

Perbandingan Efektivitas Core Stabilization Exercise dan McKenzie Exercise terhadap Penurunan Nyeri Punggung Bawah Non-Spesifik: Meta-Analisis

Comparison of the Effectiveness of Core Stabilization Exercises and McKenzie Exercises in Reducing Non-Specific Low Back Pain: A Meta-Analysis

Sima Asmara Dewa Marya Mahardika Putri¹, Moh. Firmansah¹, Winda Wahyu Setya Rahmah¹, Juliana Palungan¹, M Iman Tarmizi Thaher^{1a}

Sriwijaya University¹
Indonesia University²

Email Korespondensi: simaasmara@unsri.ac.id

Submitted: 11 Nov 2025 Reviewed: 17 Nov 2025 Accepted: 2 Des 2025 Published : 16 Des 2025

ABSTRACT

Non-specific low back pain (NSLBP) is a common musculoskeletal problem that causes pain and functional limitation. Exercise therapy is widely recommended, but evidence comparing Core Stabilization Exercises (CSE) and McKenzie Exercises (ME) remains varied. This meta-analysis aimed to compare the effectiveness of CSE and ME in reducing pain intensity among adults with NSLBP. A systematic review and meta-analysis were conducted following PRISMA 2020 guidelines. Searches were performed in Scopus, ProQuest, and Google Scholar from 2020 to October 2025. Randomized controlled trials (RCTs) involving participants aged 18–65 years with NSLBP were included. Pain outcomes were analyzed using the standardized mean difference (SMD) with a 95% confidence interval (CI) under a random-effects model. Seven RCTs with 330 participants met the inclusion criteria. Pooled analysis showed that CSE significantly reduced pain intensity compared with ME (SMD = -0.65 ; 95% CI = $-1.21, -0.08$; $p = 0.02$). Considerable heterogeneity was observed ($I^2 = 83\%$), possibly due to variations in intervention duration, intensity, and participant characteristics. CSE is more effective than ME in reducing pain among adults with NSLBP. Although heterogeneity was high, findings support incorporating CSE into rehabilitation programs for optimal pain management. Further standardized and high-quality RCTs are recommended to confirm long-term effects and subgroup differences.

Keyword: Lower Back Pain, Core Stabilization, McKenzie, Pain Intensity, Meta-Analysis.

ABSTRAK

Nyeri punggung bawah non-spesifik (NSLBP) merupakan masalah muskuloskeletal yang umum terjadi dan menyebabkan nyeri serta keterbatasan fungsional. Terapi latihan secara luas direkomendasikan, namun bukti yang membandingkan *Core Stabilization Exercises* (CSE) dan *McKenzie Exercises* (ME) masih bervariasi. Meta-analisis ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas CSE dan ME dalam mengurangi intensitas nyeri pada orang dewasa dengan NSLBP. Tinjauan sistematis dan meta-analisis dilakukan mengikuti pedoman PRISMA 2020. Pencarian dilakukan pada Scopus, ProQuest, dan Google Scholar dari tahun 2020 hingga Oktober 2025. *Randomized controlled trials* (RCT) yang melibatkan peserta berusia 18–65 tahun dengan NSLBP disertakan. Hasil nyeri dianalisis menggunakan *Standardized Mean Difference* (SMD) with a 95% *confidence interval* (CI) menggunakan *random-effects model*. Tujuh Studi RCT dengan 330 peserta memenuhi kriteria inklusi. Analisis gabungan menunjukkan bahwa CSE secara signifikan menurunkan intensitas nyeri dibandingkan ME (SMD = -0.65 ; 95% CI = -1.21 hingga -0.08 ; $p = 0.02$). Heterogenitas yang cukup besar diamati ($I^2 = 83\%$), kemungkinan disebabkan oleh variasi durasi intervensi, intensitas, dan karakteristik peserta. CSE lebih efektif dibandingkan ME dalam mengurangi nyeri pada dewasa dengan NSLBP. Meskipun heterogenitas tinggi, temuan ini mendukung integrasi CSE dalam program rehabilitasi untuk manajemen nyeri optimal. Diperlukan RCT yang lebih terstandarisasi dan berkualitas tinggi untuk memastikan efek jangka panjang dan perbedaan subkelompok.

Kata kunci: Nyeri Punggung Bawah, *Core Stabilization*, *McKenzie*, Intensitas Nyeri, Meta-Analisis.

