

Review Paper



Exploring the Effects of Neck Muscle Strengthening on Postural Control: A Systematic Review

Shalini Solanki¹ , *Tabish Fahim¹

1. GD Goenka University, Gurugram, Haryana, India.

Use your device to scan and
read the article online



Citation: Solanki S, Fahim T. Exploring the Effects of Neck Muscle Strengthening on Postural Control: A Systematic Review. Journal of Sport Biomechanics.2026;12(3):506-530. <https://doi.org/10.66224/JSportBiomech.12.3.506>

<https://doi.org/10.66224/JSportBiomech.12.3.506>



Article Info:

Received: 27 October 2025

Accepted: 23 May 2026

Available Online: 28 July 2026

Keywords:

Neck strengthening, Postural control, Forward head posture, Cervical rehabilitation

ABSTRACT

Objective The cervical muscles play an important role in postural control, proprioception, and neuromuscular regulation. Weakness or impaired activation of neck and scapular muscles is associated with forward head posture (FHP), neck pain, and altered alignment. Although strengthening and corrective exercises have been suggested to improve cervical function, their comparative effectiveness remains unclear.

Methods A systematic review was conducted in accordance with the PRISMA 2020 guidelines. Randomized controlled trials (RCTs) published from January 2015 to July 2025 were identified through searches in PubMed, Cochrane, PEDro, EBSCOhost, and ScienceDirect using the terms “neck muscle,” “fatigue,” and “postural control” and their related combinations. Studies were eligible if they involved individuals with neck dysfunction or postural impairment and evaluated exercise-based strengthening or corrective interventions. The PEDro scale was utilized to evaluate methodological quality.

Results Of the 41 identified records, 7 randomized controlled trials (RCTs) were assessed for eligibility; five met the methodological quality threshold (PEDro score ≥ 5) and were included in the final synthesis. The interventions analyzed comprised postural correction exercises, scapular stabilization, kinesiotaping, clinical Pilates, lower trapezius strengthening, and instrument-assisted soft tissue mobilization. These interventions consistently improved craniovertebral angle (CVA), postural alignment, muscle activity, pain levels, and functional outcomes. Multimodal and supervised programs, such as online-supervised exercise, resulted in greater improvements compared with conventional or unsupervised training. Methodological limitations included the absence of blinding and concealed allocation in multiple studies; however, baseline comparability and outcome reporting were typically strong.

Conclusion Neck strengthening interventions were associated with improvements in postural control and functional performance across the included trials. Evidence suggests that multimodal, structured, and supervised approaches may provide greater benefits compared with isolated or unsupervised programs. Standardized protocols and long-term follow-up are essential for identifying optimal rehabilitation strategies and assessing sustained benefits.

* Corresponding Author:

Tabish Fahim

Address: GD Goenka University, Gurugram, Haryana, India.

E-mail: drtabishfahim4u@gmail.com

This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, adaptation, and reproduction in any medium or format, provided the original author(s) and the source are credited.

© 2026 The Author(s). Journal of Sport Biomechanics published by Islamic Azad University, Hamedan Branch.

1. Introduction

The cervical spine is essential for maintaining upright posture, orienting sensory information, and enabling neuromuscular control throughout the upper body. The deep cervical muscles, specifically the longus colli, longus capitis, and suboccipital muscles, function as stabilizers and sensory integrators, facilitating precise control of head position and alignment (1). These muscles are continuously engaged during daily activities such as reading, computer use, and other static occupations. Prolonged loading or repetitive strain, frequently observed in desk workers, surgeons, and smartphone users, may result in cervical muscle weakness, postural deviations, and impaired postural control and proprioceptive accuracy (2, 3). Postural control depends on the integration of visual, vestibular, and somatosensory systems, with the cervical spine acting as an important proprioceptive source. Mechanoreceptors in the cervical muscles provide essential afferent feedback to the central nervous system, contributing to balance regulation and spatial orientation (4). Sensorimotor impairments are particularly evident in individuals with forward head posture (FHP) or persistent neck discomfort, who progressively rely on superficial muscles such as the sternocleidomastoid and upper trapezius, thereby reinforcing maladaptive postural patterns (5). Babakhani et al. (6) found that hyperlordosis did not significantly affect static balance as measured by center of pressure (COP); however, it significantly increased time to stabilization (TTS), indicating that spinal alignment may selectively influence dynamic rather than static postural control.

Experimental and clinical research has highlighted the influence of neck muscle fatigue on motor control strategies. Mylonas et al. (7) reported that patients with mechanical neck pain who participated in a combined program of neuromuscular training and instrument-assisted soft tissue mobilization demonstrated significant improvements in craniovertebral angle (CVA), proprioception, and neck disability compared with the control group. Elgendy et al. (8) similarly found that a multimodal intervention consisting of postural correction exercises, scapular stabilization, and kinesiotaping produced significant improvements in scapular alignment, craniovertebral angle (CVA), and grip strength in individuals with FHP. Occupational studies have indicated that chronic cervical loading contributes to neuromotor impairment and discomfort; however, ergonomic interventions, such as passive exoskeletons, may reduce these adverse effects (3). A major challenge in this field is the inconsistent use of terminology. Terms such as strength and endurance are sometimes applied interchangeably, despite representing distinct physiological concepts. Endurance may refer either to the duration until voluntary failure or to reductions in electromyographic frequency and may involve isometric or concentric muscle actions (9). Such variations hinder the development of consistent and precise training protocols. Furthermore, the anatomical complexity of the cervical musculature increases methodological challenges, as these muscles are densely arranged and function across multiple planes, making isolated muscle assessment difficult without standardized positioning and anatomical landmark identification (10, 11).

Improvements in cervical muscle strength and endurance have been associated with enhanced postural alignment, reduced pain, and decreased risk of head and neck injuries (12, 13). Understanding the mechanisms through which cervical muscle dysfunction affects balance provides a physiological rationale for strengthening-based interventions. Muscle fatigue and weakness may impair whole-body balance by altering neuromuscular afferent input and reducing sensorimotor integration (14), effects that have also been observed in individuals with acute or chronic head and neck disorders (15, 16). Vuillerme et al. (17) further demonstrated that cervical muscle fatigue leads to sensory reweighting during postural control, increasing reliance on somatosensory inputs from the plantar surfaces, ankles, and visual information. Naderi et al. (18) reported that both functional and non-functional fatigue protocols reduced dynamic balance, with non-functional fatigue producing a greater decline (21.39%) compared with functional fatigue (10.49%), highlighting the differential effects of fatigue type on postural stability. Collectively, these findings provide a strong physiological rationale for interventions targeting cervical muscle strengthening and endurance to improve postural control and daily functional performance (19, 20).

2. Methods

2.1 Protocol

This study was designed as a systematic review conducted in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 guidelines.

2.2 Literature Search and Study Selection

Electronic databases, including PubMed, PEDro, EBSCOhost, ScienceDirect (Elsevier), and the Cochrane Central Register of Controlled Trials, were systematically searched using individual and combined keywords. The PRISMA-S guidelines for reporting literature searches in systematic reviews were followed throughout the search process. Boolean combinations of the terms "neck muscle," "fatigue," and "postural control" were used to identify relevant studies. Studies were eligible for inclusion if they met the following criteria: randomized controlled trials (RCTs), controlled trials, or non-randomized trials published in English between 2015 and 2025. Full texts were obtained by contacting corresponding authors when articles were not directly accessible. Titles and abstracts were initially screened, and reviewers reached consensus regarding study eligibility. Studies unrelated to the objectives of this review were excluded. The inclusion criteria were as follows: (a) studies published in English; (b) randomized controlled trials (RCTs); and (c) studies involving participants with neck-related disorders, muscular fatigue, weakness, or impaired postural control. Studies were excluded if they were duplicate records, not written in English, did not use a randomized or controlled design, or were unrelated to the variables of interest (neck function or postural control). The comprehensive search strategies for all databases are presented in [Table 1](#).

2.3 Data Extraction

The reviewers extracted and recorded the following information from each included study: authors' names, publication year, participant characteristics, exercise intervention details (including type, duration, intensity, and frequency), sample size, main findings, and reported conclusions.

Data extraction was independently reviewed by the principal reviewer and two additional reviewers to ensure accuracy and minimize potential bias. Any disagreements were resolved through discussion and consensus. The methodological quality of the included studies was assessed using the Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale, an established 11-item tool designed to evaluate the internal validity and statistical reporting quality of clinical trials.

Table 1. Comprehensive Search Algorithms for All Databases

Database / Date	Searches	Key words; ALL Fields; TX All Text	
Cochrane 21/07/2025	#1	Key word (Neck Muscle)	1128
	#2	Key word (Fatigue)	23
	#3	Key word (Postural Control)	3304
	#4	#1 AND #2 AND #3	3
	Limits	Clinical Trials, English Language	
PubMed 21/07/2025	#1	MeSH terms (Neck Muscle)	120
	#2	MeSH terms (Fatigue)	1,991
	#3	MeSH terms (Postural Control)	2035
	#4	#1 AND #2 AND #3	2
	Limits	Randomised Control Trials, English Language	
Science Direct Elsevier 21/07/2025	#1	Title or Abstract (Neck Muscle)	2,684
	#2	Title or Abstract (Fatigue)	45,950
	#3	Title or Abstract (Postural Control)	3871
	#4	#1 AND #2 AND #3	12
	Limits	Research articles and case reports, English Language	
EBSCOhost 21/07/2025	#1	TX All Text (Neck Muscle)	155
	#2	TX All Text (Fatigue)	704
	#3	TX All Text (Postural Control)	152
	#4	#1 AND #2 AND #3	14
	Limits	Randomised Control Trials, English Language	
PEDro 21/07/2025	#1	All Text (Neck Muscle)	312
	#2	All Text (Fatigue)	1,237
	#3	All Text (Postural control)	692
	#4	#1 AND #2 AND #3	10
	Limits	Randomised Control Trials, English Language	
Total search results			41
Duplicate studies			3
After Removing duplications			38
Studies which are not meeting the inclusion criteria (after reading the articles)			31
Remaining Articles left after reading			7
Potentially relevant articles (Pedro>5)			5

2.4 Methodological Quality Assessment

All seven studies included in the eligibility assessment were evaluated for methodological quality and risk of bias using the Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale. Common methodological limitations identified through PEDro scoring included the absence of concealed allocation and insufficient blinding of participants, therapists, and outcome assessors. In contrast, several PEDro criteria were consistently well addressed across the included studies, including baseline comparability, adequate follow-up, intention-to-treat analysis, reporting of measures of variability, and between-group comparisons. Table 2 presents a summary of the PEDro scores for the included studies.

Table 2. Methodological Quality Assessment of Studies Assessed for Eligibility Using the PEDro Scale

Author	Study Title	EC	RA	CA	BC	BP	BT	BA	FU	ITT	BGC	PE	Total Score
Elgendy et al. (8)	Efficacy of head postural correction program on craniovertebral angle, scapular position, and grip strength in forward head posture: A randomized controlled trial	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	7/10
Yaghoubitajani et al. (22)	Corrective exercises administered online versus workplace for pain and function in office workers with upper crossed syndrome: Randomized controlled trial	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	6/10
Mylonas et al. (7)	Combining targeted instrument-assisted soft tissue mobilization and neuromuscular exercises for forward head posture and mechanical neck pain: A randomized controlled study	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	6/10
Hürer et al. (23)	Effectiveness of clinical Pilates and home exercises in sagittal cervical disorientation: Randomized controlled study	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	5/10
Park and Lee (24)	Effects of lower trapezius strengthening exercises on pain, dysfunction, posture alignment, muscle thickness, and contraction rate in patients with neck pain: Randomized controlled trial	Y	Y	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	Y	5/10
Yaşa et al. (25)	Effects of balance training combined with conventional physiotherapy on pain, postural control, and balance confidence in patients with cervical disc herniation: Randomized controlled trial	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	N	Y	Y	4/10
Pawaria and Kalra (26)	Effect of deep cervical flexor training on respiratory functions in chronic neck pain patients with forward head posture	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	N	Y	Y	4/10

Abbreviations: EC: Eligibility Criteria; RA: Random Allocation; CA: Concealed Allocation; BC: Baseline Comparability; BP: Blinded Participants; BT: Blinded Therapists; BA: Blinded Assessors; FU: Adequate Follow-up; ITT: Intention-to-Treat Analysis; BGC: Between-Group Comparison; PE: Point Estimates and Variability. Y: Yes; N: No.

