

Research Paper



Comparison of the Effectiveness of Cognitive Behavioral Therapy with and without Transcranial Direct Current Stimulation on Pain-Related Disability in Patients with Musculoskeletal Pain

Zohreh Mahmoudabadi¹, Sara Saedi², Azita Amirfakhraei³

1. Department of Psychology, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran.

2. Department of Psychology, Bo.C., Islamic Azad University, Borujerd, Iran.

3. Department of Psychology, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran.



Received: 2025/01/06

Accepted: 2025/10/12

PP: 18

Use your device to scan and
read the article online:



DOI: [10.22054/jcps.2026.89805.3307](https://doi.org/10.22054/jcps.2026.89805.3307)

Keywords: Cognitive-behavioral therapy, Transcranial direct current stimulation, pain-related disability, musculoskeletal pain.

Abstract

Background and Aim: Musculoskeletal pain is one of the major causes of disability, and comparing the effectiveness of cognitive-behavioral therapy (CBT) with and without Transcranial direct current stimulation may play a crucial role in improving pain-related dysfunction. The present study aimed to compare the effectiveness of CBT, with and without transcranial direct current stimulation, on pain-related disability in patients with musculoskeletal pain.

Research Methodology: This applied quasi-experimental study employed a pretest–posttest design with a follow-up phase and a non-equivalent control group. A total of 45 patients with chronic musculoskeletal pain and a minimum pain duration of three months in the lower back, neck, and shoulder regions, who had referred to specialized orthopedic clinics in Sirjan, were selected by convenience sampling and allocated into three groups of 15 participants each: CBT with tDCS, CBT without tDCS, and control. The experimental groups received 12 sessions of group-based CBT according to McFarlane’s protocol, and the combined group additionally underwent 20 sessions of transcranial direct current stimulation at 2 mA targeting the dorsolateral prefrontal cortex. Pain-related disability was assessed using the Roland–Morris Disability Questionnaire (Roland & Morris, 1981). Data were analyzed using repeated-measures ANCOVA and Bonferroni post-hoc tests in SPSS version 26.

Findings: ANCOVA results indicated a significant effect of group on pain-related disability. Both CBT groups—with and without tDCS—showed significantly greater reductions in disability compared to the control group ($F = 66/586$). Although the difference between the two experimental groups was not statistically significant ($p > 0.05$), the combined group demonstrated slightly greater improvement.

Conclusion: The findings indicate that CBT is an effective intervention for reducing pain-related disability, and although tDCS appears to enhance these effects, its statistical advantage was not confirmed. Therefore, while CBT remains a robust therapeutic approach, further research is needed to determine the definitive added value of combining it with tDCS.

Citation: Mahmoudabadi, Z., Saedi, S., & Amirfakhraei, A. (2025). Comparison of the Effectiveness of Cognitive Behavioral Therapy with and without Transcranial Direct Current Stimulation on Pain-Related Disability in Patients with Musculoskeletal Pain. *Clinical Psychology Studies*, 16(61), 99-116. <https://doi.org/10.22054/jcps.2026.89805.3307>

*Corresponding author: Sara Saedi

Address: Department of Psychology, Bo.C., Islamic Azad University, Borujerd, Iran.

Tell: 09134454425

Email: sarasaedi@iau.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Musculoskeletal pain is one of the most prevalent health problems worldwide and a major cause of physical disability. Chronic pain, particularly in the lower back, neck, and shoulders, may restrict daily activities, reduce occupational functioning, and negatively affect psychological well-being and quality of life (Puntillo et al., 2021; Salazar-Méndez et al., 2023). Pain-related disability is not determined solely by pain intensity; cognitive, emotional, and behavioral factors also influence how patients perceive and respond to pain (White et al., 2025).

Cognitive behavioral therapy (CBT) can reduce pain-related disability by modifying maladaptive beliefs, decreasing avoidance behaviors, and improving coping and self-management skills. Transcranial direct current stimulation (tDCS) is a non-invasive neuromodulation technique that may regulate cortical excitability and enhance neuroplasticity in brain regions involved in pain processing and emotional regulation (Nitsche et al., 2008; Wansbrough et al., 2024). However, evidence regarding the additional effectiveness of combining tDCS with CBT remains limited. Therefore, this study aimed to compare the effectiveness of CBT with and without tDCS in reducing pain-related disability among patients with chronic musculoskeletal pain.

Methodology

This applied quasi-experimental study employed a pretest–posttest design with a follow-up phase and a non-equivalent control group. The statistical population consisted of patients with chronic musculoskeletal pain who had referred to specialized orthopedic clinics in Sirjan, Iran. Using convenience sampling, 45 patients aged 45–60 years with at least three months of pain in the lower back, neck, or shoulder regions were selected and assigned to three groups of 15 participants: CBT combined with tDCS, CBT without tDCS, and control. Both experimental groups received 12 group-based CBT sessions based on McFarlane’s protocol. The sessions focused on pain education, identification and modification of negative thoughts, stress and anger management, sleep hygiene, relaxation, graded activity, reduction of avoidance behaviors, and relapse prevention. The combined intervention group additionally received 20 sessions of tDCS at an intensity of 2 mA. The control group received no structured psychological or brain-stimulation intervention and was provided only with general pain-management education.

Tools

Pain-related disability was measured using the 24-item Roland–Morris Disability Questionnaire (Roland & Morris, 1983). Higher scores indicate greater functional disability. The reliability coefficient of the questionnaire in the present study was 0.82. Data were analyzed using descriptive statistics, repeated-measures analysis of covariance, and Bonferroni post-hoc comparisons in SPSS version 26. The significance level was set at 0.05.

Results

The results showed considerable reductions in pain-related disability in both experimental groups. In the CBT plus tDCS group, the mean disability score decreased from 21.00 at pretest to 12.20 at posttest and 13.10 at follow-up. In the CBT-only group, the mean score decreased from 19.90 to 11.30 and 11.00, respectively. In contrast, the control group showed only a slight reduction from 22.60 at pretest to 21.80 at posttest and 21.50 at follow-up.

The analysis of covariance revealed a significant group effect on pain-related disability. Both CBT with tDCS and CBT without tDCS significantly reduced disability compared with the control group ($p < 0.001$). However, the difference between the two experimental groups was not statistically significant ($p > 0.05$), although the combined intervention produced a slightly greater immediate reduction.

Discussion

The findings demonstrated that CBT, both alone and in combination with tDCS, effectively reduced pain-related disability, and these improvements were generally maintained during follow-up. CBT may improve patients’ functioning by modifying negative beliefs about pain, reducing avoidance behaviors, increasing perceived control, and encouraging gradual participation in daily activities. These findings are consistent with previous evidence highlighting the relationship between psychological responses, pain acceptance, and pain-related disability (Hale et al., 2025; White et al., 2025).

Although the addition of tDCS produced a slightly greater immediate improvement, it was not statistically superior to CBT alone. Previous research suggests that tDCS may enhance the effects of CBT by modulating the dorsolateral prefrontal cortex and neural networks associated with pain perception, fear of movement, and emotional regulation (Ehsani et al., 2023). Nevertheless, individual differences in neurophysiological responses, stimulation parameters, and pain characteristics may contribute to variability in treatment outcomes (Wansbrough et al., 2024). The absence of a significant difference may also be related to the strong effectiveness of CBT and the relatively small sample size.

Conclusion

CBT, both with and without tDCS, was effective in reducing pain-related disability among patients with chronic musculoskeletal pain. However, adding tDCS did not significantly improve the effectiveness of CBT. Therefore, CBT can be considered an effective intervention for improving pain-related functioning. Further randomized studies with larger samples, sham-stimulation groups, and longer follow-up periods are required to determine the specific additional benefits of tDCS.

Ethical Considerations

All ethical principles were observed in this study. The participants were informed about the objectives and procedures of the research and provided informed consent to participate. They were also assured that their information would remain confidential.

Funding

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Reference

- Ehsani, F., Hafez Yousefi, M. S., Jafarzadeh, A., Zoghi, M., & Jaberzadeh, S. (2023). Does Multisession Cathodal Transcranial Direct Current Stimulation of the Left Dorsolateral Prefrontal Cortex Prime the Effects of Cognitive Behavioral Therapy on Fear of Pain, Fear of Movement, and Disability in Patients with Nonspecific Low Back Pain? A Randomized Clinical Trial Study. *Brain Sci*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/brainsci13101381>
- Hale, L., Perry, M., Gray, A. R., Leung, W., Dean, S. G., Hempel, D., Davies, C., Dowell, A., Grainger, R., Ingham, T., Jones, B., Saïpe, B., Dassanayake, S., & Devan, H. (2025). A group-based, online-delivered pain management programme (iSelf-help) is not inferior to a group-based, in-person programme in reducing pain-related disability for people with persistent pain: A non-inferiority randomised, two-arm, parallel, open-label trial. *J Pain*, 32, 105447. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2025.105447>
- Nitsche, M. A., Cohen, L. G., Wassermann, E. M., Priori, A., Lang, N., Antal, A., Paulus, W., Hummel, F., Boggio, P. S., Fregni, F., & Pascual-Leone, A. (2008). Transcranial direct current stimulation: State of the art 2008. *Brain Stimul*, 1(3), 206–223. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2008.06.004>
- Puntillo, F., Giglio, M., Paladini, A., Perchiazzi, G., Viswanath, O., Urits, I., Sabbà, C., Varrassi, G., & Brienza, N. (2021). Pathophysiology of musculoskeletal pain: a narrative review. *Ther Adv Musculoskelet Dis*, 13, 1759720x21995067. <https://doi.org/10.1177/1759720x21995067>
- Salazar-Méndez, J., Núñez-Cortés, R., Suso-Martí, L., Ribeiro, I. L., Garrido-Castillo, M., Gacitúa, J., Mendez-Rebolledo, G., Cruz-Montecinos, C., López-Bueno, R., & Calatayud, J. (2023). Dosage matters: Uncovering the optimal duration of pain neuroscience education to improve psychosocial variables in chronic musculoskeletal pain. A systematic review and meta-analysis with moderator analysis. *Neurosci Biobehav Rev*, 153, 105328. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105328>
- Wansbrough, K., Tan, J., Vallence, A. M., & Fujiyama, H. (2024). Recent advancements in optimising transcranial electrical stimulation: reducing response variability through individualised stimulation. *Current opinion in behavioral sciences*, 56, 101360. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2024.101360>
- White, K. M., Zale, E. L., Lape, E. C., & Ditre, J. W. (2025). The association between chronic pain acceptance and pain-related disability: A meta-analysis. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, 32(3), 448-459. <https://doi.org/10.1007/s10880-024-10061-1>



مقاله پژوهشی

مقایسه اثربخشی درمان شناختی رفتاری با و بدون تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر ناتوانی ناشی از درد در بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی عضلانی

زهره محمودآبادی^۱، سارا ساعدی^۲✉، آریتا امیرفخرایی^۳

۱. گروه روان‌شناسی، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران.

