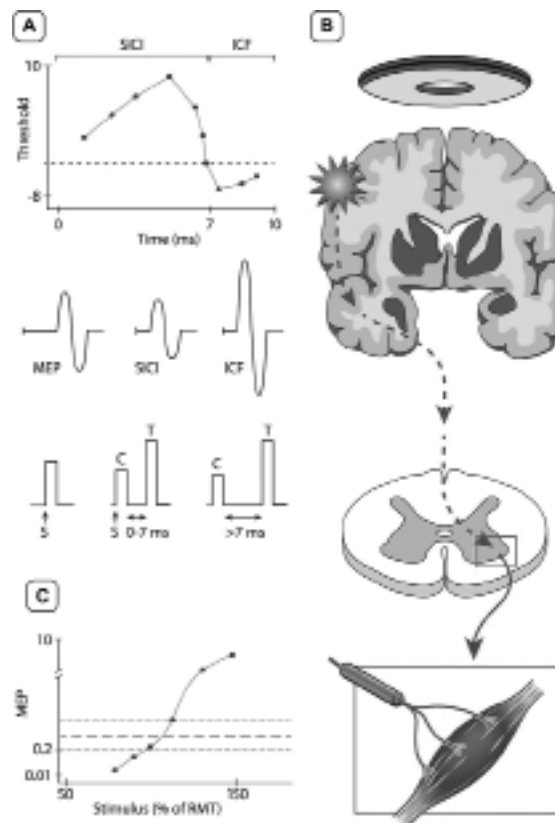
تحریک در این روش باعث دیپولوریزاسیون و تخلیه الکتریکی نورون‌های نئوکورتیکال در زیر منطقه تحریک می‌شوند که در صورت استفاده در قشر حرکتی اولیه می‌تواند موجب فعالیت عضلانی به صورت پتانسیل برانگیخته عضلانی (MEP) شود که با EMG قابل ثبت است. در صورت استفاده روی کورتکس اکسیتپال (فسفن‌ها) یا نورهای فلش مانند توسط بیمار احساس می‌شوند. در بیشتر مناطق دیگر مغزی بیمار به صورت هوشیار هیچ احساسی نخواهد کرد ولی رفتارهای وی می‌تواند اندکی تغییر کند (مانند زمان پاسخگویی به یک فعالیت). تغییرات فعالیت مغزی می‌تواند با fMRI یا PET دیده شوند. تغییرات ایجاد شده با TMS تک پالس بیشتر از زمان تحریک دوام نمی‌آورند.



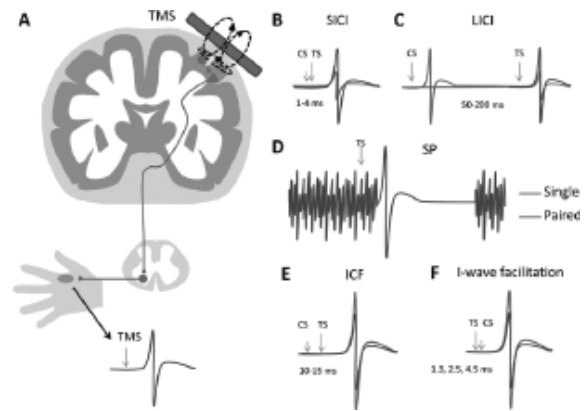
چگونگی تأثیر rTMS در توانبخشی

rTMS موجب تغییراتی می‌شود که بیشتر از زمان تحریک تک پالس دوام می‌آورند. rTMS می‌تواند باعث تحریک یا کاهش تحریک پذیری مسیرهای کورتیکاسپاینال یا کورتیکوکورتیکال بر اساس شدت تحریک، محل کوئل و فرکانس تحریک شود. تغییرات سیناپسی به صورت افزایش قدرت و فعالیت سیناپس‌ها (LTP) و کاهش قدرت و فعالیت سیناپس‌ها (LTD) می‌تواند ایجاد شود. درمان rTMS امکان ایجاد تغییرات پایدار در عملکرد مغز را فراهم می‌آورد. در واقع rTMS یک روش درمانی است که با تحریک سیناپس‌ها در سیستم حرکتی موجب ایجاد تغییرات طولانی مدت می‌شود. این روش درمانی علاوه بر هزینه کمتر و نداشتن معایب دیگر روش‌های درمانی فلج مغزی، اثر درمانی مؤثر و پایداری را به همراه دارد به طوری که می‌تواند از طریق نوروپلاستیسته با ایجاد ارتباطات جدید و مسیرهای تازه بین سلول‌های مغزی، توانایی‌های فرد را بهبود ببخشد. این فرآیند با ایجاد تغییرات در اتصالات داخلی ناحیه تحریک شده و تحریک پذیری سیناپس‌ها باعث تحریک پذیری کورتیکال و نهایتاً نوروپلاستیستی می‌شود. این روش درمانی می‌تواند با افزایش فعالیت قشر حرکتی مغز و تقویت شبکه‌های عصبی عضلانی باعث تقویت سیستم اعصاب مرکزی و ارتباطات ساختاری مغز (نوروپلاستیستی) و به تبع آن