3. Results

3.1 Article Selection Process

The electronic database search identified 41 records: 3 from the Cochrane Central Register of Controlled Trials, 14 from EBSCOhost, 10 from the Physiotherapy Evidence Database (PEDro), 2 from PubMed, and 12 from ScienceDirect (Elsevier). Following the removal of 3 duplicate records and the exclusion of 31 studies that did not meet the inclusion criteria after title, abstract, and full-text screening, 7 studies were assessed for methodological quality using the PEDro scale. Of these, 2 studies scored below the predefined threshold of 5 and were excluded from the final analysis, resulting in 5 studies included in the final synthesis. All included studies were original peer-reviewed research articles published in English, consistent with the established inclusion and exclusion criteria. Fig. 1 illustrates the study selection process through the PRISMA flow diagram.

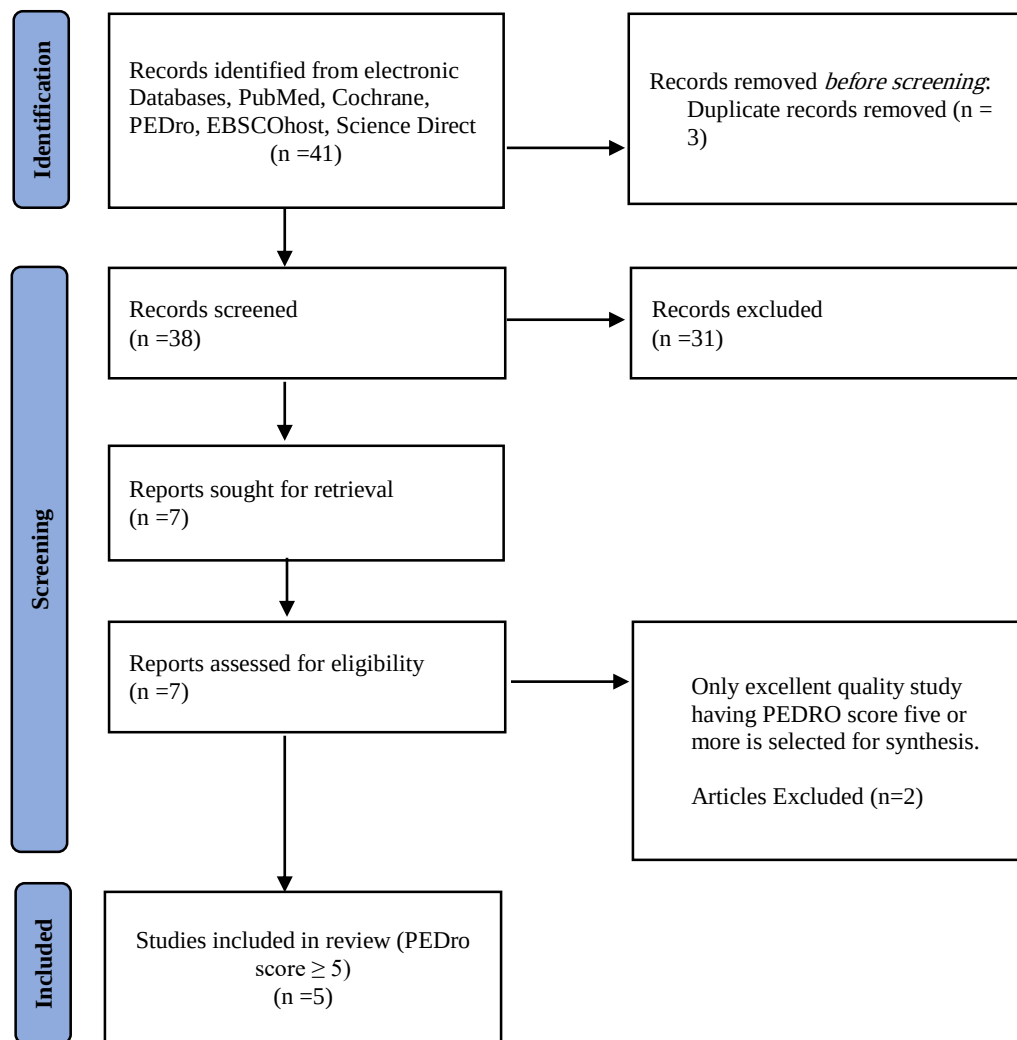


Fig. 1. PRISMA Flow Diagram of Study Selection

Search Terms Used: "Neck Muscle" AND "Fatigue" AND "Postural Control"; Databases: PubMed (n=2), Cochrane (n=3), PEDro (n=10), EBSCOhost (n=14), ScienceDirect (n=12); Date range: January 2015 – July 2025; Language: English; Study design: RCTs; Quality threshold: PEDro score ≥ 5 (moderate to high quality); Prepared in accordance with PRISMA 2020 guidelines

3.2 Methodological Evaluation of Studies

The PEDro scale consists of 11 items, with the first item assessing external validity and not contributing to the total score. The remaining 10 items are scored as “yes” (1) or “no” (0), resulting in a total score out of 10. Studies scoring 7–10 are classified as high quality, 5–6 as moderate quality, and 0–4 as low quality (21). Due to the practical challenges associated with blinding participants and therapists in rehabilitation research, the maximum achievable PEDro score is generally limited to 8 (21). In this review, PEDro scores ranged from 5 to 8, indicating moderate to high methodological quality among the included studies.

Several randomized controlled trials have investigated exercise-based interventions for forward head posture and related neck dysfunction. Elgendy et al. (8) reported significant improvements in craniovertebral angle, scapular alignment, and grip strength, achieving a PEDro score of 7 out of 10, indicating high methodological quality. Similarly, Yaghoubitajani et al. (22) and Mylonas et al. (7) demonstrated positive outcomes following corrective and neuromuscular exercise programs, with each study achieving a PEDro score of 6 out of 10. Hurer et al. (23) and Park and Lee (24) found that clinical Pilates and lower trapezius strengthening interventions effectively reduced pain and improved postural alignment, with both studies attaining a PEDro score of 5 out of 10. In contrast, Yaşa et al. (25) and Pawaria and Kalra (26) demonstrated lower methodological quality, each receiving a PEDro score of 4 out of 10, and were therefore excluded from the final synthesis. Overall, five studies met the inclusion criterion of a PEDro score ≥ 5 , representing moderate to high methodological quality and providing consistent evidence supporting targeted exercise interventions for neck strengthening and postural improvement.

3.3 Population and Interventions

The characteristics of the included studies, including participant characteristics, intervention protocols, control conditions, and main findings, are summarized in Table 3. Across the included studies investigating postural correction and neck rehabilitation, a total of approximately 194 participants were included, consisting of at least 27 males and 167 females. Participants ranged in age from 18 to 60 years and were primarily office workers or individuals with FHP, upper crossed syndrome (UCS), or mechanical neck pain. The intervention protocols mainly focused on improving cervical alignment, scapular stabilization, and neuromuscular control through structured programs, including postural corrective exercises, scapular stabilization routines, Pilates-based training, kinesiotaping, and instrument-assisted soft tissue mobilization. Training sessions were generally conducted 3–4 times per week for 4–8 weeks, with each session lasting approximately 35–65 minutes. Collectively, these studies demonstrated that consistent and targeted exercise interventions improved postural alignment, neck muscle endurance, and pain-related outcomes, particularly among individuals with sedentary lifestyles or postural dysfunction.

4. Discussion

This systematic review of five randomized controlled trials included in the final synthesis indicates that targeted neck and scapular interventions generally demonstrated improvements in forward head posture, assessed by craniovertebral angle (CVA), as well as related clinical outcomes. Park and Lee (24) found that incorporating a lower trapezius strengthening program into general scapulothoracic exercises resulted in greater increases in CVA and greater reductions in neck disability compared with stabilization exercises alone. Yaghoubitajani et al. (22) demonstrated that an online-supervised corrective exercise program significantly reduced neck–shoulder pain and improved postural angles and workability, whereas changes observed in the unsupervised workplace exercise group were minimal or not statistically significant. These findings are consistent with previous research indicating that therapeutic exercise and adjunctive taping strategies may improve forward head posture; however, exercise-based interventions appear to be more effective than taping alone. Overall, the reviewed studies consistently indicated that structured exercise programs, frequently combined with neuromuscular or supportive approaches, improved CVA, scapular alignment, muscle function, pain, and disability outcomes.

Table 3. PICO Characteristics of Studies Included in the Systematic Review

Author	Sample Size and Characteristics	Intervention Group	Control Group	Intervention Duration	Baseline Outcomes	Post-intervention Outcomes	Mean Change / Effect Size	Main Findings
Elgendy et al. (8)	N = 60 (8 males, 52 females), aged 18–40 years, diagnosed with forward head posture (FHP)	Group B: Postural correction exercises (PCEs) + scapular stabilization exercises (SSEs)Group C: PCEs + kinesiotaping (KT)Group D: PCEs + SSEs + KT	Group A: PCEs only	4 weeks, 4 sessions/week	Reduced craniocervical angle (CVA), scapular asymmetry, and low hand grip strength (~20–22 kg average)	Group D showed the greatest improvement: CVA increased by approximately 8°, hand grip strength increased by approximately 5.2 kg, and scapular position improved based on LSST measurements	Group D demonstrated the largest effect (CVA $\approx +8^\circ$, HGS $\approx +5.2$ kg, LSST change >1 cm; $p < 0.05$). Groups B and C showed moderate improvements	The combination of PCEs, SSEs, and KT produced the greatest improvements in posture and function, whereas PCEs alone resulted in smaller changes
Yaghoubitajani et al. (22)	N = 36 office workers with upper crossed syndrome (UCS); mean age ≈ 38 years	Group 1: Online-supervised corrective exercises (n = 12)Group 2: Workplace-based corrective exercises (n = 12)	Group 3: Control (usual activity, no intervention; n = 12)	8 weeks	FHP $\geq 45^\circ$, rounded shoulders $\geq 52^\circ$, rounded back $\geq 42^\circ$, neck pain score ≥ 3 (VAS)	Online group showed significant improvements in posture angles, pain, workability, and trapezius and serratus anterior activation	Online group: $p = 0.000$ – 0.048 (large effects)Workplace group: $p = 0.002$ – 0.038 (moderate effects)	Online-supervised corrective exercises resulted in greater improvements in posture, pain, muscle activation, and function compared with workplace-based or no training
Mylonas et al. (7)	N = 20 patients with mechanical neck pain and FHP, randomly allocated into two groups	Group A: Instrument-assisted soft tissue mobilization (IASTM) + neuromuscular exercises targeting cervical and thoracic regions	Group B: Classical massage + the same neuromuscular exercise program	8 treatment sessions (~4 weeks), with follow-up at 2 and 4 weeks after treatment	Reduced CVA, increased VAS and NDI scores, and reduced cervical ROM and strength	Group A: CVA increased by $+7.2^\circ$, NDI decreased by -25.2 , VAS decreased by -5.97 Group B: CVA increased by $+1.1^\circ$, NDI decreased by -5.8 , VAS decreased by -3.1	Between-group differences favored Group A (CVA difference = $+6.1^\circ$, NDI difference = -19.4 , VAS difference = -2.87 ; $p < 0.05$)	IASTM combined with neuromuscular exercises was more effective than massage combined with exercises for improving posture, pain, and function in individuals with FHP and mechanical neck pain
Hürer et al. (23)	38 desk-based workers with sagittal cervical disorientation, aged 30–60 years; 19 participants completed each group	Clinical Pilates exercise (CPE): supervised sessions by physiotherapist, 1 h/day, 3 times/week for 8 weeks, focusing on cervical, shoulder, rib cage, lumbopelvic control, breathing, stabilization, strength, and flexibility	Home exercise program (HEP): stretching, posture correction, strengthening exercises, and craniocervical flexion exercises performed at home 3 times/week for 8 weeks	8 weeks, 3 sessions/week	No significant differences between groups in acromial distance, CVA, HTA, and CTA before intervention ($p > 0.05$)	Significant between-group improvements favoring CPE in CVA (95% CI: 159.6–166.0, $p = 0.019$), HTA (95% CI: 45.6–50.0, $p = 0.021$), and CTA (95% CI: 65.6–71.0, $p = 0.030$)	Significant improvements in postural parameters and deep cervical flexor function were observed in the CPE group	Clinical Pilates improved postural control, cervical alignment, and strength/endurance of deep cervical flexor muscles
Park and Lee (24)	N = 40 patients with neck pain (mean age ≈ 27 years); experimental (n = 20) and control (n = 20); CVA $< 53^\circ$, VAS ≥ 3	Scapular and thoracic stabilization program + lower trapezius strengthening exercises (modified prone cobra, wall slide, trapezius progression), 65 min/session, 3 sessions/week	Scapular and thoracic stabilization program only (35 min/session, 3 sessions/week)	4 weeks	No significant baseline differences in pain, dysfunction, CVA, and CRA between groups	Experimental group showed significant improvements in NDI (d = 1.11), CVA (d = -0.53), CRA (d = 0.50), muscle thickness (d = -0.58), and contraction rate (d = -1.21)	Significant between-group differences favored the experimental group ($p < 0.05$)	Lower trapezius strengthening combined with stabilization was more effective than stabilization alone for improving posture, neck dysfunction, and muscle activation

A significant pattern observed across the trials was the effectiveness of multimodal and supervised interventions compared with single-modality or unsupervised approaches. Elgendy et al. (8) demonstrated that incorporating scapular stabilization exercises (SSEs) into a postural correction program resulted in greater improvements in CVA and deep neck muscle endurance compared with postural exercises alone. Mylonas et al. (7) reported that the combination of instrument-assisted soft tissue mobilization (IASTM) and neuromuscular exercises produced greater improvements in CVA and Neck Disability Index scores compared with massage combined with exercises. These findings suggest a potential synergistic effect of integrating adjunctive therapies with strengthening exercises. Approaches such as kinesiotaping, IASTM, and Pilates-based exercises may enhance tissue mobility, proprioceptive input, and neuromuscular control, thereby supporting corrective exercise outcomes. In contrast, isolated or unsupervised home-based exercise programs tended to demonstrate smaller improvements.

