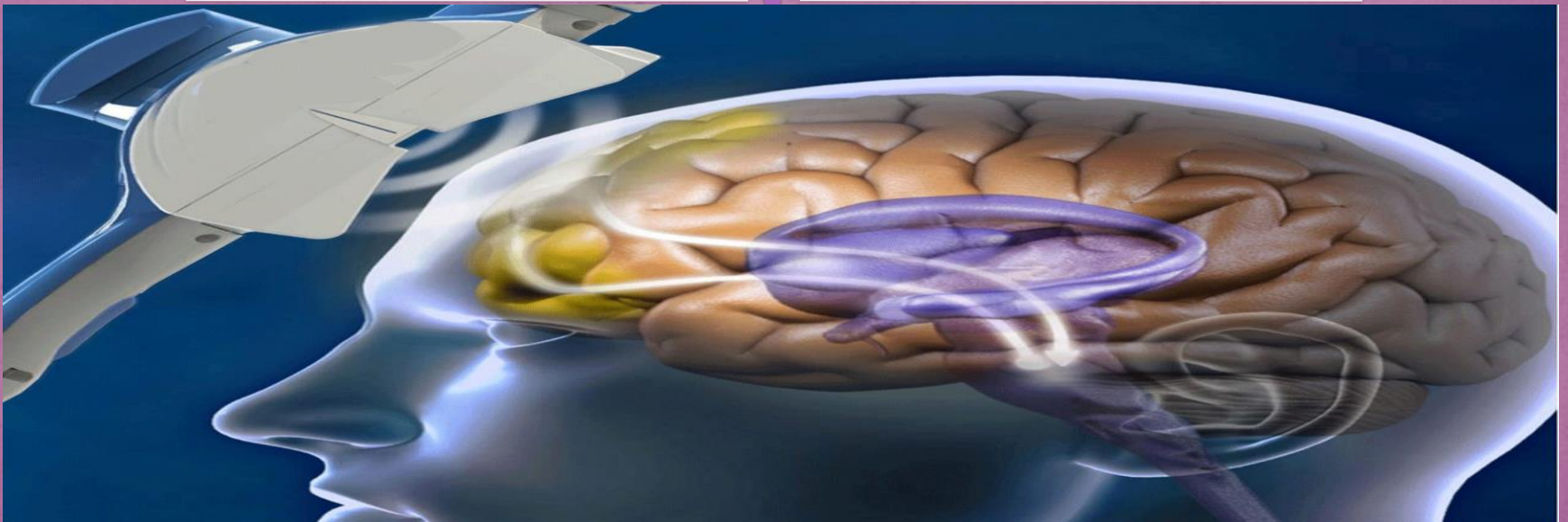


# کاربرد rTMS در اختلالات تکامل عصبی کودکان و نوجوانان





# rTMS

TMS

" Transcranial Magnetic Stimulation "

روش غیرتهاجمی تحریک مغز که بر اساس القای الکترومغناطیسی توسط یک سیم پیچ عایق (Coil) صورت میگیرد .

این سیم پیچ روی پوست سر و در نقطه ای منطبق بر ناحیه ای از مغز که در ایجاد علائم روانپزشکی یا عصبی دخیل هستند قرار می گیرد.

سیم پیچ ، پالس های مغناطیسی کوتاه مدتی ایجاد می کند که از لحاظ نوع و قدرت مشابه دستگاه MRI است.







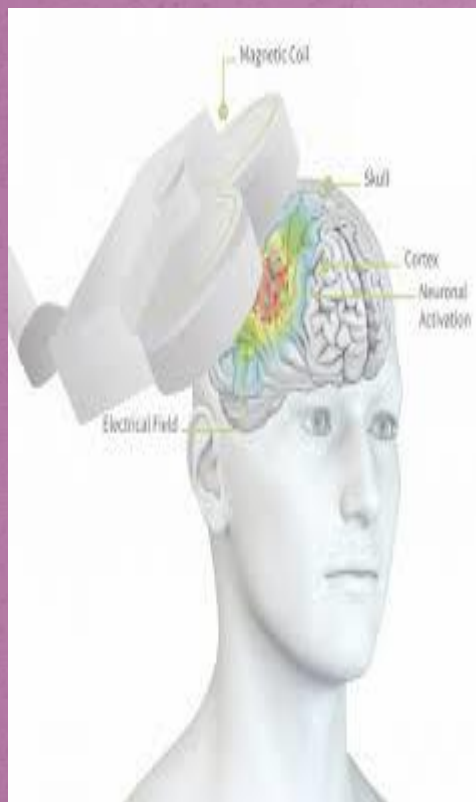
پالس های متوالی ( rTMS ) ...قادر به ایجاد تغییرات پایدارتری در فعالیت مغزی می باشد .

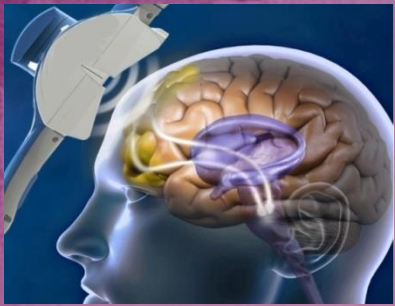
بسیاری از مؤلفه های rTMS تحت عنوان «پارامترهای تحریک» می توانند تغییر کنند.

