

مقاله مروری

بررسی اثرات تحریک الکتریکی مستقیم مغزی بر شدت درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن: مروری نظام‌مند بر مطالعات گذشته

منا مسعودی^۱ (B.Sc)، سارا امیری^۱ (B.Sc)، نوشین مسعودیان^۲ (M.D)، فاطمه احسانی^{۲*} (Ph.D)

۱- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

۲- مرکز تحقیقات توانبخشی عصبی عضلانی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۲۵

fatemehsani59@yahoo.com

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۳-۳۳۲۲۸۵۰۲

چکیده

هدف: کمردرد یکی از شایع‌ترین اختلالات عضلانی اسکلتی در جوامع امروزی محسوب می‌گردد که می‌تواند منجر به بروز درد مزمن و در نتیجه بروز تغییرات پاتولوژیک عملکرد مغز در اغلب بیماران گردد. بنابراین برطرف نمودن عوامل محیطی و مرکزی درد مزمن بیماران به دنبال ابتلا به کمردرد مزمن با به‌کارگیری از مداخلات موثر از اهمیت بالایی برخوردار است. بر اساس شواهد موجود، نتایج برخی از مطالعات نشان‌دهنده اثرات مثبت تحریکات الکتریکی مستقیم مغزی بر درد مزمن این بیماران می‌باشد، در حالی که برخی دیگر از مطالعات، اثرات معنی‌داری از این مداخله را بر درد مزمن بیماران مبتلا به کمردرد مزمن گزارش نکرده‌اند. هدف از مطالعه حاضر، مروری سیستماتیک بر مطالعاتی است که به بررسی اثر تحریکات الکتریکی مستقیم مغزی بر شدت درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن پرداخته‌اند.

مواد و روش‌ها: جستجو در فاصله زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ از بانک‌های اطلاعات، Pubmed, Science Direct, Scopus, MedLine, ProQuest, Cochrane, Google scholar, Embase, Ovid, WOS از مقیاس PEDro استفاده شد.

یافته‌ها: از بین ۱۷۷ مقاله، ۷ مقاله که واجد شرایط مطالعه بودند، انتخاب گردیدند. از مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار در بروز تفاوت در نتایج مقالات، هم‌زمانی یا عدم هم‌زمانی استفاده از تحریکات الکتریکی مستقیم مغزی با درمان‌های محیطی صورت گرفته بود. بررسی و مرور نتایج مقالات نشان داد که تحریکات الکتریکی مغز به تنهایی اثر معنی‌داری بر شدت درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن نداشت و زمانی می‌توانست اثرگذاری معنی‌دار و ماندگاری بر کاهش شدت درد مزمن بیماران مبتلا به کمردرد داشته باشد که به همراه تحریکات الکتریکی محیطی و یا تمرینات استفاده گردد.

نتیجه‌گیری: تحریک الکتریکی مستقیم مغزی در ترکیب با مداخلات محیطی اثرات مثبت و ماندگاری بر روی پارامتر شدت درد در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن دارد. بنابراین توصیه می‌گردد که جهت کنترل شدت درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن، استفاده از تحریکات الکتریکی مستقیم مغز با مداخلات محیطی همراه گردد.

واژه‌های کلیدی: کمردرد، تحریک الکتریکی مستقیم مغزی، درد مزمن، تحریک الکتریکی

مقدمه

کمردرد یکی از شایع‌ترین و پرهزینه‌ترین اختلالات عضلانی اسکلتی در جوامع امروزی محسوب می‌گردد که بیش از ۷۰ تا ۸۰ درصد جمعیت حداقل یک بار آن را در طول زندگی خود تجربه می‌کنند [۱]. این در حالی است که بالغ بر ۷۳-۷۷ درصد از بیماران مبتلا به کمردرد در وضعیت مزمن قرار می‌گیرند [۲،۳].

در طی دو دهه‌ی گذشته، شواهد نشان داده‌اند که اختلالات مزمن عضلانی-اسکلتی از جمله کمردرد نه تنها منجر به

آسیب‌های ساختاری محیطی می‌گردند، بلکه سبب تغییرات در پردازش سیگنال‌های عصبی، تغییر در عملکرد و ساختار مناطق مختلف مغزی (نواحی حسی حرکتی، پره‌فروتال، سیستم لیمبیک و ساقه مغز) و حتی تغییر در رفتارهای روان‌شناختی فرد نیز می‌شوند [۴-۷]. بر همین اساس، ادراک، نگرش، باورهای بیماران مبتلا به کمردرد مزمن نسبت به درد، سطح ترس بیمار از درد و همچنین سطح رضایت‌مندی شغلی و اعتماد به نفس افراد دچار تغییر می‌گردد [۸،۹]. برخی از مطالعات نشان داده‌اند افرادی که دچار کمردرد مزمن هستند، از میزان ناتوانی

[۲۳-۲۵]. در مجموع با توجه به تناقض در یافته‌های مطالعات موجود، جمع‌بندی مطلوبی از نتایج به‌دست آمده در ارتباط با میزان اثرگذاری مداخله تحریک الکتریکی مغز بر شدت درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن وجود ندارد. در حالی که برخی از محققان استفاده از مداخلات محیطی و دارویی را جهت کنترل قطعی درد مزمن و جلوگیری از عود مجدد اختلالات درد مزمن از جمله کمردرد مزمن کافی ندانسته و توصیه به به‌کارگیری از تعدیل‌کننده‌های مغزی نموده‌اند [۲۶]. بنابراین تعیین اثرات مداخله‌ای تحریکات الکتریکی مغز به‌عنوان یک تعدیل‌کننده سیستم عصبی مرکزی بر شدت درد بیماران جهت مبتلا به کمردرد مزمن از اهمیت و ضرورت ویژه‌ای برخوردار است. بر این اساس هدف از مطالعه حاضر، مروری سیستماتیک بر مطالعاتی است که به بررسی اثر تحریکات الکتریکی مغز بر شدت درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن پرداخته‌اند.

مواد و روش‌ها

استراتژی جستجوی مطالعات و انتخاب مطالعات:

جهت بررسی اثر تحریک الکتریکی مغزی بر روی سطح درد در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن، جستجو با توجه به عناوین و چکیده تمام مقالات از بانک‌های اطلاعاتی Ovid, Scopus, Medline, ProQuest, Cochrane, Google scholar, PubMed, WOS, Embase, Science Direct وازه‌های "Transcranial direct current stimulation", "Pain", "fear of pain", "fear", "brain stimulation", "low back pain" به عمل آمد. جستجوی موضوعی از فاصله زمانی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ انجام شده و مطالعات مربوطه مورد بررسی قرار گرفتند. ابتدا مرورگر اول و دوم تمامی عناوین را در بانک‌های اطلاعاتی بررسی و عناوین مرتبط جهت بررسی خلاصه مقاله را مرور نمودند. خلاصه مقالاتی که مرتبط با تحقیق بوده جدا نموده و سپس مقالات مشابه حذف گردید. در صورتی که مرورگر اول و دوم نمی‌توانستند ورود یا حذف مطالعه را بر اساس عنوان و چکیده تعیین نمایند، کل مقاله چک می‌گردید. در مرحله بعد، متن کامل مقالات باقی مانده بر اساس معیارهای ورود و خروج تحقیق مورد ارزیابی قرار می‌گرفت. مرورگر اول و دوم تمامی مقالات ورودی را به طور مستقل چک کرده و مرورگر دوم که در این زمینه تجربه‌ی بیشتری داشت، به صورت تصادفی برخی از مقالات را چک می‌نمود. علاوه بر جستجوی الکترونیکی از رفرنس‌های مقالات مرتبط جستجوی دستی نیز صورت می‌گرفت. در صورتی که مرورگر اول و دوم در مورد ورود یا حذف نهایی مقاله‌ای به نتیجه نمی‌رسیدند، در این مورد با مرورگر سوم مشورت می‌گردید تا در نهایت به یک توافق جمعی دست یابند. لازم