۲. گروه روان‌شناسی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد ایران.

۳. گروه روان‌شناسی، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: دردهای اسکلتی-عضلانی (MSP) از عوامل اصلی ناتوانی هستند و مقایسه اثربخشی درمان شناختی رفتاری (CBT) با و بدون تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) می‌تواند در بهبود این ناتوانی‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای داشته باشد. هدف این پژوهش مقایسه اثربخشی درمان شناختی رفتاری با و بدون تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر ناتوانی‌های ناشی از درد در بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی بود. **روش‌شناسی پژوهش:** این مطالعه از نوع کاربردی و نیمه آزمایشی با طرح پیش آزمون-پس آزمون و پیگیری همراه با گروه کنترل ناهمتا انجام شد. تعداد ۴۵ بیمار با درد مزمن اسکلتی با حداقل سه ماه سابقه درد در ناحیه کمر، گردن و شانه، که به کلینیک‌های تخصصی ارتوپدی شهرستان سیرجان مراجعه کرده بودند، به صورت نمونه گیری در دسترس انتخاب و در سه گروه ۱۵ نفری شامل CBT همراه با tDCS، CBT بدون tDCS و کنترل گمارده شدند. گروه‌های آزمایش طی ۱۲ جلسه گروهی CBT براساس پروتکل مک فارلین دریافت کردند و گروه ترکیبی علاوه بر آن ۲۰ جلسه تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز با شدت ۲ میلی آمپر بر ناحیه دورسولترال پره فرونتال دریافت نمودند. ناتوانی از درد با مقیاس (رولاند و موریس، ۱۹۸۱) اندازه گیری و داده‌ها با تحلیل کوواریانس با اندازه گیری مکرر و آزمون‌های تعقیبی بنفرونی در نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ تحلیل شد.

یافته‌ها: تحلیل کوواریانس نشان داد که اثر گروه بر ناتوانی‌های ناشی از درد معنادار است. هر دو گروه CBT با و بدون tDCS نسبت به گروه کنترل کاهش معنادار ناتوانی‌های ناشی از درد داشتند ($F=۶۶/۵۵۶$). تفاوت بین دو گروه آزمایشی از نظر آماری معنادار نبود ($P<۰/۰۵$) اما کاهش در گروه ترکیبی اندکی بیشتر بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد CBT به‌تنهایی در کاهش ناتوانی‌های ناشی از درد مؤثر است و افزودن tDCS این اثر را اندکی تقویت می‌کند، هرچند برتری آماری آن تأیید نشد. بنابراین، CBT مداخله‌ای کارآمد است و برای اثبات مزیت قطعی ترکیب آن با tDCS نیاز به پژوهش‌های گسترده‌تر وجود دارد.



اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۰

شماره صفحات: ۱۸

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به‌صورت آنلاین استفاده کنید:



DOI: 10.22054/jcps.2026.89805.3307

واژه‌های کلیدی:

درمان شناختی رفتاری، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز، ناتوانی‌های ناشی از درد دردهای اسکلتی.

استناد به این مقاله: محمودآبادی، زهره؛ سارا؛ و امیرفخرایی، آریتا. (۱۴۰۴). مقایسه اثربخشی درمان شناختی رفتاری با و بدون تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر ناتوانی ناشی از درد در بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی عضلانی. *مطالعات روان‌شناسی بالینی*، ۶۱(۱)، ۹۹-۱۱۶.

<https://doi.org/10.22054/jcps.2026.89805.3307>



Clinical Psychology Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

*نویسنده مسئول: سارا ساعدی

نشانی: گروه روان‌شناسی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد ایران.

تلفن: ۰۹۱۳۴۴۵۴۴۲۵

پست الکترونیکی: sarasaedi@iau.ac.ir

مقدمه

دردهای اسکلتی-عضلانی^۱ (MSP) از جمله شایع‌ترین مشکلات سلامت در سطح جهان به شمار می‌روند و سهم قابل توجهی در بار جهانی بیماری‌ها^۲ (GBD) و ناتوانی‌ها دارند (سالازار^۳ و همکاران، ۲۰۲۳). بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت (۲۰۲۰)، بیش از ۱/۷ میلیارد نفر در سراسر جهان به نوعی از اختلالات اسکلتی-عضلانی مبتلا هستند و این اختلالات به‌عنوان مهم‌ترین علت ناتوانی جسمانی در میان افراد بالای ۱۵ سال شناخته می‌شوند. این آمارها نشان می‌دهد که دردهای اسکلتی-عضلانی نه‌تنها یک مسئله بالینی شایع، بلکه یک چالش عمده در حوزه سلامت عمومی هستند که ابعاد جسمانی، روانی، اجتماعی و اقتصادی گسترده‌ای را در بر می‌گیرند. اهمیت این مسئله زمانی بیشتر آشکار می‌شود که به شیوع بالای آن در گروه‌های مختلف شغلی توجه شود. کارکنان اداری، کارگران خطوط تولید، پرستاران و رانندگان از جمله گروه‌هایی هستند که به دلیل ماهیت فعالیت‌های حرفه‌ای خود، در معرض خطر بیشتری برای ابتلا به دردهای اسکلتی-عضلانی قرار دارند. شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که بیش از ۶۰ درصد افراد شاغل در طول زندگی خود دست‌کم یک بار این نوع دردها را تجربه می‌کنند (پونتیلو^۴ و همکاران، ۲۰۲۱). شیوع گسترده این دردها در جمعیت شاغل، پیامدهایی فراتر از حوزه سلامت فردی دارد و با کاهش بهره‌وری، افزایش غیبت از کار، افت عملکرد شغلی و تحمیل هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم درمانی، بار اقتصادی قابل توجهی بر نظام‌های سلامت و ساختارهای اجتماعی وارد می‌کند (سیدال و همکاران، ۲۰۲۲).

از منظر آسیب‌شناختی، دردهای اسکلتی-عضلانی معمولاً حاصل تعامل مجموعه‌ای از عوامل مکانیکی، ارگونومیکی، فردی و روان‌شناختی هستند. حرکات تکراری، وضعیت‌های نامناسب بدنی نظیر نشستن طولانی‌مدت پشت میز یا خم شدن‌های مکرر، بلند کردن و جابه‌جایی اجسام سنگین بدون رعایت اصول ارگونومی، و نیز آسیب‌های میکروتروماتیک ناشی از فشارهای مداوم بر عضلات و مفاصل، از جمله مهم‌ترین عوامل مکانیکی و محیطی در بروز این دردها به شمار می‌روند. افزون بر این، استرس روانی و شغلی نیز با افزایش تنش عضلانی و تشدید علائم جسمانی، در ایجاد یا تداوم این اختلالات نقش بسزایی دارد (بریگین و استولزر^۵، ۲۰۲۰). همچنین برخی ویژگی‌های فردی مانند سن بالا، اضافه‌وزن و ضعف عضلانی می‌توانند استعداد ابتلا به این اختلالات را افزایش دهند. یکی از ویژگی‌های مهم دردهای اسکلتی-عضلانی، تمایل آن‌ها به مزمن شدن است. در بسیاری از موارد، این دردها به‌صورت مزمن تظاهر می‌یابند؛ به این معنا که بیش از سه ماه تداوم پیدا می‌کنند و علی‌رغم دریافت درمان‌های اولیه، بهبود کافی حاصل نمی‌شود (غدیری و مشکبید، ۲۰۲۳). این وضعیت به‌ویژه در نواحی کمر، گردن و شانه‌ها شایع‌تر است. مزمن شدن درد سبب می‌شود که این پدیده از یک علامت جسمانی صرف فراتر رود و به یک وضعیت بالینی پیچیده، پایدار و چندوجهی تبدیل شود که ابعاد مختلف عملکرد انسان را درگیر می‌کند. به همین دلیل، درد مزمن اسکلتی-عضلانی به‌عنوان یکی از موضوعات مهم در مطالعات بالینی و روان‌شناختی مطرح است و شناخت دقیق آن برای طراحی مداخلات مؤثر درمانی، ضرورتی انکارناپذیر دارد (تورک و سجادیان، ۲۰۲۰).

یکی از مهم‌ترین و پرمپیامدترین نتایج دردهای مزمن اسکلتی-عضلانی، ناتوانی ناشی از درد است. این نوع ناتوانی، طیفی از محدودیت‌ها در عملکرد جسمانی، روانی، اجتماعی و شغلی را شامل می‌شود و می‌تواند توانایی فرد را در انجام فعالیت‌های روزمره به‌شدت کاهش دهد. اختلالات مربوط به سیستم عضلانی و اسکلتی، از جمله کمردرد، درد گردن، درد شانه، درد زانو و سایر دردهای مفصلی، غالباً با کاهش تحرک، احساس خستگی و محدودیت در فعالیت‌های عادی زندگی همراه هستند (چن و همکاران، ۲۰۲۳). در چنین شرایطی، فرد نه‌تنها در انجام وظایف جسمانی خود با مشکل مواجه می‌شود، بلکه در ایفای نقش‌های فردی، خانوادگی، اجتماعی و شغلی نیز دچار اختلال می‌گردد. علاوه بر پیامدهای جسمانی، درد مستمر و طولانی‌مدت آثار روان‌شناختی قابل توجهی نیز به همراه دارد. تداوم درد می‌تواند زمینه‌ساز بروز یا تشدید مشکلاتی نظیر اضطراب، افسردگی، احساس بی‌کفایتی و درماندگی شود (وانگ و همکاران، ۲۰۲۱). این واکنش‌های روان‌شناختی نه‌تنها پیامد درد هستند، بلکه خود در تشدید ادراک درد و افزایش ناتوانی نقش دارند. به بیان دیگر، درد و ناتوانی در یک چرخه تعاملی قرار می‌گیرند که در آن، عوامل روان‌شناختی و هیجانی به ماندگاری و شدت بیشتر مشکلات عملکردی منجر می‌شوند. از این‌رو،

¹Musculoskeletal Pain²Global Burden Diseases³Salazar et al.⁴Puntillo et al.⁵Siddall et al.⁶Breggin & Stolzer

ناتوانی ناشی از درد را نمی‌توان صرفاً پیامدی مستقیم از آسیب بافتی دانست، بلکه باید آن را حاصل تعامل پیچیده عوامل فیزیولوژیک، روان‌شناختی و اجتماعی در نظر گرفت (غذیری و مشکید، ۲۰۲۳). شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که رابطه میان شدت درد و میزان ناتوانی ناشی از آن، رابطه‌ای ساده و خطی نیست. بر اساس یافته‌های مطالعاتی، حتی دردهایی با شدت متوسط نیز در صورتی که ماهیتی مزمن داشته باشند یا با عوامل روان‌شناختی منفی همراه شوند، می‌توانند سطوح بالایی از ناتوانی را ایجاد کنند (لی و همکاران، ۲۰۲۲). افزون بر این، افرادی که شدت‌های نسبتاً مشابهی از درد را تجربه می‌کنند، الزاماً سطوح یکسانی از ناتوانی را نشان نمی‌دهند. به عبارت دیگر، تجربه درد در افراد مختلف با تفاوت‌های معناداری در میزان محدودیت‌های فیزیکی، مشکلات هیجانی، درماندگی و ناتوانی همراه است (میلر و همکاران، ۲۰۲۳). این تفاوت‌ها نشان‌دهنده آن است که تجربه ناتوانی ناشی از درد، متأثر از نحوه ادراک، تفسیر و مقابله فرد با درد نیز هست.