این پارامترها شامل تعداد ، شدت ، فرکانس تحریک بالا یا فرکانس پائین، طول فواصل بین تحریکها و نواحی تحریک در مغز می باشند

قابلیت تغییر این پارامترها به این معناست که rTMS می تواند برای هر بیمار اختصاصی اعمال

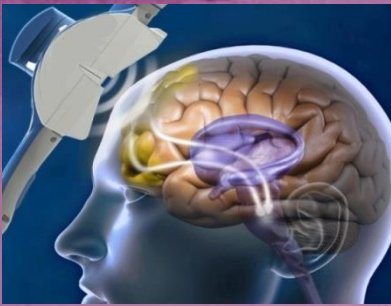
گردد





- مطالعه ای با استفاده از PET (Positron emission tomography) نشان داد که **جریان خون مغزی** پس از تحریک مغناطیسی با فرکانس **۱۰ هرتز** در قشر پیش پیشانی **چپ افزایش** داده شده درحالیکه تحریک با فرکانس **۱ هرتز** جریان خون را **کاهش** میدهد.
- در مجموع گفته می شود که فرکانسهای **کمتر از ۱ هرتز**، **مهارکننده** فعالیت عصبی و فرکانسهای **بالتر از ۵ هرتز** **تحریک کننده** هستند.
- **وسعت و عمق ناحیه فعال** شده معمولاً ۲ تا ۳ سانتیمتر بوده، بنابراین در بافت عصبی تنها نواحی از قشر مغز که در مجاورت هسته مغناطیسی قرار گرفته اند در معرض میدان مغناطیسی تولید شده قرارخواهند گرفت

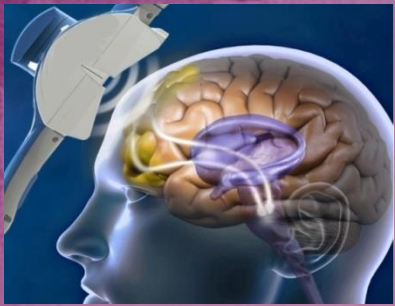




از مکانیسم های TMS می توان افزایش انتقال عصبی دوپامین را نام برد که در تحریک قشرهای حرکتی و پیش پیشانی روی می دهد.

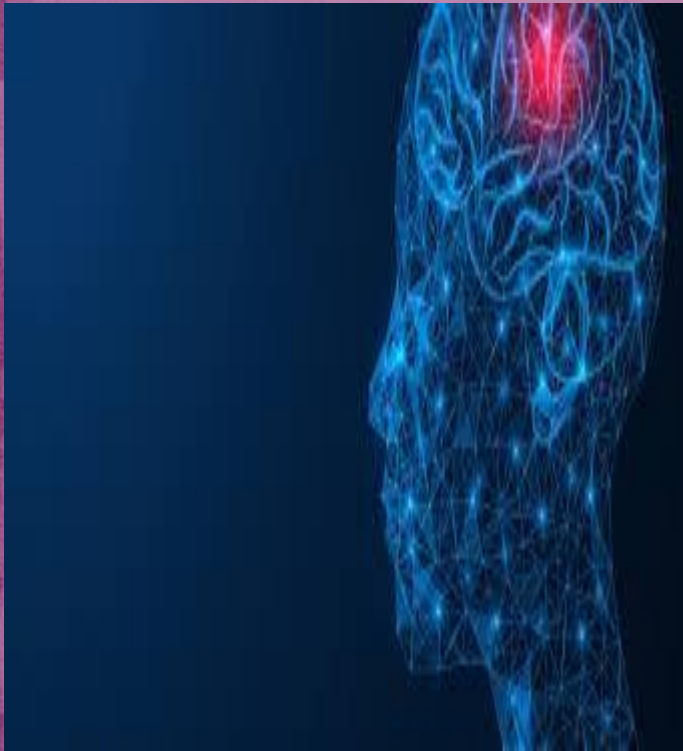
- **شدت تحریک مغناطیسی** مغز معمولاً بر اساس آستانه حرکتی اندامها تنظیم می شود.