عملکردی بیش‌تری نیز برخوردار می‌باشند [۱۱،۱۰]. از آنجایی که تغییرات نوروفیزیولوژیکال به‌وجود آمده به‌دنبال کمردرد مزمن می‌تواند منجر به تغییرات پاتولوژیک در کنترل حرکت افراد گردد، الگوی به‌کارگیری و عملکرد عضلات ناحیه تنه (عملکرد عضلات عمقی و سطحی تنه) به‌دنبال کمردرد مزمن تغییر نموده که خود منجر به تشدید ناتوانی و افزایش احتمال عود بیماری در این افراد خواهد شد [۱۳،۱۲]. بنابراین درمان‌های محیطی از جمله دارو درمانی، مداخلات فیزیوتراپی و تمرین درمانی، اگر چه می‌توانند آسیب محیطی به‌وجود آمده را به‌دنبال این اختلالات برطرف نمایند، اما پاسخگوی تغییرات پاتوفیزیولوژی سیستم عصبی مرکزی درد نخواهند بود [۴]. در یکی از مطالعات مروری نیز گزارش گردید که بروز هر گونه درد مزمن از جمله کمردرد مزمن، سردرد، فیبرومیالژیا و ... می‌تواند به‌طور معنی‌داری منجر به بروز پلاستی سیتی پاتولوژیک سیستم عصبی و تغییرات ساختاری و عملکردی آن گردد. در نتیجه به‌کارگیری از مداخلات محیطی برای درمان کامل و قطعی این نوع اختلالات کافی نخواهد بود [۱۴]. بنابراین رویکرد جدید توان بخشی بر این عقیده استوار است که تنها درمان‌های مرسوم کمردرد مزمن کافی نبوده و استراتژی درمانی جامع و کامل خواهد بود که هم برطرف نمودن آسیب‌های محیطی و هم بازسازی تغییرات پاتوفیزیولوژیکال سیستم عصبی مرکزی درد را مدنظر قرار دهد. از این رو نیاز به تلاش جهت یافتن روش‌های درمانی مناسب که سبب تعدیل در سیستم عصبی مرکزی و بهبود عملکرد مغز در جهت کنترل مرکزی و محیطی درد به‌دنبال کمردرد مزمن گردد، ضرورت ویژه‌ای در درمان این بیماران خواهد داشت.

یکی از روش‌های تعدیل‌کننده سیستم عصبی مرکزی که در دو دهه‌ی گذشته طرفداران زیادی پیدا کرده است، استفاده از تکنیک‌های تحریکات مغزی مانند تحریک الکتریکی مستقیم مغزی (tDCS) می‌باشد [۱۶،۱۵]. از این رو برخی از مطالعات نشان داده‌اند که تحریکات الکتریکی مستقیم مغزی (tDCS) می‌تواند اثر معنی‌داری بر بهبود عملکرد مغز، افزایش ارتباطات شبکه عصبی و برطرف نمودن فرایند پاتوفیزیولوژیک پلاستی سیتی به‌دنبال درد مزمن در سیستم عصبی مرکزی داشته باشد [۱۷-۱۹]. در این راستا برخی از مطالعات نیز به بررسی اثرات تحریکات الکتریکی مغز در مقایسه با مداخلات محیطی بر شدت درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن پرداخته و نشان دادند که تحریکات الکتریکی مغزی می‌تواند اثرات مثبتی بر کنترل درد و سطح ناتوانی این بیماران داشته باشد [۲۰-۲۲]. در مقابل برخی از مطالعات نیز نشان داده‌اند که تحریک الکتریکی مغز نمی‌تواند اثر معنی‌داری بر کنترل درد این بیماران داشته باشند

حاصل گردد. لازم به ذکر است مقالاتی وارد مطالعه‌ی مروری می‌شدند که از لحاظ ارزیابی کیفیت امتیاز بیش‌تر از ۵ را کسب می‌نمودند.

استخراج داده‌ها:

جهت استخراج اطلاعات و داده‌های لازم از مقالاتی که شرایط ورود به مطالعه را داشتند، هر دو مرورگر به دقت مقالات را مورد مطالعه قرار دادند. خلاصه یافته‌های این مقالات در جدول شماره ۲ تا ۴ آورده شده است. داده‌های استخراج شده از مطالعات ورودی که در جدول ۲-۴ اشاره شده است، شامل: نویسنده و سال انتشار مقاله، تعداد افراد مورد مطالعه در هر گروه، اهداف مطالعه، تعداد جلسات و مدت زمان مداخله، متغیرهای مورد ارزیابی، ابزار سنجش متغیر، شدت تحریکات الکتریکی به‌کار گرفته شده، زمان ارزیابی‌های انجام شده و نتایج آماری مطالعات بود.

نتایج

با استفاده از کلمات کلیدی از بین ۱۷۷ مقاله، ۷ مقاله پس از ارزیابی‌های کیفی، دارای معیارهای ورود و خروج بوده و وارد مطالعه‌ی اصلی گردیدند [۲۱] و [۲۳] و [۲۴] و [۲۷] و [۲۸] و [۲۹] و [۳۰] (شکل ۱). نتایج جدول ۱ نشان داد که میانگین نمره مطالعات ورودی از مقیاس ارزیابی PEDro به میزان میانگین ۷/۸۷ بود و با توجه به این‌که یکی از ۸ مطالعه‌ی ورودی نمره‌ی ۳ را دریافت نموده بود، از لیست مطالعات ورودی خارج گردید [۳۱]. بنابراین تحلیل داده‌ها بر روی ۷ مقاله‌ی نهایی انجام گردید (شکل ۱).

در جدول ۲، اطلاعات و داده‌های لازم از مقالاتی که شرایط ورود به مطالعه را داشتند، استخراج گردیده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، همه مقالات اثر tDCS را به تنهایی و یا در ترکیب با یک مداخله روتین محیطی دیگر بر روی جامعه‌ی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن بررسی نموده بودند، اما از لحاظ شاخص‌های بررسی، نحوه و مدت زمان مداخله با هم متفاوت بودند. بر همین اساس امکان انجام متاآنالیز بر روی داده‌های مقالات ورودی وجود نداشت. همه مطالعات اثرگذاری tDCS را بر پارامتر شدت درد در بیماران کمردردی مزمن بررسی کرده‌اند. ۴ مطالعه به منظور بررسی اثر مداخله بر روی شدت درد از ابزارهای کمی Visual (VAS) analog scale استفاده کردند [۲۱]، [۲۷]، [۲۸]، [۲۹]، ۳ مطالعه از ابزار کمی Numeric Rating Scale (NRS) برای بررسی شدت درد استفاده کرده بودند [۲۴]، [۲۷]، [۳۰].

به‌ذکر است که مطالعه‌ی حاضر در دانشگاه علوم پزشکی سمنان با کد اخلاق IR.SEMUMS.REC.1398.171 مورد تصویب و ثبت قرار گرفته است.