متصل کرد. دستگاه انواع پالس تحریک دوتایی، تک فاز، دوفاز، تنا برست را تولید می‌کند. rTMS با به کارگیری میدان‌های مغناطیسی متنوع پرسرعت برای متعادل کردن فعالیت‌های نورونی و شبکه‌های عصبی در سطوح بیرونی از طریق قسمت کانونی کوئل مورد استفاده در درمان، می‌تواند هم منجر به تحریک نواحی قشر مغز شود و هم فعالیت‌های عصبی در قسمت‌های مورد نظر قشر مغز را مهار کند. شدت میدان مغناطیسی به کار رفته ۲ تسلا در ناحیه کوئل و نیم تسلا در کورتکس مغز است. زمان افزایش یا همان "Rise time" مربوط به جریان ۱۰۰-۷۰ میلی‌ثانیه است. فرکانس اعمالی زیر ۱ هرتز TMS آرام (مهاری) و بالای ۱ هرتز TMS سریع (تحریکی) نامیده می‌شود. در واقع فرکانس پالس ایجاد شده (تعداد پالس در ثانیه) تعیین کننده خاصیت مهاری (LF-rTMS) یا تحریکی (HF-rTMS) بر روی نورون‌های مغزی است. به منظور اعمال تحریک مناسب پیکربندی‌های متفاوتی برای تحریک تعریف شده است که شامل تشخیصی، درمانی، درمانی پیشرفته و تحقیقی هستند. همچنین بر اساس شکل موج می‌توان آن را به انواع مختلف تک فاز "Monophasic" و دوفاز "Biphasic" تقسیم کرد. به بیان دیگر تحریک تک پالس مغناطیسی مغز (Single pulse TMS) و تحریک دوتایی مغناطیسی مغز (Paired pulse TMS) را می‌توان از انواع دیگر تحریک مغناطیسی فراجمعه ای نام برد.



بهبود مهارت‌های حرکتی شود. rTMS توانایی تغییر ساختار و عملکرد مغز را دارد و می‌تواند با ایجاد نوروپلاستیسیته با تقویت مسیرهای ارتباطی، اعصاب کنترل مغز در جهت عملکرد سیستم عصبی عضلانی و اندام را بهبود ببخشد.



ضایعه مغزی و ایجاد اختلال حرکتی در کودکان فلج مغزی

ضایعه مغزی به چند طریق باعث ایجاد اختلال حرکتی در کودکان فلج مغزی می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:
 ۱- به‌طور مستقیم: کاهش کنترل مغز روی حرکات ارادی و غیر ارادی
 ۲- به‌طور غیر مستقیم: ایجاد ضایعات عصبی عضلانی (مثل اسپاسیتی، کنتراکچر، آتروفی و ...)

در پژوهش‌های اخیر با استفاده از rTMS و ایجاد نوروپلاستیسیته در سیستم اعصاب مرکزی کودکان فلج مغزی در راستای ایجاد راه رفتن ماندگار تلاش‌هایی صورت گرفته است. تاکنون درمان‌های مختلفی از جمله آب‌درمانی و فیزیوتراپی و کاردرمانی و ... صورت گرفته است اما موفقیت محدودی داشته است. این ضعف به‌دلیل این است که به‌صورت سیستماتیک، منظم، فشرده و برای مدت کافی اجرا نشده تا موجب تغییرات عصبی - عضلانی شود زیرا این کار با روش‌های معمول و سنتی ملزم به فرآیند درمانی فشرده و شرایط خاصی است و باتوجه به عدم تعادل بیمار تقریباً ناممکن است. برای اینکه این فرآیند به‌صورت سیستماتیک انجام شود پژوهشگران اخیراً سراغ ربات‌هایی مثل لوكومات رفته‌اند که بیمار را به‌صورت سیستماتیک و ادار به حرکت می‌کند. اما این روش نیز اثر درمانی ماندگاری نداشته است چون به‌صورت پسیو و غیر ارادی می‌باشد و نوروپلاستیسیته لازم صورت نمی‌گیرد. برای اینکه نوروپلاستیسیته صورت بگیرد باید بر منشأ اختلال تمرکز شود و مسیرهای عصبی و راه‌های ارتباطی دستورات از مغز تا اندام که یا از بدو تولد فعال نبوده یا فعالیتشان را از دست داده‌اند و یا کم شده را بازسازی و تقویت کنیم، برای این کار از rTMS استفاده می‌شود.