The mode of intervention delivery also appeared to influence outcomes. The trial comparing online supervision with workplace-based exercises showed that participants receiving remote supervision experienced greater improvements in pain, postural angles, workability, and muscle activation. Although both groups improved from baseline, specific outcomes, including enhanced workability and reduced upper trapezius overactivation, were observed primarily in the online-supervised group. These findings suggest that supervision, including virtual formats, may enhance adherence, exercise intensity, and movement quality during corrective exercise programs. This observation is consistent with telerehabilitation literature indicating that supervised interventions, whether delivered remotely or in person, may provide greater benefits than unguided or self-directed programs due to enhanced feedback and motivation. Therefore, supervised exercise programs may represent a valuable alternative, particularly when face-to-face clinical rehabilitation is not feasible.

Particular exercise methodologies demonstrated unique benefits. Clinical Pilates, focusing on core and cervical stabilization, resulted in significantly greater improvements in postural alignment and deep neck flexor endurance compared with conventional home exercises, despite similar levels of pain reduction between groups (23). In the Pilates study, improvements in craniovertebral angle (CVA) and neck flexor endurance were significantly greater in the Pilates group compared with the control group. The trial investigating lower trapezius strengthening demonstrated that only the group performing specific lower trapezius exercises showed significant increases in muscle thickness and contraction rate, which were associated with improved alignment and reduced disability. These findings suggest that targeting specific muscle groups, including deep neck flexors and scapular stabilizers, within a stabilization framework may provide greater postural benefits compared with general strengthening exercises. Exercise programs emphasizing spinal stabilization and scapular muscle activation, including Pilates-based exercises and isolated trapezius strengthening, appear to be effective approaches for improving forward head posture. The findings of this review are consistent with previous literature demonstrating an association between head posture and neck health. Systematic reviews have indicated that adults with chronic neck pain typically demonstrate a greater forward head posture, reflected by reduced CVA, compared with individuals without neck pain. Lotfian et al. (27) reported that reduced CVA, indicating a more pronounced forward head posture, was significantly associated with greater neck disability scores. Therefore, improvements in CVA observed in the included trials may partly explain reductions in pain and disability. Corrective exercise programs that promote a more posterior head position relative to the shoulders may reduce mechanical stress on cervical structures and improve neuromuscular balance.

Previous research has shown that women with forward head posture exhibit lower neck extensor endurance and higher levels of pain and disability compared with individuals without this condition, highlighting the clinical importance of improving muscle endurance and postural alignment. Collectively, the findings of this review and previous studies suggest that strengthening and stabilization exercises targeting cervical and scapular muscles may contribute to improvements in neck posture and related symptoms. Lee (2) reported that forward head posture was associated with impaired static balance control, including increased sway velocity and sway distance, whereas no significant effects were observed on dynamic balance. These findings suggest that FHP may influence specific aspects of postural control, particularly static stability. Piaillard and Noe (28) emphasized that accurate assessment of postural control requires appropriate selection of testing methods and variables according to the study population and objectives. Therefore, combining mechanical, sensory, and cognitive assessment approaches may provide a more comprehensive evaluation of the sensory, central, and motor components involved in postural stability. Cheng et al. (29)

observed impaired postural stability during quiet standing among individuals with chronic neck pain. Following neck flexor fatigue, both individuals with chronic neck pain and asymptomatic young adults adopted a more rigid control strategy to limit postural sway and maintain head stability during backward perturbations. Similarly, Hsu et al. (30) reported that chronic neck pain is associated with impaired postural control and altered cervical muscle activation patterns, and that additional neck flexor fatigue may further increase balance instability and promote protective muscle control strategies during upper-limb movements. Abdolazhad and Daneshmandi (31) demonstrated that structured corrective exercise programs targeting upper crossed syndrome can improve postural alignment and muscle balance. Overall, these findings indicate that neck flexor endurance and strengthening training may represent an important component of rehabilitation strategies aimed at improving postural stability.

The findings suggest that rehabilitation programs for neck pain and postural disorders should incorporate targeted, muscle-specific exercises and, when appropriate, adjunctive manual techniques administered by trained professionals. Therapists should prioritize exercises targeting the deep cervical flexors and scapular stabilizers rather than relying exclusively on general home-based programs or passive interventions. The inclusion of adjunctive approaches such as kinesiotaping or IASTM suggests that combining manual techniques with exercise may enhance postural outcomes. Furthermore, the evidence supports the feasibility of tele-rehabilitation, indicating that supervised online exercise programs may improve posture and reduce symptoms, particularly among individuals with limited access to clinical facilities. Measurement of CVA and other postural parameters may assist clinicians in monitoring rehabilitation progress. Patients should be encouraged to participate consistently in supervised corrective exercises and stabilization programs.

The methodological limitations of the included studies require cautious interpretation of the findings. All trials lacked double-blinding, as participants and therapists were aware of group allocation, which may have introduced performance or placebo effects. Blinding was mainly limited to outcome assessors, and several studies provided insufficient information regarding allocation concealment or intention-to-treat analysis. Sample sizes were generally modest (approximately 20–60 participants per study), which may have limited statistical power and reduced generalizability. Moreover, intervention durations were relatively short, ranging from 4 to 8 weeks, and follow-up periods were limited; therefore, the long-term sustainability of postural improvements remains uncertain. Heterogeneity in exercise protocols and outcome measures also restricted direct comparisons between studies. For example, not all studies used identical definitions or assessment procedures for CVA and postural control. Additionally, most included studies focused on specific populations, such as office workers or individuals with sagittal cervical disorientation, which may limit applicability to broader populations with neck pain. Future studies should include larger, well-designed randomized controlled trials with adequate sample sizes to confirm the effectiveness of neck muscle strengthening interventions. Researchers should incorporate concealed allocation, blinded outcome assessment, and preregistered protocols to minimize methodological bias. Factorial designs may help clarify the independent effects of specific intervention components, including exercise intensity, taping, and manual therapy. Longer follow-up periods are also required to determine whether postural improvements are maintained over time. The integration of objective biomechanical assessments, such as three-dimensional motion analysis and electromyography, may provide further insight into how strengthening interventions influence muscle activation patterns and postural alignment. Future investigations should also examine tele-exercise models, adherence strategies, mechanistic pathways related to cervical endurance and scapular stability, and cost-effectiveness to facilitate clinical implementation. Addressing these areas will strengthen the evidence base and contribute to the development of more effective rehabilitation strategies for improving neck posture and function.

4.1 Study Limitations

Methodological limitations, including relatively small sample sizes, short intervention durations, and limited blinding procedures, require cautious interpretation of the findings. Future research should prioritize standardized intervention protocols, longer follow-up periods, and investigation of the underlying mechanisms linking neck strengthening interventions with improvements in postural and sensorimotor functions.

5. Conclusion

This systematic review highlights the potential role of neck muscle strengthening interventions in improving postural control and functional outcomes. Across five randomized controlled trials, interventions targeting the cervical and scapular musculature, including postural correction exercises, scapular stabilization, kinesiotaping, clinical Pilates, lower trapezius strengthening, and instrument-assisted soft tissue mobilization, reported improvements in craniovertebral angle (CVA), muscle activation, postural alignment, pain, and disability outcomes. Multimodal and supervised interventions generally showed greater improvements compared with isolated or unsupervised approaches. Programs combining corrective exercises with adjunctive techniques, such as kinesiotaping, IASTM, or Pilates, appeared to provide additional benefits for posture and function compared with single-modality interventions. Similarly, supervised delivery, whether conducted in person or through online platforms, was associated with better adherence and improved outcomes compared with unsupervised programs. These findings emphasize the importance of structured, guided, and individualized rehabilitation strategies. The available evidence suggests that targeted cervical and scapular strengthening may be beneficial in the management of forward head posture (FHP), upper crossed syndrome (UCS), and chronic neck pain. Improving postural alignment may contribute to reductions in pain and disability and may enhance sensorimotor function and overall functional capacity. However, the current evidence remains preliminary, and clinical recommendations should be interpreted considering the methodological limitations of the available studies. In conclusion, strengthening of the cervical musculature, particularly when integrated with multimodal corrective strategies and delivered under professional supervision, represents a promising approach for improving posture and functional outcomes in individuals with neck dysfunction. Nevertheless, larger and methodologically rigorous randomized controlled trials with standardized protocols and long-term follow-up are required before definitive conclusions can be established.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Ethical approval was not applicable for this systematic review.

Funding

The authors received no financial support for this study.

Authors' contributions

SS contributed to the conception and design of the study, literature search, study selection, data extraction, analysis and interpretation of findings, and preparation of the initial manuscript. TF contributed to the methodological supervision, critical revision of the manuscript, interpretation of results, and final approval of the submitted version. Both authors read and approved the final manuscript.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflict of interest related to this study.

مقاله مروری

بررسی اثرات تقویت عضلات گردن بر کنترل پاسچر: یک مرور نظام‌مند

شالینی سولانکی^۱ (ID)، *تابیش فهیم^۱ (ID)

۱. دانشگاه جی دی جونکا، گورگرام، هاریانا، هند.

Use your device to scan and read the article online

**Citation:** Solanki S, Fahim T. Exploring the Effects of Neck Muscle Strengthening on Postural Control: A Systematic Review. Journal of Sport Biomechanics.2026;12(3):506-530. <https://doi.org/10.66224/JSportBiomech.12.3.506> <https://doi.org/10.66224/JSportBiomech.12.3.506>

چکیده

هدف عضلات گردنی نقش مهمی در کنترل پاسچر، حس عمقی و تنظیم عصبی-عضلانی ایفا می‌کنند. ضعف یا اختلال در فعال‌سازی عضلات گردن و کتف با پاسچر سر به جلو (FHP)، درد گردن و تغییر در راستای بدنی همراه است. اگرچه تمرینات تقویتی و اصلاحی برای بهبود عملکرد گردن پیشنهاد شده‌اند، اثربخشی مقایسه‌ای آن‌ها همچنان به‌طور کامل مشخص نیست.

روش‌ها یک مرور نظام‌مند مطابق با دستورالعمل PRISMA 2020 انجام شد. کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌شده (RCT) منتشرشده از ژانویه ۲۰۱۵ تا جولای ۲۰۲۵، از طریق جستجو در پایگاه‌های PubMed، PEDro، Cochrane، EBSCOhost و ScienceDirect با استفاده از واژه‌های «عضله گردن»، «خستگی» و «کنترل پاسچر» و ترکیب‌های مرتبط آن‌ها شناسایی شدند. مطالعاتی وارد مرور شدند که شامل افراد دارای اختلال عملکرد گردن یا مشکلات پاسچر بوده و مداخلات تقویتی مبتنی بر تمرین یا تمرینات اصلاحی را ارزیابی کرده بودند. کیفیت روش‌شناختی مطالعات با استفاده از مقیاس PEDro ارزیابی شد.

یافته‌ها از ۴۱ مقاله شناسایی‌شده، ۷ کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده بررسی شدند که ۵ مطالعه با کیفیت روش‌شناختی مناسب ($PEDro \geq 5$) در ستنز نهایی وارد شدند. مداخلات شامل تمرینات اصلاح پاسچر، تثبیت کتف، کینزیوتپیینگ، پیلاتس بالینی، تقویت عضله ذوزنقه‌ای تحتانی و موبیلیزاسیون بافت نرم بودند. این مداخلات به‌طور کلی موجب بهبود راستای پاسچر، زاویه جمجمه‌ای-مهره‌ای، فعالیت عضلانی، درد و عملکرد شدند و برنامه‌های چندوجهی تحت نظارت اثربخشی بیشتری داشتند. مهم‌ترین محدودیت‌های مطالعات، نبود کورسازی و تخصیص پنهان بود.