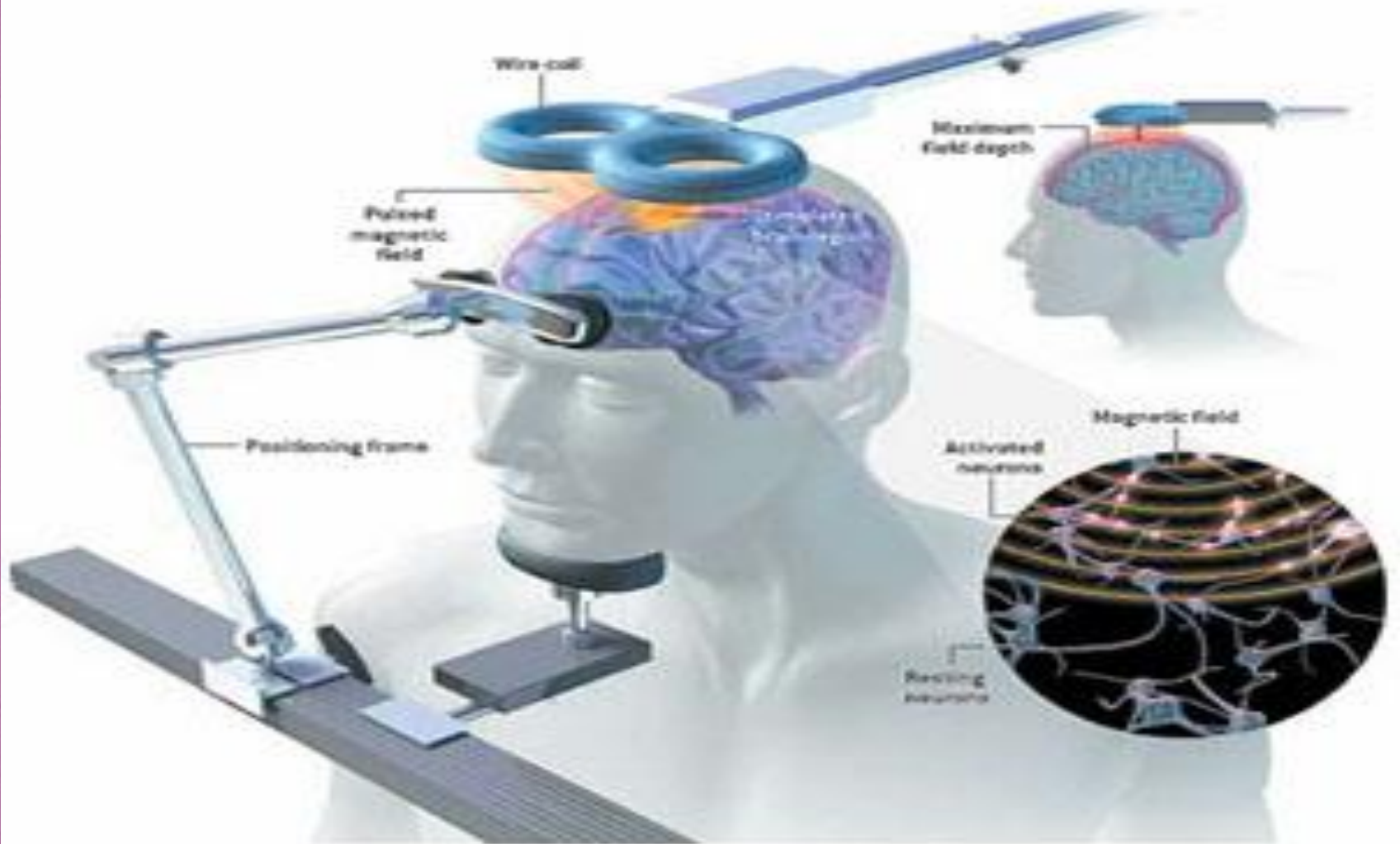
- **آستانه حرکتی**، میزان تحریک مغناطیسی است که انگشتان دست و پا در آن شروع به تحرک می کنند. تحریکات بالاتر از این آستانه می توانند باعث تشنج شوند.



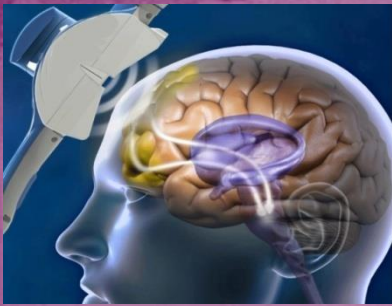
## موارد منع درمان:

- افراد با سابقه تشنج فردی یا خانوادگی
- افراد دارای هر گونه فلز و ایمپلنت در مغز
- افراد دارای ضربان ساز قلبی
- بارداری









# کاربردهای درمانی rTMS

افسردگی و اضطراب،

بیش فعالی،

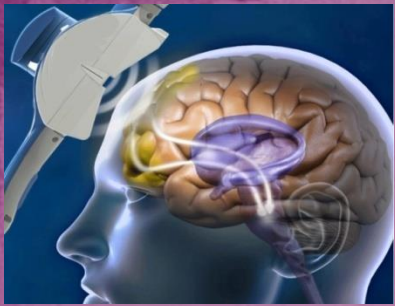
سندرم تورنت (TS)

ASD

اسکیزوفرنی

اختلالات نورولوژیک (صرع، فلج مغزی و سکته مغزی).





## AUTISM SPECTRUM DISORDER (ASD)

• ASD یکی از اختلالات عصبی تکاملی است که گزینه های درمانی محدودی دارد، به ویژه هنگامی که نشانه های اصلی آن را هدف قرار می دهد. محققان علاقه بیشتری به TMS به عنوان یک روش درمانی برای ASD پیدا کرده اند، زیرا نشان داده شده است که پلاستیسیته را تعدیل می کند.





## به روز رسانی rTMS در ASD

یک بررسی اخیر ۱۳ مطالعه rTMS را که DLPFC یا سیستم حرکتی را در افراد مبتلا به ASD هدف قرار داده اند، خلاصه کرد. بسیاری از تحقیقات rTMS موجود در ASD از پروتکل‌های بازدارنده rTMS یعنی تحریک ۱ Hz برای تقویت عملکرد مهارتی که فرض می‌شود در ASD مختل شده استفاده می‌کنند.

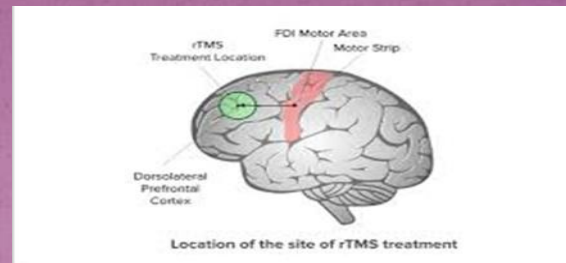


متاآنالیزهای اخیر توسط **Barahona-Corrêa** و همکاران. (شامل ۲۳ مطالعه در شرکت کنندگان  $15.9 \pm 5.2$  سال) و یک مرور سیستماتیک توسط **Masuda** و همکاران. (شامل ۸ مطالعه در شرکت کنندگان در محدوده سنی ۷ تا ۲۱ سال)، نشانه‌هایی را ارائه می‌دهد که درمان rTMS بر DLPFC ممکن است رفتار تکراری را کاهش دهد، و ممکن است به عنوان یک ابزار مداخله برای حمایت از تعامل اجتماعی افزایش یافته در ASD نوید دهد.