با توجه به ماهیت مزمن و چندعاملی دردهای اسکلتی-عضلانی، استفاده از رویکردهای درمانی جامع و چندبعدی ضروری به نظر می‌رسد (وایت و همکاران، ۲۰۲۵). رویکردهای نوین درمانی، به‌ویژه آن دسته از مداخلاتی که بر ابعاد روان‌شناختی و عصبی درد تمرکز دارند، تلاش می‌کنند افزون بر کاهش شدت درد، پیامدهای روانی و عملکردی آن را نیز بهبود بخشند (اسمیت و همکاران، ۲۰۲۵). در این میان، درمان شناختی-رفتاری (CBT) به‌عنوان یکی از مداخلات مؤثر در درمان بیماران مبتلا به دردهای مزمن شناخته شده است (تریویدی و همکاران، ۲۰۲۴). این رویکرد درمانی با تمرکز بر اصلاح افکار ناکارآمد، آموزش راهبردهای مقابله‌ای و تقویت رفتارهای خودمدیریتی، به بیماران کمک می‌کند چرخه معیوب درد، اضطراب و درماندگی را بشکنند. شواهد پژوهشی نیز نشان داده‌اند که درمان شناختی-رفتاری می‌تواند به‌طور مؤثری ناتوانی ناشی از درد را کاهش دهد (ویلد و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین این درمان با آموزش فونونی مانند آرام‌سازی، بازسازی شناختی و برنامه‌ریزی فعالیت، به بیماران کمک می‌کند تا کنترل بیشتری بر فعالیت‌های روزمره خود به‌دست آورند و سطح عملکرد خود را بهبود بخشند (هالی و همکاران، ۲۰۲۵). اگرچه مطالعات متعددی نشان داده‌اند که درمان شناختی - رفتاری می‌تواند به‌طور مؤثری ناتوانی‌های ناشی از درد را در بیماران مبتلا به درد مزمن کاهش دهد، با این حال، در برخی موارد، اثربخشی درمان شناختی - رفتاری به‌تنهایی ممکن است برای ایجاد بهبود پایدار و گسترده در همه ابعاد درد و پیامدهای آن کافی نباشد؛ از این‌سو، توجه به مداخلات مکملی که بتوانند اثربخشی این درمان را تقویت کنند، اهمیت یافته است.

در سال‌های اخیر، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) به‌عنوان یکی از روش‌های نوین، غیرتهاجمی و امیدوارکننده در حوزه مدیریت دردهای مزمن مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. این روش با اعمال جریان الکتریکی ضعیف به قشر مغز، می‌تواند فعالیت نورونی را تعدیل کرده، قابلیت انعطاف‌پذیری عصبی را افزایش دهد و آستانه ادراک درد را تغییر دهد (وانسبروگ و همکاران، ۲۰۲۴). از آنجا که در بسیاری از بیماران مبتلا به دردهای مزمن، به‌ویژه دردهای اسکلتی-عضلانی، اختلال در مدارهای عصبی مرتبط با پردازش درد، تنظیم هیجان و کنترل شناختی مشاهده می‌شود، tDCS می‌تواند از طریق تأثیر بر این شبکه‌های عصبی، نقش مؤثری در کاهش شدت درد و بهبود پیامدهای روان‌شناختی مرتبط با آن ایفا کند (رین و همکاران، ۲۰۲۴). اهمیت این روش در آن است که برخلاف بسیاری از مداخلات تهاجمی یا دارویی، با کمترین عوارض و به‌صورت مستقیم بر سازوکارهای عصبی مرتبط با تجربه درد اثر می‌گذارد. شواهد موجود نشان می‌دهد که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز می‌تواند با ایجاد تغییر در فعالیت‌های مغزی، نه تنها شدت درد را کاهش دهد، بلکه به بهبود وضعیت روانی بیماران نیز کمک کند. به همین دلیل، این روش در سال‌های اخیر به‌عنوان یک مداخله مکمل در کنار درمان‌های روان‌شناختی، به‌ویژه در بیماران مبتلا به دردهای مزمن، مورد بررسی قرار گرفته است (برون و همکاران، ۲۰۲۱).

در این زمینه، منطبق ترکیب درمان شناختی-رفتاری با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز، بر پایه احتمال بروز اثرات هم‌افزا استوار است. درمان شناختی-رفتاری ابزارهای شناختی و رفتاری لازم را برای مدیریت درد و چالش‌های مرتبط با آن در اختیار بیماران قرار می‌دهد، در حالی که tDCS ممکن است از طریق افزایش انعطاف‌پذیری عصبی، یادگیری، تثبیت و اجرای این راهبردهای جدید را تسهیل کند. بنابراین، این رویکرد ترکیبی می‌تواند به بهبودهای قابل‌توجه‌تر و پایدارتر در حوزه‌های مختلفی که تحت تأثیر درد مزمن قرار می‌گیرند، منجر شود (اوست و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین منطبق این مقایسه اثربخشی آن است که درمان شناختی-رفتاری با اصلاح افکار ناکارآمد، کاهش درماندگی روان‌شناختی و بهبود شیوه‌های مقابله، پیامدهای ناشی از درد را کاهش می‌دهد؛ در حالی که تحریک فراجمجمه‌ای مغز با تعدیل فعالیت نواحی مغزی مرتبط با درد و هیجان، می‌تواند این اثرات را تقویت کند. از این‌رو، به نظر می‌رسد tDCS نه تنها به‌عنوان یک روش مستقل، بلکه به‌عنوان یک عامل تسهیل‌کننده برای ارتقای اثربخشی مداخلات شناختی-رفتاری، ظرفیت قابل‌توجهی در درمان درد مزمن اسکلتی-عضلانی داشته باشد.

اگرچه در سال‌های اخیر هر یک از دو رویکرد درمان شناختی-رفتاری (CBT) و تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (tDCS) به‌طور جداگانه در درمان دردهای مزمن مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، هنوز درباره میزان اثربخشی ترکیب این دو روش، به‌ویژه در بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی-عضلانی، شواهد کافی و یکپارچه‌ای وجود ندارد. برخی مطالعات اخیر نشان داده‌اند که ترکیب درمان شناختی-رفتاری با tDCS در مقایسه با استفاده از هر یک از این مداخلات به‌تنهایی، می‌تواند اثربخشی بیشتری در کاهش شدت درد و کاهش درماندگی روان‌شناختی داشته باشد. همچنین تحقیقات دیگری نیز حاکی از آن بوده‌اند که استفاده هم‌زمان از tDCS با درمان‌های شناختی-رفتاری ممکن است نتایج درمانی بهتری ایجاد کرده و اثرات درمانی را تقویت کند (برون و همکاران^۱، ۲۰۲۱). با وجود این، هنوز روشن نیست که این ترکیب درمانی تا چه اندازه می‌تواند به‌طور مشخص بر ناتوانی‌های ناشی از درد در بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی-عضلانی تأثیر بگذارد. در واقع، شکاف اصلی در پیشینه پژوهش حاضر آن است که اگرچه درباره کارآمدی مستقل CBT در کاهش ناتوانی ناشی از درد و نیز نقش tDCS در تعدیل درد، شواهد نسبتاً مطلوبی وجود دارد، اما درباره اثر افزایشی ترکیب این دو روش بر ناتوانی‌های ناشی از درد در بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی-عضلانی، هنوز داده‌های کافی در دست نیست. این خلأ پژوهشی به‌ویژه از آن جهت اهمیت دارد که دردهای اسکلتی-عضلانی مزمن ماهیتی چندبعدی دارند و مداخلات تک‌بعدی ممکن است برای مدیریت کامل پیامدهای آن‌ها کافی نباشند. بنابراین، بررسی یک رویکرد ترکیبی که به‌طور هم‌زمان ابعاد روان‌شناختی و نوروفیزیولوژیکی درد را هدف قرار دهد، می‌تواند از نظر نظری و بالینی واجد اهمیت باشد.

از این منظر، مقایسه اثربخشی درمان شناختی-رفتاری با و بدون تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز، می‌تواند دیدگاهی جامع‌تر در خصوص تأثیر این دو روش بر کاهش درد، کاهش درماندگی روان‌شناختی، بهبود کیفیت زندگی و به‌ویژه کاهش ناتوانی‌های ناشی از درد در این بیماران فراهم کند. در همین چارچوب، هدف این پژوهش مقایسه اثربخشی درمان شناختی رفتاری با و بدون تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر ناتوانی‌های ناشی از درد در بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی است. همچنین انتظار می‌رود این رویکرد ترکیبی پژوهش، از طریق تقویت اثرات شناختی-رفتاری و تسهیل فرایندهای عصبی مرتبط با تنظیم درد و هیجان، به بهبود پایدارتر پیامدهای مرتبط با درد منجر شود.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر یک مطالعه کاربردی و از نوع نیمه آزمایشی با طرح پیش آزمون-پس آزمون و پیگیری همراه با گروه کنترل ناهمتا است. جامعه آماری شامل افرادی بود که به دلیل ابتلا به دردهای اسکلتی-عضلانی که حداقل سه ماه سابقه درد در ناحیه کمر، گردن و شانه، به کلینیک‌های تخصصی ارتوپدی شهرستان سیرجان مراجعه کرده بودند. انتخاب شرکت کنندگان به صورت غیرتصادفی و در دسترس انجام شد و در مجموع ۴۵ نفر در سه گروه ۱۵ نفری گمارده شدند: گروه آزمایش اول (درمان رفتاری شناختی با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز)، گروه آزمایش دوم (درمان رفتاری شناختی بدون تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز) و گروه کنترل. تعیین حجم نمونه براساس مطالعات مشابه و با در نظر گرفتن اندازه اثر ۰/۴۰، سطح اطمینان ۰/۹۵، توان آزمون ۰/۸۰ و میزان ریزش ۱۰ درصد انجام شد. برای اطمینان از کفایت حجم نمونه و جبران احتمال ریزش افراد در طول درمان، تعداد ۱۵ نفر برای هر گروه در نظر گرفته شد. گروه کنترل هیچ گونه مداخله درمانی دریافت نکرد و تنها آموزش‌های عمومی در زمینه مدیریت درد دریافت کردند. معیارهای ورود شامل تشخیص قطعی دردهای اسکلتی عضلانی توسط متخصص ارتوپدی با مدت زمان حداقل سه ماه، توانایی و تمایل به شرکت منظم در جلسات درمانی، رضایت آگاهانه کتبی، سن بین ۴۵ تا ۶۰ سال، سواد خواندن و نوشتن و سابقه وجود درد بیش از چند سال بود. معیارهای خروج شامل تمایل نداشتن فرد به ادامه همکاری، دریافت هم‌زمان درمان‌های مشابه یا مداخلاتی که با روند پژوهش تداخل داشته باشد، غیبت بیش از سه جلسه، سابقه بستری در بیمارستان‌های روانپزشکی، ابتلا به اختلال وسواس اجباری، یا حضور در مداخلات مشاوره‌ای و روان‌شناختی دیگر به‌طور هم‌زمان بود.