پس ایجاد حرکت ماندگار در گروهی تقویت ساختار و عملکرد مغز است. این کار با فعال‌کردن و تحریک مسیرهای عصبی و ایجاد حرکات ارادی به‌صورت تکرارشونده، سیستماتیک و فشرده به‌مدت کافی امکان‌پذیر است. پژوهشگران انتظار دارند با اعمال rTMS اثرات کنترلی مغز روی حرکات ارادی و غیر ارادی افزایش یافته و در نتیجه عملکرد بهتر شود و بهبود حرکات ارادی تأثیر مستقیمی در بهبود راه رفتن داشته باشد. اثر این بهبودی به‌طور غیرمستقیم روی مشخصه‌های عصبی-عضلانی مشخص می‌شود و در نهایت کیفیت راه رفتن بهبود می‌یابد. زمانی که ساختار مغز بهبود می‌یابد کنترل مغز روی نوروماسکولار بهتر می‌شود. علت این که خواص عصبی عضلانی دچار اختلال می‌شود کاهش اثر کنترلی مغز روی رفلکس است. حال با تغییر ساختار مغز با rTMS و بهبود این اثر کنترلی خودبه‌خود به بهبود ضایعات عصبی-عضلانی کمک می‌شود و رفلکس‌ها مهار می‌شوند، تحرک عضله بیشتر می‌شود و همچنین آتروفی کم می‌شود. در نتیجه مشخصه‌های عصبی عضلانی و کمی‌سازی آن‌ها با پیچیدگی و سختی زیادی همراه است این بررسی‌ها تاکنون صورت نگرفته است. در پروژه‌های اخیر با استفاده از سیستم شناسایی ضایعات عصبی-عضلانی را از هم جدا کرده‌اند و به این وسیله تأثیر این روش درمانی را روی مشخصه‌های عصبی-عضلانی و همچنین راه رفتن پیدا کرده‌اند و ارتباط این دو بهبودی را نیز دریافته‌اند. rTMS در مرحله اول ساختار مغز را بهبود می‌بخشد و در نتیجه عملکرد مغز بهتر می‌شود و کنترل مغز بر روی حرکات ارادی و غیر ارادی بهبود می‌یابد.

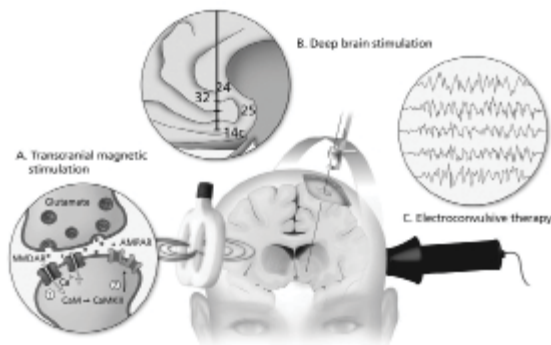
دلیل اهمیت درمان با rTMS

دلیل اهمیت درمان از طریق rTMS این است که درمان‌های دیگر با چون موجب نوروپلاستیته کافی نشده و سیستماتیک نبوده‌اند با برخی مشکلات مواجه شده‌اند و تأثیر ماندگار و چشم‌گیری نداشته‌اند. همچنین ربات‌ها نیز به‌علت پسیو بودن نتیجه مورد انتظار برای بهبودی و ماندگاری را نداشته‌اند. با روش درمانی rTMS تا حدودی ساختار مغز را تغییر می‌دهیم و در پی آن موجب نوروپلاستیسیته در آن می‌شویم.