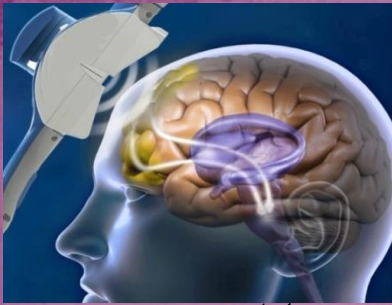
- برای ارزیابی اثربخشی درمان، سه مطالعه منتشر شده rTMS که از یک طراحی RCT دقیق در افراد مبتلا به ASD استفاده کرده اند، بررسی شدند.
- مطالعه ای که توسط Ni و همکاران (۲۰۲۱) یک روش یک سو کور، sham-controlled parallel RCT چهار هفته ای rTMS را روی posterior superior temporal sulcus که نشانه های ASD را در کودکان مبتلا به ASD بدون ناتوانی ذهنی هدف قرار می دهد. (n=76، محدوده سنی=۸-۱۷ سال). اگرچه یافته های اولین مرحله ۴ هفته ای تفاوتی با گروه شم نداشت، از ابتدای شروع تا پیگیری در هفته ۱۲ بهبود علائم ASD در بین شرکت کنندگان در مطالعه دیده شد.



به طور مشابه، **Ameis** و همکاران پس از یک دوره درمانی ۲۰ جلسه ای rTMS با فرکانس بالا ۲۰ هرتز در **DLPFC** دو طرفه که عملکرد اجرایی را هدف قرار می داد که از طرح مطالعه randomized, double-blind sham-controlled در یک نمونه آزمایشی (۴۰ نفر شرکت کننده ۱۶ تا ۳۵ ساله با ASD بدون ناتوانی ذهنی) استفاده می کرد تفاوت معنی داری بین درمان فعال و ساختگی نشان نداد.

زیر گروهی از شرکت کنندگان کارآزمایی بالینی با عملکرد روزانه پایین تر، بهبود بیشتری را در عملکرد اجرایی در مقایسه با گروه ساختگی پس از یک دوره rTMS تجربه کردند.

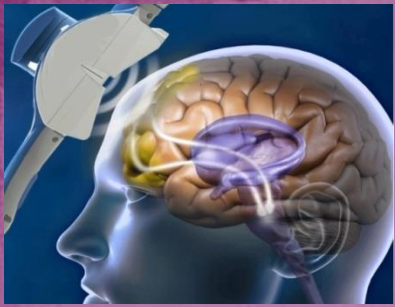




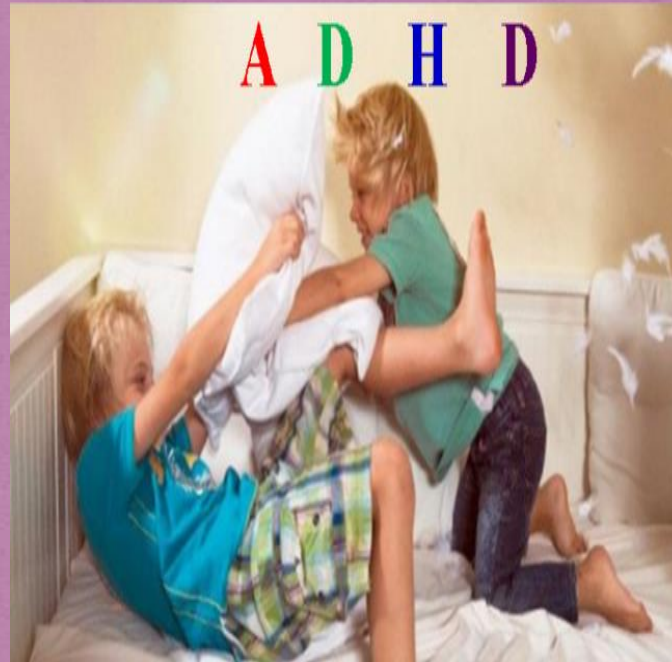
- **عوارض جانبی** گزارش شده در RCTها از جمله کودکان اوتیستیک، جوانان و بزرگسالان **خفیف تا متوسط** بود (به عنوان مثال، درد در محل تحریک، سردرد).
- ، با این وجود مطالعات موجود از پروتکل های نسبتاً محافظه کارانه (یعنی شدت محرک کم و فاصله طولانی بین جلسات درمانی) در ASD استفاده کرده اند.

با اینکه پتانسیل توسعه بیشتر درمان rTMS در ASD برای انواع پیامدها وجود دارد، تحقیقات موجود محدود به نمونه‌های کوچک بدون یافته واضحی از اثربخشی اولیه می‌شود.

بنابراین، هیچ نتیجه‌ای نمی‌توان گرفت و هیچ پروتکلی برای ارابه به context بالینی آماده نیست.



# ATTENTION DEFICIT DISORDER )HYPERACTIVITY (ADHD







## • به روز رسانی rTMS در ADHD

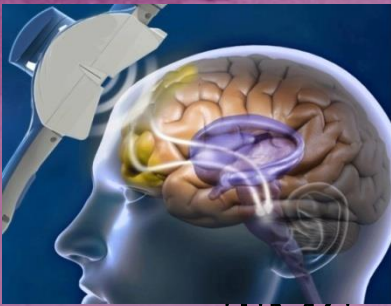
• سه مطالعه در یک مرور سیستماتیک اخیر، rTMS در کودکان و نوجوانان مبتلا به ADHD به کار برده اند که مکان های حرکتی یا DLPFC را هدف قرار داده اند . شامل دو مطالعه -randomized sham-

controlled و یک مطالعه تحمل پذیری و ایمنی با برچسب باز ، که هر کدام شامل  $\geq 25$  شرکت کننده، محدوده سنی ۷ تا ۲۰ سال بود و از پروتکل های درمانی ناهمگن استفاده می کردند.