ابزار پژوهش

پرسشنامه ناتوانی ناشی از درد (PDQ): پرسشنامه ناتوانی ناشی از درد رولاند و موریس^۲ که نخستین بار توسط رولاند و موریس در سال ۱۹۸۱ تدوین شد، یکی از ابزارهای استاندارد و پرکاربرد برای سنجش میزان ناتوانی عملکردی ناشی از دردهای اسکلتی-عضلانی، به‌ویژه کم‌درد مزمن است. این ابزار شامل ۲۴ جمله ساده است که هر یک به نوعی محدودیت در فعالیت‌های روزمره ناشی از درد اشاره دارد. پاسخ‌دهنده باید مشخص کند که هر جمله در مورد وضعیت فعلی او صدق می‌کند یا خیر. برای هر پاسخ «بله» نمره ۱ و برای هر پاسخ «خیر»

² Roland-Morris Disability Questionnaire

نمره ۰ در نظر گرفته می‌شود و مجموع نمرات بین ۰ تا ۲۴ متغیر است؛ نمره ۰ نشان‌دهنده عدم ناتوانی ناشی از درد، نمرات ۱ تا ۸ ناتوانی خفیف، نمرات ۹ تا ۱۶ ناتوانی متوسط و نمرات ۱۷ تا ۲۴ بیانگر ناتوانی شدید و محدودیت گسترده در عملکرد روزمره است. این پرسشنامه از نظر ویژگی‌های روان‌سنجی در مطالعات متعدد داخلی و خارجی مورد تأیید قرار گرفته است. رولاند و فیربانک (۲۰۰۰) روایی سازه و همگرایی بالای آن را گزارش کردند و نشان دادند که نمرات این ابزار با شاخص شدت درد و کیفیت زندگی همبستگی قابل توجهی دارد. در ایران، نسخه فارسی این پرسشنامه توسط دهقانی و همکاران (۱۳۸۲) و خطیبی و همکاران (۱۳۸۸) هنجاریابی و اعتباریابی شده است و ضریب آلفای کرونباخ آن بین ۰/۸۵ تا ۰/۸۹ گزارش گردیده است که بیانگر پایایی درونی مطلوب و ثبات بالای ابزار در بازآزمایی است. همچنین اصغری و نیکلاس (۲۰۰۱) همبستگی این پرسشنامه را با شاخص ناتوانی اوسوستری برابر با ۰/۸۱ گزارش کرده‌اند که روایی همگرایی آن را تأیید می‌کند. میزان پایایی پرسشنامه در پژوهش حاضر هم ۰/۸۲ به‌دست آمد.

روش اجرا

در این مطالعه از یک پروتکل ۱۲ جلسه ای درمان شناختی رفتاری بر اساس الگوی مکفارلین و همکاران (۲۰۱۶) استفاده شد. جلسات به صورت گروهی، دو بار در هفته و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه در محیط درمانگاهی برگزار گردید.

جدول ۱. جلسات درمانی شناختی رفتاری مکفارلین و همکاران (۲۰۱۶)

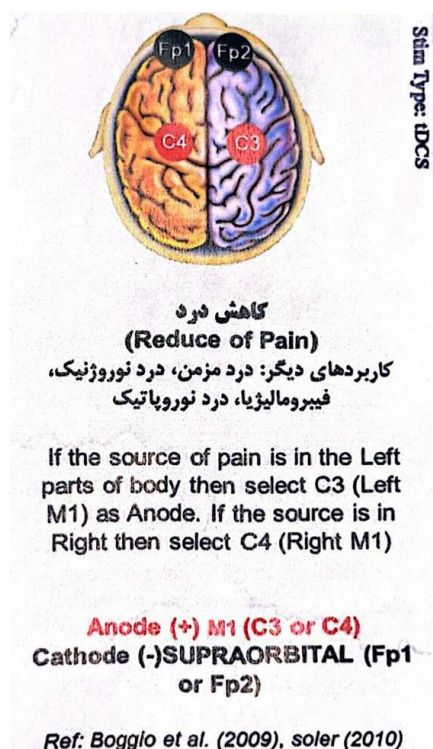
جلسه	اهداف	روش‌ها	تکالیف
۱	آشنایی با شرکت‌کنندگان و ایجاد رابطه درمانی	مصاحبه اولیه و پرسشنامه‌های ارزیابی درد	پر کردن دفترچه یادداشت درد برای ثبت روزانه درد و احساسات
۲	آشنایی با نظریه‌های درد و نقش افکار و احساسات	ارائه اطلاعات درباره نظریه کنترل دروازه‌ای و CBT	نوشتن خلاصه‌ای از آنچه درباره درد یاد گرفته‌اند
۳	شناسایی افکار منفی	تکنیک‌های شناسایی افکار منفی و ثبت آن‌ها	پر کردن فرم ثبت افکار منفی در موقعیت‌های مختلف
۴	چالش‌کشی و تغییر افکار منفی	آموزش تکنیک‌های بازسازی شناختی	تمرین بازسازی افکار منفی به افکار مثبت
۵	شناخت و مدیریت خشم	آموزش تکنیک‌های مدیریت خشم	تمرین تکنیک‌های مدیریت خشم در موقعیت‌های روزمره
۶	بررسی درماندگی روان‌شناختی و تأثیر آن بر احساسات	بحث گروهی درباره تجربیات درماندگی روان‌شناختی	نوشتن نامه به خود درباره تجربیات درماندگی روان‌شناختی و احساسات
۷	آموزش بهداشت خواب و تکنیک‌های بهبود خواب	ارائه اطلاعات درباره بهداشت خواب و تکنیک‌های آرامش	پر کردن چک‌لیست بهداشت خواب و تمرین تکنیک‌های آرامش
۸	افزایش فعالیت‌های روزانه و کاهش اجتناب	برنامه‌ریزی فعالیت‌های تدریجی	تعیین اهداف کوچک برای فعالیت‌های روزانه
۹	تست و ارزیابی باورهای نادرست درباره درد	طراحی آزمایش‌های رفتاری	انجام یک آزمایش رفتاری و ثبت نتایج
۱۰	شناسایی علل عود و برنامه‌ریزی برای پیشگیری	بحث درباره تجربیات عود و راه‌های پیشگیری	تهیه یک برنامه پیشگیری از عود
۱۱	ارزیابی پیشرفت	مقایسه نتایج اولیه و نهایی	نوشتن یک گزارش درباره پیشرفت‌های شخصی
۱۲	جمع‌بندی آموخته‌ها و برنامه‌ریزی برای آینده	بحث درباره استراتژی‌های حفظ پیشرفت	تهیه یک برنامه عملی برای ادامه کار بر روی مهارت‌ها

برای گروه دریافت‌کننده تحریک الکتریکی مستقیم فراجمعه‌ای مغز (tDCS) از دستگاه آلمانی NeuroConn استفاده شد. در این پژوهش، با توجه به پروتکل‌های علمی معتبر جهانی از جمله پیشنهادات نیچی و همکاران^۱ (۲۰۰۸) و همچنین آلونزو و همکاران (۲۰۱۲) در زمینه تحریک فراجمعه‌ای مغز برای اختلالات درد و تنظیم هیجانات، محل قرارگیری الکترودها به‌گونه‌ای انتخاب شد که نواحی کلیدی درگیر در مدولاسیون درد، کنترل هیجان و عملکرد اجتماعی مورد تحریک قرار گیرند. بر این اساس، برای تعدیل فرایندهای شناختی و

^۱ Nitsche et al

هیجانی، الکتروود آند (قطب مثبت) در ناحیه کورتکس پیش‌پیشانی دوسولترال چپ (DLPFC) که در سیستم بین‌المللی ۲۰/۱۰ با نقطه F3 شناخته می‌شود، قرار داده شد و الکتروود کاتد (قطب منفی) بر روی ناحیه سوپرااوربیتال راست (FP2) نصب گردید. تحریک این ناحیه در مطالعات متعددی **کنو و همکاران^۱ (۲۰۱۴)**، **لیفانوچنور و همکاران (۲۰۱۷)** با بهبود تنظیم هیجان، کاهش اضطراب، و تقویت کنترل شناختی بر واکنش‌های عاطفی و اجتماعی همراه بوده است. به منظور کاهش درد و بهبود ناتوانی‌های عملکردی مرتبط با آن، در جلسات دیگر پروتکل، الکتروود آند در ناحیه کورتکس حرکتی اولیه (M1) که در سیستم ۲۰/۱۰ با نقاط C3 یا C4 مشخص می‌شود، قرار داده شد. این ناحیه نقش کلیدی در مدولاسیون نزولی درد دارد و تحریک آن منجر به فعال شدن شبکه‌های مهارى در ساقه مغز و آزادسازی نوروترانسمیترهایی مانند اندورفین‌ها و سروتونین می‌شود که در کاهش ادراک درد نقش مهمی دارند. شواهد حاصل از متاآنالیزها (**لفوش و همکاران، ۲۰۲۰؛ کنوتکوا و همکاران، ۲۰۱۹**) نشان داده‌اند که تحریک ناحیه M1 با شدت ۲ میلی‌آمپر در مدت ۲۰ دقیقه طی ۱۰ تا ۲۰ جلسه، منجر به کاهش معنادار درد مزمن و بهبود عملکرد حرکتی می‌شود.