فرآیند درمان با rTMS

قبل از شروع درمان متخصص باید بهترین مکان برای قرارگیری مگنت‌ها بر روی سر را تعیین کند. همچنین بهترین دوز انرژی مناسب برای بیمار را انتخاب کند. در ابتدای هر جلسه بیمار باید در حالت نشسته روی صندلی (این صندلی شبیه به یونیت دندان‌پزشکی است) قرار بگیرد. از بیمار خواسته می‌شود که قبل شروع فرآیند درمانی کلیه اشیاء حساس به مغناطیس مانند کارت اعتباری، موبایل و زیورآلات را از خود دور کند. همچنین باید قبل از درمان از نداشتن

آزمایش انجام می‌شود. در طی فرآیند درمان، بیمار تنها صدای کلیک و ضربه مختصر ناشی از ایجاد پالس در ناحیه زیر کویل را احساس خواهد کرد. در طول جلسه درمانی اپراتور حضور داشته و بیمار را پایش می‌کند و در صورت تمایل بیمار جلسه درمان را قطع می‌کند. در صورت امکان می‌توان به بیمار پدهای داخل گوشی یا محافظ شنوایی داد تا از صدای پالس ایجاد شده یا امواج مغناطیسی اذیت نشود.



پارامترهای تحریک قابل تنظیم rTMS

- ۱- تعداد تحریک
- ۲- شدت تحریک
- ۳- فرکانس تحریک
- ۴- طول فواصل بین تحریک‌ها
- ۵- نواحی مورد تحریک در مغز

این پارامترها نشان می‌دهند که rTMS می‌تواند این شرایط را فراهم کند تا برای هر بیمار و هر نوع بیماری به‌طور اختصاصی پروتکل مربوط به خود را نظر گرفت و قسمت مورد نظر از مغز را مورد تحریک قرار داد.

ایمپلنت کاشتنی از نوع فلزی در بدن بیمار اطمینان کسب کرد. پس از فراهم کردن شرایط اولیه درمان، اپراتور سر بیمار را در وضعیت مناسبی قرار می‌دهد و اقدام به اندازه‌گیری پارامترهای خاصی بر روی جمجمه بیمار می‌کند تا محل دقیق قرارگیری کویل بر روی منطقه مورد نظر مغز مشخص شود. کویل مورد استفاده باید بر سر مماس باشد به طوری که جریان خلفی-قدامی ایجاد کند. تصاویر MRI گرفته شده از مغز بیمار برای سیستم ناوبری دستگاه rTMS در اختیار هستند که وارد برنامه دستگاه می‌شوند. همچنین سیگنال الکترومایوگراف عضله درگیر بیمار نیز همزمان با اعمال تحریک ثبت می‌شود. الکترودهای ثبت روی شکم عضله قرار می‌گیرند. فاصله الکترودهای مرجع و اکتیو در حد دو سانتیمتر است. بهترین محل برای تحریک، نقطه‌ای است که با کمترین تحریک دارای بیشترین پاسخ عضله باشد. سپس آستانه حرکتی (Motor Threshold) بیمار تعیین می‌شود که عبارت است از حداقل قدرت مغناطیسی مورد نیاز جهت ایجاد انقباض در اندام (دست یا پا) بیمار که از فردی به فرد دیگر متفاوت است. این عمل با تنظیم دستگاه جهت تولید تک‌پالس (Single Pulse) صورت می‌گیرد. الکترودهای ثبت فعالیت عضلات، بر روی عضلات (به‌عنوان مثال برای پا سلتوس و تیبیالیس قدامی) قرار گرفته و کویل پروانه‌ای هم برای تحریک دست یا پای درگیر بیمار بر روی قشر حرکتی مربوط به نیم‌کره سالم در موقعیت مناسبی قرار می‌گیرد. سپس یک تک‌پالس با شروع از شدت کم تا مشاهده پاسخ در الکترومایوگرافی و تعیین آستانه حرکتی فعال اعمال می‌شود که این بخش از روند درمان Mapping نام دارد. در برخی موارد دیده شده که به‌جای معیار الکترومایوگرافی و دیدن پاسخ رفلکس جهت تعیین میزان و دوز انرژی مغناطیسی مورد نیاز، دوز انرژی مغناطیسی را تا حدی افزایش می‌دهند که دست‌ها به‌طور ناگهانی حرکت کنند. این کار برای تشخیص آستانه محرک و تعیین دوز مناسب برای بیمار انجام می‌شود که مبنای درستی است اما دقت این کار با استفاده از پردازش سیگنال الکترومایوگرافی بیشتر است. در طول درمان، بر اساس علائم و عوارض ناشی از این روش، ممکن است میزان محرک و آستانه فرد تغییر کند. بنابراین باید آستانه بیمار را در هر جلسه درمانی اندازه گرفت و rTMS را باتوجه به همان دوز اعمال کرد. مقدار آستانه معمولاً در بیمارانی افزایش خواهد داشت زیرا پس از مدتی بیمار به آن دوز عادت می‌کند و اشیاع می‌شود. در نهایت پروتکلی برای درمان بیمار باتوجه به نوع بیماری، شدت و سن بیمار تعریف می‌شود. برای مثال در کودکان فلج مغزی تحریک مغناطیسی تکرارشونده با فرکانس ۱ هرتز و شدت ۱۰۰ درصد آستانه حرکتی فعال به مدت ۲۰ دقیقه (۱۲۰۰ پالس) اعمال می‌شود. در تحقیقاتی که نیاز به گروه کنترل است، گروه کنترل نیز به همان مدت، تحت rTMS ساختگی قرار می‌گیرند. برای گروه کنترل از یک تحریک غیر واقعی (Sham Stimulation) استفاده می‌شود. در واقع بیمار تصور می‌کند که تحریک مغناطیسی به وی اعمال می‌شود، در صورتی که در حقیقت این‌طور نیست. سایر مراحل، مانند گروه