نتیجه‌گیری مداخلات تقویت عضلات گردن در مطالعات بررسی‌شده با بهبود کنترل پاسچر و عملکرد حرکتی همراه بودند. شواهد موجود نشان می‌دهد که رویکردهای چندوجهی، ساختاریافته و تحت نظارت ممکن است در مقایسه با برنامه‌های تک‌بعدی یا بدون نظارت، مزایای بیشتری داشته باشند. استفاده از پروتکل‌های استاندارد و پیگیری‌های طولانی‌مدت برای شناسایی راهبردهای بهینه توانبخشی و ارزیابی پایداری اثرات ضروری است.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۵ آبان ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲ خرداد ۱۴۰۵

تاریخ انتشار: ۶ مرداد ۱۴۰۵

کلید واژه‌ها:

تقویت عضلات گردن، کنترل

پاسچر، پاسچر سر به جلو،

توانبخشی گردن

*نویسنده مسئول:

تابیش فهیم

آدرس: دانشگاه جی دی جونکا، گورگرام، هاریانا، هند.

ایمیل: drtabishfahim4u@gmail.com

مقدمه

ستون فقرات گردنی نقش اساسی در حفظ پاسچر قائم، جهت‌دهی اطلاعات حسی و ایجاد کنترل عصبی-عضلانی در سراسر بخش فوقانی بدن دارد. عضلات عمقی گردن، به‌ویژه عضلات طویل گردنی، طویل سر و عضلات زیرپس‌سری، به‌عنوان تثبیت‌کننده‌ها و یکپارچه‌کننده‌های حسی عمل کرده و کنترل دقیق وضعیت و راستای سر را تسهیل می‌کنند (۱). این عضلات در طول فعالیت‌های روزمره مانند مطالعه، استفاده از رایانه و سایر مشاغل همراه با وضعیت‌های ایستا، به‌طور مداوم فعال هستند. اعمال بار طولانی‌مدت یا فشارهای تکراری که به‌طور شایع در کارکنان اداری، جراحان و کاربران تلفن همراه مشاهده می‌شود، ممکن است منجر به ضعف عضلات گردنی، تغییرات پاسچر، اختلال در کنترل پاسچر و کاهش دقت حس عمقی شود (۲، ۳). کنترل پاسچر به یکپارچگی سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حسی-پیکری وابسته است و ستون فقرات گردنی به‌عنوان یکی از منابع مهم حس عمقی در این فرآیند عمل می‌کند. گیرنده‌های مکانیکی موجود در عضلات گردن، بازخوردهای آوران ضروری را به سیستم عصبی مرکزی منتقل کرده و در تنظیم تعادل و جهت‌یابی فضایی نقش دارند (۴). اختلالات حسی-حرکتی به‌ویژه در افراد دارای پاسچر سر به جلو (FHP) یا ناراحتی مداوم گردن مشاهده می‌شود؛ به‌گونه‌ای که این افراد به‌تدریج وابستگی بیشتری به عضلات سطحی مانند عضله جناغی-چنبری-پستانی و بخش فوقانی عضله دوزنقه‌ای پیدا می‌کنند که این امر موجب تقویت الگوهای پاسچرال نامناسب می‌شود (۵). باباخانی و همکاران (۶) نشان دادند که هایپرلوردوز گردنی تأثیر معناداری بر تعادل ایستا بر اساس اندازه‌گیری مرکز فشار (COP) ندارد؛ با این حال، زمان تثبیت (TTS) را به‌طور معناداری افزایش می‌دهد که نشان می‌دهد راستای ستون فقرات ممکن است بیشتر بر کنترل پاسچر پویا نسبت به کنترل پاسچر ایستا اثرگذار باشد.

پژوهش‌های تجربی و بالینی، تأثیر خستگی عضلات گردن بر راهبردهای کنترل حرکتی را برجسته کرده‌اند. مایلوناس و همکاران (۷) گزارش کردند که بیماران مبتلا به درد مکانیکی گردن که در یک برنامه ترکیبی شامل تمرینات عصبی-عضلانی و موبیلیزاسیون بافت نرم به کمک ابزار شرکت کردند، در مقایسه با گروه کنترل، بهبودهای معناداری در زاویه جمجمه‌ای-مهره‌ای (CVA)، حس عمقی و ناتوانی گردن نشان دادند. همچنین، الگندی و همکاران (۸) دریافتند که یک مداخله چندوجهی شامل تمرینات اصلاح پاسچر، تثبیت کتف و کینزیوتیپینگ، موجب بهبود معنادار راستای کتف، زاویه جمجمه‌ای-مهره‌ای و قدرت گرفتن دست در افراد دارای FHP شد. مطالعات مرتبط با محیط کار نیز نشان داده‌اند که اعمال بار مزمن بر ستون فقرات گردنی می‌تواند موجب اختلال عصبی-حرکتی و ناراحتی شود؛ با این حال، مداخلات ارگونومیک مانند اسکلت‌های بیرونی غیرفعال ممکن است این پیامدهای نامطلوب را کاهش دهند (۳). یکی از چالش‌های اصلی در این حوزه، استفاده غیرهمسان از اصطلاحات تخصصی است. واژه‌هایی مانند قدرت و استقامت گاهی به‌صورت جایگزین به کار می‌روند، در حالی که این دو مفهوم بیانگر سازگاری‌های فیزیولوژیک متفاوتی هستند. استقامت ممکن است به مدت‌زمان تحمل فعالیت تا رسیدن به ناتوانی ارادی یا کاهش فرکانس فعالیت الکترومایوگرافی اشاره داشته باشد و می‌تواند شامل انقباضات ایزومتریک یا کانستریک باشد (۹). این تفاوت‌ها، توسعه پروتکل‌های تمرینی دقیق و استاندارد را دشوار می‌سازد. علاوه بر این، پیچیدگی آناتومیک عضلات گردنی، چالش‌های روش‌شناختی را افزایش می‌دهد؛ زیرا این عضلات در فضای محدود و متراکم قرار داشته و در صفحات حرکتی مختلف فعالیت می‌کنند، بنابراین ارزیابی اختصاصی هر عضله بدون استفاده از وضعیت‌دهی استاندارد و تعیین دقیق نقاط آناتومیک دشوار است (۱۰، ۱۱).

بهبود قدرت و استقامت عضلات گردنی با افزایش راستای مناسب پاسچر، کاهش درد و کاهش خطر آسیب‌های سر و گردن همراه دانسته شده است (۱۲، ۱۳). درک سازوکارهایی که از طریق آن‌ها اختلال عملکرد عضلات گردنی بر تعادل اثر می‌گذارد، مبنای

فیزیولوژیک لازم برای استفاده از مداخلات تقویتی را فراهم می‌کند. خستگی و ضعف عضلانی می‌توانند از طریق تغییر ورودی‌های اوران عصبی-عضلانی و کاهش یکپارچگی حسی-حرکتی، کنترل تعادل کل بدن را مختل کنند (۱۴)؛ این اثرات در افراد مبتلا به اختلالات حاد یا مزمن ناحیه سر و گردن نیز مشاهده شده است (۱۵، ۱۶). ویلرم و همکاران (۱۷) نشان دادند که خستگی عضلات گردنی موجب بازتنظیم وزن‌دهی اطلاعات حسی در فرآیند کنترل پاسچر شده و وابستگی به ورودی‌های حسی-پیکری از سطح کف پا، مچ پا و اطلاعات بینایی را افزایش می‌دهد. نادری و همکاران (۱۸) گزارش کردند که هر دو پروتکل خستگی عملکردی و غیرعملکردی موجب کاهش تعادل پویا می‌شوند، اما خستگی غیرعملکردی کاهش بیشتری ایجاد می‌کند (۳۹/۲۱ درصد در مقایسه با ۴۹/۱۰ درصد در خستگی عملکردی) که نشان‌دهنده تأثیر متفاوت انواع خستگی بر پایداری پاسچر است. در مجموع، این یافته‌ها مبنای فیزیولوژیک قوی برای استفاده از مداخلات هدفمند تقویت و افزایش استقامت عضلات گردنی به‌منظور بهبود کنترل پاسچر و عملکردهای روزمره فراهم می‌کنند (۱۹، ۲۰).

روش شناسی

پروتکل پژوهش

این مطالعه به‌صورت یک مرور نظام‌مند طراحی شد و مطابق با دستورالعمل موارد ترجیحی گزارش‌دهی برای مرورهای نظام‌مند و فراتحلیل‌ها PRISMA 2020 انجام گرفت.

جستجوی منابع و انتخاب مطالعات

پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی شامل PubMed، PEDro، EBSCOhost، ScienceDirect و ثبت مرکزی کارآزمایی‌های کنترل‌شده کارکین (Cochrane Central Register of Controlled Trials) به‌صورت نظام‌مند با استفاده از کلیدواژه‌های منفرد و ترکیبی مورد جستجو قرار گرفتند. در فرآیند جستجو، دستورالعمل PRISMA-S برای گزارش‌دهی جستجوهای منابع در مرورهای نظام‌مند رعایت شد. ترکیب‌های منطقی (Boolean) از اصطلاحات "neck muscle"، "fatigue" و "postural control" برای شناسایی مطالعات مرتبط استفاده شدند. مطالعات در صورتی واجد شرایط ورود به مرور بودند که دارای یکی از طرح‌های کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده (RCT)، مطالعات کنترل‌شده یا مطالعات غیرتصادفی‌شده بوده، به زبان انگلیسی و در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ منتشر شده باشند. در مواردی که متن کامل مقالات به‌صورت مستقیم در دسترس نبود، از طریق تماس با نویسندگان مسئول، نسخه کامل مقاله دریافت شد. در مرحله نخست، عنوان و چکیده مقالات بررسی شد و سپس پژوهشگران با بحث و توافق جمعی، واجد شرایط بودن مطالعات را تعیین کردند. مطالعاتی که ارتباطی با اهداف این مرور نداشتند، حذف شدند. معیارهای ورود شامل الف) مطالعات منتشرشده به زبان انگلیسی، ب) کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌شده (RCT) و ج) مطالعاتی که شرکت‌کنندگان آن‌ها دارای اختلالات مرتبط با عملکرد گردن، خستگی عضلانی، ضعف عضلانی یا اختلال در کنترل پاسچر بودند. مطالعاتی که دارای موارد زیر بودند از مرور حذف شدند: مقالات تکراری، مطالعات غیرانگلیسی، مطالعات فاقد طراحی تصادفی یا کنترل‌شده، و پژوهش‌هایی که با متغیرهای موردنظر (عملکرد گردن یا کنترل پاسچر) ارتباط نداشتند. راهبردهای جستجوی جامع برای تمامی پایگاه‌های اطلاعاتی در [جدول ۱](#) ارائه شده است.

استخراج داده‌ها

پژوهشگران اطلاعات مربوط به نویسندگان، سال انتشار، ویژگی‌های شرکت‌کنندگان، مشخصات مداخلات، حجم نمونه و نتایج مطالعات را استخراج کردند. استخراج داده‌ها به صورت مستقل توسط سه پژوهشگر انجام شد و اختلاف نظرها با توافق برطرف گردید. همچنین، کیفیت روش شناختی مطالعات با استفاده از مقیاس معتبر PEDro ارزیابی شد.