LATAR BELAKANG

Nyeri punggung bawah (LBP) adalah salah satu kondisi muskuloskeletal paling umum di seluruh dunia dan merupakan penyebab utama disabilitas di semua kelompok usia¹. Sekitar 80% individu mengalami LBP

^a Additional Author (in order of contribution): Nanda Agustian Simatupang²

setidaknya sekali seumur hidup, menjadikannya masalah kesehatan masyarakat global dengan dampak sosial ekonomi yang signifikan². Di antara semua subtipenya, *non-specific low back pain* (NSLBP) yaitu nyeri tanpa penyebab patologis yang dapat diidentifikasi seperti infeksi, tumor, atau fraktur mencakup lebih dari 90% kasus LBP³.

Meskipun banyak penelitian telah dilakukan, tata laksana fisioterapi yang paling optimal untuk NSLBP masih menjadi perdebatan. Terapi latihan secara konsisten direkomendasikan sebagai intervensi lini pertama untuk meningkatkan nyeri, kapasitas fungsional, dan stabilitas tulang belakang^{4,5}. Di antara berbagai pendekatan, *Core Stabilization Exercises* (CSE) dan *McKenzie Exercises* yang juga dikenal sebagai *Mechanical Diagnosis and Therapy* (MDT) merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam praktik klinis⁶.

Core Stabilization Exercises (CSE) adalah latihan yang menargetkan aktivasi otot-otot inti seperti transversus abdominis dan multifidus guna meningkatkan stabilitas lumbopelvik dan kontrol postural^{7,8}. Sementara itu, *McKenzie Exercise* merupakan pendekatan yang menekankan gerakan repetitif sesuai preferensi arah (*directional preference*) serta edukasi pasien untuk mengurangi gejala dan meningkatkan fungsi tulang belakang⁹.

Meskipun keduanya menunjukkan manfaat klinis, efektivitas relatif antara CSE dan McKenzie Exercises masih belum jelas. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa CSE lebih unggul dalam meningkatkan kekuatan tubuh bagian atas dan kapasitas fungsional¹⁰, sementara penelitian lain melaporkan tidak ada perbedaan signifikan antara kedua metode tersebut¹¹. Tinjauan sistematis sebelumnya memberikan wawasan penting, tetapi terbatas oleh ukuran sampel kecil, heterogenitas metodologis, dan kurangnya sintesis kuantitatif⁵.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, meta-analisis ini bertujuan untuk membandingkan secara kuantitatif efektivitas Core Stabilization Exercises dan McKenzie Exercises dalam menurunkan nyeri dan disabilitas pada individu dengan nonspecific low back pain. Sintesis ini memberikan bukti terkini untuk membantu fisioterapis dan profesional rehabilitasi dalam memilih pendekatan latihan yang paling efektif untuk penanganan NSLBP.

METODE

Desain Studi

Penelitian ini dilakukan sebagai tinjauan sistematis dan meta-analisis mengikuti pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 (Higgins et al., 2025). Tujuan penelitian adalah membandingkan efektivitas Core Stabilization Exercises (CSE) dan McKenzie Exercises (ME) dalam mengurangi intensitas nyeri pada orang dewasa dengan nonspecific low back pain (NSLBP). Pencarian literatur dilakukan secara komprehensif melalui basis data Scopus, ProQuest, dan Google Scholar dari tahun 2020 hingga Oktober 2025. Kata kunci yang digunakan adalah ("low back pain" OR "LBP" OR "low back pain nonspecific" OR "myogenic low back pain") AND ("core stabilization exercise" OR "core stability exercise" OR "core strengthening") AND ("McKenzie exercise" OR "McKenzie method") AND ("pain intensity" OR "VAS" OR "NRS") AND ("randomized controlled trial" OR "RCT"). Daftar pustaka dari studi yang terinklusi juga ditelusuri secara manual untuk mengidentifikasi artikel tambahan..

Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi adalah: artikel full-text dengan desain Randomized Controlled Trial (RCT), studi yang melaporkan mean dan standar deviasi (SD) untuk hasil intensitas nyeri, intervensi mencakup McKenzie Exercise sebagai kelompok pembanding, peserta berusia 18–65 tahun dengan diagnosis nonspecific low back pain tanpa gejala radikular, serta artikel berbahasa Inggris atau Indonesia.

Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi meliputi: peserta yang sedang hamil atau menjalani operasi punggung bawah dalam dua minggu terakhir, peserta dengan Hernia Nucleus Pulposus (HNP) atau nyeri punggung bawah kronis lebih dari tiga bulan, serta studi non-RCT, tinjauan pustaka, abstrak konferensi, atau data yang tidak lengkap.