معیارهای ورود و خروج مطالعه:

معیارهای ورود مطالعات بر اساس مشخصه‌ی PICO تعیین گردید. جامعه‌ی مورد مطالعه بیماران مبتلا به کمردرد مزمنی بودند که بیش از ۱۲ هفته تجربه کمردرد داشتند. مداخله‌ی مدنظر، استفاده از تحریک الکتریکی مستقیم مغزی بود که اثرات درمانی آن بر شدت درد به شکل مستقل و یا در مقایسه با مداخلات روتین محیطی مقایسه می‌گردید. متغیرهای مورد بررسی در مطالعات نیز شدت درد و یا حس درک درد بود. بنابراین مطالعاتی که دارای مشخصه‌های ذیل بودند وارد تحقیق شدند:

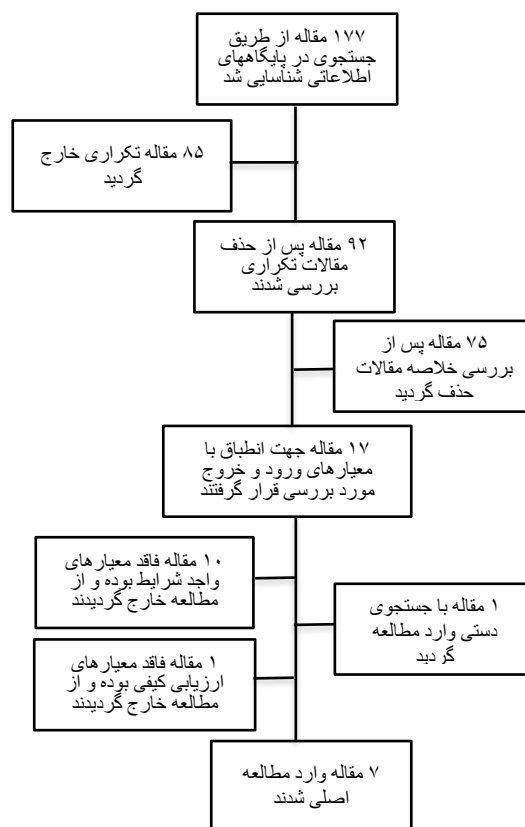
۱. مطالعاتی که تأثیر تحریکات الکتریکی مناطق مختلف مغزی را بر روی پارامترهای شدت درد مورد بررسی قرار داده بودند.
 ۲. مطالعاتی که تأثیر قطب‌های مختلف (آنودال، کاتودال یا هر دو) تحریکات الکتریکی مناطق مختلف مغزی را بر روی سطح درد مورد بررسی قرار داده بودند.
 ۳. مطالعاتی که اثر تحریکات الکتریکی مغز را بر شدت درد مزمن بیماران مبتلا به کمردرد در مقایسه با سایر مداخلات روتین محیطی مورد بررسی قرار داده بودند.
 ۴. مطالعاتی که بر روی نمونه‌های انسانی انجام شده باشد.
 ۵. مطالعاتی که به زبان انگلیسی یا فارسی چاپ شده بودند.
 ۶. مطالعاتی که به صورت تمام متن قابل دسترسی بودند.
- معیارهای خروج از مطالعه به شرح زیر بود:
۱. مطالعاتی که در افراد مبتلا به کمردرد مزمن انجام نگردیده بودند.
 ۲. مطالعاتی که از تحریکات الکتریکی مغزی استفاده نکرده و از تحریکات مغناطیسی مغز استفاده نموده بودند.
 ۳. در پارامترهای مورد ارزیابی در مطالعه، پارامتر شدت درد بررسی نشده بود.
- مطالعاتی که به شکل آزمایشگاهی و در نمونه‌های حیوانی انجام گردیده بود.

ارزیابی کیفی مطالعات:

با توجه به این‌که تمامی مطالعات ورودی از نوع کارآزمایی بالینی بودند جهت ارزیابی کیفی مطالعات ورودی، از مقیاس ارزیابی PEDro استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۱ ذکر شده است. در ابتدا دو مرورگر اول به طور مستقل ارزیابی‌های کیفی را بر روی مطالعات وارد شده انجام داده و در موارد بروز اختلاف نظر با مرورگر سوم مشورت می‌کردند تا توافق نظر

پرسش‌نامه‌ی Oswestory Disability Index جهت بررسی ناتوانی استفاده کرده است [۲۸].

بر اساس نتایج گزارش گردیده در مطالعات ورودی و کشف عامل ناهمگنی مطالعات، مطالعات به دو دسته طبقه‌بندی گردیدند. جدول شماره ۳ مطالعاتی را نشان می‌دهد که نتایج آن‌ها اثر مثبت tDCS را بر روی درد مزمن بیماران مبتلا به کمردرد مزمن نشان داده‌اند [۳۰، ۲۴، ۲۱]. در یکی از مطالعات جدول ۳، نتایج مثبت مداخله ترکیبی tDCS به همراه برنامه ورزشی در مقایسه با گروه‌های دیگر نشان داده شد [۲۱] و در دو مطالعه دیگر نیز اثر کوتاه‌مدت و بلندمدت مثبت مداخله tDCS با ترکیب تحریک الکتریکی محیطی (PES) بر شدت درد بیماران نشان داده شده است. [۳۰، ۲۴] تمامی سه مطالعه ذکر شده در جدول ۳ به بررسی اثر آنودال tDCS پرداخته بودند و در هر سه مطالعه به‌طور مشابه الکتروود فعال بر روی ناحیه حرکتی مغز قرار گرفته بود که اثرات تحریک‌پذیری ناحیه حرکتی مغز را بر شدت درد مزمن بیماران مبتلا به کمردرد مورد بررسی قرار می‌دادند [۳۰، ۲۴، ۲۱]. نتایج ۴ مطالعه از جدول شماره ۴، اثرات معناداری از مداخله‌ی tDCS بر روی شدت درد افراد مبتلا به کمردرد مزمن را مشاهده نکردند [۲۳ و ۲۷-۲۹]. در دو مطالعه به بررسی اثر tDCS آنودال ناحیه حرکتی مغز در مقایسه با گروه تحریک غیر واقعی بر روی پارامتر شدت درد پرداخته بود [۲۹، ۲۸]. در مطالعه دیگر اثر tDCS کاتودال در مقایسه با گروه تحریک غیر واقعی را بر روی پارامتر شدت درد مورد بررسی قرار داده بودند [۲۷] و در مطالعه‌ی چهارم اثرات مقایسه‌ای کاتودال و آنودال tDCS را نسبت به تحریک الکتریکی غیر واقعی بر روی پارامتر شدت درد بررسی کرده بودند [۲۳]. در مجموع با توجه به تفاوت موجود در متدولوژی مطالعات ورودی، تعداد جلسات، نوع مداخلات صورت گرفته و نوع الکتروود به‌کار گرفته شده، ناهمگنی مطالعات بالا بوده و امکان انجام متاآنالیز در مطالعه‌ی حاضر وجود نداشت.



شکل ۱. فلوچارت نحوه ورود مقالات واجد شرایط به مطالعه‌ی سیستماتیک

لازم به ذکر است در یکی از مطالعات جهت بررسی درد الکتريکال آزمایشگاهی قبل و بعد از مداخله، از ابزار اندازه‌گیری NRS و جهت بررسی شدت درد گرمایی تجربی از ابزار اندازه‌گیری VAS استفاده کردند [۲۷]. تنها یک مطالعه از ابزار اندازه‌گیری (DVPRS) Defense and Veterance Pain Rating Scale به منظور بررسی شدت درد استفاده کرده بود [۲۳]. ۴ مطالعه به منظور بررسی ناتوانی از پرسش‌نامه‌ی Roland and Morris disability Questionnaire مربوط به بررسی ناتوانی استفاده کرده بودند [۲۹، ۲۴، ۲۳، ۲۱]. یک مقاله دیگر از

جدول ۱. ارزیابی کیفی مطالعات ورودی بر اساس مقیاس PEDro

Kerstin Luedtke ۲۰۱۵	F.A. Hazime ۲۰۱۷	.Abdulkareem Umar ۲۰۱۷	Timothy Y. Mariano ۲۰۱۸	Siobhan M. Schabrun ۲۰۱۳	Kerstin Luedtke ۲۰۱۲	Sofia Straudi ۲۰۱۸	Neil E.o'Connell ۲۰۱۳	سوالات ارزیابی
+	+	+	+	+	+	+	+	معیار ورود و خروج مطامعه به شکل تخصصی در نظر گرفته شده است
+	+	-	+	+	+	+	+	افراد شرکت کننده به شکل تصادفی وارد مطالعه شده اند؟
+	+	-	-	-	+	+	+	گروه بندی به صورت مخفی انجام گردیده است
+	-	-	-	+	-	+	-	داده های اولیه و پایه در دو گروه یکسان است
+	+	-	+	+	+	+	+	افراد شرکت کننده نسبت به گروه بندی و نوع مداخله کور هستند