مزایای درمان با rTMS

مانند هر درمان دیگر میزان اثربخشی این درمان نیز میان افراد متفاوت است. پیامدهای درمانی باتوجه به مشاهده بیمار قبل از فرآیند درمانی نتیجه EEG، شدت افسردگی، سابقه پزشکی و انتظارات فرد از درمان، قابل پیش‌بینی خواهد بود و با صلاح‌دید متخصص مربوطه باتوجه به روند درمان جلسات درمانی فعال، جلسات درمانی نگهدارنده منظمی را برای بیمار در نظر می‌گیرند.

بخش‌های مختلف دستگاه rTMS

- ۱- بخش اصلی دستگاه دارای نمایشگر دیجیتال rTMS است که تمامی پارامترهای تحریک‌کننده و منوی تنظیمات و خطاها و ... در این صفحه به نمایش درمی‌آید. همچنین یک پورت USB برای اتصال دستگاه به کامپیوتر در این قسمت وجود دارد.
- ۲- بخش خنک‌کننده کوپل‌های القاکننده شامل یک منبع است که با ماده خنک‌کننده روغن سیلیکون پر شده است. یک کمپرسور پیشرفته خنک‌کننده و پمپی که دائماً مایع را به سمت کوپل‌ها می‌فرستد از دیگر بخش‌های این مجموعه هستند. از آنجا که نبود نیز سیستمی در این روش درمانی حائز اهمیت است بنابراین استفاده از خنک‌کننده‌های مایع منطقی است.
- ۳- منابع تغذیه یدکی برای کاربردهای فرکانس بالا تعبیه شده است. بخش اصلی دستگاه تنها می‌تواند فرکانس ۵ تا ۷ هرتز تولید کند. با به‌کارگیری منبع تغذیه یدکی جهت بالابردن فرکانس کاری می‌توان تا فرکانس ۱۰۰ هرتز را ایجاد کرد.
- ۴- در طول پروسه درمان، کوپل باید در محل تعیین‌شده روی سر بیمار (بخش مشخص‌شده مغز توسط Navigation) ثابت قرار بگیرد. بازوهای منعطف نگه‌دارنده‌ای جهت تحمل وزن کوپل و پروب طراحی شده‌اند و خاصیت انعطاف‌پذیری این بازوها به حرکت نرم و راحت جهت تعیین محل دقیق کوپل در ابتدای درمان و ثبات آن تا آخر جلسه درمان کمک می‌کند.
- ۵- بخش نرم‌افزاری نیز به‌منظور کنترل و مدیریت جلسه‌های درمانی بیمار طراحی شده است. با استفاده از این نرم‌افزار امکان انتخاب پروتکل‌های از پیش تعیین‌شده و تعریف پروتکل‌های جدید وجود دارد. از طریق صفحه نمایش لمسی دستگاه امکان دستیابی به نرم‌افزار وجود دارد.
- ۶- این دستگاه دارای کوپل‌های متنوعی است.
- ۷- TMS Sham Noise Generator صدای TMS را برای گروه کنترل sham تولید می‌کند.
- ۸- DIN connector (MagProbe) برای اندازه‌گیری میدان مغناطیسی اطراف کوپل استفاده می‌شود.
- ۹- سیستم هدایتگر (Navigator) دستگاه امکان دریافت داده‌های سه‌بعدی MRI را پیش از شروع جلسه درمانی فراهم می‌کند. این ویژگی باعث افزایش صحت در محل تحریک می‌شود چرا که در برخی موارد امکان تشخیص درست آناتومی محل اعمال تحریک وجود ندارد. در چنین مواردی دستگاه با بررسی اسکن سه‌بعدی مغز