Definisi Operasional

Penelitian ini menggunakan kerangka kerja PICO: Population (P): Dewasa usia 18–65 tahun dengan nonspecific low back pain (NSLBP) tanpa nyeri radikular. Intervention (I): Core Stabilization Exercise (CSE). Comparison (C): McKenzie Exercise (ME). Outcome (O): Penurunan nyeri, diukur menggunakan instrumen valid seperti Visual Analogue Scale (VAS) atau Numeric Rating Scale (NRS).

Core Stabilization Exercise (CSE) adalah program latihan terstruktur yang bertujuan meningkatkan kekuatan dan daya tahan otot inti seperti transversus abdominis dan multifidus untuk meningkatkan stabilitas tulang belakang selama aktivitas fungsional¹². McKenzie Exercise (ME) merupakan Mechanical Diagnosis and Therapy (MDT), berfokus pada gerakan lumbal berulang dan koreksi postur untuk sentralisasi nyeri dan pemulihan fungsi tulang belakang¹³. Non-Specific Low Back Pain (NSLBP) adalah nyeri atau ketidaknyamanan yang terlokalisasi di bawah margin kosta hingga lipatan gluteal inferior yang tidak dapat dijelaskan oleh patologi spesifik seperti infeksi, tumor, osteoporosis, fraktur, atau kelainan struktural¹⁴.

Instrumen Penelitian

Intensitas nyeri dinilai menggunakan instrumen yang dilaporkan dalam setiap studi, seperti Visual Analogue Scale (VAS) atau Numeric Rating Scale (NRS), yang merupakan alat ukur valid untuk menilai persepsi subjektif nyeri pada penelitian muskuloskeletal.

Penilaian Kualitas

Kualitas metodologis RCT yang diinklusi dinilai menggunakan Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale, yang mengevaluasi aspek randomisasi, blinding, concealment, dan pelaporan hasil. Studi dengan skor ≥ 6 dikategorikan berkualitas tinggi, sedangkan skor 4–5 dinilai sebagai kualitas sedang¹⁵.