## rTMS TECHNIQUE AND CURRENT STATUS



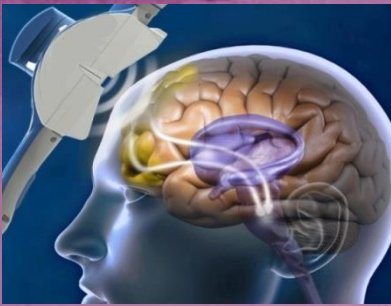
Dr. Shravan Kumar



یک کارآزمایی باز که شامل کودکان کوچک‌تر، ۷ تا ۱۲ ساله بود که TMS )  
اثرتر را در L-DLPFC)، بهبود آماری معنی‌داری در رفتار، مانند بی‌توجهی در  
زمینه تحصیلی و بیش‌فعالی/تکانشگری در خانه را نشان داد. این مطالعه بر ایمنی  
TMS در این جمعیت تاکید می‌کند، به علت عوارض جانبی خفیفی که مشاهده  
شده است.

**گومز و همکاران.** خاطرنشان کردند که گزارش‌های کیفی از والدین و معلمان  
بهبودهایی را در بی‌توجهی و بیش‌فعالی / تکانشگری نشان می‌دهد. با این  
حال، بدون گروه کنترل، پایایی این یافته نامشخص است.

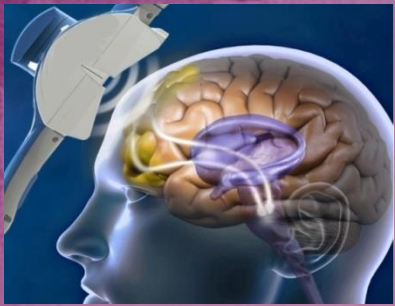




مرور متون نشان می دهد که مطالعات کمی برای بررسی استفاده از TMS به عنوان جایگزین درمان دارویی در نوجوانان مبتلا به ADHD مقاوم به درمان دارویی انجام شده است . مطالعات زیر در مورد اثربخشی، ایمنی، امکان سنجی و چالش های پیرامون استفاده از TMS به عنوان یک جایگزین درمانی بحث می کنند.

### روبیو و همکاران

مطالعه ای که توسط روبیو و همکاران انجام شد، متون مربوط به استفاده از تحریک غیرتهاجمی مغز را بررسی کرد. این شامل TMS و tDCS در ADHD کودکان بود. با توجه به اثربخشی درمانی TMS در ADHD، این بررسی به این نتیجه می رسد که **تعداد محدودی** از مطالعات اکتشافی در مورد استفاده از TMS در درمان ADHD کودکان از جمله نوجوانان وجود دارد.



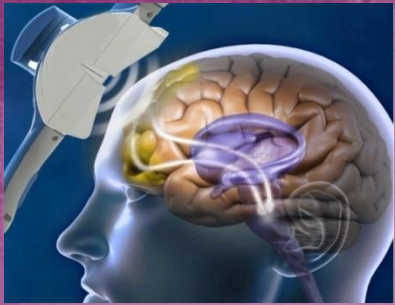
## ویور و همکاران

یک کارآزمایی متقاطع تصادفی سازی شده با کنترل شم برای آزمایش اثربخشی و ایمنی TMS به عنوان یک ابزار درمانی در بیماران مبتلا به ADHD بر اساس معیارهای (DSM - IV-TR) انجام دادند. شش نفر از نه شرکت کننده در مطالعه که معیارهای ورود/خروج را برآورده کردند، ۱۸ سال یا کمتر بودند. کارآزمایی شامل یک مرحله غربالگری و به دنبال آن دو مرحله درمانی دو هفته ای بود. یک مرحله درمان فعال و دیگری فاز ساختگی با فاصله یک هفته بدون درمان بود. شرکت کنندگان به مدت ۷ تا ۱۲ روز قبل از مرحله غربالگری و در طول بقیه کارآزمایی، از



انواع داروهای تجویز شده برای

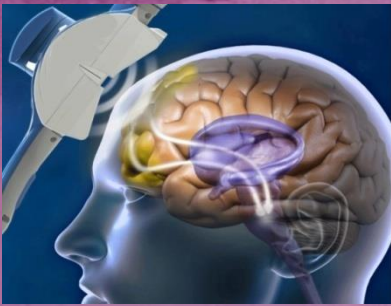




- TMS در قشر جلوی پیشانی پشتی جانبی راست (DLPFC) با فرکانس ۱۰ هرتز، در ۱۰۰ درصد آستانه حرکتی مشاهده شده، ۲۰۰۰ پالس در هر جلسه، پنج جلسه در هفته، در مجموع ۱۰ جلسه در طول فاز فعال انجام شد.

- اندازه‌گیری پیامد اثربخشی اولیه، تغییر در مقیاس بالینی تأثیر-بهبود جهانی (CGI-I) و اندازه‌گیری پیامد اثربخشی ثانویه، تغییر در مقیاس ADHD-IV، در ابتدا، نقطه میانی و در پایان کارآزمایی مورد ارزیابی قرار گرفت..

- تجزیه و تحلیل آماری داده‌های نهایی نشان دهنده بهبود مقیاس‌های CGI-I و ADHD-IV در هر دو فاز بود.