+	+	-	+	-	-	-	+	درمانگر نسبت به نوع مداخله افراد گروه مقابل کور است
-	-	-	-	-	+	+	-	ارزیابی کننده نسبت به داده ها و نوع مداخله افراد دو گروه کور است
-	+	+	+	-	+	+	+	آیا حداقل یکی از پیامدهای مورد بررسی در بیش از ۸۵ درصد افراد شرکت کننده انجام گرفته است؟
+	+	+	+	+	+	+	+	آیا حداقل در یکی از پیامدهای کلیدی مطالعه، همه افراد اختصاص یافته در گروه مداخله و کنترل مورد آنالیز و ارزیابی قرار گرفته اند؟
+	+	-	+	+	+	+	+	آیا برای حداقل یکی از داده های مورد بررسی، نتایج قابل قبولی از مقایسه بین گروهی گزارش گردیده است؟
+	+	-	+	+	-	+	+	آیا برای حداقل یکی از پیامدهای مورد بررسی، هر دو داده ی نقطه ای و پراکندگی گزارش گردیده است؟
۹	۹	۳	۸	۷	۸	۱۰	۹	امتیاز کل

جدول ۲. داده های استخراج شده از تمامی مطالعات وارد شده

نویسنده و سال انتشار	تعداد افراد مطالعه	هدف مطالعه	تعداد جلسات و مدت زمان مداخله	متغیرهای مورد ارزیابی
o'Connell et al., 2013	۸ بیمار مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی در ۲ گروه تحریک غیر واقعی و tDCS آنودال - میانگین سنی ۴۵ سال؛ ۷ زن و ۱ مرد	بررسی اثر tDCS آنودال در ناحیه کورتکس حرکتی در مقایسه با گروه غیر واقعی بر شدت درد در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی	۱۵ جلسه به مدت ۳ هفته ی متوالی و در هر هفته ۵ جلسه	شدت درد، میزان حس ناخوشایندی، سطح ناتوانی، اضطراب و افسردگی
Straudi et al., ۲۰۱۸	۳۵ بیمار مبتلا به کمردرد مزمن در ۲ گروه ۱۷ نفره tDCS غیر واقعی به همراه برنامه ی ورزشی گروهی و ۱۸ نفره tDCS واقعی آنودال به همراه برنامه ورزشی گروهی - میانگین سنی ۵۵،۱۱؛ ۲۶ زن و ۹ مرد	بررسی اثر tDCS آنودال به همراه ورزش گروهی بر روی شدت درد و ناتوانی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن	۵ جلسه تحریک مغزی و ۱۰ جلسه برنامه ورزشی پس از تحریک	شدت درد، ناتوانی، وضعیت سلامت و کیفیت زندگی
Luedtke et al., 2012	۱۵ بیمار مبتلا به کمردرد مزمن در سه گروه ۵ نفره tDCS آنودال، tDCS کاتدال و تحریک غیر واقعی - میانگین سنی ۴۸،۷؛ ۶ مرد و ۸ زن	بررسی اثر تحریک tDCS آنودال، کاتودال و غیر واقعی در ناحیه کورتکس حرکتی بر روی شدت درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن	۱ جلسه	حس درد و حس پروپریوسپشن
Schabrun et al., ۲۰۱۳	۱۶ بیمار مبتلا به کمردرد مزمن در چهار گروه آنودال tDCS و PES (تحریک الکتریکی محیطی)، آنودال tDCS و PES غیر واقعی، tDCS تغییر واقعی و PES، tDCS تغییر واقعی و PES غیر واقعی. - میانگین سنی ۳۰ سال؛ ۷ زن و ۹ مرد	اثر tDCS آنودال ناحیه کورتکس حرکتی و PES بر روی درد، سازماندهی قشر مغزی، حساسیت و عملکرد حسی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن	۴ جلسه	شدت درد، عملکرد حسی
Mariano et al., ۲۰۱۸	۲۱ بیمار مبتلا به کمردرد مزمن در ۲ گروه مداخله ی کاتودال tDCS و tDCS - میانگین سنی ۶۰ سال؛ ۱۸ زن و ۳ مرد	بررسی اثر tDCS کاتودال ناحیه ی فرونتال بر روی درد و مولفه های حسی و عاطفی و عملکردی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن	۱۰ جلسه	شدت درد، عملکرد فیزیکی، ناتوانی، پذیرش درد، درد مرتبط با ترس و اضطراب

شدت درد، جنبه های حسی و عاطفی درد، عملکرد فیزیکی، تاثیر کلی درک شده	۱۲ جلسه در طی ۴ هفته و ۳ جلسه در هفته	بررسی اثر tDCS در ترکیب با PES بر کاهش درد، ناتوانی و درک کلی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن	۹۲ نفر بیمار مبتلا به کمردرد مزمن که در ۴ گروه آنودال tDCS با PES، آنودال tDCS با PES غیر واقع، tDCS غیر واقعی با PES، PES با PES غیر واقعی - میانگین سنی ۶۰؛ ۱۹ زن و ۴ مرد	Hazime et al., ۲۰۱۷
- شدت درد - ناتوانی	- ۵ جلسه tDCS متوالی - مداخلات شناختی رفتاری به مدت ۵ ساعت در روز طی ۴ هفته پس از تحریک مغزی	بررسی اثر tDCS ناحیه ی C3 or C4 به تنهایی و با مداخلات شناختی رفتاری بر درد و ناتوانی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن	۱۳۵ نفر بیماران مبتلا به کمردرد مزمن در ۲ گروه TDCS آنودال به همراه مداخلات شناختی رفتاری و TDCS غیر واقعی به همراه مداخلات شناختی رفتاری - میانگین سنی ۴۵ سال، ۶۳ زن و ۷۲ مرد	Luedtke et al., ۲۰۱۵

جدول ۳. مطالعاتی که نتایج آن ها بطور معناداری اثر مثبت tDCS بر روی کاهش شدت درد نشان داده اند.