از منظر نوروساینس کاربردی، ترکیب تحریک نواحی DLPFC و M1 در پروتکل حاضر، هم‌زمان به دو بعد حیاتی درد مزمن می‌پردازد: بعد عاطفی-شناختی (که به واسطه DLPFC کنترل می‌شود) و بعد حسی-حرکتی که توسط M1 تنظیم می‌گردد. این هم‌زمانی باعث می‌شود که هم شدت درد ذهنی کاهش یابد و هم ناتوانی عملکردی مرتبط با آن بهبود یابد. در عین حال، با افزودن جلسات تحریک بر نواحی تمپورال و پاریتال راست، انتظار می‌رود فرایندهای همدلی، تعامل اجتماعی و پاسخ هیجانی سازگارتر نیز تسهیل گردد، که این مسئله برای بیماران دچار دردهای اسکلتی اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا درد مزمن نه تنها یک تجربه فیزیولوژیک بلکه یک پدیده اجتماعی-هیجانی پیچیده است. در مجموع، استفاده از دستگاه NeuroConn ساخت آلمان در این پژوهش بر پایه شواهد علمی بین‌المللی و با رعایت اصول ایمنی، با هدف تعدیل شبکه‌های مغزی درگیر در درد، هیجان و ارتباط اجتماعی طراحی شده است. این دستگاه با فراهم کردن جریان یکنواخت و دقیق، به پژوهشگر امکان می‌دهد تا به‌صورت در دسترس بر نواحی (M1) C3/C4 برای کاهش درد و ناتوانی و بر نواحی F3، T4، T6 و P4 برای بهبود تنظیم هیجانی و اجتماعی تمرکز کند. بدین ترتیب، تحریک فراجمجمه‌ای مغز در کنار درمان شناختی-رفتاری، به‌عنوان یک رویکرد تلفیقی می‌تواند هم به بهبود عملکردهای عاطفی و اجتماعی بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی و هم به کاهش علائم جسمانی و ناتوانی‌های عملکردی آنان کمک کند.



شکل ۱. پروتکل تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز برای کاهش درد



شکل ۲. تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز در بهبود فرایند اجتماعی شدن

تحلیل داده‌ها در دو سطح توصیفی و استنباطی انجام گرفت. در بخش توصیفی از شاخص‌های آماری میانگین، انحراف استاندارد، کجی و کشیدگی برای توصیف ویژگی‌های جمعیت شناختی و متغیرهای اصلی استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک بهره گرفته شد. در صورتی که پیش فرض نرمال بودن داده‌ها برقرار بود، آزمون تحلیل کواریانس با اندازه‌گیری مکرر برای مقایسه تغییرات بین سه گروه در مراحل پیش آزمون، پس آزمون و پیگیری استفاده شد. در صورتی که مفروضه نرمال بودن رعایت نمی‌شد، ابتدا از روش‌های تبدیل داده مانند ریشه‌گیری استفاده شد و در صورت باقی ماندن مشکل، از آزمون‌های ناپارامتریک از جمله فریدمن برای تحلیل درون گروهی و آزمون کروسکال-والیس برای مقایسه بین گروهی استفاده شد. کلیه تحلیل‌ها با نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام گرفت و سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این پژوهش، از مجموع ۴۵ شرکت‌کننده، در گروه درمان شناختی رفتاری همراه با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز ۹ نفر زن (۲۰ درصد) و ۶ نفر مرد (۱۳/۳ درصد) بودند. در گروه درمان شناختی رفتاری تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز ۸ نفر زن (۱۷/۶ درصد) و ۷ نفر مرد (۱۵/۵ درصد) حضور داشتند و در گروه کنترل ۱۰ نفر زن (۲۲/۲ درصد) و ۵ نفر مرد (۱۱/۴ درصد) شرکت کردند. از نظر سطح تحصیلات، در گروه درمان شناختی رفتاری همراه با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز ۱۱ نفر دارای مدرک دیپلم (۲۰/۸ درصد)، ۳ نفر کارشناسی (۶/۶ درصد) و ۱ نفر کارشناسی ارشد (۲/۲ درصد) بودند. این نتایج نشان می‌دهد که در هر سه گروه، بیشترین فراوانی مربوط به افراد دارای تحصیلات دیپلم و جنسیت زن بوده است. در جدول ۲ مشخصات جمعیت شناختی شرکت‌کنندگان در گروه آزمایش و کنترل بیان شده است.

جدول ۲. اطلاعات جمعیت شناختی شرکت کنندگان در مطالعه

گروه	متغیر	دسته‌بندی	فراوانی	درصد
درمان شناختی رفتاری با تحریک فراجمجمه‌ای مغز	سن	۴۵ تا ۵۰ سال	۴	۲۶٫۶۷
		۵۱ تا ۵۵ سال	۶	۴۰٫۰۰
		۵۶ تا ۶۰ سال	۵	۳۳٫۳۳
	جنس	زن	۹	۶۰٫۰۰
		مرد	۶	۴۰٫۰۰
	تحصیلات	دیپلم	۱۱	۷۳٫۳۳
		کارشناسی	۳	۲۰٫۰۰
		کارشناسی ارشد	۱	۶٫۶۷
	سن	۴۵ تا ۵۰ سال	۲	۱۳٫۳۳
		۵۱ تا ۵۵ سال	۷	۴۶٫۶۷
درمان شناختی رفتاری		۵۶ تا ۶۰ سال	۶	۴۰٫۰۰
	جنس	زن	۸	۵۳٫۳۳
		مرد	۷	۴۶٫۶۷
	تحصیلات	دیپلم	۱۰	۶۶٫۶۷
		کارشناسی	۵	۳۳٫۳۳
		کارشناسی ارشد	۰	۰٫۰۰
	سن	۴۵ تا ۵۰ سال	۱	۶٫۶۷
		۵۱ تا ۵۵ سال	۸	۵۳٫۳۳
		۵۶ تا ۶۰ سال	۶	۴۰٫۰۰
	جنس	زن	۱۰	۶۶٫۶۷
کنترل		مرد	۵	۳۳٫۳۳
	تحصیلات	دیپلم	۹	۶۰٫۰۰
		کارشناسی	۵	۳۳٫۳۳
		کارشناسی ارشد	۱	۶٫۶۷

در جدول ۳ نیز یافته‌های توصیفی متغیرهای پژوهش بیان شده است.

جدول ۳. شاخص‌های توصیفی متغیرهای پژوهش در گروه‌های آزمایش و کنترل

متغیر	گروه	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		پیگیری
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
ناتوانی ناشی از درد	درمان شناختی رفتاری با تحریک فراجمجمه ای مغز تحریک فراجمجمه‌ای مغز	۲۱	۱/۲۴	۱۲/۲۰	۱/۷۵	۱۳/۱۰ ۲/۰۲
	درمان شناختی رفتاری	۱۹/۹۰	۱/۳۷	۱۱/۳۰	۱/۱۵	۱۱ ۱/۳۳
	کنترل	۲۲/۶۰	۱/۱۷	۲۱/۸۰	۱/۰۳	۲۱/۵۰ ۰/۹۷

یافته‌های جدول نشان می‌دهد که میانگین نمرات ناتوانی ناشی از درد در هر دو گروه آزمایش (درمان شناختی رفتاری با و بدون تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز) از پیش‌آزمون به پس‌آزمون کاهش معناداری داشته است و این کاهش تا مرحله پیگیری نیز تا حد زیادی حفظ شده است. بیشترین کاهش در گروه دریافت‌کننده درمان شناختی رفتاری همراه با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز مشاهده شد که از میانگین ۲۱ و انحراف معیار ۱/۲۴ در پیش‌آزمون به میانگین ۱۲/۲۰ و انحراف معیار ۱/۷۵ در پس‌آزمون رسید و در پیگیری بر روی میانگین ۱۳/۱۰ و انحراف معیار ۲/۰۲ باقی ماند. گروه درمان شناختی رفتاری بدون تحریک نیز کاهش

چشمگیری از میانگین ۱۹/۹۰ و انحراف معیار ۱/۳۷ در پیش آزمون به میانگین ۱۱/۳۰ و انحراف معیار ۱/۱۵ در پس آزمون رسید. در مقابل، گروه کنترل تغییرات اندکی داشت و میانگین ناتوانی ناشی از درد از میانگین ۲۲/۶۰ و انحراف معیار ۱/۱۷ در پیش آزمون به میانگین ۲۱/۸۰ و انحراف معیار ۱/۰۳ در پس آزمون رسید و در پیگیری به میانگین ۲۱/۵۰ و انحراف معیار ۰/۹۷ رسید. این نتایج بیانگر تاثیر مثبت مداخلات شناختی رفتاری، به ویژه در ترکیب با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر کاهش ناتوانی ناشی از درد بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی است.

در پژوهش حاضر، به منظور کنترل اثرات سوگیری‌های اولیه و ارتقای دقت آماری، از آزمون تحلیل کوواریانس با اندازه‌گیری مکرر (ANCOVA) استفاده شد. در این تحلیل، نمرات پیش آزمون «ناتوانی ناشی از درد» به عنوان متغیر کمکی (Covariate) و مراحل پس آزمون و پیگیری به عنوان سطوح متغیر زمان در نظر گرفته شدند. پیش از اجرای تحلیل، مفروضات آماری مورد بررسی قرار گرفت: ماهیت فاصله‌ای متغیر وابسته و سه سطح متغیر مستقل (درمان شناختی-رفتاری همراه با تحریک فراجمجمه‌ای، درمان شناختی-رفتاری بدون تحریک، و گروه کنترل) محرز گردید. همچنین، به دلیل تخصیص تصادفی شرکت کنندگان به گروه‌ها، فرض استقلال مشاهدات برقرار بود. بررسی توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک (جدول ۴)، بیانگر عدم انحراف معنادار از توزیع نرمال در تمامی متغیرها و گروه‌ها بود ($P > 0/01$). آزمون لوین (جدول ۵) نیز همگنی واریانس‌ها را در مراحل پس آزمون ($P = 0/15$) و پیگیری ($P = 0/10$) تأیید کرد. در نهایت، آزمون همسانی شیب‌های رگرسیون (جدول ۶) نشان داد که اثر تعاملی متغیر کمکی و گروه در مراحل پس آزمون ($P = 0/06$) و پیگیری ($P = 0/40$) از نظر آماری معنادار نیست؛ بنابراین، فرض همگنی واریانس-کوواریانس و یکسانی شیب‌های رگرسیون در گروه‌ها برقرار تشخیص داده شد. در مجموع، با احراز کلیه مفروضات پیش‌نیاز، به کارگیری تحلیل کوواریانس جهت مقایسه میانگین‌های تعدیل‌شده در مراحل پس آزمون و پیگیری، از روایی لازم برخوردار است.

در جدول ۴ نتایج مربوط به پیش فرض نرمال بودن متغیرهای پژوهش با استفاده از روش شاپیرو-ویلک^۱ ارائه شده است. نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که توزیع تمامی متغیرها نرمال است ($P > 0/01$).