- ۱- اثربخشی قابل توجه و آغاز اثرات درمانی سریع
- ۲- بدون عوارض جانبی یا عوارض جانبی بسیار کم
- ۳- غیر تهاجمی و بدون درد
- ۴- هوشیار بودن بیمار در طول فرآیند درمان و مصون ماندن بیمار از عوارض داروهای بیهوشی
- ۵- امکان اثربخشی درمانی برای افراد مقاوم به درمان
- ۶- متفاوت بودن پارامترهای درمان و انجام پروتکل‌های درمانی براساس تشخیص خاص برای هر بیمار
- ۷- پزشک‌ها در خلال درمان با rTMS، با استفاده از مقیاس‌های ارزیابی مختلف (با توجه به نوع بیماری) مثلاً مقیاس‌های افسردگی و اضطراب و روان‌شناختی یا مقیاس‌های حرکتی همچون تست‌های استاندارد کلینیکی راه‌رفتن و یا از طریق دستگاه ربات توانبخشی که قابلیت تشخیص میزان سفتی مفاصل را داراست بیماران را از میزان پیشرفتشان آگاه می‌کنند.
- ۸- در این نوع درمان، در اکثر موارد نیازی به قطع درمان دارویی خاصی برای شروع rTMS نیست.
- ۹- تحریک مغناطیسی مغز (TMS)، تنها مناطقی از مغز را مورد هدف قرار می‌دهد که نیاز به درمان دارند و برخلاف درمان‌های دارویی، TMS هیچ اثرات جانبی سیستمیک ندارد.
- ۱۰- جلسات درمانی تحریک مغناطیسی مغز حدود ۴۰ دقیقه طول می‌کشد و بیماران می‌توانند فعالیت‌های عادی روزانه‌شان را بلافاصله پس از پایان هر جلسه از سر بگیرند.
- ۱۱- پس از یک دوره کامل درمان، درصد بالایی از بیماران کاهش قابل توجه علائم بیماری خود را مشاهده می‌کنند و در کیفیت زندگی‌شان پیشرفت زیادی احساس می‌کنند.

عوارض جانبی و خطرات

تحریک مغناطیسی مغز (TMS) روشی قابل تحمل است و عوارض جانبی اندکی دارد. رایج‌ترین عارضه این روش که در حدود نیمی از افراد مشاهده شده است، سردرد است. برای درمان این گونه سردردها می‌توان از داروهای مسکن غیر تجویزی استفاده کرد. برخی از بیماران در اثر TMS احساس ناراحتی یا درد در پوست سر و پرش چشم در همان لحظه یا کشش در صورتشان خواهند داشت. این حالت‌ها معمولاً جزئی هستند و پس از پایان دوره درمان به‌طور کامل برطرف خواهند شد. با این حال در طول درمان برای کاهش ناراحتی بیمار باید بلافاصله محل سیم‌پیچ و تنظیمات محرک را تغییر داد. سایر عوارض جانبی احتمالی شامل هیپوانیا گذرا، تغییرات زودگذر شناختی، ناشنوایی گذرا و بروز جریان‌های القایی در ایمپلنت‌های کارگذاری‌شده در بدن بیماران است. همچنین ممکن است خطراتی را برای بیمارانی که سابقه تشنج (مخصوصاً کنترل‌نشده) دارند به همراه داشته باشد. به‌طور کلی