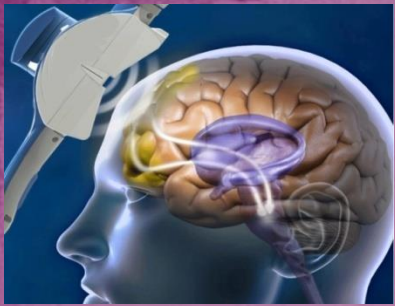


- با این حال، هیچ تفاوت اثربخشی قابل توجهی بین فاز فعال و شام مشاهده نشد، که نتیجه‌گیری در مورد اثربخشی TMS فعال را دشوار می‌کند.

- از نظر ایمنی، TMS به خوبی تحمل و ایمن بود، بدون هیچ گونه عارضه جانبی، مانند تشنج، EEG و تغییرات شنوایی سنجی، یا هر گونه عارضه جانبی جدی دیگر که منجر به قطع درمان شود. هیچ عارضه جانبی مرتبط با TMS در ماه بعد از کارآزمایی کشف نشد.

- این مطالعه اثرات بالینی مرتبط TMS را به عنوان یک گزینه درمانی بالقوه برای ADHD نوجوانان نشان می‌دهد که نیازمند کاوش در مقیاس بزرگتر است.





## • شواهد برای درمان rTMS در کودکان و نوجوانان چیست؟

- مانند بزرگسالان، بیشتر تحقیقات rTMS در جوانان بر افسردگی مقاوم به درمان متمرکز شده است.
- تعداد محدودی از مطالعات rTMS در کودکان و نوجوانان با تشخیص اولیه اختلال طیف اوتیسم (ASD)، (ADHD) یا سندرم تورت انجام شده است.
- در مقالات موجود rTMS، یافته‌ها در رابطه با اثربخشی درمان با rTMS **متغیر** است، که تا حدی به دلیل پروتکل‌های متنوع، تنوع در نمونه‌های تحقیق و استفاده از معیارهای پیامد ناهمگن است



## • ماسودا و همکاران

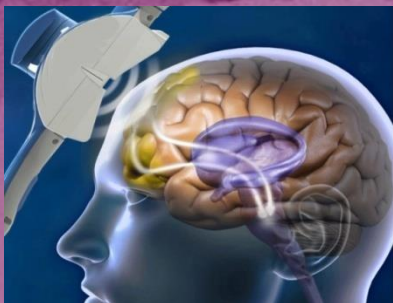
یک مرور سیستماتیک برای بررسی اثربخشی بالینی درمان rTMS در کودکان و نوجوانان مبتلا به اختلال طیف اوتیسم ((ASD، اختلال تیک و ADHD انجام دادند.

بر اساس آخرین بررسی، کارآزمایی‌های انجام شده توسط **گومز و همکاران** و **ویور و همکاران** از rTMS به عنوان یک روش درمانی در کودکان (سنین ۷ تا ۱۲ سال) و نوجوانان (سنین ۱۴ تا ۲۱ سال) برای درمان ADHD استفاده کردند. علی‌رغم تفاوت‌های آنها در روش‌های ارزیابی، نمرات **رتبه‌بندی رفتاری بهبودی** را پس از کاربرد rTMS در بیماران مبتلا به ADHD نشان داد.

• تحقیقات نشان داده است که تغییرات در DLPFC نقش حیاتی در پاتوفیزیولوژی ADHD ایفا می‌کند، که توسط نتایج هر دو کارآزمایی بالینی پشتیبانی می‌شود.

• کاربرد rTMS با فرکانس پایین در **DLPFC سمت چپ** و rTMS با فرکانس بالا که روی **DLPFC سمت راست** اعمال می‌شود، **بی‌توجهی، بیش‌فعالی و تکانشگری** را در آزمودنی‌ها بهبود بخشید.





## تحمل پذیری rTMS در کودکان و نوجوانان

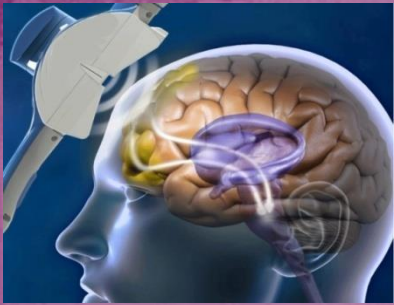
- به نظر می رسد rTMS مانند بزرگسالان به خوبی تحمل می شود و عوارض جانبی کمی گزارش شده است
- به عنوان نمونه ای از تجربه کیفی انجام rTMS، ۸۵ درصد از نمونه مورد بررسی گزارش کردند که دوباره تحت rTMS قرار خواهند گرفت.
- مروری بر ۵۱ مطالعه شامل بیش از ۵۱۳ جوان بین سنین ۲,۵ تا ۱۷,۸ سال نشان داد که rTMS بی خطر است
- تشنج جدی ترین عارضه جانبی بالقوه است. با این حال، هنگامی که rTMS طبق دستورالعمل های ایمنی توصیه شده ارائه می شود، خطر تشنج در کودکان بسیار کم است (تقریباً ۰,۱٪).
- عوارض جانبی شایع تر، خفیف و گذرا هستند:
- سردرد (۱۱,۵٪)، ناراحتی پوست سر در محل تحریک (۲,۵٪)، پرش (۱,۲٪)، تغییرات خلقی (۱,۲٪)، خستگی (۰,۹٪) و وزوز گوش (۰,۶٪).