نویسنده و سال انتشار	شدت تحریک	ابزار سنجش متغیر	زمان ارزیابی	نتیجه گیری
Straudi et al., ۲۰۱۸	tDCS آنودال با شدت ۲ میلی آمپر و ۲۰ دقیقه تحریک در هر جلسه به مدت ۵ جلسه متوالی روزانه و بدنبال این مداخله، ۱۰ جلسه ی برنامه ی ورزش گروهی طی یکماه تمرین و تدوین برنامه تمرینات در منزل	- شدت درد با VAS - ناتوانی با استفاده از Roland Morris Disability Questionnaire - وضعیت سلامتی و کیفیت زندگی با EuroQuol-5 Patient Dimension Health Questionnaire	قبل، بلافاصله بعد از جلسه اول و پنجم و یکماه پس از مداخله	- در ارزیابی پس از یک جلسه تحریک واقعی و پس از ۵ جلسه مداخله تحریک واقعی، شدت درد به طور معناداری کاهش پیدا کرد ($p > 0.05$). - تفاوت معناداری در شدت درد ($p > 0.01$) و پرسشنامه سلامت فردی PHQ-9 بیماران پس از یک ماه پیگیری از درمان ($p > 0.05$)، در گروه تحریک واقعی نسبت به گروه غیر واقعی مشاهده شد.
Schabrun et al., 2013	تحریک الکتریکی محیطی از طریق دو الکترود سطحی با موج بای فایزیک و فرکانس ۲ هرتز و دیوریشن ۰/۱ ms به مدت ۳۰ دقیقه و تحریک tDCS آنودال به مدت ۳۰ دقیقه با شدت ۱ میلی آمپر	- شدت درد: RNS - Motor cortical organization - PPTs : sensitization - Schober test و عملکرد حسی : TPD	قبل و بلافاصله، یک روز و ۳ روز بعد از هر جلسه	- بطور معناداری با ترکیب مداخله ی درمانی tDCS و PES کاهش درد ($P < 0.001$)، حساسیت، سازماندهی قشر موتور طبیعی ($P < 0.001$) و بهبود عملکرد حسی مشاهده شد. - کاهش درد تفاوت معنادار بیشتری نسبت به حساسیت داشته است. طبق نتایج مطالعه مداخله ی tDCS ($P < 0.001$) یا PES ($P < 0.001$) به تنهایی موجب کاهش معنادار درد فوراً پس از مداخله و ۱ و ۳ روز پس از مداخله می شد. ترکیب دو مداخله ی tDCS و PES باعث اثرگذاری معنی دار بیشتری نسبت به اعمال هر مداخله به تنهایی می گردید.
Hazime et al., 2017	tDCS آنودال با شدت ۲ میلی آمپر و ۲۰ دقیقه تحریک در هر جلسه و تحریک الکتریکی محیطی از طریق ۲ الکترود سطحی با موج بای فایزیک و فرکانس ۱۰۰ هرتز و دیوریشن ۰،۲ ms به مدت ۴۰ دقیقه	- شدت درد : NRS - جنبه های حسی و عاطفی درد: MC Gill questionnaire - فائکشن فیزیکی (ناتوانی): Ronald and Morris Questionnaire	قبل، بلافاصله بعد و پس از ۱۲ جلسه ی تحریک. دوره پیگیری ۴ هفته، ۳ ماه و ۶ ماه پس از مداخله	- کاهش درد معنی دار بلافاصله پس از مداخله ($P < 0.05$) و در طولانی مدت برای ۴ هفته در گروه PES و PES+TDCS - کاهش درد معنی دار پس از ۳ ماه فقط در گروه PES+TDCS باقی مانده و بعد از ۶ ماه تاثیری در هیچ گروه وجود نداشت. - اثر درک شده کلی: تغییر بالینی مهم فقط در گروه tdc+pes بعد از ۴ هفته دیده شد. بعد از ۳ ماه در گروه tdc+pes و بعد از ۶ ماه بهبودی معنادار در گروه tdc+ pes دیده شد.

جدول ۴. مطالعاتی که نتایج آنها تفاوت معناداری در کاهش شدت درد بدنبال مداخله گزارش نشده است.

نتیجه گیری	زمان ارزیابی	ابزار سنجش متغیر	شدت مداخله	نویسنده و سال انتشار
اثر معناداری در نتایج اولیه بین تحریک فعال و غیر واقعی در شدت میانگین درد و حس ناخوشایند (با P-Value:0.821 و حس ناخوشایندی با P-Value: 0.937) مشاهده نشد.	بلافاصله بعد از هر جلسه، ۳ روز و ۳ هفته پس از مداخله	-شدت درد: VAS -سطح ناتوانی: RMDQ -اضطراب و افسردگی: (Hospital Anxiety) HA Depression and Scale -عملکرد شناختی: word task Stroop color	تحریک الکتریکی مغز با شدت ۲ آمپری تود و ۲۰ دقیقه در هر جلسه	E.o'Connell et al., 2013
هیچ تغییری در رتبه بندی شدت درد بین گروهی و درون گروهی مشاهده نشد و روش های تست حسی کمی بدون تغییر باقی ماند.	بلافاصله پس از مداخله	NRS: Electrical pain VAS: thermal pain	تحریک tDCS آنودال، کاتودال و غیر واقعی با شدت ۱ میلی آمپر و ۱۵ دقیقه در هر جلسه	Luedtke et al., 2012
شدت درد، پذیرش درد و درد مرتبط با ترس تغییر معنادار نداشت.	۱، ۵ و ۱۰ روز و ۶ هفته پس از مداخلات	-شدت درد: DVPRS -عملکرد فیزیکی: WHY-MPI-C -ناتوانی: RMDQ -پذیرش درد: CPAQ-8 -درد مرتبط با ترس و اضطراب: PASS-۲۰ -علائم استرس و اضطرابی: PHQ-9	TDCS کاتودال به مدت ۲۰ دقیقه با شدت ۲ میلی آمپر	Mariano et al., ۲۰۱۸
تفاوت معنادار بین دو گروه در هیچ تغییری دیده نشد ($P>0.05$)	بلافاصله بعد و ۴، ۱۲، ۲۴ هفته پس از مداخله	-شدت درد: VAS -ناتوانی: Oswestry disability index	TDCS آنودال با شدت ۲ میلی آمپر و به مدت ۲۰ دقیقه	Luedtke et al., 2015

مطالعاتی که تفاوت معناداری در اثر tDCS بر روی شدت

درد در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن مشاهده کردند: از ۷ مطالعه حاضر که اثر tDCS به تنهایی یا با ترکیب برنامه مداخله ای دیگر بر روی پارامتر شدت درد در افراد مبتلا به کمردرد مزمن بررسی نمودند، ۳ مطالعه (۴۲ درصد از مطالعات ورودی) اثر tDCS را بر روی شدت درد به طور معناداری مثبت ارزیابی کردند [۳۰، ۲۴، ۲۱]. در مطالعات Schaburan و همکارانش در سال ۲۰۱۳ و Hazime و همکارانش در سال ۲۰۱۷، در چهار زیر گروه tDCS به همراه تحریک الکتریکی محیطی (PES)، tDCS به تنهایی، PES به تنهایی و گروه کنترل شدت درد را در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن بررسی کردند. گروه کنترل tDCS و PES را به صورت Sham دریافت کردند. نتایج این مطالعات نشان داد که tDCS در ترکیب با PES کاهش معناداری را بر روی شدت درد بیماران ایجاد می نماید [۳۰، ۲۴]. در حالی که گروه tDCS به تنهایی اثر معناداری بر شدت درد بیماران بلافاصله و یک ماه پس از مداخله نداشت [۳۰، ۲۴]. به نظر می رسد که علت تفاوت های مشاهده شده بین دو گروه tDCS به همراه PES و tDCS به تنهایی به دلیل تسریع بیشتر در فرایند بازسازی نرمال ناحیه حرکتی مغز و در نتیجه بهبود عملکرد شبکه ی عصبی درد در نواحی مختلف مغزی بدنبال

بحث و نتیجه گیری

شواهد نشان می دهد که tDCS سبب تعدیل سیستم عصبی مرکزی و بهبود عملکرد مغز می گردد. بر این اساس به نظر می رسد که تحریکات الکتریکی مستقیم مغزی بتواند اثرات مثبتی بر کنترل درد مزمن بیماران مبتلا به کمردرد مزمن که دچار تغییرات پاتولوژیک عملکردی و ساختاری در بخش های مختلف مغزی می گردند، داشته باشد. هدف از مطالعه حاضر مروری سیستماتیک بر بررسی اثربخشی tDCS بر شدت درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن بوده و بررسی ها نشان داد که اگر چه در اکثر مطالعات ورودی مورد بررسی، روش کار، مدت زمان و تعداد جلسات مداخله، نوع مقایسه بین مداخلات و مدت زمان دوره پیگیری متفاوت بود، ولی یکی از فاکتورهای اساسی که منجر به بروز تفاوت در نتایج مطالعات می گردید و بر مبنای آن گروه بندی مطالعات ورودی صورت گرفت، استفاده از هم زمانی یا عدم هم زمانی به کارگیری از tDCS با مداخلات روتین محیطی بود. مطالعاتی که از این تعدیل کننده مغزی هم زمان با تحریکات الکتریکی محیطی و یا تمرینات ورزشی استفاده کرده بودند، به اتفاق نتایج مثبتی را از اثرگذاری این مداخله بر شدت درد مزمن بیماران گزارش نموده بودند.