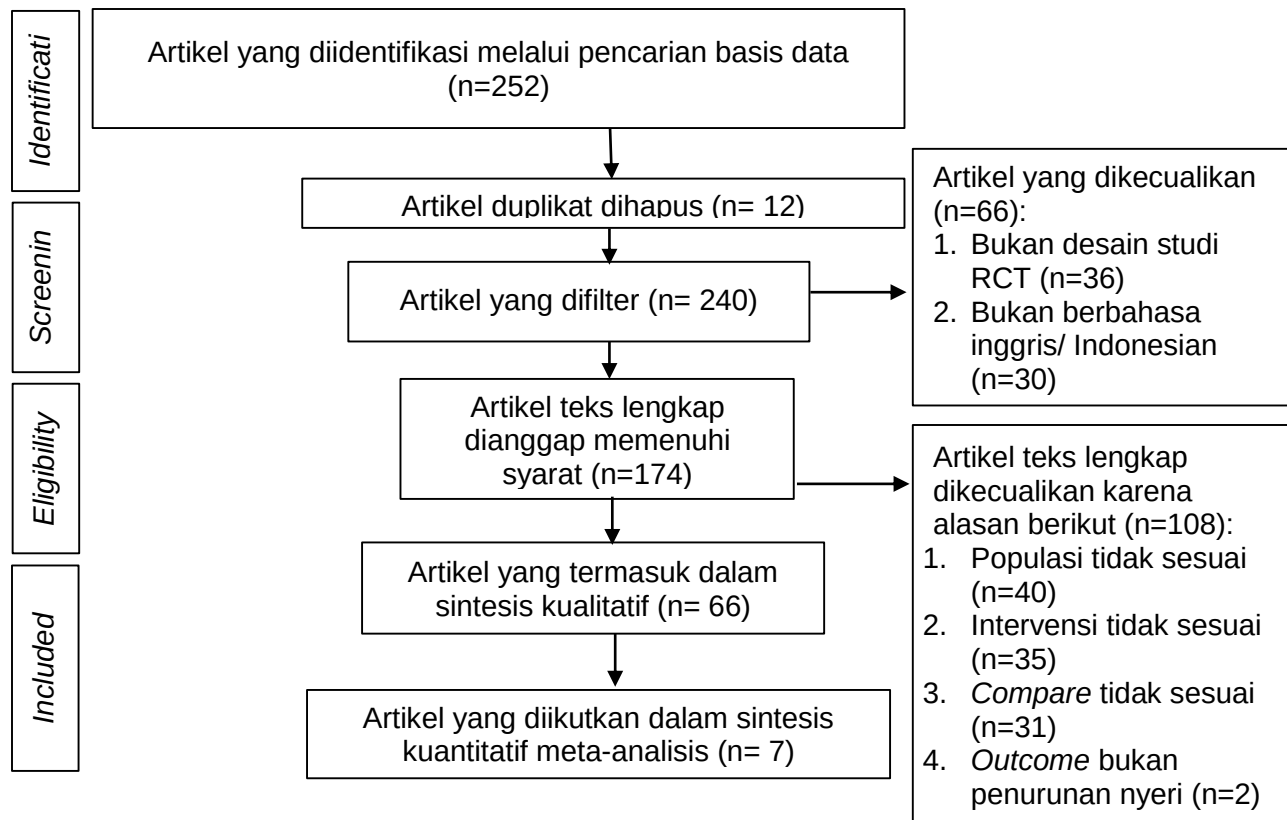
Data Analysis

Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan Review Manager (RevMan) versi 5.4. Data intensitas nyeri disintesis menggunakan Standardized Mean Difference (SMD) dengan Confidence Interval (CI) 95% pada model random-effects. Heterogenitas dinilai menggunakan uji Chi-square (χ^2) dan dikaji menggunakan statistik I^2 , dengan nilai 25%, 50%, dan 75% masing-masing merefleksikan heterogenitas rendah, sedang, dan tinggi. Bias publikasi dievaluasi menggunakan funnel plot secara visual. Nilai $p < 0.05$ dianggap signifikan secara statistik.

HASIL

Seleksi Studi

Sebanyak 252 studi awalnya teridentifikasi dari basis data elektronik (Scopus, ProQuest, dan Google Scholar) menggunakan strategi pencarian yang telah ditentukan. Setelah menghapus 12 duplikasi, tersisa 240 studi untuk dilakukan penyaringan judul dan abstrak. Berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, sebanyak 174 artikel full-text dievaluasi kelayakannya. Pada akhirnya, 7 uji klinis acak (Randomized Controlled Trials/RCT) memenuhi seluruh kriteria inklusi dan dimasukkan dalam analisis kuantitatif meta-analisis. Proses seleksi studi tersebut digambarkan dalam diagram alur PRISMA (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Prisma Flow

Karakteristik Studi yang Diikutsertakan

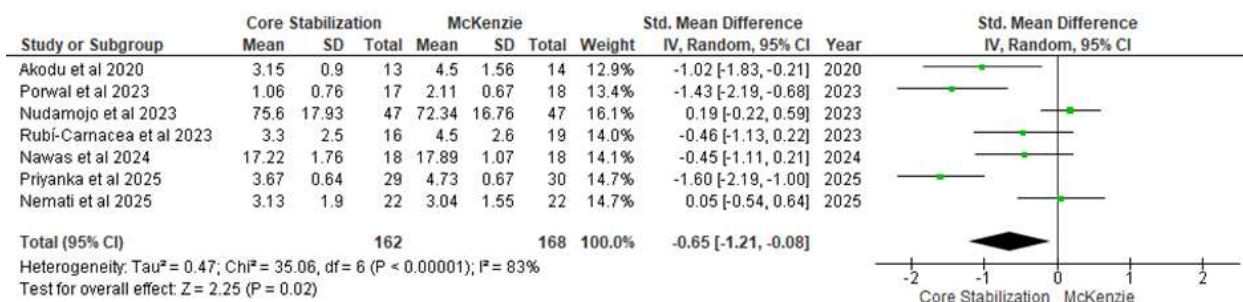
Tabel 1 merangkum karakteristik utama dari studi-studi yang diikutsertakan. Seluruh studi merupakan uji klinis acak (Randomized Controlled Trials/RCT) yang dipublikasikan antara tahun 2020 hingga 2025, dan dilakukan di Nigeria, India, Iran, Pakistan, serta Spanyol. Ukuran sampel dalam penelitian tersebut berkisar antara 26 hingga 94 partisipan, berusia 18–65 tahun dengan diagnosis non-specific low back pain (NSLBP). Kelompok intervensi menerima Core Stabilization Exercises (CSE), sementara kelompok kontrol menerima McKenzie Exercises (ME). Intensitas nyeri umumnya diukur menggunakan Visual Analogue Scale (VAS). Seluruh studi melaporkan adanya penurunan intensitas nyeri setelah intervensi pada kedua kelompok, dengan perbaikan yang secara umum lebih besar pada kelompok CSE. Sebagian besar studi dinilai memiliki kualitas tinggi (skor PEDro ≥ 6), kecuali satu studi yang termasuk kategori kualitas sedang.