جدول ۱. راهبردهای جامع جستجو در تمامی پایگاه‌های اطلاعاتی

تعداد نتایج	کلیدواژه‌ها؛ تمام فیلدها / متن کامل	جستجو	پایگاه اطلاعاتی / تاریخ جستجو
۱۱۲۸	(Neck Muscle) کلیدواژه	#۱	Cochrane ۲۰۲۵/۰۷/۲۱
۲۳	(Fatigue) کلیدواژه	#۲	
۳۳۰۴	(Postural Control) کلیدواژه	#۳	
۳	#۱ AND #۲ AND #۳	#۴	
—	Clinical Trials .English Language	محدودیت‌ها	
۱۲۰	MeSH (Neck Muscle) اصطلاحات	#۱	PubMed ۲۰۲۵/۰۷/۲۱
۱۹۹۱	MeSH (Fatigue) اصطلاحات	#۲	
۲۰۳۵	MeSH (Postural Control) اصطلاحات	#۳	
۲	#۱ AND #۲ AND #۳	#۴	
—	Randomized Controlled Trials .English Language	محدودیت‌ها	
۲۶۸۴	(Neck Muscle) عنوان یا چکیده	#۱	ScienceDirect (Elsevier) ۲۰۲۵/۰۷/۲۱
۴۵۹۵۰	(Fatigue) عنوان یا چکیده	#۲	
۳۸۷۱	(Postural Control) عنوان یا چکیده	#۳	
۱۲	#۱ AND #۲ AND #۳	#۴	
—	Research Articles and Case Reports .English Language	محدودیت‌ها	
۱۵۵	TX All Text (Neck Muscle)	#۱	EBSCOhost ۲۰۲۵/۰۷/۲۱
۷۰۴	TX All Text (Fatigue)	#۲	
۱۵۲	TX All Text (Postural Control)	#۳	
۱۴	#۱ AND #۲ AND #۳	#۴	
—	Randomized Controlled Trials .English Language	محدودیت‌ها	
۳۱۲	All Text (Neck Muscle)	#۱	PEDro ۲۰۲۵/۰۷/۲۱
۱۲۳۷	All Text (Fatigue)	#۲	
۶۹۲	All Text (Postural Control)	#۳	
۱۰	#۱ AND #۲ AND #۳	#۴	
—	Randomized Controlled Trials .English Language	محدودیت‌ها	
۴۱	مجموع نتایج جستجو		
۳	مطالعات تکراری حذف شده		
۳۸	مطالعات باقی‌مانده پس از حذف موارد تکراری		
۳۱	مطالعات حذف شده به دلیل عدم انطباق با معیارهای ورود (پس از بررسی مقالات)		
۷	مقالات باقی‌مانده پس از بررسی کامل		
۵	(PEDro $\geq$ امتیاز) مطالعات وارد شده در سنتز نهایی		

ارزیابی کیفیت روش شناختی

تمامی هفت مطالعه‌ای که در مرحله ارزیابی واجد شرایط بودن بررسی شدند، از نظر کیفیت روش شناختی و خطر سوگیری با استفاده از مقیاس پایگاه داده شواهد فیزیوتراپی ارزیابی شدند. محدودیت‌های روش شناختی شایع شناسایی شده بر اساس امتیازات PEDro شامل نبود تخصیص پنهان و ناکافی بودن کورسازی شرکت کنندگان، درمانگران و ارزیابان پیامد بود. در مقابل، برخی معیارهای PEDro در مطالعات وارد شده به طور مداوم به خوبی رعایت شده بودند که شامل مقایسه پذیری اولیه گروه‌ها، پیگیری مناسب، تحلیل بر اساس قصد درمان، گزارش شاخص‌های تغییرپذیری و مقایسه‌های بین گروهی بود. خلاصه امتیازات PEDro مطالعات وارد شده در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. ارزیابی کیفیت روش شناختی مطالعات بررسی شده از نظر واجد شرایط بودن با استفاده از مقیاس PEDro

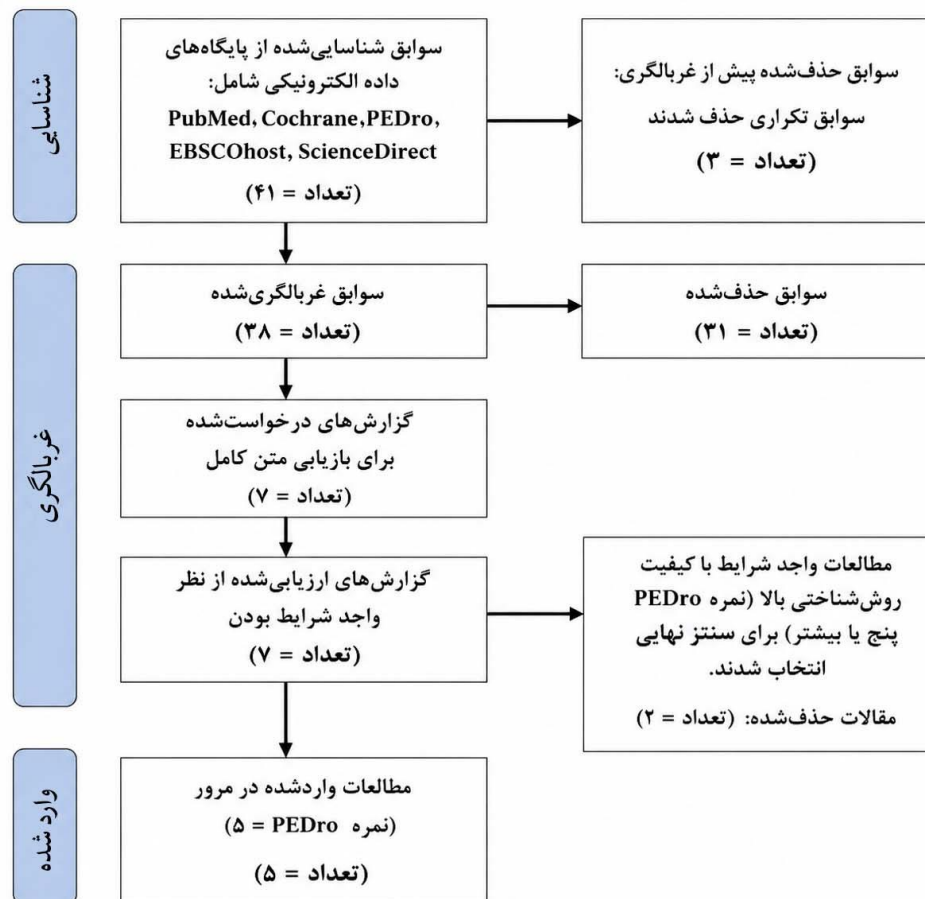
نویسنده اول	عنوان مطالعه	EC	RA	CA	BC	BP	BT	BA	FU	ITT	BGC	PE	امتیاز کل
الگندی و همکاران (۹)	اثربخشی برنامه اصلاح پاسچر سر بر زاویه جمجمه‌ای-مهره‌ای، وضعیت کتف و قدرت گرفتن دست در افراد دارای پاسچر سر به جلو: یک کارآزمایی بالینی تصادفی شده	بله	بله	بله	بله	خیر	خیر	بله	بله	خیر	بله	بله	۱۰/۷
یعقوبی تاجانی و همکاران (۲۲)	تمرینات اصلاحی ارائه شده به صورت آنلاین در مقایسه با محیط کار برای درد و عملکرد کارکنان اداری مبتلا به سندرم متقاطع فوقانی: یک کارآزمایی بالینی تصادفی شده	بله	بله	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	بله	بله	بله	بله	۱۰/۶
مایلوناس و همکاران (۷)	ترکیب موبیلیزاسیون بافت نرم به کمک ابزار و تمرینات عصبی-عضلانی هدفمند برای اصلاح پاسچر سر به جلو و درد مکانیکی گردن: یک مطالعه تصادفی شده کنترل شده	بله	بله	خیر	بله	خیر	خیر	بله	بله	خیر	بله	بله	۱۰/۶
هورر و همکاران (۲۳)	اثربخشی پیلاتس بالینی و تمرینات خانگی در ناهماهنگی سازه‌ای گردن: مطالعه تصادفی شده کنترل شده	بله	بله	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	بله	بله	بله	۱۰/۵
پارک و لی (۲۴)	تأثیر تمرینات تقویت عضله دوزنقه‌ای تحتانی بر درد، ناتوانی، راستای پاسچر، ضخامت عضله و میزان انقباض در بیماران مبتلا به درد گردن: کارآزمایی بالینی تصادفی شده	بله	بله	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	بله	خیر	بله	بله	۱۰/۵
یاشا و همکاران (۲۵)	تأثیر تمرینات تعادلی همراه با فیزیوتراپی معمول بر درد، کنترل پاسچر و اعتماد به نفس تعادلی در بیماران مبتلا به فتق دیسک گردنی: کارآزمایی بالینی تصادفی شده	بله	بله	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	بله	بله	۱۰/۴
پاواریا و کالرا (۲۶)	تأثیر تمرینات عضلات خم کننده عمقی گردن بر عملکردهای تنفسی در بیماران مبتلا به درد مزمن گردن و پاسچر سر به جلو	بله	بله	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	بله	بله	۱۰/۴

یادداشت: EC: معیارهای ورود؛ RA: تخصیص تصادفی؛ CA: تخصیص پنهان؛ BC: مقایسه پذیری اولیه گروه‌ها؛ BP: کورسازی شرکت کنندگان؛ BT: کورسازی درمانگران؛ BA: کورسازی ارزیابان؛ FU: پیگیری کافی؛ ITT: تحلیل بر اساس قصد درمان؛ BGC: مقایسه بین گروه‌ها؛ PE: برآوردهای نقطه‌ای و تغییرپذیری.

نتایج

فرآیند انتخاب مقالات

جستجوی انجام شده در پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی، در مجموع ۴۱ رکورد را شناسایی کرد که شامل ۳ مقاله از ثبت مرکزی کارآزمایی‌های کنترل شده کاکرین (Cochrane Central Register of Controlled Trials)، ۱۴ مقاله از EBSCOhost، ۱۰ مقاله از پایگاه شواهد فیزیوتراپی (PEDro)، ۲ مقاله از PubMed و ۱۲ مقاله از ScienceDirect بود. پس از حذف ۳ رکورد تکراری و حذف ۳۱ مطالعه که پس از بررسی عنوان، چکیده و متن کامل، معیارهای ورود به مطالعه را نداشتند، تعداد ۷ مطالعه برای ارزیابی کیفیت روش‌شناختی با استفاده از مقیاس PEDro وارد مرحله بررسی شدند. از میان این مطالعات، ۲ مطالعه امتیازی کمتر از آستانه از پیش تعیین شده ۵ در مقیاس PEDro کسب کرده و از تحلیل نهایی حذف شدند. در نهایت، ۵ مطالعه در سنتز نهایی وارد شدند. تمامی مطالعات وارد شده، مقالات پژوهشی اصیل و داوری شده بودند که به زبان انگلیسی منتشر شده و مطابق با معیارهای ورود و خروج تعیین شده انتخاب شدند. فرآیند انتخاب مطالعات در شکل ۱ (نمودار جریان PRISMA) ارائه شده است.



شکل ۱. نمودار جریان PRISMA برای فرآیند انتخاب مطالعات: واژه‌های جستجوی استفاده شده "Neck Muscle" AND "Fatigue" AND "Postural Control"; پایگاه‌های اطلاعاتی مورد جستجو PubMed (۲ مطالعه)، Cochrane (۳ مطالعه)، PEDro (۱۰ مطالعه)، EBSCOhost (۱۴ مطالعه)، ScienceDirect (۱۲ مطالعه)؛ بازه زمانی انتشار مطالعات: ژانویه ۲۰۱۵ تا جولای ۲۰۲۵؛ زبان: انگلیسی؛ نوع مطالعه: کارآزمایی‌های بالینی تصادفی شده (RCTs)؛ معیار کیفیت روش‌شناختی: امتیاز ≥ 5 PEDro (کیفیت متوسط تا بالا)؛ این مرور نظام‌مند مطابق با دستورالعمل PRISMA 2020 تهیه شده است.

ارزیابی روش شناختی مطالعات

مقیاس PEDro شامل ۱۱ مؤلفه است که مؤلفه اول، روایی بیرونی مطالعه را ارزیابی می‌کند و در محاسبه امتیاز نهایی لحاظ نمی‌شود. ۱۰ مؤلفه باقی‌مانده به صورت «بله» (۱ امتیاز) یا «خیر» (۰ امتیاز) نمره‌دهی می‌شوند و در مجموع امتیازی از ۱۰ را تشکیل می‌دهند. مطالعاتی که امتیاز ۷ تا ۱۰ کسب کنند، دارای کیفیت روش شناختی بالا، مطالعات با امتیاز ۵ تا ۶ دارای کیفیت متوسط و مطالعات با امتیاز ۰ تا ۴ دارای کیفیت پایین در نظر گرفته می‌شوند (۲۱). با توجه به چالش‌های عملی مرتبط با کورسازی شرکت‌کنندگان و درمانگران در پژوهش‌های توانبخشی، حداکثر امتیاز قابل دستیابی در مقیاس PEDro معمولاً به ۸ امتیاز محدود می‌شود (۲۱). در مرور حاضر، امتیازات PEDro مطالعات بین ۵ تا ۸ متغیر بود که نشان‌دهنده کیفیت روش شناختی متوسط تا بالا در مطالعات وارد شده است. چندین کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده، مداخلات مبتنی بر تمرین را برای اصلاح پاسچر سر به جلو و اختلالات مرتبط با عملکرد گردن بررسی کرده‌اند. لگندی و همکاران (۸) بهبودهای معناداری در زاویه حجمه‌ای-مهره‌ای، راستای کتف و قدرت گرفتن دست گزارش کردند و امتیاز ۷ از ۱۰ را در مقیاس PEDro کسب کردند که نشان‌دهنده کیفیت روش شناختی بالا است. همچنین، یقوبی‌تاجانی و همکاران (۲۲) و مایلوناس و همکاران (۷) پس از اجرای برنامه‌های تمرین اصلاحی و عصبی-عضلانی، نتایج مثبتی گزارش کردند و هر یک از مطالعات آن‌ها امتیاز ۶ از ۱۰ در مقیاس PEDro کسب کردند. هورر و همکاران (۲۳) و پارک و لی (۲۴) نیز نشان دادند که مداخلات پیلاتس بالینی و تقویت عضله دوزنقه‌ای تحتانی می‌توانند موجب کاهش درد و بهبود راستای پاسچر شوند؛ هر دو مطالعه امتیاز ۵ از ۱۰ را در مقیاس PEDro به دست آوردند. در مقابل، مطالعات یاشا و همکاران (۲۵) و پاواریا و کالرا (۲۶) کیفیت روش شناختی پایین‌تری داشتند و هر یک امتیاز ۴ از ۱۰ در مقیاس PEDro دریافت کردند؛ بنابراین از سنتر نهایی حذف شدند. در مجموع، پنج مطالعه معیار ورود با امتیاز ≥ 5 PEDro را برآورده کردند که بیانگر کیفیت روش شناختی متوسط تا بالا بوده و شواهد نسبتاً مناسبی را در حمایت از مداخلات هدفمند تقویت عضلات گردن و بهبود پاسچر فراهم می‌کنند.