برنامه ورزشی گروهی در مقایسه با گروه کنترل به طور معناداری کاهش یافته بود. در این مطالعه ۵ جلسه متوالی مداخله tDCS آنودال و ۱۰ جلسه برنامه ورزشی گروهی اعمال شد و در گروه کنترل ۵ جلسه Sham tDCS به همراه ۱۰ جلسه برنامه ورزشی گروهی دریافت شد. دوره پیگیری ارزیابی پارامترها بلافاصله پس از هر جلسه مداخله تحریکی و در پایان ۵ جلسه مداخله تحریکی مغز و هم‌چنین پس از ۱۰ جلسه برنامه ورزشی و یک‌ماه پس از درمان ترکیبی انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که شدت درد به‌طور معناداری ۵ جلسه بعد از استفاده از tDCS و در دوره پیگیری یک‌ماهه کاهش یافت اما تفاوت معناداری در ارزیابی فوری پس از مداخلات ترکیبی در گروه tDCS واقعی نسبت به گروه کنترل (tDCS) مشاهده نشد. طبق نظر محققان به نظر می‌رسد علت این تفاوت بین گروهی مشاهده شده در دوره پیگیری یک‌ماه پس از مداخله نشان‌دهنده ماندگاری اثرات مداخله‌ای آنودال tDCS بر روی درد مزمن باشد [۲۱]. به‌نظر می‌رسد به‌کارگیری از تکنیک tDCS آنودال ناحیه حرکتی مغز به همراه انجام تمرینات محیطی می‌تواند در اثربخشی بیشتر و معنی‌دار فرایند پلاستی سیتی ناحیه حرکتی مغز و به‌دنبال آن تعدیل عملکرد راه‌های نزولی درد نقش بسزایی داشته باشد. به‌طوری‌که نتایج مطالعه‌ی مذکور نیز نشان می‌داد که فقط در گروه‌هایی که از تکنیک‌های تعدیل‌کننده مرکزی به همراه تمرینات محیطی استفاده نموده بودند، ماندگاری اثرات مداخله‌ای مشاهده می‌گردید. بنابراین به‌نظر می‌رسد که تکنیک tDCS آنودال به همراه مداخلات محیطی می‌تواند منجر به پلاستی سیتی نورون‌ها و بهبود عملکرد و ساختار شبکه‌ی عصبی درد گشته و در نهایت تغییرات پاتولوژیکال به‌وجود آمده به‌دنبال درد مزمن را به‌طور ماندگار و طولانی‌مدت در افراد مبتلا به کم‌درد مزمن برطرف نماید [۳۰].

مطالعاتی که تفاوت معناداری در اثر tDCS بر روی شدت درد در بیماران مبتلا به کم‌درد مزمن مشاهده نکردند: مرور مطالعات نشان داد که چهار مطالعه (۵۸ درصد از مطالعات ورودی)، tDCS را فاقد اثرات معنادار بر پارامتر شدت درد مزمن در بیماران مبتلا به کم‌درد مزمن ذکر کردند [۲۳ و ۲۷ و ۲۸ و ۲۹]. O'Connell و همکارانش در سال ۲۰۱۳ مطالعاتی بر روی اثر tDCS آنودال بر روی ناحیه حرکتی مغز در مقایسه با گروه تحریک الکتریکی غیر واقعی بر روی درد در بیماران کم‌دردی مزمن غیر اختصاصی انجام دادند و نشان دادند tDCS اثر معنی‌داری بر کاهش شدت درد بیماران مبتلا به کم‌درد مزمن ندارد ($P=0/128$). البته یکی از محدودیت‌های این مطالعه حجم نمونه‌ی کم بود که تعمیم‌پذیری مطالعه را کاهش

مداخله‌ی ترکیبی tDCS آنودال با PES در بیماران مبتلا به کم‌درد مزمن باشد [۳۰، ۲۴]. به هر حال به‌نظر می‌رسد که استفاده از tDCS آنودال ناحیه حرکتی مغز به تنهایی نمی‌تواند اثر کافی و معناداری بر تسهیل فرایند پلاستی سیتی و بهبود عملکرد شبکه عصبی درد در نواحی مختلف مغزی به‌خصوص هسته قدامی تحتانی تالاموس که مرکز کنترل پایانه‌های درد می‌باشد، داشته باشد و از این‌رو در کنترل درد مزمن نیز اثرگذاری معناداری نخواهند داشت [۲۳ و ۲۷ و ۲۸ و ۲۹ و ۳۲]. شواهد نشان داده‌اند با توجه به مشاهده‌ی تغییرات پاتولوژیک عملکردی و ساختاری نواحی مختلف مغز به‌دنبال کم‌درد مزمن، بهترین استراتژی درمانی مداخلاتی هستند که علاوه بر برطرف نمودن آسیب محیطی، تعدیل و بازسازی سیستم عصبی مرکزی را نیز در نظر بگیرند. به‌کارگیری از PES منجر به فعال شدن شبکه پیچیده‌ای از سیسم عصبی حسی شده و در بهبود آنالژزیای سگمنتال و اکستراسگمنتال اثرگذار است [۳۰]. در توجیه فرضیه تقویت اثر ترکیبی این دو نوع مداخله محیطی مرکزی، مکانیسم‌های احتمالی مختلفی وجود دارد که یکی از قوی‌ترین احتمالات بدین شکل می‌باشد که tDCS آنودال ناحیه حرکتی مغز با اثر تسهیل‌کنندگی خود منجر به افزایش سطح تحریک‌پذیری نورون‌ها و افزایش پتانسیل الکتریکی حرکتی (MEP) نورون‌های ناحیه‌ی حرکتی مغز می‌گردد. در حالی‌که PES فرکانس بالا باعث کاهش MEP و در نتیجه کاهش سطح تحریک‌پذیری نورون‌ها و در نهایت منجر به مهار دروازه درد می‌گردد. ترکیب تکنیک مهار PES در نواحی حسی، سینگولیت قدامی لیمبیک و ماده خاکستری مغز با تکنیک تسهیلی tDCS آنودال ناحیه حرکتی مغز می‌تواند اثرات تکنیک ایزوله با پلاستی سیتی همواستاتیک را تقویت نماید. تعدیل آستانه پلاستی سیتی سیناپتیک با به‌کارگیری از این دو تکنیک ترکیبی به‌نظر اثر تحریکی نورون‌های ناحیه حرکتی مغز را به حد مطلوبی رسانده و اثرگذاری آنالژزیک را افزایش می‌دهد.

tDCS آنودال ناحیه حرکتی مغز از طریق مهار نورن‌های حسی تالامیک منجر به آزاد شدن بیش‌تر اپوئیدهای اندوژن در ناحیه سینگولیت قدامی و در نتیجه افزایش فعالیت نورون‌های بخش خاکستری مغز و نهایتاً تعدیل در پیام‌های راه‌های نزولی درد می‌گردند. بنابراین هم‌زمانی این دو تکنیک منجر به افزایش بیش‌تر شدت فعالیت اپوئیدها و در نتیجه تسهیل بیش‌تر در عملکرد راه‌های نزولی مهار درد خواهد شد [۳۰، ۲۴].