Tabel 1. Ringkasan studi yang disertakan

Author (Year)	Country	Intervention (I) dan Compare (c)	Outcome (O)	Intervention			Control			Kualitas Studi
				Mean	SD	n	Mean	SD	n	
Akodu, et al (2020) ²⁰	Nigeria	Core Stabilization vs McKenzie Exercise	Pain Intensity (VAS)	3.15	0.90	13	4.5	1.56	14	Sedang
Porwal, et al (2023) ²¹	India	Core Stabilization vs McKenzie Exercise	Pain Intensity (VAS)	1.06	0.76	17	2.11	0.67	17	Tinggi
Nudamajo, et al (2023) ²²	Nigeria	Core Stabilization vs McKenzie Exercise	Pain Intensity (VAS)	75.6	17.93	47	72.34	16.76	47	Tinggi
Rubi-Carnacea et al (2023) ⁸	Spain	Core Stabilization vs McKenzie Exercise	Pain Intensity (VAS)	3.3	2.6	17	4.5	2.6	26	Tinggi
Nawas, et al (2024) ²³	Pakistan	Core Stabilization vs McKenzie Exercise	Pain Intensity (VAS)	17.22	1.76	18	17.89	1.07	14	Tinggi
Priyanka et al (2025) ¹¹	India	Core Stabilization vs McKenzie Exercise	Pain Intensity (VAS)	3.67	0.64	24	4.73	0.67	24	Tinggi
Nemati, et al (2025) ¹³	Iran	Core Stabilization vs McKenzie Exercise	Pain Intensity (VAS)	3.13	1.92	22	3.04	1.56	22	Tinggi

Forest plot

Meta-analisis ini membandingkan efektivitas Core Stabilization Exercises (CSE) dan McKenzie Exercises (ME) terhadap nyeri dan disabilitas pada individu dengan chronic nonspecific low back pain. Sebanyak 7 uji klinis acak (RCT) dengan total 330 partisipan diikutsertakan dalam sintesis kuantitatif. Hasil analisis gabungan menggunakan model random-effects menunjukkan efek keseluruhan yang signifikan dan mengarah pada kelompok Core Stabilization dibandingkan kelompok McKenzie (SMD = -0.65 ; 95% CI = -1.21 hingga -0.08 ; $p = 0.02$) (Gambar 2). Temuan ini menunjukkan bahwa partisipan yang melakukan latihan Core Stabilization mengalami penurunan nyeri dan disabilitas yang lebih besar dibandingkan mereka yang melakukan latihan McKenzie.



Gambar 2. Forest Plot Efektivitas Core Stabilization Exercises dan McKenzie Exercises dalam Mengurangi Non-Specific Low Back Pain

Terdapat heterogenitas yang cukup besar di antara studi yang diikutsertakan ($I^2 = 83\%$, $\tau^2 = 0.47$, $p < 0.00001$), yang menunjukkan adanya variasi efek yang cukup tinggi antar penelitian. Heterogenitas ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan desain studi, durasi intervensi, intensitas latihan, maupun karakteristik peserta. Secara keseluruhan, hasil penelitian mendukung keunggulan latihan Core Stabilization dalam meningkatkan fungsi pada pasien dengan chronic nonspecific low back pain, meskipun tingginya heterogenitas memerlukan interpretasi yang lebih hati-hati dan penelitian lanjutan. Uji heterogenitas lainnya menunjukkan variabilitas yang bersifat moderat pada studi yang dianalisis ($I^2 = 57\%$; $\chi^2 = 13.8$, $p = 0.031$), mengindikasikan bahwa meskipun arah efek konsisten, besarnya efek antar studi bervariasi. Oleh karena itu, penggunaan model random-effects sudah tepat.

Forest plot

Inspeksi visual terhadap funnel plot (Gambar 3) menunjukkan distribusi studi yang tidak simetris, dengan beberapa titik data tersebar terutama di sisi kiri garis efek rata-rata. Ketidaksimetrisan ini mengindikasikan adanya potensi publication bias atau small-study effect, di mana studi berskala kecil dengan hasil kurang menguntungkan mungkin tidak terpublikasi. Namun, jumlah studi yang relatif sedikit ($n = 7$) membatasi keandalan interpretasi visual ini, karena asimetri funnel plot juga dapat dipengaruhi oleh heterogenitas klinis maupun variasi sampel, bukan semata-mata bias publikasi.