جدول ۴. بررسی نرمال بودن متغیرهای پژوهش

متغیر	گروه	آماره آزمون	معناداری
درماندگی روان شناختی	درمان شناختی رفتاری با تحریک فراجمجمه‌ای مغز	۰/۹۳	۰/۴۸
	درمان شناختی رفتاری	۰/۹۶	۰/۷۳
	کنترل	۰/۹۸	۰/۹۹
ناتوانی ناشی از درد	درمان شناختی رفتاری با تحریک فراجمجمه‌ای مغز	۰/۸۴	۰/۰۶
	درمان شناختی رفتاری	۰/۹۵	۰/۷۱
	کنترل	۰/۸۷	۰/۱۱

جدول ۵. تحلیل کوواریانس برای بررسی اثر گروه‌های آموزشی بر ناتوانی ناشی از درد

اثر	متغیر	مجذور مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معناداری	مجذور اتا
مدل تصحیح شده	ناتوانی‌های ناشی از درد	۲۷۸۹/۴۵۰	۵	۵۵۷/۸۹	۲۸/۲۸۱	۰/۰۰۰	۰/۷۸۴
اثر ثابت	ناتوانی‌های ناشی از درد	۶۴/۴	۱	۶۴/۴	۳/۲۶۵	۰/۰۷۹	۰/۰۷۷
گروه	ناتوانی‌های ناشی از درد	۲۶۲۷/۰۹۲	۲	۱۳۱۳/۵۴۶	۶۶/۵۸۶	۰/۰۰۰	۰/۷۷۳
خطا	ناتوانی‌های ناشی از درد	۷۶۹/۳۵	۳۹	۱۹/۷۲۷			
کل	ناتوانی‌های ناشی از درد	۴۵۹۶۵	۴۵				
مدل تصحیح شده کلی	ناتوانی‌های ناشی از درد	۳۵۵۸/۸	۴۴				

نتایج تحلیل کوواریانس ارائه شده در جدول نشان می‌دهد که اثر گروه‌های آموزشی بر ناتوانی ناشی از درد معنادار بوده است ($F = ۶۶/۵۸۶$ ، $P < 0/001$). مقدار مجذور اتا برای عامل گروه برابر با ۰/۷۷۳ است که بیانگر سهم بسیار بالای مداخله در کاهش واریانس ناتوانی ناشی از

^۱. Shapiro-Wilk test

درد می‌باشد. همچنین مقدار F مدل کلی تصحیح شده (۲۸/۲۸۱) و سطح معناداری حاکی از برازش مناسب مدل و توانایی تمایز گروه‌های آزمایشی از گروه کنترل است. به‌منظور بررسی همگنی از آزمون تحلیل کوواریانس برای تعیین معناداری تفاوت میان دو گروه آزمایش و کنترل استفاده شد.

جدول ۶. بررسی مفروضه همگنی واریانس‌ها درمان شناختی رفتاری همراه با تحریک فراجمجمه‌ای مغز بر ناتوانی‌های ناشی از درد

مرحله	متغیر	آماره F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معنی داری
پس آزمون	ناتوانی‌های ناشی از درد	۲/۲۱	۱	۲۸	۰/۱۵
پیگیری	ناتوانی‌های ناشی از درد	۳/۰۲	۱	۲۸	۰/۱۰

نتایج آزمون لوین نشان می‌دهد که واریانس بین دو گروه برابر بوده و با یکدیگر تفاوت معنادار ندارند ($P > ۰/۰۵$)، بنابراین فرض برابری واریانس‌ها پذیرفته می‌شود. یکی دیگر از پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس، بررسی فرضیه یکسانی شیب‌خط رگرسیون است.

جدول ۷. نتایج آزمون یکسانی شیب‌خط رگرسیون برای درمان شناختی رفتاری همراه با تحریک فراجمجمه‌ای مغز بر ناتوانی‌های ناشی از درد

منابع تغییر	متغیر وابسته	مجموع مجزورات	Df	میانگین مجزورات	F	سطح معناداری
پس آزمون	ناتوانی‌های ناشی از درد	۴/۹۶	۱	۴/۹۶	۳/۶۵	۰/۰۶
پیگیری	ناتوانی‌های ناشی از درد	۶/۹۲	۱	۶/۹۲	۰/۹۹	۰/۴۰

نتایج ۷ نشان می‌دهد که پیش‌فرض یکسانی شیب‌خط رگرسیون برای هر دو گروه در متغیر وابسته یکسان است ($P > ۰/۰۵$). درنهایت، نتایج مربوط به پیش‌فرض‌های تحلیل کوواریانس نشان می‌دهد که استفاده از تحلیل کوواریانس بلامانع است.

جدول ۸. نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای مقایسه زوجی میانگین‌های ناتوانی‌های ناشی از درد بین گروه‌ها در مراحل پس آزمون و پیگیری

متغیر	مرحله	گروه (I)	گروه (J)	خطای استاندارد	معناداری
پس آزمون	پس	درمان شناختی رفتاری با تحریک فراجمجمه‌ای مغز	درمان شناختی رفتاری	۳/۸۳	۱
		درمان شناختی رفتاری	کنترل	۳/۸۳	۰/۰۰۰
	آزمون	درمان شناختی رفتاری	درمان شناختی رفتاری با تحریک فراجمجمه‌ای مغز	۳/۸۳	۱
		کنترل	کنترل	۳/۸۳	۰/۰۰۰
ناتوانی ناشی از درد	پس	کنترل	درمان شناختی رفتاری با تحریک فراجمجمه‌ای مغز	۳/۸۳	۰/۰۰۰
			درمان شناختی رفتاری	۳/۸۳	۰/۰۰۰
	پیگیری	کنترل	درمان شناختی رفتاری با تحریک فراجمجمه‌ای مغز	۱/۴۲	۱
			درمان شناختی رفتاری	۱/۴۲	۰/۰۰۰
	آزمون	کنترل	درمان شناختی رفتاری با تحریک فراجمجمه‌ای مغز	۱/۴۲	۱
			درمان شناختی رفتاری	۱/۴۲	۰/۰۰۰
		درمان شناختی رفتاری	کنترل	۱/۴۲	۰/۰۰۰
			درمان شناختی رفتاری با تحریک فراجمجمه‌ای مغز	۱/۴۲	۰/۰۰۰
		درمان شناختی رفتاری	کنترل	۱/۴۲	۰/۰۰۰
			درمان شناختی رفتاری با تحریک فراجمجمه‌ای مغز	۱/۴۲	۰/۰۰۰

آزمون بنفرونی در مرحله پس‌آزمون نشان داد تفاوت معناداری بین دو گروه آزمایشی (درمان شناختی رفتاری با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز در برابر درمان شناختی رفتاری بدون تحریک) وجود ندارد ($P = ۱$). با این حال، هر دو گروه نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری در ناتوانی ناشی از درد داشتند ($P < ۰/۰۰۱$). در مرحله پیگیری نیز تفاوت بین دو گروه آزمایشی معنادار نبود ($P = ۱$)، اما هر دو گروه

در مقایسه با کنترل همچنان کاهش معناداری را نشان دادند ($P < 0.001$) بنابراین، هر دو مداخله مؤثر بوده‌اند، اما افزودن تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز نسبت به درمان شناختی رفتاری به تنهایی برتری آماری معناداری ایجاد نکرده است. این یافته‌ها بیانگر آن است که هر دو شیوه درمان شناختی رفتاری با و بدون تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز به‌طور مؤثر باعث کاهش ناتوانی‌های ناشی از درد می‌شوند و اثر درمانی آن‌ها تا مرحله پیگیری حفظ می‌شود، اما افزودن تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز تفاوت آماری قابل توجهی نسبت به درمان شناختی رفتاری به تنهایی ایجاد نکرده است، هر چند روند تغییرات نشان می‌دهد این گروه کاهش بیشتری را تجربه کرده است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش مقایسه اثربخشی درمان شناختی رفتاری با و بدون تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز بر ناتوانی‌های ناشی از درد در بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی بود. در این پژوهش، هر دو مداخله درمان شناختی رفتاری همراه با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز (CBT+tDCS) و درمان شناختی رفتاری (CBT) به تنهایی در مقایسه با گروه کنترل، موجب کاهش معنادار ناتوانی ناشی از درد در بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی عضلانی شدند. این اثر نه‌تنها در مرحله پس‌آزمون مشاهده شد، بلکه در مرحله پیگیری نیز تداوم داشت؛ امری که نشان می‌دهد اثرات درمانی حاصل از این مداخلات از ثبات نسبی برخوردار بوده و صرفاً محدود به پایان دوره مداخله نیست. با وجود آنکه روند تغییرات در گروه (CBT+tDCS) از نظر توصیفی کاهش بیشتری را نسبت به CBT تنها نشان می‌داد، نتایج مقایسه‌های زوجی حاکی از آن بود که این تفاوت از نظر آماری معنادار نیست. بنابراین، هرچند افزودن tDCS به درمان شناختی رفتاری ممکن است از نظر بالینی در برخی بیماران مزیت‌هایی ایجاد کند، اما در این نمونه خاص برتری آماری قابل اتکایی نسبت به CBT بدون تحریک مشاهده نشد. این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که خود CBT به‌تنهایی دارای اثر درمانی قوی و کافی برای کاهش ناتوانی ناشی از درد است و افزودن tDCS در شرایط فعلی، الزاماً به افزایش معنادار اثربخشی منجر نمی‌شود. از نظر روش‌شناختی نیز نتایج آزمون کوواریانس نشان داد که مدل آماری به‌کاررفته توان مناسبی برای تبیین تغییرات متغیر وابسته داشته و اثر گروه‌ها بر ناتوانی ناشی از درد معنادار بوده است. تأیید فرض همگنی واریانس‌ها و یکسانی شیب خط رگرسیون، اعتبار نتایج را تقویت می‌کند و نشان می‌دهد که تفاوت مشاهده‌شده میان گروه‌ها ناشی از مداخله بوده است. همچنین، مقدار مجذور اتا بیانگر آن است که بخش قابل توجهی از تغییرات ناتوانی ناشی از درد توسط نوع مداخله توضیح داده می‌شود. بنابراین، از منظر آماری نیز می‌توان نتیجه گرفت که هر دو مداخله تا حدودی در کاهش پیامدهای منفی درد نقش مؤثری داشته‌اند.