در سال ۲۰۱۸ Straudi و همکارانش اثرات tDCS به همراه برنامه ورزشی گروهی بر روی شدت درد بیماران کم‌درد مزمن بررسی کردند و نتایج را با گروه کنترل مقایسه نمودند. نتایج این مطالعه نشان می‌داد که شدت درد در گروه tDCS با

در مجموع مرور مطالعات ورودی نشان داد که tDCS زمانی می‌تواند اثرگذاری مناسبی بر سطح درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن داشته باشد که با یک درمان محیطی مثل PES و یا با انجام تمرینات مناسب در ناحیه کمر همراه گردد. نتایج مطالعات ورودی در این تحقیق حاکی از آن است که به‌کارگیری از tDCS ماندگاری اثر درمان‌های محیطی را به‌طور معنی‌داری می‌تواند افزایش دهد. به هر حال برخی از مطالعات ورودی نیز نشان دادند که به‌کارگیری از tDCS به تنهایی، اثرگذاری معناداری بر کاهش شدت درد در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن ندارد. هم‌چنین با بررسی مطالعات به نظر می‌رسد عواملی هم‌چون محدودیت در تعداد جلسات، نوع مداخلات به‌کار گرفته شده، تعداد نمونه مورد ارزیابی، مدت زمان مداخله و بازه‌ی زمانی ارزیابی در نتیجه‌گیری مطالعات اثرگذار باشد. اما مهم‌ترین عامل در مشاهده‌ی تفاوت بین نتایج در مطالعات ورودی، استفاده از tDCS به‌عنوان یک مداخله‌ی تنها و یا ترکیب با مداخلات محیطی بود. در هر سه مطالعه‌ای که اثرات مثبت و ماندگار tDCS بر کاهش شدت درد بیماران مبتلا به کمردرد مشاهده شد، این مداخله به‌طور هم‌زمان با مداخلات محیطی همراه گردید [۲۱، ۲۴، ۳۰]، در حالی که در مطالعاتی که نتایج مثبتی از به‌کارگیری tDCS بر شدت درد بیماران مشاهده نمودند، از tDCS به‌عنوان یک مداخله مستقل استفاده کرده بودند [۲۳ و ۲۷ و ۲۸ و ۲۹].

از محدودیت‌های این مطالعه عدم استفاده از مطالعات به زبان‌هایی غیر از انگلیسی و فارسی و مطالعات منتشر شده در کنفرانس‌ها در معیار ورود به مطالعه سیستماتیک بود. هم‌چنین تعداد کم مطالعات صورت گرفته در این زمینه که باعث همگن نبودن مطالعات ورودی گردید و امکان انجام متاآنالیز را میسر نمی‌کرد. بنابراین نتیجه‌گیری قطعی آماری از مطالعات ورودی در رابطه با اثر tDCS بر میزان شدت درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن زمانی امکان‌پذیر خواهد بود که مطالعاتی بیش‌تر با متدولوژی مشابه و حجم نمونه مناسب در این زمینه صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

از مرکز تحقیقات توان‌بخشی عصبی عضلانی دانشگاه علوم پزشکی سمنان و هم‌چنین واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان آموزشی، پژوهشی و درمانی کوثر دانشگاه علوم پزشکی سمنان که ما را در اجرای این طرح یاری کردند سپاس‌گزاریم.

می‌داد [۲۹]. در مطالعه Luedtke و همکارانش در سال ۲۰۱۲ نیز اثر یک جلسه تحریک آنودال، کاتودال و غیر واقعی tDCS با شدت ۱ میلی‌آمپر و ۱۵ دقیقه در هر جلسه بر روی درد بیماران کمردردی مزمن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نیز نشان داد که هیچ تغییری در رتبه‌بندی شدت درد در ارزیابی بلافاصله بعد از مداخله بین گروهی و درون گروهی مشاهده نشد. نویسندگان علت عدم تاثیر tDCS را ناکافی بودن تعداد جلسات و شدت تحریک مداخله بر درد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن دانستند [۲۷]. در مطالعه Mariano و همکارانش در سال ۲۰۱۸ اثر tDCS را بر روی شدت درد در دو گروه کاتودال tDCS و کنترل بررسی کردند. در نتایج به دست آمده گزارش کردند شدت درد در دوره پیگیری فوری و ۵، ۱۰ روز و هم‌چنین ۶ هفته پس از مداخلات تغییر معناداری نداشته است [۲۳]. در مطالعه Luedtke و همکارانش در سال ۲۰۱۵ نیز مطالعه‌ای در دو گروه آنودال tDCS به تنهایی و در ترکیب با مداخلات شناختی رفتاری بر روی شدت درد در بیماران کمردرد مزمن غیر اختصاصی انجام دادند. در این مطالعه هر دو مداخله‌ی ترکیبی به‌کار گرفته شده از نوع مداخلات مرکزی بوده و از مداخلات روتین محیطی استفاده نشده بود. نتایج این مطالعه نیز نشان داد که تفاوت معناداری بین دو گروه tDCS آنودال و غیر واقعی وجود ندارد [۲۸]. بر اساس مطالعات نوروفیزیولوژیکال صورت گرفته در بررسی اثربخشی tDCS به تنهایی بر روی شدت درد، شواهد نشان می‌دهد با توجه به عملکرد پیچیده شبکه عصبی درد و این‌که مرکز کنترل درد در نواحی تالاموس، لیمبیک و ساقه مغز می‌باشد، استفاده از tDCS آنودال ناحیه حرکتی مغز به تنهایی اگر چه با افزایش سطح تحریک‌پذیری نواحی حسی حرکتی کورتکس به‌طور غیرمستقیم می‌تواند بر مهار سطح فعالیت نورون‌های تالاموس، سینگولیت قدامی لیمبیک و راه‌های نزولی درد در ناحیه ساقه مغز اثرگذار باشد، ولی میزان اثرگذاری بر شروع پلاستی سیتی و بازسازی این شبکه عصبی درد کافی نخواهد بود و تکمیل این فرایند پلاستی سیتی با فعال شدن کاهش سطح تحریک‌پذیری نورون‌های تالاموس، لیمبیک و ساقه مغز و مهار دروازه درد از طریق راه‌های صعودی سیستم عصبی درد با به‌کارگیری از PES و مداخلات محیطی امکان‌پذیر خواهد بود. بنابراین به‌نظر می‌رسد که هیچ یک از این تکنیک‌ها به تنهایی قادر به تکمیل فرایند بازسازی و پلاستی سیتی شبکه عصبی درد به‌دنبال درد مزمن نخواهند بود [۳۳، ۳۴]. مطالعات انجام شده در این خصوص نیز موید همین مطالب می‌باشند که استفاده از تکنیک tDCS آنودال به تنهایی اثر معنی‌داری بر کاهش درد مزمن بیماران مبتلا به کمردرد مزمن ندارد [۲۳ و ۲۷ و ۲۸ و ۲۹].

[20] O'Connell N, Cossar J, Marston L, Wand B, Bunce D, De Souza L, et al. Transcranial direct current stimulation of the motor cortex in the treatment of chronic nonspecific low back pain: a randomized, double-blind exploratory study. *Clin J Pain* 2013; 29: 26-34.

[21] Straudi S, Buja S, Baroni A. The effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with group exercise treatment in subjects with chronic low back pain: a pilot randomized control trial. *Clin Rehabil* 2018; 32: 1348-1356.

[22] Schabrun S, Chipchase L, Jones E, Hodges P. P 258. Anodal tDCS and TENS for the treatment of chronic low back pain. *Clin Neurophysiol* 2013; 124: e186.

[23] Mariano TY, Burgess FW, Bowker M, Kirschner J, Van't Wout-Frank M, Jones RN, et al. Transcranial direct current stimulation for affective symptoms and functioning in chronic low back pain: a pilot double-blinded, randomized, placebo-controlled trial. *Pain Med* 2019; 20: 1166-1177.

[24] Hazime FA, Baptista AF, de Freitas DG, Monteiro RL, Mareto RL, Hasue RH, Joao SMA. Treating low back pain with combined cerebral and peripheral electrical stimulation: A randomized, double-blind, factorial clinical trial. *Eur J Pain* 2017; 21: 1132-1143.

[25] Luedtke K, Rushton A, Wright C, Juergens TP, Mueller G, May A. Effectiveness of anodal transcranial direct current stimulation in patients with chronic low back pain: Design, method and protocol for a randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2011; 12: 290.

[26] Reidler JS, Mendonca ME, Santana MB, Wang X, Lenkinski R, Motta AF, et al. Effects of motor cortex modulation and descending inhibitory systems on pain thresholds in healthy subjects. *J Pain* 2012; 13: 450-458.