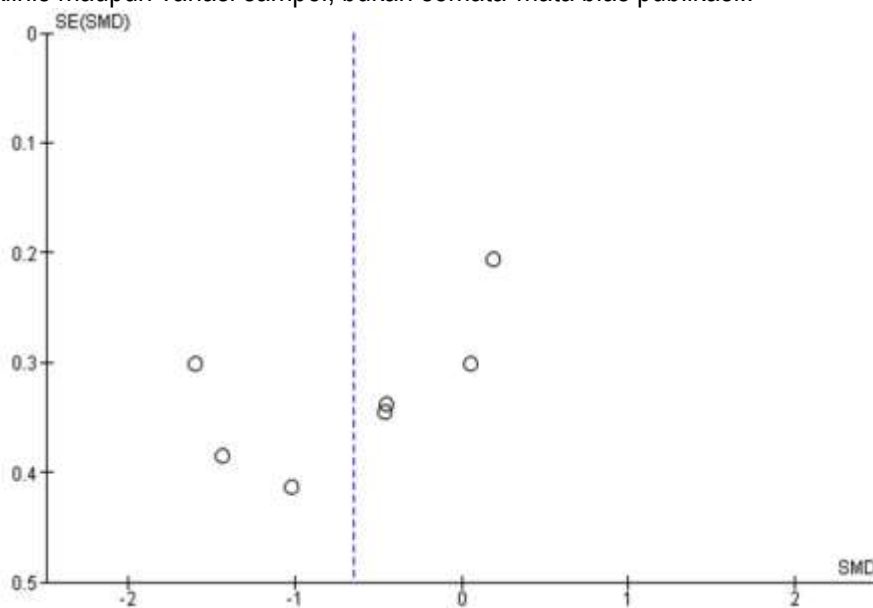


Figure 3. Funnel Plot Efektivitas Core Stabilization Exercises dan McKenzie Exercises dalam Mengurangi Non-Specific Low Back Pain

PEMBAHASAN

Meta-analisis ini menunjukkan bahwa intervensi menggunakan Core Stabilization Exercises (CSE) menghasilkan penurunan nyeri dan disabilitas yang secara signifikan lebih besar dibandingkan dengan McKenzie Exercises (ME) pada orang dewasa dengan non-specific low back pain (NSLBP). Nilai gabungan standardized mean difference (SMD = -0.65 ; 95% CI = -1.21 hingga -0.08 ; $p = 0.02$) memperkuat bahwa CSE lebih unggul pada populasi ini. Namun demikian, tingkat heterogenitas yang besar ($I^2 = 83\%$) menandakan perlunya interpretasi hasil secara hati-hati dan penelitian lanjutan.

Beberapa mekanisme fisiologis dan biomekanik dapat menjelaskan keunggulan CSE. Program CSE menekankan aktivasi, koordinasi, daya tahan, dan kontrol neuromuskular otot-otot batang dalam seperti transversus abdominis dan multifidus lumbal, yang berperan penting dalam stabilitas segmen tulang belakang dan mengurangi gerakan abnormal yang dapat memicu nyeri. Sejalan dengan hal tersebut, latihan stabilisasi inti berbasis Pilates terbukti meningkatkan ketebalan otot, waktu kontraksi, dan rasio aktivasi otot inti pada pasien LBP^{16,17}. Gangguan kontrol neuromuskular dan pola rekrutmen otot yang berubah sering ditemukan pada NSLBP, yang dapat meningkatkan stres mekanis dan memicu nyeri. Melalui peningkatan kontrol motorik, CSE dapat mengurangi rangsangan penyebab nyeri dan meningkatkan fungsi¹⁸.

Sebaliknya, meskipun metode McKenzie berfokus pada gerakan lumbal berulang, directional preference, dan sentralisasi nyeri, pendekatan ini mungkin kurang memberikan efek pada rekrutmen otot-otot penstabil dalam atau kontrol neuromuskular. Sebagai contoh, satu uji acak melaporkan tidak ada perbedaan signifikan dalam ketebalan otot batang antara latihan McKenzie dan latihan kontrol motorik¹⁸. Dengan demikian, CSE dapat memberikan manfaat tambahan dengan menargetkan stabilisasi tulang belakang dan kontrol neuromotor, yang mungkin menjelaskan keunggulan efek gabungannya dalam analisis ini. Tingkat heterogenitas yang besar ($I^2 = 83\%$) kemungkinan dipengaruhi oleh variasi antar studi, antara lain: perbedaan protokol intervensi (durasi, frekuensi, intensitas CSE dan ME), karakteristik partisipan (keparahan nyeri awal, durasi gejala, rentang usia, komorbiditas), instrumen hasil (skala nyeri/disabilitas yang berbeda, titik waktu *follow-up*).