یافته‌های این پژوهش همچنین نشان داد که میانگین ناتوانی ناشی از درد در گروه درمان شناختی رفتاری با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز و درمان شناختی رفتاری نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری کمتر است و تفاوت بین میانگین ناتوانی ناشی از درد در گروه درمان شناختی رفتاری با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز و درمان شناختی رفتاری معنی‌دار به‌دست آمد. بدین معنی که گروه ترکیبی درمان شناختی رفتاری با تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز از نظر توصیفی کاهش بیشتری نشان داد، اما این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود. نتایج این یافته با پژوهش ناوارو-لدسما و همکاران (۲۰۲۴)؛ احسانی و همکاران (۲۰۲۳)؛ بیشاپ و همکاران (۲۰۱۹)؛ تیکسیرا و همکاران (۲۰۲۰) همسو بود. در تبیین این یافته می‌توان گفت که بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی، درد مزمن اغلب با مجموعه‌ای از مشکلات روان‌شناختی و فیزیولوژیک همراه است که به شکل ناتوانی‌های ناشی از درد ظاهر می‌شوند. ناتوانی‌های ناشی از درد باعث محدودیت در انجام فعالیت‌های روزمره، کاهش استقلال و افزایش وابستگی به دیگران می‌شود. بنابراین، شناسایی و به‌کارگیری روش‌های درمانی مؤثر برای کاهش این پیامدها اهمیت حیاتی دارد. درمان شناختی رفتاری به عنوان یک مداخله روان‌شناختی مؤثر، بر اساس این اصل عمل می‌کند که افکار، احساسات و رفتارها به‌طور متقابل بر یکدیگر تأثیر دارند و تغییر در هر یک می‌تواند باعث تغییرات مثبت در دیگر مولفه‌ها شود. در زمینه درد مزمن اسکلتی، درمان شناختی رفتاری با بازآموزی شناختی، اصلاح باورهای نادرست درباره درد، آموزش تکنیک‌های آرام‌سازی و مدیریت استرس، و اصلاح رفتارهای اجتنابی می‌تواند سطح درماندگی روان‌شناختی را کاهش دهد و به فرد کمک کند که با درد و محدودیت‌های جسمی بهتر کنار بیاید (جاکوبسون و همکاران، ۲۰۱۲).

اگرچه روند تغییرات میانگین‌ها نشان‌دهنده کاهش اندک بیشتر در گروه ترکیبی است، اما این تفاوت از نظر آماری معنادار نبوده و نمی‌توان آن را به عنوان شواهدی قطعی برای اثر هم‌افزایی یا برتری مداخله ترکیبی تفسیر کرد. درمان شناختی رفتاری پایه روان‌شناختی و شناختی لازم برای مقابله با درد و اضطراب مرتبط با آن را فراهم می‌کند، در حالی که تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز ظرفیت عصبی مغز برای یادگیری، تثبیت تغییرات شناختی و کاهش پاسخ‌های فیزیولوژیک به درد و استرس را تقویت می‌کند. این ترکیب باعث کاهش ناتوانی‌های ناشی از درد می‌شود (وان در گروین و همکاران، ۲۰۲۵). مکانیزم علمی این اثرات به چند سطح تقسیم می‌شود. ابتدا، درمان

شناختی رفتاری با اصلاح باورهای نادرست و کاهش افکار منفی باعث کاهش اضطراب و استرس مرتبط با درد می‌شود. دوم، تحریک الکتریکی مستقیم فراجمعه‌ای مغز با تعدیل فعالیت نورونی و افزایش ترشح انتقال‌دهنده‌های عصبی، حساسیت به درد و واکنش‌های فیزیولوژیک به درد و استرس را کاهش می‌دهد. سوم، تعامل بین تغییرات شناختی ایجاد شده توسط درمان شناختی رفتاری و تغییرات نوروفیزیولوژیک ناشی تحریک الکتریکی مستقیم فراجمعه‌ای مغز باعث تثبیت اثرات درمانی و ایجاد تغییرات پایدار در سیستم‌های عصبی و روان‌شناختی می‌شود.

این پژوهش دارای محدودیت‌هایی است که باید در تفسیر نتایج در نظر گرفته شود. یکی از محدودیت‌های بنیادین این پژوهش، عدم تصادفی‌سازی در انتخاب و گماردن شرکت‌کنندگان است. این مطالعه با رویکرد شبه‌آزمایشی و استفاده از نمونه‌گیری دردسترس انجام شد؛ بنابراین، احتمال بروز سوگیری انتخاب به‌طور جدی مطرح است. نخست آنکه حجم نمونه نسبتاً محدود و انتخاب غیر تصادفی شرکت‌کنندگان می‌تواند تعمیم‌پذیری یافته‌ها را کاهش دهد. همچنین اندازه نمونه نسبتاً کوچک قدرت تشخیص تفاوت‌های ظریف بین دو مداخله آزمایشی را کاهش داده است. بنابراین احتمال وجود تفاوت بالینی ناچیز اما قابل توجه در جمعیتی بزرگ‌تر وجود دارد که با اندازه‌گیری‌های بیشتر قابل بازشناسی است. علاوه بر این، ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه، از جمله غلبه زنان و سطح تحصیلات نسبتاً مشابه، ممکن است بر میزان پاسخ‌دهی به مداخله اثر گذاشته و تعمیم‌پذیری نتایج را محدود کند. به دلیل اینکه نمونه از مراجعان کلینیک‌های تخصصی ارتوپدی شهرستان سیرجان و در چارچوب دردسترس انتخاب شده است، تعمیم‌پذیری یافته‌ها محدود می‌شود. تفاوت‌های جمعیت شناختی، شرایط اجتماعی-فرهنگی، الگوهای درمانی معمول در مراکز مختلف، و نیز سطح تجربه و آمادگی بیماران ممکن است باعث شود اثرات مشاهده‌شده در این پژوهش لزوماً در سایر تنظیمات درمانی یا بر روی گروه‌های متفاوت بازتولید نشود. از این رو، ضروری است که پژوهش‌های آینده با کارآزمایی‌های تصادفی‌سازی شده، هم‌تاسازی دقیق‌تر، و در صورت امکان با کورکردن ارزیاب‌ها/شرکت‌کنندگان و نمونه‌های بزرگ‌تر انجام شوند تا اعتبار درونی و قابلیت استنباط علی افزایش یابد و همچنین توان آزمون برای مقایسه بین دو مداخله فعال به سطح کافی برسد. دوم، عدم استفاده از گروه شم برای تحریک الکتریکی مستقیم فراجمعه‌ای مغز باعث می‌شود نتوانیم اثر پلاسیبو احتمالی tDCS را به‌دقت کنترل کنیم. همچنین، طول دوره پیگیری محدود بوده و امکان ارزیابی ماندگاری اثرات درمان در بلندمدت وجود ندارد. عامل دیگر، اتکای مطالعه به گزارش‌های خودگزارشی بیماران است که ممکن است تحت تأثیر سوگیری پاسخ یا انگیزش شرکت‌کنندگان قرار گرفته باشد. همچنین، پارامترهای ثابت تحریک tDCS در این پژوهش ممکن است برای همه بیماران بهینه نبوده باشد و بررسی شدت‌ها، محل‌های تحریک و تعداد جلسات متفاوت می‌تواند نتایج دیگری به همراه داشته باشد. از سوی دیگر، محدود بودن دوره پیگیری نیز مانع از ارزیابی اثرات بلندمدت و پایداری کامل درمان شده است. پژوهش‌های آتی می‌توانند با استفاده از طرح‌های تصادفی‌سازی شده با گروه‌های کنترل فعال و شم به بررسی دقیق‌تر اثر واقعی tDCS بپردازند. افزایش حجم نمونه و انجام مطالعات چند مرکزی می‌تواند تعمیم‌پذیری نتایج را بهبود دهد. همچنین بررسی تأثیر شدت و محل‌های متفاوت تحریک مغزی و مقایسه پروتکل‌های tDCS با پارامترهای متنوع در کنار طولانی‌تر کردن بازه پیگیری، می‌تواند درک کامل تری از پایداری اثرات درمان ارائه دهد. افزودن شاخص‌های عصب فیزیولوژیک و تصویربرداری مغزی نیز می‌تواند به روشن تر شدن مکانیسم‌های عصبی دخیل در کاهش درماندگی کمک کند. با توجه به نتایج به‌دست آمده استفاده از CBT به عنوان مداخله پایه در بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی توصیه می‌شود و در موارد مقاوم یا شدید می‌توان افزودن tDCS را برای تقویت اثرات درمانی مدنظر قرار داد طراحی برنامه‌های درمانی تلفیقی و چندبعدی که هم اصلاح شناخت و هیجان و هم تعدیل عصب زیستی را هدف بگیرد می‌تواند اثربخشی مداخلات را افزایش دهد. همچنین آموزش درمانگران در اجرای ایمن و اصولی tDCS در کنار درمان‌های روان‌شناختی و ارتقای همکاری بین روان‌شناسان پزشکان درد و متخصصان نورومدولاسیون، به توسعه این رویکرد کمک خواهد کرد.

در مجموع، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که CBT با یا بدون tDCS می‌تواند رویکردی مؤثر برای کاهش ناتوانی ناشی از درد در بیماران مبتلا به دردهای اسکلتی عضلانی باشد و اثرات آن تا مرحله پیگیری پایدار بماند. با این حال، در این مطالعه شواهد کافی برای برتری آماری ترکیب CBT+tDCS نسبت به CBT تنها به‌دست نیامد. بنابراین، توصیه می‌شود در پژوهش‌های آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر، دوره پیگیری طولانی‌تر و بررسی زیرگروه‌های بالینی مختلف، نقش واقعی tDCS در تقویت اثربخشی CBT دقیق‌تر مورد ارزیابی قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

تمامی اصول اخلاقی در این مطالعه رعایت شد. شرکت‌کنندگان در مورد اهداف و رویه‌های تحقیق مطلع شده و رضایت خود را برای شرکت اعلام کردند. همچنین به آن‌ها در مورد محرمانه بودن اطلاعاتشان اطمینان داده شد.

حامی مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی خاصی از سازمان‌های تامین مالی در بخش‌های دولتی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافی در رابطه با انتشار این مقاله وجود ندارد.