[27] Luedtke K, May A, Jurgens TP. No effect of a single session of transcranial direct current stimulation on experimentally induced pain in patients with chronic low back pain—an exploratory study. *PLoS One* 2012; 7: e48857.

[28] Luedtke K, Rushton A, Wright C, Jurgens T, Polzer A, Mueller G, May A. Effectiveness of transcranial direct current stimulation preceding cognitive behavioural management for chronic low back pain: sham controlled double blinded randomised controlled trial. *BMJ* 2015; 350: h1640.

[29] O'connell NE, Cossar J, Marston L, Wand BM, Bunce D, De Souza LH, et al. Transcranial direct current stimulation of the motor cortex in the treatment of chronic nonspecific low back pain: a randomized, double-blind exploratory study. *Clin J Pain* 2013; 29: 26-34.

[30] Schabrun SM, Jones E, Cancino EL, Hodges PW. Targeting chronic recurrent low back pain from the top-down and the bottom-up: a combined transcranial direct current stimulation and peripheral electrical stimulation intervention. *Brain Stimul* 2014; 7: 451-459.

[31] Umar A, Bin Simbak N, Raj NB, Ahmad A, Hanif S, Muhammad AH, Mahadeva Rao US. Effect of combined brain and back muscle stimulations on level of physical disability among chronic low back pain patients. *Res J Pharmacy Technol* 2017; 10: 3326-3330.

[32] Ohara S, Weiss N, Lenz FA. Microstimulation in the region of the human thalamic principal somatic sensory nucleus evokes sensations like those of mechanical stimulation and movement. *J Neurophysiol* 2004; 91: 736-745.

[33] Mesulam MM, Mufson EJ. Insula of the old world monkey. III: Efferent cortical output and comments on function. *J Comp Neurol* 1982; 212: 38-52.

[34] Jones EG, Coulter JD, Hendry SH. Intracortical connectivity of architectonic fields in the somatic sensory, motor and parietal cortex of monkeys. *J Comp Neurol* 1978; 181: 291-347.

منابع

[1] Svensson HO, Andersson GB, Johansson S, Wilhelmsson C, Vedin A. A retrospective study of low-back pain in 38- to 64-year-old women. Frequency of occurrence and impact on medical services. *Spine (Phila Pa 1976)* 1988; 13: 548-552.

[2] Cassidy JD, Cote P, Carroll LJ, Kristman V. Incidence and course of low back pain episodes in the general population. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005; 30: 2817-2823.

[3] Wasiak R, Kim J, Pransky G. Work disability and costs caused by recurrence of low back pain: longer and more costly than in first episodes. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006; 31: 219-225.

[4] Pelletier R, Higgins J, Bourbonnais D. Addressing neuroplastic changes in distributed areas of the nervous system associated with chronic musculoskeletal disorders. *Phys Ther* 2015; 95: 1582-1591.

[5] Pelletier R, Higgins J, Bourbonnais D. Is neuroplasticity in the central nervous system the missing link to our understanding of chronic musculoskeletal disorders? *BMC Musculoskelet Disord* 2015; 16: 25.

[6] Kleim JA, Jones TA. Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *J Speech Lang Hear Res* 2008; 51: S225-S239.

[7] Apkarian AV, Hashmi JA, Baliki MN. Pain and the brain: specificity and plasticity of the brain in clinical chronic pain. *Pain* 2011; 152: S49-64.

[8] Gatchel RJ, Polatin PB, Mayer TG. The dominant role of psychosocial risk factors in the development of chronic low back pain disability. *Spine (Phila Pa 1976)* 1995; 20: 2702-2709.

[9] Linton SJ. A review of psychological risk factors in back and neck pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000; 25: 1148-1156.

[10] Guclu DG, Guclu O, Ozaner A, Senormanci O, Konkan R. The relationship between disability, quality of life and fear-avoidance beliefs in patients with chronic low back pain. *Turk Neurosurg* 2012; 22: 724-731.

[11] Peters ML, Vlaeyen JW, Weber WE. The joint contribution of physical pathology, pain-related fear and catastrophizing to chronic back pain disability. *Pain* 2005; 113: 45-50.

[12] Ehsani F, Arab AM, Salavati M, Hedayati R, Talimkhani I. Effect of exercise therapy in an unstable surface on muscle activity pattern in patients with low back pain: A systematic review. *Koomesh* 2015; 16: 495-504. (Persian).

[13] Ehsani F, Arab AM, Fatemy E. The relationship between abdominal muscle activity and pain, disability and fear of movement during standing postural tasks in females with chronic nonspecific low back pain. *Koomesh* 2016; 18: 250-257. (Persian).

[14] Puretic MB, Demarin V. Neuroplasticity mechanisms in the pathophysiology of chronic pain. *Acta Clin Croat* 2012; 51: 425-429.

[15] Radebold A, Cholewicki J, Polzhofer GK, Greene HS. Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 2001; 26: 724-730.

[16] Fujimoto H, Mihara M, Hattori N, Hatakenaka M, Kawano T, Yagura H, Miyai I, Mochizuki H. Cortical changes underlying balance recovery in patients with hemiplegic stroke. *NeuroImage* 2014; 85 Pt 1: 547-554.

[17] Kuo MF, Paulus W, Nitsche MA. Boosting focally-induced brain plasticity by dopamine. *Cereb Cortex* 2008; 18: 648-651.

[18] Monte-Silva K, Liebetanz D, Grundey J, Paulus W, Nitsche MA. Dosage-dependent non-linear effect of L-dopa on human motor cortex plasticity. *J Physiol* 2010; 588: 3415-3424.

[19] Nitsche MA, Kuo MF, Grosch J, Bergner C, Monte-Silva K, Paulus W. D1-receptor impact on neuroplasticity in humans. *J Neurosci* 2009; 29: 2648-2653.

Review article

Effects of transcranial direct current stimulation on pain intensity in patients with chronic low back pain: a systematic review of literature

Mona Masoudi (B.Sc)¹, Sara Amiri (B.Sc)¹, Nooshin Masoudian (M.D)², Fatemeh Ehsani (Ph.D)^{*2}

1- Student Research Committee, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

2- Neuromuscular Rehabilitation Research Center, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

* Corresponding author. +98 23 33328502 fatemehehsani59@yahoo.com

Received: 1 Mar 2020; Accepted: 15 Jul 2020

Introduction: Low back pain (LBP) is common musculoskeletal disorder in today's societies, which lead to inducing chronic pain and consequently pathological changes in brain function in most of the patients. Therefore, using effective intervention for controlling chronic pain in patients with LBP is very important. According to the evidence, some studies indicated that pain intensity is decreased by application of trans-cranial direct current stimulation (tDCS) in the patients with CLBP. On the other hand, some studies showed that there were no significant effects on pain intensity in these patients. The aim of this study was to systematically review the studies which investigated the effects of tDCS intervention on pain intensity in patients with CLBP.

Materials and Methods: The search was performed in databases of Google Scholar, PubMed, Embase, WOS, Proquest, MedLine, Scopus, Ovid, Chocrane and Science Direct with from 2000-2019. The quality of articles was assessed by Pedro scale.

Results: Finally, from 177 articles, 7 articles were included in this systematic review study. The results indicated that using concurrent central and peripheral intervention or the condition of using tDCS alone was a key factor in the reporting of different findings among the included studies. The review of articles indicated that using tDCS alone has not significantly affected pain intensity, while tDCS along with peripheral electrical stimulation (PES) or training have a significant and lasting effects on pain intensity in patients with CLBP.

Conclusion: TDCS along with peripheral interventions have positive and lasting effects on pain intensity in patients with CLBP. Therefore, it is suggested that tDCS will be used along with peripheral interventions to control pain intensity in patients with CLBP.

Keywords: Low Back Pain, Transcranial Direct Current Stimulation, Chronic Pain, Electric Stimulation.