جمعیت مورد مطالعه و مداخلات

ویژگی‌های مطالعات وارد شده، شامل مشخصات شرکت‌کنندگان، پروتکل‌های مداخله، شرایط گروه کنترل و یافته‌های اصلی، در جدول ۳ خلاصه شده است. در مطالعات وارد شده که به بررسی اصلاح پاسچر و توانبخشی گردن پرداخته بودند، مجموعاً حدود ۱۹۴ شرکت‌کننده حضور داشتند که شامل حداقل ۲۷ مرد و ۱۶۷ زن بودند. دامنه سنی شرکت‌کنندگان بین ۱۸ تا ۶۰ سال بود و بیشتر آن‌ها شامل کارکنان اداری یا افرادی با پاسچر سر به جلو، سندرم متقاطع فوقانی یا درد مکانیکی گردن بودند. پروتکل‌های مداخله عمدتاً بر بهبود راستای ستون فقرات گردنی، تثبیت کتف و کنترل عصبی-عضلانی تمرکز داشتند و شامل برنامه‌هایی مانند تمرینات اصلاحی پاسچر، تمرینات تثبیت‌کننده کتف، تمرینات مبتنی بر پیلاتس، کینزیوتپیینگ و موبیلیزاسیون بافت نرم به کمک ابزار بودند. جلسات تمرینی معمولاً ۳ تا ۴ بار در هفته به مدت ۴ تا ۸ هفته انجام شدند و مدت هر جلسه تقریباً ۳۵ تا ۶۵ دقیقه بود. در مجموع، این مطالعات نشان دادند که مداخلات تمرینی منظم و هدفمند می‌توانند موجب بهبود راستای پاسچر، افزایش استقامت عضلات گردن و کاهش پیامدهای مرتبط با درد شوند؛ به‌ویژه در افرادی که دارای سبک زندگی کم‌تحرك یا اختلالات پاسچرال بودند.

جدول ۳. ویژگی‌های PICO مطالعات واردشده در مرور نظام‌مند

نویسنده	حجم نمونه	گروه مداخله	گروه کنترل	مدت مداخله	نتایج پایه	نتایج پس از مداخله	تغییر میانگین / اندازه اثر	یافته‌های اصلی
الگندی و همکاران (۸)	N=60 (۸ مرد، ۵۲ زن)، سن ۱۸ تا ۴۰ سال، مبتلا به پاسچر سر به جلو (FHP)	گروه B: تمرینات اصلاح پاسچر + (PCEs) تمرینات تثبیت‌کننده کتف (SSEs) گروه C: تمرینات اصلاح پاسچر + (PCEs) نواربندی کینزیو (KT) گروه D: تمرینات اصلاح پاسچر + تمرینات تثبیت‌کننده کتف + نواربندی کینزیو	گروه A: فقط تمرینات اصلاح پاسچر (PCEs)	۴ هفته، ۴ جلسه در هفته	کاهش زاویه جمع‌های - مهره‌های (CVA)، عدم تقارن کتف و کاهش قدرت گرفتن دست (میانگین حدود ۲۰ تا ۲۲ کیلوگرم)	گروه D بیشترین بهبود را نشان داد: افزایش حدود ۸ درجه‌ای CVA، افزایش حدود ۲/۵ کیلوگرمی قدرت گرفتن دست و بهبود وضعیت کتف بر اساس اندازه‌گیری LSST	گروه D بیشترین اندازه اثر را نشان داد: $+8^{\circ} \approx CVA$ ، $5.2 \text{ kg} \approx HGS$ ، تغییر $LSST > 1 \text{ cm}$: $p < 0.05$ ، گروه‌های B و C بهبودهای متوسطی داشتند	ترکیب تمرینات اصلاح پاسچر، تمرینات تثبیت‌کننده کتف و نواربندی کینزیو بیشترین بهبود را در پاسچر و عملکرد ایجاد کرد، در حالی که تمرینات اصلاح پاسچر به‌تنهایی تغییرات کمتری ایجاد نمود
یعقوبی‌تاجانی و همکاران (۲۲)	N=36 کارمند اداری مبتلا به سندرم متقاطع فوقانی (UCS)، میانگین سن حدود ۲۸ سال	گروه ۱: تمرینات اصلاحی تحت نظارت آنالین (n=12)؛ تمرینات اصلاحی در محیط کار (n=12)	گروه ۳: کنترل (فعالیت معمول، بدون مداخله؛ n=12)	۸ هفته	$FHP \geq 45^{\circ}$ ، شانه‌های گرد $\leq 52^{\circ}$ ، نمره درد گرد $\leq 42^{\circ}$ ، گردن $\leq 23^{\circ}$ (VAS)	گروه آنالین بهبود معناداری در زوایای پاسچر، درد، قابلیت کاری و فعالیت عضلات دوزنقه‌ای و دندان‌های قدامی نشان داد	گروه آنالین: 0.000 تا $p = 0.048$ (اندازه اثر زیاد) گروه محیط کار: 0.002 تا $p = 0.038$ (اندازه اثر متوسط)	تمرینات اصلاحی تحت نظارت آنالین نسبت به تمرینات محیط کار یا عدم تمرین، بهبود بیشتری در پاسچر، درد، فعالیت عضلانی و عملکرد ایجاد کرد
مایلوناس و همکاران (۷)	N=20 بیمار مبتلا به درد مکانیکی گردن و پاسچر سر به جلو که به‌صورت تصادفی در دو گروه قرار گرفتند	گروه A: موبیلیزاسیون بافت نرم به کمک ابزار + (IASTM) تمرینات عصبی-عضلانی هدفمند نواحی گردنی و توراسیک	گروه B: ماساژ کلاسیک + همان برنامه تمرینات عصبی-عضلانی	۸ جلسه درمانی (حدود ۴ هفته)، با پیگیری در هفته‌های ۲ و ۴ پس از درمان	کاهش CVA، افزایش نمرات VAS و NDI، کاهش دامنه حرکتی و قدرت گردن	گروه A: افزایش CVA به میزان $2/7$ درجه، کاهش NDI به میزان $2/25$ و کاهش VAS به میزان $9/5$ ؛ گروه B: افزایش CVA به میزان $1/1$ درجه، کاهش NDI به میزان $8/5$ و کاهش VAS به میزان $1/3$	تفاوت بین گروه‌ها به نفع گروه A بود (تفاوت $CVA = +6.1^{\circ}$ ، تفاوت $NDI = -19.4$ ، تفاوت $VAS = -2.87$: $p < 0.05$)	ترکیب IASTM با تمرینات عصبی-عضلانی نسبت به ماساژ همراه با تمرین، اثربخشی بیشتری در بهبود پاسچر، درد و عملکرد افراد دارای FHP و درد مکانیکی گردن داشت
هورر و همکاران (۲۳)	۲۸ کارمند دارای ناهماهنگی ساژیتال گردن، سن ۳۰ تا ۶۰ سال؛ ۱۹ نفر در هر گروه مطالعه را تکمیل کردند	تمرینات پیلاتس بالینی (CPE): جلسات تحت نظارت فیزیوتراپیست، روزانه ۱ ساعت، ۳ بار در هفته به مدت ۸ هفته، با تمرکز بر کنترل گردن، شانه، قفسه سینه، ناحیه لومبوپلوویک، تنفس، ثبات، قدرت و انعطاف‌پذیری	برنامه تمرین خانگی (HEP): حرکات کششی، اصلاح پاسچر، تمرینات تقویتی و تمرینات فلکشن جمع‌های - گردنی در منزل، ۳ بار در هفته به مدت ۸ هفته	۸ هفته، ۳ جلسه در هفته	قبل از مداخله، تفاوت معناداری بین گروه‌ها در فاصله آکرومیون، CVA، HTA و CTA وجود نداشت ($p < 0.05$)	بهبودهای معنادار به نفع گروه CPE: $159.6 - 166.0$ ، HTA (95% CI: $45.6 - 50.0$ ، $p = 0.021$)، CTA (95% CI: $65.6 - 71.0$ ، $p = 0.030$) مشاهده شد	بهبود معنادار در شاخص‌های پاسچر و عملکرد عضلات خم‌کننده عمقی گردن در گروه CPE مشاهده شد	پیلاتس بالینی موجب بهبود کنترل پاسچر، راستای گردن و قدرت/استقامت عضلات خم‌کننده عمقی گردن شد
پارک و لی (۲۴)	N=40 بیمار مبتلا به درد گردن (میانگین سن حدود ۲۷ سال)، گروه آزمایش (n=20) و کنترل (n=20)، $CVA < 53^{\circ}$ و $VAS \geq 3$	برنامه تثبیت کتف و ستون فقرات توراسیک + تمرینات تقویت عضله دوزنقه‌ای تحتانی (prone cobra wall slide) و پیشرفت تمرینات دوزنقه‌ای، ۶۵ دقیقه در هر جلسه، ۳ جلسه در هفته	فقط برنامه تثبیت کتف و ستون فقرات توراسیک (۲۵ دقیقه در هر جلسه، ۳ جلسه در هفته)	۴ هفته	تفاوت معناداری در درد، ناتوانی، CVA و CRA بین دو گروه در خط پایه وجود نداشت	گروه آزمایش بهبود معناداری در NDI ($d = 1.11$)، CVA ($d = -0.53$)، CRA ($d = 0.50$)، ضخامت عضله ($d = -0.58$)، نرخ انقباض ($d = -1.21$) نشان داد	تفاوت‌های بین گروهی به نفع گروه آزمایش بود ($p < 0.05$)	تمرینات تقویت عضله دوزنقه‌ای تحتانی همراه با تمرینات تثبیتی نسبت به تمرینات تثبیتی به‌تنهایی، اثربخشی بیشتری در بهبود پاسچر، اختلال عملکرد گردن و فعالیت عضلانی داشت

بحث

این مرور نظام‌مند شامل پنج کارآزمایی بالینی تصادفی شده بود که در سنتز نهایی وارد شدند و نشان داد مداخلات هدفمند بر عضلات گردن و کتف، به‌طور کلی موجب بهبود پاسچر سر به جلو بر اساس زاویه جمجمه‌ای-مهره‌ای و همچنین بهبود پیامدهای بالینی مرتبط می‌شوند. پارک و لی (۲۴) نشان دادند که افزودن برنامه تقویت عضله دوزنقه‌ای تحتانی به تمرینات عمومی تثبیت‌کننده کتف و ستون فقرات توراسیک، در مقایسه با تمرینات تثبیتی به‌تنهایی، افزایش بیشتری در CVA و کاهش بیشتری در ناتوانی گردن ایجاد می‌کند. یعقوبی‌تاجانی و همکاران (۲۲) گزارش کردند که برنامه تمرینات اصلاحی تحت نظارت آنلاین، به‌طور معناداری موجب کاهش درد گردن-شانه و بهبود زوایای پاسچر و قابلیت کاری شد، در حالی که تغییرات مشاهده‌شده در گروه تمرینات محیط کار بدون نظارت، حداقل بوده یا از نظر آماری معنادار نبود. این یافته‌ها با پژوهش‌های پیشین که نشان داده‌اند تمرینات درمانی و راهبردهای کمکی مانند نوآریندی می‌توانند پاسچر سر به جلو را بهبود بخشند، همخوانی دارد؛ با این حال، مداخلات مبتنی بر تمرین به نظر می‌رسد اثربخشی بیشتری نسبت به نوآریندی به‌تنهایی داشته باشند. به‌طور کلی، مطالعات بررسی‌شده به‌طور مداوم نشان دادند که برنامه‌های تمرینی ساختاریافته، که اغلب با روش‌های عصبی-عضلانی یا مداخلات حمایتی ترکیب شده‌اند، موجب بهبود CVA، راستای کتف، عملکرد عضلانی، درد و شاخص‌های ناتوانی می‌شوند.