References

- Alonzo, A., Brassil, J., Taylor, J. L., Martin, D., & Loo, C. K. (2012). Daily transcranial direct current stimulation (tDCS) leads to greater increases in cortical excitability than second daily transcranial direct current stimulation. *Brain Stimulation*, 5(3), 208–213. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2011.04.006>
- Aust, S., Brakemeier, E. L., Spies, J., Herrera-Melendez, A. L., Kaiser, T., Fallgatter, A., ... & Bajbouj, M. (2022). Efficacy of augmentation of cognitive behavioral therapy with transcranial direct current stimulation for depression: a randomized clinical trial. *JAMA psychiatry*, 79(6), 528–537. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2022.0696>
- Bishop, J. H., Shpaner, M., Kubicki, A., Clements, S., Watts, R., & Naylor, M. R. (2018). Structural network differences in chronic musculoskeletal pain: beyond fractional anisotropy. *NeuroImage*, 182, 441–455. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.12.021>
- Breggin, P. R., & Stolzer, J. (2020). Psychological helplessness and feeling undeserving of love: Windows into suffering and healing. *The Humanistic Psychologist*, 48(2), 113–132. <https://doi.org/10.1037/hum0000175>
- Brown, V. M., Zhu, L., Solway, A., Wang, J. M., McCurry, K. L., King-Casas, B., & Chiu, P. H. (2021). Reinforcement Learning Disruptions in Individuals With Depression and Sensitivity to Symptom Change Following Cognitive Behavioral Therapy. *JAMA Psychiatry*, 78(10), 1113–1122. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2021.1844>
- Chen, S., Cheng, Y., Zhao, W., & Zhang, Y. (2023). Psychological pain in depressive disorder: A concept analysis. *Journal of clinical nursing*, 32(13-14), 4128–4143. <https://doi.org/10.1111/jocn.16543>
- Ehsani, F., Hafez Yousefi, M. S., Jafarzadeh, A., Zoghi, M., & Jaberzadeh, S. (2023). Does Multisession Cathodal Transcranial Direct Current Stimulation of the Left Dorsolateral Prefrontal Cortex Prime the Effects of Cognitive Behavioral Therapy on Fear of Pain, Fear of Movement, and Disability in Patients with Nonspecific Low Back Pain? A Randomized Clinical Trial Study. *Brain Sci*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/brainsci13101381>
- Ghadiri Niari, M., & Moshkbid Haghighi, M. (2023). The Effectiveness of Life Skills Training on Psychological Helplessness and Improving the Psychological Capital of Patients with Diabetes in Gilan Province [Research]. *journal of Psychology new Ideas*, 15(19), 1–17. <http://jnip.ir/article-1-850-en.html>
- Hale, L., Perry, M., Gray, A. R., Leung, W., Dean, S. G., Hempel, D., Davies, C., Dowell, A., Grainger, R., Ingham, T., Jones, B., Saipé, B., Dassanayake, S., & Devan, H. (2025). A group-based, online-delivered pain management programme (iSelf-help) is not inferior to a group-based, in-person programme in reducing pain-related disability for people with persistent pain: A non-inferiority randomised, two-arm, parallel, open-label trial. *J Pain*, 32, 105447. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2025.105447>
- Jacobson, L., Koslowsky, M., & Lavidor, M. (2012). tDCS polarity effects in motor and cognitive domains: a meta-analytical review. *Exp Brain Res*, 216(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2891-9>
- Karyotaki, E., Efthimiou, O., Miguel, C., Bermpohl, F. M. G., Furukawa, T. A., Cuijpers, P., Riper, H., Patel, V., Mira, A., Gemmil, A. W., Yeung, A. S., Lange, A., Williams, A. D., Mackinnon, A., Geraedts, A., van Straten, A., Meyer, B., Björkelund, C., Knaevelsrud, C., ... Forsell, Y. (2021). Internet-Based Cognitive Behavioral Therapy for Depression: A Systematic Review and

- Individual Patient Data Network Meta-analysis. *JAMA Psychiatry*, 78(4), 361-371. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2020.4364>
- Knotkova, H., Hamani, C., Sivanesan, E., Le Beuffe, M. F. E., Moon, J. Y., Cohen, S. P., & Huntoon, M. A. (2021). *Neuromodulation for chronic pain*. *Lancet*, 397(10289), 2111-2124. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)00794-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)00794-7)
- Kuo, M. F., & Nitsche, M. A. (2012). Effects of transcranial electrical stimulation on cognition. *Clin EEG Neurosci*, 43(3), 192-199. <https://doi.org/10.1177/1550059412444975>
- Kuut, T. A., Müller, F., Csorba, I., Braamse, A., Aldenkamp, A., Appelman, B., Assmann-Schuilwerpe, E., Geerlings, S. E., Gibney, K. B., Kanaan, R. A. A., Mooij-Kalverda, K., Olde Hartman, T. C., Pauëlsen, D., Prins, M., Sliker, K., van Vugt, M., Keijmel, S. P., Nieuwkerk, P., Rovers, C. P., & Knoop, H. (2023). Efficacy of Cognitive-Behavioral Therapy Targeting Severe Fatigue Following Coronavirus Disease 2019: Results of a Randomized Controlled Trial. *Clin Infect Dis*, 77(5), 687-695. <https://doi.org/10.1093/cid/ciad257>
- Lee, G. S., Kim, H. K., & Kim, M. E. (2022). Relevance of sleep, pain cognition, and psychological distress with regard to pain in patients with burning mouth syndrome. *Cranio®*, 40(1), 79-87. <https://doi.org/10.1080/08869634.2019.1681621>
- Lefaucheur, J. P., Aleman, A., Baeken, C., Benninger, D. H., Brunelin, J., Di Lazzaro, V., Filipović, S. R., Grefkes, C., Hasan, A., Hummel, F. C., Jääskeläinen, S. K., Langguth, B., Leocani, L., Londero, A., Nardone, R., Nguyen, J. P., Nyffeler, T., Oliveira-Maia, A. J., Oliviero, A.,...Ziemann, U. (2020). Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): An update (2014-2018). *Clin Neurophysiol*, 131(2), 474-528. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.11.002>
- Miller, B. T., Scheman, J., Petro, C. C., Beffa, L. R. A., Prabhu, A. S., Rosen, M. J., & Krpata, D. M. (2023). Psychological disorders in patients with chronic postoperative inguinal pain. *Hernia*, 27(1), 35-40. <https://doi.org/10.1007/s10029-022-02662-2>
- Nakao, M., Shiotsuki, K., & Sugaya, N. (2021). Cognitive-behavioral therapy for management of mental health and stress-related disorders: Recent advances in techniques and technologies. *Biopsychosoc Med*, 15(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s13030-021-00219-w>
- Navarro-Ledesma, S., Hamed-Hamed, D., Gonzalez-Muñoz, A., & Pruimboom, L. (2024). Impact of physical therapy techniques and common interventions on sleep quality in patients with chronic pain: A systematic review. *Sleep Med Rev*, 76, 101937. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2024.101937>
- Nitsche, M. A., Cohen, L. G., Wassermann, E. M., Priori, A., Lang, N., Antal, A., Paulus, W., Hummel, F., Boggio, P. S., Fregni, F., & Pascual-Leone, A. (2008). Transcranial direct current stimulation: State of the art 2008. *Brain Stimul*, 1(3), 206-223. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2008.06.004>
- Puntillo, F., Giglio, M., Paladini, A., Perchiazzi, G., Viswanath, O., Urits, I., Sabbà, C., Varrassi, G., & Brienza, N. (2021). Pathophysiology of musculoskeletal pain: a narrative review. *Ther Adv Musculoskelet Dis*, 13, 1759720x21995067. <https://doi.org/10.1177/1759720x21995067>
- Ren, C., Pagali, S. R., Wang, Z., Kung, S., Boyapati, R. B., Islam, K., Li, J. W., Shelton, K. M., Waniger, A., Rydberg, A. M., Hassett, L. C., Croarkin, P. E., Lundstrom, B. N., Pascual-Leone, A., & Lapid, M. I. (2025). Transcranial Electrical Stimulation in Treatment of Depression: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Netw Open*, 8(6), e2516459. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2025.16459>
- Roland, M., & Morris, R. (1983). A study of the natural history of low-back pain. Part II: development of guidelines for trials of treatment in primary care. *Spine (Phila Pa 1976)*, 8(2), 145-150. <https://doi.org/10.1097/00007632-198303000-00005>
- Salazar-Méndez, J., Núñez-Cortés, R., Suso-Martí, L., Ribeiro, I. L., Garrido-Castillo, M., Gacitúa, J., Mendez-Rebolledo, G., Cruz-Montecinos, C., López-Bueno, R., & Calatayud, J. (2023). Dosage matters: Uncovering the optimal duration of pain neuroscience education to improve psychosocial variables in chronic musculoskeletal pain. A systematic review and meta-analysis with moderator analysis. *Neurosci Biobehav Rev*, 153, 105328. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105328>
- Siddall, B., Ram, A., Jones, M. D., Booth, J., Perriman, D., & Summers, S. J. (2022). Short-term impact of combining pain neuroscience education with exercise for chronic musculoskeletal pain: a

- systematic review and meta-analysis. *Pain*, 163(1), e20-e30. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002308>
- Smith, J. A., Tain, R., Chrisman, I., Sharp, K. G., Glynn, L. M., Van Dillen, L. R., Jacobs, J. V., & Cramer, S. C. (2025). Gray matter morphology and pain-related disability in young adults with low back pain. *Neuroimage*, 312, 121227. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2025.121227>
- Teixeira, P. E. P., Alawdah, L., Alhassan, H. A. A., Guidetti, M., Priori, A., Papatheodorou, S., & Fregni, F. (2020). The Analgesic Effect of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) combined with Physical Therapy on Common Musculoskeletal Conditions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Princ Pract Clin Res*, 6(1), 23-26. <https://doi.org/10.21801/ppcrj.2020.61.5>
- Tork, A., & Sajjadian, I. (2020). The Effect of Acceptance and Commitment Based Therapy on Psychological Distress and Negative Automatic Thoughts in Mothers of Children with Cerebral Palsy [Research]. *Quarterly Journal of Child Mental Health*, 6(4), 156-167. <https://doi.org/10.29252/jcmh.6.4.15>
- Trivedi, M., Dumkrieger, G., Chong, C. D., Leibovit-Reiben, Z., & Schwedt, T. J. (2024). A history of abuse is associated with more severe migraine- and pain-related disability: Results from the American Registry for Migraine Research. *Headache*, 64(9), 1109-1123. <https://doi.org/10.1111/head.14787>
- Van der Groen, O., Rafique, S. A., Willmot, N., Murphy, M. G., Tisnovsky, E., & Brunyé, T. T. (2025). Transcutaneous and transcranial electrical stimulation for enhancing military performance: an update and systematic review. *Front Hum Neurosci*, 19, 1501209. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2025.1501209>
- Wang, J., Xu, J., Ma, Z., Jia, C., Wang, G., & Zhou, L. (2021). The mediating role of depressive symptoms, hopelessness, and perceived burden on the association between pain intensity and late-life suicide in rural China: a case-control psychological autopsy study. *Frontiers in psychiatry*, 12 (2), 779-787. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.779178>
- Wansbrough, K., Tan, J., Vallence, A. M., & Fujiyama, H. (2024). Recent advancements in optimising transcranial electrical stimulation: reducing response variability through individualised stimulation. *Current opinion in behavioral sciences*, 56, 101360. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2024.101360>
- White, K. M., Zale, E. L., Lape, E. C., & Ditre, J. W. (2025). The association between chronic pain acceptance and pain-related disability: A meta-analysis. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, 32(3), 448-459. <https://doi.org/10.1007/s10880-024-10061-1>
- WHO, C. O. (2020). World health organization. Air Quality Guidelines for Europe, (91). <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2005.00395.x>
- Wild, M. G., Herbert, M. S., & Creech, S. (2024). Longitudinal associations of physical and emotional distress tolerance with pain intensity and pain-related disability in United States veterans. *The Journal of Pain*, 25(4), 60-61. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2024.01.278>