کاربردهای تشخیصی TMS

TMS امروزه برای اندازه‌گیری فعالیت جریان‌های خاص مغزی در انسان استفاده می‌شود. بیشترین استفاده شایع اندازه‌گیری MEP (ارتباط کورتکس اولیه مغزی با عضلات) است که شامل پارامترهایی چون دامنه MEP، تأخیر MEP، مدت‌زمان انتقال ایمپالس‌های عصبی در طول سیستم عصبی مرکزی به عضلات هدف (CMCT) است و بیشترین استفاده آن در بیماران سکته مغزی، ضایعات ستون فقرات است. همچنین امکان تشخیص بیماری‌های دستگاه عصبی نظیر، ALS، MS، پارکینسون، جراحات عروقی، تومور، سکته، دیستونی و بیماری‌های نورون حرکتی (MND) و ... نیز وجود دارد. از موارد دیگر اندازه‌گیری مهار قشر داخلی در فاصله کوتاه (SICI) است که جریان‌های داخل کورتکس را بررسی می‌کند. نوروپلاستیسته مغز را می‌توان با rTMS و تحریک تنا برست اندازه‌گیری کرد.

موارد استفاده درمانی rTMS

قابل ذکر است برخی از موارد درمانی که در زیر ذکر شده در مطالعات و مقالات تأیید شده‌اند اما هنوز FDA آن‌ها را تأیید نکرده است.

- ۱- سکته مغزی
- ۲- وزوز گوش (زنگ‌زدن گوش)
- ۳- افسردگی و اسکیزوفرنیا
- ۴- سردردهای میگرنی
- ۵- پارکینسون و دردهای مزمن ناشی از آن
- ۶- درد و کاهش درد به دلیل ضایعه نخاعی، قطع عضو، دردهای عضلانی
- ۷- اختلالات گفتاری و زبان پریشی
- ۸- اختلالات حرکتی ناشی از سکته مغزی
- ۹- اسکروز جانبی آمیوتروفیک
- ۱۰- ام اس
- ۱۱- علائم منفی اسکیزوفرنی
- ۱۲- سوء مصرف مواد
- ۱۳- اعتیاد
- ۱۴- اختلال استرسی پس از ضایعه روانی
- ۱۵- اختلال اضطراب
- ۱۶- اختلال استرس
- ۱۷- اختلال وسواس فکری عملی (OCD)
- ۱۸- صرع
- ۱۹- بیماری صرع
- ۲۰- اوتیسم
- ۲۱- کما
- ۲۲- زندگی نباتی و مرگ مغزی
- ۲۳- بیش‌فعالی (ADHD)
- ۲۴- ضربه مغزی
- ۲۵- دیسفاژی و دیستونی

به محل درست اعمال تحریک می‌رسد. Localite-TMS Navigator می‌تواند با داشتن MRI و بدون آن مغز را شبیه‌سازی کند. شبیه‌سازی مغز و تعیین نواحی هدف در سیستم هدایتگر (Navigation) با استفاده از MRI فرد صورت می‌گیرد. و همچنین این امکان وجود دارد که شبیه‌سازی مغز و تعیین نواحی هدف در سیستم هدایتگر (Navigation) با استفاده از اطلس MNI بدون نیاز به تصویر MRI انجام شود.

مراحل تجویز rTMS

- ۱- مرحله فعال که طی یک دوره صورت می‌پذیرد.
- ۲- درمان نگهدارنده که بسته به وضعیت درمان انجام می‌شود و با صلاح دید متخصص ادامه می‌یابد.

افراد مناسب برای استفاده از این روش

- ۱- برای درمان علائم بیماری خود می‌خواهند از یک روش طبیعی‌تر استفاده کنند.
- ۲- علائم بیماری در زندگی روزمره‌شان تداخل ایجاد می‌کند.
- ۳- از نتایج روش‌های درمانی توسط دارو به‌تنهایی راضی نیستند.
- ۴- دچار عوارض جانبی ناخواسته ناشی از مصرف دارو هستند.
- ۵- به‌دلایلی همچون بارداری یا شیردهی، باید مصرف دارو را کاهش داده یا متوقف کنند.
- ۶- در برخی موارد بیماری مقاوم به درمان است و هیچ راه درمانی دیگر اثرگذار نیست و تنها تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای مکرر مغز تأثیرگذار است.

آمادگی‌های پیش از درمان

قبل از انجام روش درمانی تحریک مغناطیسی مغز (TMS) باید آزمایش‌های طبی انجام گیرد تا از مناسب بودن و بی‌خطر بودن این روش برای بیمار اطمینان حاصل شود.