• بررسی تغییرات الکتروانسفالوگرافی  
کمی (QEEG) قبل و بعد از درمان با rTMS در  
کودکان ۶ تا ۱۲ ساله مبتلا به اختلال بیش فعالی -  
کمبود توجه





## روش کار:

کودکان ۶ تا ۱۲ ساله ای که به کلینیک روانپزشکی کودک و نوجوان بیمارستان ابن سینا مراجعه می‌کردند، از طریق مصاحبه ساختار یافته روانپزشکی بر اساس معیارهای تشخیصی DSM-5، از نظر اختلال ADHD مورد ارزیابی قرار گرفته و ۲۱ نفر وارد مطالعه شدند. پس از توضیح اهداف طرح و اخذ رضایت آگاهانه از والدین، توسط پرسشنامه کانرز والدین نشانه‌های اختلال بیش‌فعالی کم توجهی ارزیابی گردید.





• سپس بیماران ADHD که درمان استاندارد ( ریتالین در محدوده دوز ۱ mg/kg در دوزهای منقسم ) را حداقل از یک ماه قبل دریافت میکردند ، پس از انجام تست QEEG اولیه، تحت درمان با rTMS با پروتکل تحریک با فرکانس پایین ( ۱ هرتز) بر منطقه SMA راست (یا ناحیه C4 طبق استاندارد ۱۰-۲۰ الکترودهای EEG)، ۶ جلسه (سه جلسه در هفته) به مدت ۲۰ دقیقه در هر جلسه با استفاده از کوئل O و دستگاه ( magnetic stimulator neuro-ms) قرار گرفتند و پس از اتمام جلسات، مجدداً برای بیماران تست QEEG و پرسشنامه کانرز والدین جهت ارزیابی میزان تأثیر انجام شد .

• شرکت کنندگان در تمام جلسات rTMS برای کاهش خطر آسیب شنوایی از گوش گیر استفاده کردند.



## معیار های ورود:

۱. سن شناسنامه ای ۶ تا ۱۲ سال

۲. ابتلا به ADHD

۳. ضریب هوشی در محدوده طبیعی (براساس مصاحبه انجام گرفته و سوابق قبلی)

۴. عدم ابتلا به بیماری طبی واضح و تشنج (براساس تاریخچه اخذ شده از خانواده بیمار)

۵. عدم ابتلا به سایر اختلالات روانپزشکی (براساس مصاحبه ساختاریافته انجام شده توسط فوق تخصص روانپزشکی کودک و نوجوان)

## معیار های خروج:

۱. در صورت عدم همکاری والدین به هر علتی بعد از ورود به مطالعه

۲. ابتلا به هر نوع بیماری سیستمیک یا روانپزشکی دیگری که نیازمند مصرف دارو باشد و درنتایج این پژوهش مشکل ایجاد کند

۳. عدم امکان بررسی دقیق بیمار به علت در دسترس نبودن

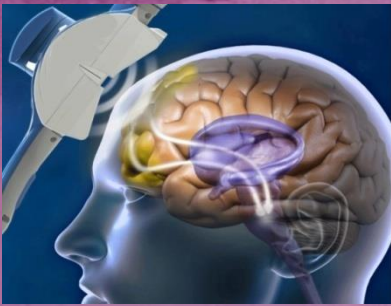
۴. وابستگی به مواد





## نتایج :

- میانگین سنی کودکان در این مطالعه  $۲,۲۲ \pm ۹.۶$  سال بود
- در بررسی شاخصهای QEEG :
- شاخص TBR در نواحی ( CZ و C3 و C4 ) و شاخص Beta 1 در ناحیه C3 نسبت به قبل از درمان با rTMS کاهش داشتند. که میزان کاهش تنها در متغیر TBR در ناحیه C4 ( $۵۱/۱ \pm ۹۴/۰$ ) معنی دار بود ( $p\text{-value} < ۰,۰۵$ ).
- همچنین شاخصهای Teta در ناحیه FZ و Beta1 در ناحیه C4 نسبت به قبل از درمان با rTMS افزایش داشتند (به ترتیب  $۸۸/۲۴ \pm ۶۵/۱$  و  $۰۳/۴ \pm ۱۶/۰$ )



## بررسی پرسشنامه کانرز والدین:

- میانگین نمره حیطة اختلال سلوك در افراد مورد بررسی  $۴۸/۱۰ \pm ۹۳/۴$  بوده که بعد از مداخله به  $۰۹/۳ \pm ۰۵/۶$  کاهش یافته است.
- همچنین میانگین نمره حیطة اختلال یادگیری با کاهش  $۶۲/۳$  نمره ای بعد از مداخله به  $۸۰/۱ \pm ۰۵/۵$  رسیده است.
- نمره حیطة اختلال سایکوماتیک نیز  $۲۳,۲$ ٪ کاهش داشته است و از  $۱۶/۲ \pm ۷۶/۱$  به  $۹۲/۰ \pm ۹۵/۰$  بعد از مداخله رسیده است.
- نمره حیطة اختلال تکانشگری نیز در افراد بررسی شده قبل از مداخله  $۳۰/۲ \pm ۲۴/۸$  بوده که با انجام مداخله TMS به  $۰۰/۲ \pm ۶۷/۴$  کاهش یافته است.
- نمرات اختلال اضطرابی و اندکس هیپراکتیویته نیز به ترتیب  $۳۸/۱$  و  $۶۷/۸$  نمره کاهش داشته اند.