یکی از الگوهای مهم مشاهده‌شده در این مطالعات، اثربخشی بیشتر مداخلات چندوجهی و تحت نظارت در مقایسه با روش‌های تک‌بعدی یا برنامه‌های بدون نظارت بود. الگندی و همکاران (۸) نشان دادند که افزودن تمرینات تثبیت‌کننده کتف به برنامه اصلاح پاسچر، در مقایسه با تمرینات اصلاح پاسچر به‌تنهایی، موجب بهبود بیشتر CVA و استقامت عضلات عمقی گردن می‌شود. مایلوناس و همکاران (۷) گزارش کردند که ترکیب موبیلیزاسیون بافت نرم به کمک ابزار (IASTM) با تمرینات عصبی-عضلانی، در مقایسه با ماساژ همراه با تمرینات، بهبود بیشتری در CVA و نمرات شاخص ناتوانی گردن (NDI) ایجاد کرد. این یافته‌ها نشان‌دهنده احتمال وجود اثر هم‌افزایی ناشی از ترکیب درمان‌های کمکی با تمرینات تقویتی است. روش‌هایی مانند نوآریندی کینیو، IASTM و تمرینات مبتنی بر پيلاتس ممکن است با بهبود تحرک بافتی، ورودی‌های حس عمقی و کنترل عصبی-عضلانی، اثربخشی تمرینات اصلاحی را تقویت کنند. در مقابل، برنامه‌های تمرینی خانگی مستقل یا بدون نظارت، معمولاً بهبودهای محدودتری نشان دادند. همچنین، نحوه ارائه مداخله به نظر می‌رسد بر نتایج تأثیرگذار باشد. مطالعه‌ای که تمرینات تحت نظارت آنلاین را با تمرینات محیط کار مقایسه کرد، نشان داد شرکت‌کنندگانی که تحت نظارت از راه دور قرار داشتند، بهبود بیشتری در درد، زوایای پاسچر، قابلیت کاری و فعالیت عضلانی نشان دادند. اگرچه هر دو گروه نسبت به خط پایه بهبود داشتند، برخی پیامدهای اختصاصی، از جمله افزایش قابلیت کاری و کاهش بیش‌فعالی عضله دوزنقه‌ای فوقانی، عمدتاً در گروه تحت نظارت آنلاین مشاهده شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که نظارت، حتی در قالب مجازی، ممکن است پایبندی به تمرین، شدت اجرای حرکات و کیفیت حرکتی را در برنامه‌های اصلاحی افزایش دهد. این موضوع با شواهد موجود در حوزه توانبخشی از راه دور همخوانی دارد که نشان می‌دهند مداخلات تحت نظارت، چه به‌صورت آنلاین و چه حضوری، ممکن است به دلیل ارائه بازخورد و افزایش انگیزش، مزایای بیشتری نسبت به برنامه‌های بدون راهنمایی یا خوداجرا داشته باشند. بنابراین، برنامه‌های تمرینی تحت نظارت می‌توانند به‌عنوان یک گزینه ارزشمند، به‌ویژه در شرایطی که توانبخشی حضوری امکان‌پذیر نیست، مورد استفاده قرار گیرند.

برخی روش‌های تمرینی اختصاصی، مزایای ویژه‌ای را نشان دادند. تمرینات پیلاتس بالینی که بر تثبیت عضلات مرکزی و گردنی تمرکز دارند، در مقایسه با تمرینات خانگی معمولی، بهبودهای معنادار بیشتری در راستای پاسچر و استقامت عضلات خم‌کننده عمقی گردن ایجاد کردند، اگرچه میزان کاهش درد در هر دو گروه مشابه بود (۲۳). در مطالعه مربوط به پیلاتس، بهبود زاویه حجمه‌ای-مهره‌ای و استقامت عضلات خم‌کننده گردن در گروه پیلاتس به‌طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود. همچنین، مطالعه بررسی‌کننده تمرینات تقویت عضله دوزنقه‌ای تحتانی نشان داد که تنها گروهی که تمرینات اختصاصی این عضله را انجام دادند، افزایش معناداری در ضخامت عضله و میزان انقباض نشان دادند؛ این تغییرات با بهبود راستای پاسچر و کاهش ناتوانی همراه بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که هدف قرار دادن گروه‌های عضلانی اختصاصی، از جمله عضلات خم‌کننده عمقی گردن و عضلات تثبیت‌کننده کتف، در چارچوب تمرینات تثبیتی، ممکن است مزایای بیشتری برای اصلاح پاسچر نسبت به تمرینات تقویتی عمومی داشته باشد. برنامه‌های تمرینی تأکیدکننده بر تثبیت ستون فقرات و فعال‌سازی عضلات کتف، شامل تمرینات مبتنی بر پیلاتس و تقویت اختصاصی عضله دوزنقه‌ای، به نظر می‌رسد رویکردهای مؤثری برای بهبود پاسچر سر به جلو باشند.

یافته‌های این مرور با مطالعات پیشین که ارتباط بین وضعیت سر و سلامت گردن را نشان داده‌اند، همخوانی دارد. مرورهای نظام‌مند نشان داده‌اند که افراد بزرگسال مبتلا به درد مزمن گردن، در مقایسه با افراد بدون درد گردن، معمولاً پاسچر سر به جلوی بیشتری دارند که با کاهش زاویه حجمه‌ای-مهره‌ای مشخص می‌شود. لطفیان و همکاران (۲۷) گزارش کردند که کاهش CVA، که نشان‌دهنده شدت بیشتر پاسچر سر به جلو است، به‌طور معناداری با افزایش نمرات ناتوانی گردن ارتباط دارد. بنابراین، بهبود CVA مشاهده‌شده در مطالعات واردشده در این مرور می‌تواند بخشی از کاهش درد و ناتوانی را توضیح دهد. برنامه‌های تمرینی اصلاحی که موجب بازگشت سر به موقعیت خلفی‌تر نسبت به شانه‌ها می‌شوند، ممکن است با کاهش فشار مکانیکی بر ساختارهای گردنی و بهبود تعادل عصبی-عضلانی، اثرات درمانی مطلوبی ایجاد کنند. پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که زنان دارای پاسچر سر به جلو، در مقایسه با افراد فاقد این وضعیت، استقامت پایین‌تر عضلات بازکننده گردن و سطوح بالاتری از درد و ناتوانی دارند؛ موضوعی که اهمیت بالینی بهبود استقامت عضلانی و راستای پاسچر را برجسته می‌کند. در مجموع، یافته‌های این مرور و مطالعات پیشین نشان می‌دهند که تمرینات تقویتی و تثبیتی با هدف عضلات گردنی و کتف می‌توانند در بهبود پاسچر گردن و علائم مرتبط نقش داشته باشند. لی (۲) گزارش کرد که پاسچر سر به جلو با اختلال در کنترل تعادل ایستا، شامل افزایش سرعت و مسافت نوسان مرکز فشار، همراه است؛ در حالی که اثر معناداری بر تعادل پویا مشاهده نشد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که FHP ممکن است بر جنبه‌های خاصی از کنترل پاسچر، به‌ویژه ثبات ایستا، تأثیر بگذارد.

پیاپارد و نوئه (۲۸) تأکید کردند که ارزیابی دقیق کنترل پاسچر نیازمند انتخاب مناسب روش‌های آزمون و متغیرهای مورد بررسی بر اساس جمعیت هدف و اهداف مطالعه است. بنابراین، ترکیب روش‌های ارزیابی مکانیکی، حسی و شناختی می‌تواند ارزیابی جامع‌تری از مؤلفه‌های حسی، مرکزی و حرکتی دخیل در حفظ ثبات پاسچر فراهم کند. چنگ و همکاران (۲۹) مشاهده کردند که بیماران مبتلا به درد مزمن گردن، در حالت ایستادن آرام، دچار اختلال در ثبات پاسچر هستند. پس از ایجاد خستگی عضلات خم‌کننده گردن، هم افراد مبتلا به درد مزمن گردن و هم افراد جوان بدون علامت، برای محدود کردن نوسانات پاسچر و حفظ ثبات سر در برابر اغتشاشات خلفی، یک راهبرد کنترل سفت‌تر اتخاذ کردند. همچنین، هسو و همکاران (۳۰) گزارش کردند که درد مزمن گردن با اختلال در کنترل پاسچر و تغییر الگوهای فعال‌سازی عضلات گردنی همراه است و خستگی اضافی عضلات خم‌کننده گردن می‌تواند بی‌ثباتی تعادل را افزایش داده و راهبردهای محافظتی کنترل عضلانی را طی حرکات اندام فوقانی تقویت کند. عبداله‌زاد و دانشمندی (۳۱) نشان دادند که برنامه‌های تمرینی اصلاحی ساختاریافته با هدف سندرم متقاطع فوقانی می‌توانند راستای پاسچر و

تعادل عضلانی را بهبود بخشند. در مجموع، این یافته‌ها نشان می‌دهند که تمرینات تقویت و افزایش استقامت عضلات خم‌کننده گردن می‌تواند جزء مهمی از راهبردهای توانبخشی با هدف بهبود ثبات پاسچر باشد.

یافته‌های این مرور نشان می‌دهد که برنامه‌های توانبخشی برای درد گردن و اختلالات پاسچر باید شامل تمرینات اختصاصی عضلات هدف و در صورت مناسب بودن، تکنیک‌های دستی کمکی تحت نظر متخصصان آموزش‌دیده باشند. درمانگران باید تمریناتی را در اولویت قرار دهند که عضلات خم‌کننده عمقی گردن و عضلات تثبیت‌کننده کتف را فعال می‌کنند، نه اینکه صرفاً به برنامه‌های عمومی خانگی یا مداخلات غیرفعال متکی باشند. استفاده از روش‌های کمکی مانند نواربندی کینزیو یا IASTM نشان می‌دهد که ترکیب تکنیک‌های دستی با تمرینات فعال ممکن است پیامدهای اصلاح پاسچر را بهبود دهد. علاوه بر این، شواهد موجود از امکان‌پذیری توانبخشی از راه دور حمایت می‌کند و نشان می‌دهد که برنامه‌های تمرینی آنلاین تحت نظارت می‌توانند پاسچر را بهبود داده و علائم را کاهش دهند، به‌ویژه در افرادی که دسترسی محدودی به مراکز درمانی دارند. اندازه‌گیری CVA و سایر شاخص‌های پاسچر می‌تواند به متخصصان در پایش روند توانبخشی کمک کند. توصیه می‌شود بیماران مشارکت منظم در تمرینات اصلاحی و برنامه‌های تثبیتی تحت نظارت داشته باشند. محدودیت‌های روش‌شناختی مطالعات وارده، تفسیر نتایج این مرور را با احتیاط ضروری می‌سازد. تمامی مطالعات فاقد کورسازی دوگانه بودند، زیرا شرکت‌کنندگان و درمانگران از تخصیص گروهی آگاه بودند؛ موضوعی که ممکن است اثرات عملکردی یا دارونمایی ایجاد کرده باشد. کورسازی عمدتاً محدود به ارزیابان پیامد بود و چندین مطالعه اطلاعات کافی درباره تخصیص پنهان یا تحلیل بر اساس قصد درمان ارائه نکرده بودند. حجم نمونه مطالعات معمولاً محدود بود (حدود ۲۰ تا ۶۰ شرکت‌کننده در هر مطالعه)، که ممکن است قدرت آماری و تعمیم‌پذیری نتایج را کاهش داده باشد. همچنین، مدت مداخلات نسبتاً کوتاه و بین ۴ تا ۸ هفته بود و دوره‌های پیگیری نیز محدود بودند؛ بنابراین، پایداری بلندمدت بهبودهای پاسچر همچنان نامشخص است.

ناهمگونی در پروتکل‌های تمرینی و ابزارهای ارزیابی نیز مقایسه مستقیم بین مطالعات را محدود کرد. برای مثال، همه مطالعات از تعاریف یا روش‌های یکسان برای ارزیابی CVA و کنترل پاسچر استفاده نکرده بودند. علاوه بر این، بیشتر مطالعات شامل گروه‌های خاصی مانند کارکنان اداری یا افراد دارای ناهماهنگی سائیتال گردن بودند که ممکن است تعمیم نتایج به جمعیت‌های گسترده‌تر مبتلا به درد گردن را محدود کند. پژوهش‌های آینده باید شامل کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌شده بزرگ‌تر و با طراحی دقیق‌تر و حجم نمونه کافی باشند تا اثربخشی مداخلات تقویت عضلات گردن را تأیید کنند. همچنین، استفاده از تخصیص پنهان، کورسازی ارزیابان پیامد و ثبت پیشینی پروتکل‌ها می‌تواند سوگیری‌های روش‌شناختی را کاهش دهد. طراحی‌های عاملی می‌توانند به تعیین اثر مستقل مؤلفه‌های مختلف مداخله، از جمله شدت تمرین، نواربندی و درمان دستی، کمک کنند. دوره‌های پیگیری طولانی‌تر نیز برای بررسی تداوم بهبودهای پاسچر در طول زمان ضروری هستند. استفاده از ارزیابی‌های بیومکانیکی عینی، مانند تحلیل حرکتی سه‌بعدی و الکترومایوگرافی، می‌تواند درک بهتری از نحوه تأثیر تمرینات تقویتی بر الگوهای فعال‌سازی عضلانی و راستای پاسچر فراهم کند. همچنین، مطالعات آینده باید مدل‌های تمرین از راه دور، راهبردهای افزایش پایداری، مسیرهای مکانیسمی مرتبط با استقامت گردن و ثبات کتف، و تحلیل‌های هزینه-اثربخشی را بررسی کنند تا اجرای بالینی این یافته‌ها تسهیل شود. توجه به این حوزه‌ها می‌تواند شواهد موجود را تقویت کرده و به توسعه راهبردهای توانبخشی مؤثرتر برای بهبود پاسچر و عملکرد گردن کمک کند.