Heterogenitas serupa juga ditemukan pada penelitian lain mengenai intervensi latihan untuk LBP kronis, di mana resep latihan yang paling optimal (jenis, dosis, durasi) masih belum jelas¹⁹. Oleh karena itu, meskipun arah efek konsisten (menguntungkan CSE), besarnya efek harus diinterpretasikan secara hati-hati.

Dari sudut pandang praktik klinis, temuan ini menunjukkan bahwa program rehabilitasi bagi orang dewasa berusia 18–65 tahun dengan NSLBP dapat mempertimbangkan untuk memprioritaskan CSE dalam upaya mengurangi nyeri dan meningkatkan fungsi. Fisioterapis dan klinisi sebaiknya memastikan bahwa protokol CSE mencakup aktivasi otot inti dalam, kontrol neuromuskular, progresi latihan, serta supervisi untuk meningkatkan kepatuhan dan efektivitas. Namun demikian, ME tetap merupakan pilihan valid terutama ketika dipengaruhi oleh preferensi pasien, kompetensi terapis, atau keterbatasan sumber daya.

Beberapa keterbatasan meta-analisis ini perlu diperhatikan, diantaranya jumlah RCT yang diikutsertakan relatif sedikit ($n = 7$), sehingga small-study effects mungkin memengaruhi hasil, heterogenitas yang tinggi mengurangi keyakinan terhadap besarnya efek dan menunjukkan bahwa tidak semua program CSE memiliki efektivitas yang sama, potensi publication bias tidak dapat dikesampingkan mengingat asimetri pada funnel plot dan jumlah studi yang terbatas, beberapa studi berpotensi tidak terpenuhi kriterianya karena meta-analisis ini mensyaratkan data $\text{mean} \pm \text{SD}$ dan desain RCT, variasi durasi *follow-up* membatasi kesimpulan terkait efektivitas jangka panjang.

Penelitian RCT di masa depan perlu menstandarkan protokol CSE dan ME (durasi, dosis, supervisi), menyediakan *follow-up* lebih panjang, melaporkan hasil yang lebih komprehensif (nyeri, disabilitas, fungsi otot inti, biaya), serta melakukan stratifikasi berdasarkan keparahan awal, durasi LBP, dan usia. Selain itu, meta-analisis data pasien individual (individual patient data meta-analysis) dapat membantu mengidentifikasi subkelompok yang paling diuntungkan oleh CSE maupun ME.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Meta-analisis ini menyimpulkan bahwa Core Stabilization Exercises (CSE) lebih efektif dibandingkan McKenzie Exercises (ME) dalam menurunkan intensitas nyeri pada orang dewasa dengan non-specific low back pain. Hasil gabungan menunjukkan efek signifikan yang menguntungkan CSE (SMD = -0.65 ; 95% CI = -1.21 hingga -0.08 ; $p = 0.02$). Meskipun terdapat heterogenitas yang tinggi ($I^2 = 83\%$), temuan ini tetap memberikan bukti kuat bahwa CSE menawarkan manfaat klinis yang lebih besar dalam manajemen nyeri dan peningkatan fungsi. Diperlukan penelitian RCT berkualitas tinggi untuk menyamakan standar protokol CSE dan ME, mengevaluasi efek jangka panjang, serta mengidentifikasi kelompok pasien yang memperoleh manfaat terbesar dari masing-masing pendekatan. CSE dapat diprioritaskan sebagai intervensi utama dalam program rehabilitasi untuk non-specific low back pain. Praktisi klinis disarankan mempertimbangkan kondisi, karakteristik, dan preferensi individual pasien dalam menentukan modalitas latihan.