افرادی که نمی‌توانند از درمان rTMS استفاده کنند

- ۱- افرادی که باردار هستند یا قصد باردار شدن دارند.
- ۲- به‌دلیل اینکه در طول درمان با TMS یک میدان مغناطیسی قوی ایجاد می‌شود افرادی که در بدن خود هرگونه ایمپلنت کاشتنی مغناطیسی و فلزی دارند نمی‌توانند از این روش درمان استفاده کنند. برخی از آن‌ها عبارتند از استنت‌ها، محرک‌های کاشته‌شده در داخل بدن، الکترودهایی که برای نشان‌دادن فعالیت مغز در بدن کار گذاشته می‌شوند.
- ۳- افرادی که سابقه تشنج دارند.
- ۴- بیمارانی که جراحی دارند یا عمل جراحی انجام داده‌اند.
- ۵- بیمارانی که دارای هرگونه مشکلات جسمی و روحی هستند.
- ۶- افرادی که دارو و مکمل‌های گیاهی و ... مصرف می‌کنند.

[1] Alonso-Alonso M, Fregni F, Pascual-Leone A (2007) Brain stimulation in poststroke rehabilitation. Cerebrovasc Dis 24 Suppl 1

[2] Bablu Lal Rajak, Meena Gupta, Dinesh Bhatia and Arun Mukherjee. "Effect of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Hand Function of Spastic Cerebral Palsy Children" (2017)

[3] Feng JY, Jia FY, Jiang HY, Li N, Li HH, Du L. Effect of infra-low-frequency transcranial magnetic stimulation on motor function in children with spastic cerebral palsy. Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi 2013

[4] Jianlan Xu, Xiaoxue Xu, Qing Cai (2010) Influence of repeatedly aminobutyric acid and dopamine characteristic repetitive ultra-lowfrequency transcranial magnetic stimulation in rat brain neurotransmitter power. Zhongguo Kangfu Yixue Zazhi 25

[5] Meena Gupta, Bablu Lal Rajak, Dinesh Bhatia and Arun Mukherjee. "Transcranial Magnetic Stimulation Therapy in Spastic Cerebral Palsy Children Improves Motor Activity" (2016)

[6] Profice P, Pilato F, Dileone M, Ranieri F, Capone F, et al. (2007) Use of transcranial magnetic stimulation of the brain in stroke rehabilitation. Expert Rev Neurother 7

[7] Valle AC, Dionisio K, Pitskel NB, et al. Low and high frequency repetitive transcranial magnetic stimulation for the treatment of spasticity. Dev Med Child Neurol. 2007

فرم اشتراک ماهنامه علمی پژوهشی ۱۳۹۲

نام و نام خانوادگی: _____ رشته/تخصص: _____ کد ملی: _____
 نام محل کار: _____ مساحت/تعداد: _____
 دهانه: _____
 کد پستی: _____ طاق: _____
 موبایل: _____ ایمیل: _____

* تکمیل تمام موارد فوق الزامی است *

۴-۶ روز

اشتراک ۶ ماهه (با پست عالی)

۸-۱۰ روز

اشتراک ۶ ماهه (با پست سفارشی)

۱۲ تا ۱۴ روز

اشتراک یکساله (با پست عالی)

۱۵-۲۰ روز

اشتراک یکساله (با پست سفارشی)

* مبلغ اشتراک یکساله خارج از کشور با پست سفارشی ۷۶۰ دلار است.

* لغتاً برای شروع یا تمدید اشتراک رسیدن پیش واریزی را همراه با فرم تکمیل شده فوق به دفتر ما بفرستید.

* مفتوحه‌های مهندسی پزشکی، مکتفیک و الکترونیک با ارائه کارت دانشجویی معتبر می‌توانند از ۲۵ درصد تخفیف برای اشتراک علمی برخوردار شوند.

کارت بانک پاسارگاد به شماره کارت ۶۵۱۳-۶۶۶۶-۰۲۲-۵ و شماره حساب ۰۰۰۰-۱۱۰۰-۳۳۲-۲ به نام آقای ماکویی

دفتری ماهنامه تهران، میدان ۴۴ خیابان کاج شمالی، نرسیده به تقاطع تخی نفتی، پلاک ۱۳۶، واحد ۴

تلفن: ۰۲۲-۸۸۰۰۰۰۰۰۰۰ | فکس: ۰۲۲-۸۸۳۳۳۳۳۳۳ | ایمیل: makouei@iranBmeMag.com