محدودیت‌های مطالعه

محدودیت‌های روش‌شناختی، شامل حجم نمونه‌های نسبتاً کوچک، مدت زمان کوتاه مداخلات و محدود بودن فرآیندهای کورسازی، ایجاب می‌کند که یافته‌های این مرور با احتیاط تفسیر شوند. پژوهش‌های آینده باید بر طراحی پروتکل‌های مداخله‌ای استاندارد، دوره‌های پیگیری طولانی‌تر و بررسی مکانیسم‌های زیربنایی مرتبط‌کننده مداخلات تقویت عضلات گردن با بهبود عملکردهای پاسچرال و حسی-حرکتی تمرکز کنند.

نتیجه‌گیری نهایی

این مرور نظام‌مند نقش بالقوه مداخلات تقویت عضلات گردن را در بهبود کنترل پاسچر و پیامدهای عملکردی برجسته می‌کند. در پنج کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده، مداخلات هدف‌گذاری‌شده بر عضلات گردنی و کتف، شامل تمرینات اصلاح پاسچر، تمرینات تثبیت‌کننده کتف، نواربندی کینزیو، پیلاتس بالینی، تقویت عضله دوزنقه‌ای تحتانی و موبیلیزاسیون بافت نرم به کمک ابزار (IASTM)، بهبودهایی را در زاویه جمجمه‌ای-مهره‌ای، فعال‌سازی عضلانی، راستای پاسچر، درد و شاخص‌های ناتوانی گزارش کردند. مداخلات چندوجهی و تحت نظارت، به‌طور کلی بهبودهای بیشتری را در مقایسه با روش‌های تک‌بعدی یا بدون نظارت نشان دادند. برنامه‌هایی که تمرینات اصلاحی را با روش‌های کمکی مانند نواربندی کینزیو، IASTM یا پیلاتس ترکیب کردند، در مقایسه با مداخلات تک‌روشی، مزایای بیشتری برای پاسچر و عملکرد نشان دادند. همچنین، اجرای برنامه‌های تحت نظارت، چه به‌صورت حضوری و چه از طریق پلتفرم‌های آنلاین، در مقایسه با برنامه‌های بدون نظارت با پایداری بهتر و پیامدهای مطلوب‌تر همراه بود. این یافته‌ها بر اهمیت راهبردهای توانبخشی ساختاریافته، هدایت‌شده و متناسب با نیازهای فردی تأکید می‌کنند. شواهد موجود نشان می‌دهد که تقویت هدفمند عضلات گردنی و کتف ممکن است در مدیریت پاسچر سر به جلو، سندرم متقاطع فوقانی (UCS) و درد مزمن گردن مفید باشد. بهبود راستای پاسچر می‌تواند به کاهش درد و ناتوانی کمک کرده و عملکرد حسی-حرکتی و ظرفیت عملکردی کلی را ارتقا دهد. با این حال، شواهد فعلی همچنان مقدماتی است و توصیه‌های بالینی باید با در نظر گرفتن محدودیت‌های روش‌شناختی مطالعات موجود تفسیر شوند. در مجموع، تقویت عضلات گردنی، به‌ویژه زمانی که با راهبردهای اصلاحی چندوجهی ترکیب شده و تحت نظارت متخصصان ارائه شود، می‌تواند رویکردی امیدوارکننده برای بهبود پاسچر و پیامدهای عملکردی در افراد مبتلا به اختلالات گردنی باشد. با این وجود، انجام کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌شده بزرگ‌تر با طراحی دقیق‌تر، پروتکل‌های استاندارد و دوره‌های پیگیری بلندمدت، پیش از دستیابی به نتیجه‌گیری‌های قطعی ضروری است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تأییدیه اخلاقی برای این مرور نظام‌مند مورد نیاز نبود.

حامی مالی

نویسندگان هیچ‌گونه حمایت مالی برای انجام این مطالعه دریافت نکردند.

مشارکت نویسندگان

شالینی سولانکی، در طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جستجوی منابع، انتخاب مطالعات، استخراج داده‌ها، تحلیل و تفسیر یافته‌ها و تهیه نسخه اولیه مقاله مشارکت داشت. تابیش فهیم، در نظارت روش‌شناختی، بازبینی انتقادی مقاله، تفسیر نتایج و تأیید نهایی نسخه ارسالی مشارکت داشت. هر دو نویسنده نسخه نهایی مقاله را مطالعه و تأیید کردند.

تعارض

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافی در ارتباط با این پژوهش ندارند.

Reference

1. Falla D, O'Leary S, Farina D, Jull G. The change in deep cervical flexor activity after training is associated with the degree of pain reduction in patients with chronic neck pain. *The Clinical Journal of Pain*. 2012;28(7):628-634. [DOI:10.1097/AJP.0b013e31823e9378]
2. Lee JH. Effects of forward head posture on static and dynamic balance control. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(1):274-277. [DOI:10.1589/jpts.28.274]
3. Kim SY, Koo SJ. Effect of duration of smartphone use on muscle fatigue and pain caused by forward head posture in adults. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(6):1669-1672. [DOI:10.1589/jpts.28.1669]
4. Singla D, Veqar Z. Association between forward head, rounded shoulders, and increased thoracic kyphosis: a review of the literature. *Journal of Chiropractic Medicine*. 2017;16(3):220-229. [DOI:10.1016/j.jcm.2017.03.004]
5. Nejati P, Lotfian S, Moezy A, Nejati M. The relationship of forward head posture and rounded shoulders with neck pain in Iranian office workers. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*. 2014;28:26.
6. Babakhani F, Hatefi M, Heydarian M, Barzegar M. Comparison of changes in center of pressure and time to stabilization in students with and without hyperlordosis. *Journal of Sport Biomechanics*. 2018;4(3):62-73. [DOI:10.32598/biomechanics.4.3.62]
7. Mylonas K, Angelopoulos P, Billis E, Tsepis E, Fousekis K. Combining targeted instrument-assisted soft tissue mobilization applications and neuromuscular exercises can correct forward head posture and improve the functionality of patients with mechanical neck pain: a randomized control study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2021;22(1):212. [DOI:10.1186/s12891-021-04243-3]
8. Elgendy MH, Ghaffar MAA, Sabbahi SAE, Abutaleb EES, Elsayed SEB. Efficacy of head postural correction program on craniovertebral angle, scapular position, and dominant hand grip strength in forward head posture subjects: a randomized controlled trial. *Physiotherapy Research International*. 2024;29(3):e2093. [DOI:10.1002/pri.2093]
9. Vollestad NK. Measurement of human muscle fatigue. *Journal of Neuroscience Methods*. 1997;74(2):219-227. [DOI:10.1016/S0165-0270(97)00251-6]
10. Conley MS, Meyer RA, Bloomberg JJ, Feedback DL. Noninvasive analysis of human neck muscle function. *Spine*. 1995;20(23):2505-2512. [DOI:10.1097/00007632-199512000-00009]
11. Javanshir K, Amiri M, Mohseni-Bandpei MA, Rezasoltani A, Fernández-de-las-Peñas C. Ultrasonography of the cervical muscles: a critical review of the literature. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2010;33(8):630-637. [DOI:10.1016/j.jmpt.2010.08.016]

12. Falla D, Jull G, Hodges P, Vicenzino B. An endurance-strength training regime is effective in reducing myoelectric manifestations of cervical flexor muscle fatigue in patients with chronic neck pain. *Clinical Neurophysiology*. 2006;117(4):828-837. [DOI:10.1016/j.clinph.2005.12.025]
13. Lavallee AV, Ching RP, Nuckley DJ. Developmental biomechanics of neck musculature. *Journal of Biomechanics*. 2013;46(3):527-534. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2012.09.029]
14. Schieppati M, Nardone A, Schmid M. Neck muscle fatigue affects postural control in man. *Neuroscience*. 2003;121(2):277-285. [DOI:10.1016/S0306-4522(03)00439-1]
15. Guskiewicz KM, Ross SE, Marshall SW. Postural stability and neuropsychological deficits after concussion in collegiate athletes. *Journal of Athletic Training*. 2001;36(3):263-273.
16. Yoganandan N, Pintar FA, Maiman DJ, Cusick JF, Sances A, Walsh PR. Human head-neck biomechanics under axial tension. *Medical Engineering and Physics*. 1996;18(4):289-294. [DOI:10.1016/1350-4533(95)00054-2]
17. Vuillerme N, Pinsault N, Vaillant J. Postural control during quiet standing following cervical muscular fatigue: effects of changes in sensory inputs. *Neuroscience Letters*. 2005;378(3):135-139. [DOI:10.1016/j.neulet.2004.12.024]
18. Naderi S, Naserpour H, Mohammadi-Pour F, Amir-Seyfaddini M. A comparative study on the effects of functional and non-functional fatigue protocols on dynamic balance of amateur basketball players. *Journal of Sport Biomechanics*. 2019;5(3):168-177. [DOI:10.32598/biomechanics.5.3.4]
19. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction on balance: suggestions from the field. *Physical Therapy*. 1986;66(10):1548-1550. [DOI:10.1093/ptj/66.10.1548]
20. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*. 1995;3(4):193-214. [DOI:10.1016/0966-6362(96)82849-9]
21. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*. 2003;83(8):713-721. [DOI:10.1093/ptj/83.8.713]
22. Yaghoubitajani Z, Gheitasi M, Bayattork M, Andersen LL. Corrective exercises administered online vs at the workplace for pain and function in office workers with upper crossed syndrome: randomized controlled trial. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2022;95(8):1703-1718. [DOI:10.1007/s00420-022-01859-3]
23. Hurer C, Angin E, Tuzun EH. Effectiveness of clinical Pilates and home exercises in sagittal cervical disorientation: randomized controlled study. *Journal of Comparative Effectiveness Research*. 2021;10(5):365-380. [DOI:10.2217/cer-2020-0186]
24. Park SH, Lee MM. Effects of lower trapezius strengthening exercises on pain, dysfunction, posture alignment, muscle thickness and contraction rate in patients with neck pain: randomized controlled trial. *Medical Science Monitor*. 2020;26:e920208. [DOI:10.12659/MSM.920208]
25. Yaşa ME, Ün Yıldırım N, Demir P. The effects of a 6-week balance training in addition to conventional physiotherapy on pain, postural control, and balance confidence in patients with cervical disc herniation: a randomized controlled trial. *Somatosensory & Motor Research*. 2021;38(1):60-67. [DOI:10.1080/08990220.2020.1845136]
26. Pawaria S, Kalra S. Effect of deep cervical flexor training on respiratory functions in chronic neck pain patients with forward head posture. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. 2020;11(4):5287-5292. [DOI:10.26452/ijrps.v11i4.3146]

27. Lotfian S, Fesharaki MJ, Shahabbaspour Z, Akbarzadeh H, Moezy A. The impact of forward head posture on neck muscle endurance and thickness in women with chronic neck pain: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2025;26(1):468. [DOI:10.1186/s12891-025-08705-w]
28. Paillard T, Noé F. Techniques and methods for testing the postural function in healthy and pathological subjects. *BioMed Research International*. 2015;2015:891390. [DOI:10.1155/2015/891390]
29. Cheng CH, Chien A, Hsu WL, Yen LW, Lin YH, Cheng HY. Changes of postural control and muscle activation pattern in response to external perturbations after neck flexor fatigue in young subjects with and without chronic neck pain. *Gait & Posture*. 2015;41(3):801-807. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2015.02.007]
30. Hsu WL, Chen CP, Nikkhoo M, Lin CF, Ching CT, Niu CC, et al. Fatigue changes neck muscle control and deteriorates postural stability during arm movement perturbations in patients with chronic neck pain. *The Spine Journal*. 2020;20(4):530-537. [DOI:10.1016/j.spinee.2019.10.016]
31. Abdolahzad M, Daneshmandi H. The effect of an 8-week NASM corrective exercise program on upper crossed syndrome. *Journal of Sport Biomechanics*. 2019;5(3):156-167. [DOI:10.32598/biomechanics.5.3.3]