با توجه به نتایج آزمون ویلکاکسون نمرات تمام ابعاد پرسشنامه کانرز والدین بعد از

مداخله TMS کاهش معنی داری داشته اند

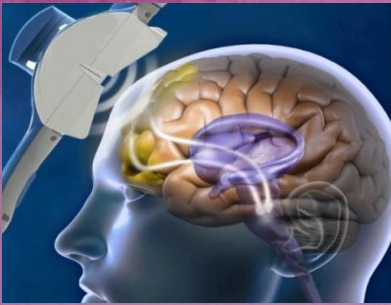




۶۱/۹٪ کودکان قبل از درمان با rTMS در حیطه **اختلال سلوک**، اختلال داشته اند که این درصد، بعد از مداخله به ۳۸/۱٪ رسیده است ( $p=.$ ۲۶۷).

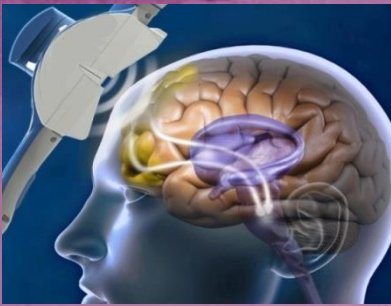
همچنین همه کودکان قبل از درمان با rTMS، **اختلال یادگیری** داشته اند که بعد از درمان با rTMS این مقدار با **کاهش معنی دار** به ۲۸/۶٪ رسیده است ( $p<.$ ۱/۰۰۰۱).

علاوه بر این تمامی کودکان قبل از درمان با rTMS از **نظر اندکس هیپراکتیویتی** اختلال داشته اند که بعد از درمان با rTMS این مقدار با **کاهش معنی دار** به ۸/۲۳٪ رسیده است ( $p<.$ ۱/۰۰۰۱). که این یافته همراستا با مطالعه **Mekky** و **همکاران** است که نمرات کم توجهی، بیش فعالی و تکانشگری بعد از ۵ جلسه rTMS در پیگیری ۲ هفته بعد به طور معنی داری کاهش یافتند.

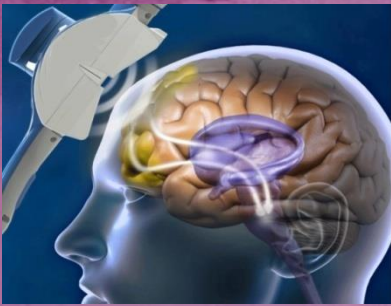


نتایج مطالعه نشان داد که طبق مقیاس ارزیابی کانرز والدین میانگین **نمره حیطة اختلال تکانشگری** در کودکان مبتلا قبل و بعد از جلسات rTMS کاهش یافت که از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود داشت (  $p\text{-value} < 0.01$  ) این یافته مطابق با مطالعه **گومز و همکاران** است که در آن بهبود تکانشگری بعد از جلسات rTMS مشاهده شد ، اما با مطالعه **عبدالرازیک و همکاران** و مطالعه **اسامه و همکاران** مطابقت ندارد ، که در آنها هیچ بهبودی در تکانشگری وجود نداشت، زیرا آنها برای ارزیابی اختلال بیش فعالی- کم توجهی از مقیاس مختلفی (مقیاس رتبه بندی والد معلم SNAP 4) استفاده کردند.





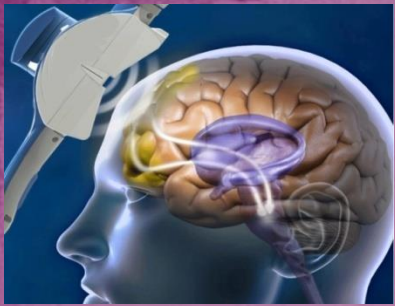
با توجه به نتایج آزمون ویلکاکسون نمرات تمام ابعاد پرسشنامه کانرز والدین بعد از مداخله rTMS، کاهش معنی داری داشته اند ( $p < 0,01$ )، که با نتایج مطالعه **کوون و همکاران** و مطالعه **Le و همکاران** مطابقت نداشتند، که در آنها جلسات rTMS با **فرکانس پایین** با شدت ۱۱۰/۱۰۰ آستانه حرکتی بر روی ناحیه **مکمل حرکتی** در کودکان مبتلا به ADHD و سندرم توره انجام گرفتند و بهبودی علائم ADHD را نشان ندادند و این مساله را می توان با تفاوت در نمونه ها توضیح داد ، زیرا در آنها کودکان مبتلا به اختلال ADHD و سندرم توره بودند .



از آنجا که براساس جستجوهای انجام گرفته مطالعه ای که بررسی تغییرات شاخصهای QEEG را قبل و بعد از rTMS انجام داده باشد، یافت نکردیم و این اولین پژوهش در این رابطه می باشد، امکان مقایسه تغییرات شاخصهای QEEG با پژوهش های دیگر وجود نداشت.

در طول این مطالعه هیچ یک از کودکان تحت درمان عوارض جانبی نداشتند.  
به نظر می رسد rTMS با فرکانس پایین در ناحیه SMA در کودکان مبتلا به ADHD موثر باشد و می تواند منجر به بهبود بالینی قابل توجه شود.





- **rTMS** یک گزینه درمانی امیدوارکننده و غیرتهاجمی جایگزین یا مکمل به درمان دارویی در کودکان و نوجوانان مبتلا به اختلالات روانپزشکی است.

- اکثر تحقیقات روانپزشکی در این جمعیت بر افسردگی نوجوانان متمرکز شده است، با داده‌های محدود در مورد سایر اختلالات روانپزشکی.

- تحقیقات قابل توجهی برای فردی کردن و بهینه‌سازی درمان در اختلالات روانپزشکی کودکان و نوجوانان در مورد مکان‌های تحریک و پارامترهای دوز مورد نیاز است.