REFERENCES

1. Wu, A. *et al.* Global low back pain prevalence and years lived with disability from 1990 to 2017: estimates from the Global Burden of Disease Study 2017. *Ann. Transl. Med.* 8, 299–299 (2020).
2. Maher, C., Underwood, M. & Buchbinder, R. Non-specific low back pain. *Lancet* 389, 736–747 (2017).
3. Qaseem, A., Wilt, T. J., McLean, R. M. & Forciea, M. A. Noninvasive Treatments for Acute, Subacute, and Chronic Low Back Pain: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians. *Ann. Intern. Med.* 166, 514–530 (2017).
4. O'Sullivan, P. B. *et al.* Cognitive Functional Therapy: An Integrated Behavioral Approach for the Targeted Management of Disabling Low Back Pain. *Phys. Ther.* 98, 408–423 (2018).
5. Hayden, J. A., Ellis, J., Ogilvie, R., Malmivaara, A. & van Tulder, M. W. Exercise therapy for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2021, (2021).
6. Almeida, M. O. *et al.* The McKenzie method for (sub)acute non-specific low back pain. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2023, (2023).
7. Huang, H. *et al.* Effects of dynamic neuromuscular stabilization training on the core muscle contractility and standing postural control in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet. Disord.* 26, 213 (2025).
8. Rubi-Carnacea, F. *et al.* Effectiveness of an exercise intervention based on preactivation of the abdominal transverse muscle in patients with chronic nonspecific low back pain in primary care: a randomized control trial. *BMC Prim. Care* 24, 180 (2023).
9. Kawada, T. Exercise Therapy for Low Back Pain. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 97, e96–e96 (2018).
10. Doğançalı, U., Çil, E. T. & Subaşı, F. Comparison of the Effects of Self-Myofascial Release and Combined Core Stabilization Exercises in Physiotherapy and Rehabilitation Students with Non-Specific Low Back Pain. *Int. J. Disabil. Sport. Heal. Sci.* 6, 24–37 (2023).
11. Priyanka, K., Apparao, A., Mounika, R. G. & Chintada, G. S. Effectiveness of core stabilization and extension oriented exercises on pain and function in subjects with nonspecific low back pain: a comparative study. *JAAFR* 3, 107–134 (2025).
12. Li, Z., Liu, X. & Li, S. Whether core stability training has a positive therapeutic effect on LBP patients: a Meta-analysis. (2023) doi:10.1101/2023.05.22.23290316.
13. Nemati, H., Niknam, H., Kalantari, K. K., Baghban, A. A. & Jalili, N. Effects of Core stability and Mckenzie Exercises in Low Back Pain with Extension Preference. *J. Mod. Rehabil.* (2025) doi:10.18502/jmr.v19i1.17510.
14. Anderson, T., Raza, D., Villanueva, D. & Molokhia, E. Is the McKenzie method effective for the treatment of low back pain compared with no treatment? *Evidence-Based Pract.* 28, 23–24 (2025).
15. Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M. & Elkins, M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys. Ther.* 83, 713–21 (2003).

16. Lee, K. Effects of Core Stability Training on Deep Stabilizing Muscle Function and Neuromuscular Control. *Medicina (B. Aires)*. 61, 364 (2025).
17. Lee, K. Effects of Core Stability Training on Deep Stabilizing Muscle Function and Neuromuscular Control. *Medicina (Kaunas)*. 61, (2025).
18. Smrcina, Z., Woelfel, S. & Burcal, C. A Systematic Review of the Effectiveness of Core Stability Exercises in Patients with Non-Specific Low Back Pain. *Int. J. Sports Phys. Ther.* 17, 766–774 (2022).
19. Zhao, K., Zhang, P., Li, H. & Li, L. Exercise prescription for improving chronic low back pain in adults: a network meta-analysis. *Front. Public Heal.* 13, (2025).
20. Akodu, A. K. & Odunfa, K. S. Effects of core stabilization and McKenzie back extension exercises on pain, disability and insomnia in patients with non-specific chronic low back pain. *J. Rom. Sport. Med. Soc.* 16, 3190–3196 (2020).
21. Porwal, S. *et al.* Enhancing Functional Ability in Chronic Nonspecific Lower Back Pain: The Impact of EMG-Guided Trunk Stabilization Exercises. *Healthcare* 11, 2153 (2023).
22. Nudamajo, O. S. Effects of combined mckenzie technique and lumbar stabilisation exercise on selected psychosocial and clinical variables of individuals with chronic mechanical low back pain. (University of Ibadan, 2023).
23. Nawaz, A., Hafeez, S., Khan, U. A. & Usama, M. Effects of Rhythmic Stabilization and Mckenzie Techniques on Pain and Function in Patients with Non-Specific Chronic Low Back Pain. *Pakistan J. Heal. Sci.* 09–14 (2024) doi:10.54393/pjhs.v5i05.1233.