Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences

Abadi Marand, et al. *Med J Tabriz Uni Med Sciences*. 2028;48(6):
doi:10.34172/mj.027.35406
https://mj.tbzmed.ac.ir

TUOMS PRESS

Case Report

Functional and respiratory improvements following dynamic neuromuscular stabilization in a patient with amyotrophic lateral sclerosis: a case report

In Press

Laleh Abadi Marand[1]*, Parinaz Kheyr Abadi[2], Narges Safalou[3]

[1]Neuromusculoskeletal Rehabilitation Research Center, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran
[2]Department of Physiotherapy, School of Medicine, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran
[3]Student Research Committee, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article History:
Received: 31 May 2026
Revised: 15 Aug 2026
Accepted: 17 Aug 2026
ePublished: 16 Nov 2026

Keywords:
- Dynamic neuromuscular stabilization
- Amyotrophic lateral sclerosis
- Neuromuscular rehabilitation
- Physiotherapy
- Case report

Abstract

Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) is a progressive neurodegenerative disease characterized by motor decline, respiratory impairment, and reduced quality of life. Rehabilitation primarily aims to maintain function, manage symptoms, and support quality of life. Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) emphasizes postural control, neuromuscular coordination, and functional movement patterns; however, its application in managing ALS remains insufficiently explored.

A 63-year-old man with an 11-year history of limb-onset ALS participated in 20 supervised DNS sessions over 10 weeks. Outcomes included the assessment of functional status, fatigue, and health-related quality of life using the ALS Functional Rating Scale-Revised (ALSFRS-R), the Fatigue Severity Scale (FSS), and the Short Form-36 Health Survey (SF-36), respectively. Additionally, upper limb muscle strength was assessed using a handheld dynamometer, shoulder range of motion was measured by goniometry, and respiratory function was assessed by spirometry (FVC).

Shoulder flexion strength increased from 9.5 to 11.1 N and abduction strength from 7.8 to 9.2 N. ALSFRS-R changed from 33 to 44, FSS decreased from 43 to 23, and FVC changed from 3.5 to 4.2 L. Changes were also observed in selected shoulder range-of-motion measures and several domains of SF-36. These findings should be interpreted cautiously given the progressive nature of ALS and potential measurement variability

The DNS program was feasible and well tolerated. The single-case design, absence of repeated baseline measurements, control condition, and long-term follow-up preclude causal inference and limit generalizability of the findings.

Practical Implications. DNS may represent a feasible rehabilitation approach warranting further investigation in controlled studies involving individuals with ALS.

How to cite this article: Abadi Marand L, Kheyr Abadi P, Narges Safalou N. Functional and respiratory improvements following dynamic neuromuscular stabilization in a patient with amyotrophic lateral sclerosis: a case report. *Med J Tabriz Uni Med Sciences*.2027; 48(6): doi:10.34172/mj.026.35406. Persian.

Extended Abstract

Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) is a progressive neurodegenerative disorder characterized by degeneration of upper and lower motor neurons, leading to progressive muscle weakness, impaired mobility, respiratory dysfunction, and reduced quality of life. Although pharmacological treatments

*Corresponding author; Email: Laleh.abadipt@gmail.com
© 2027 The Authors. This is an Open Access article published by Tabriz University of Medical Sciences under the terms of the Creative Commons Attribution CC BY 4.0 License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

such as riluzole and edaravone may modestly slow the progression of the disease, no curative therapy currently exists. Consequently, rehabilitation has become an important component of multidisciplinary management of ALS, with the primary goal of maintaining function, reducing secondary complications, and supporting participation in daily activities rather than reversing disease progression. Exercise prescription in ALS has historically been controversial because of concerns regarding overwork weakness and accelerated fatigue; however, recent evidence suggests that carefully monitored moderate-intensity exercise is generally safe for selected patients. Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) is a rehabilitation approach based on developmental kinesiology that emphasizes postural control, trunk stability, diaphragmatic function, and neuromuscular coordination. Despite its growing use in other neurological and musculoskeletal conditions, evidence regarding its application in managing ALS remains limited.

This clinical case report describes a 63-year-old man with an 11-year history of limb-onset (spinal) ALS. The patient presented with progressive upper limb weakness, shoulder girdle muscle atrophy, fasciculations, impaired cervical stability, reduced gait performance, and limited active shoulder movement. At study entry, the patient had no predominant bulbar symptoms, showed no clinical evidence of respiratory failure, and did not require non-invasive ventilation. The diagnosis of ALS had previously been confirmed through three electrodiagnostic evaluations, and the patient had remained clinically stable during the three months preceding the intervention without major therapeutic changes.

The intervention consisted of a supervised DNS-based rehabilitation program delivered over 10 weeks (20 sessions, two sessions weekly, approximately 60 minutes each). Exercise intensity was monitored using the Borg Rating of Perceived Exertion (target range: 9–13), and progression occurred only when the patient tolerated consecutive sessions without excessive fatigue or exacerbation of symptoms. The program included warm-up exercises, core stabilization training, diaphragmatic breathing, postural correction, developmental-position exercises (supine, prone, quadruped, sitting, and standing), and functional movement activities such as sit-to-stand transfers and squatting. Fatigue management strategies, scheduled rest intervals, and predefined exercise termination criteria were incorporated throughout the program.

Outcome assessments were performed before and immediately after the intervention by an independent assessor. Upper limb muscle strength was measured using a Lafayette handheld dynamometer with the make-test method. Active shoulder range of motion was assessed using a universal goniometer. Respiratory function was evaluated using a spirometer (Spirolab III) according to ATS/ERS recommendations, and forced vital capacity (FVC) was recorded. Functional status, fatigue, and health-related quality of life were assessed using the ALS Functional Rating Scale-Revised (ALSFRS-R), Fatigue Severity Scale (FSS), and the Persian version of the Short Form-36 Health Survey (SF-36), respectively. Descriptive statistics were reported because inferential statistical analysis was not appropriate for a single-case design. The patient completed all 20 intervention sessions without discontinuation or clinically significant adverse events, supporting the feasibility and tolerability of the DNS program in this individual. Upper limb muscle strength demonstrated measurable changes after the intervention.

Shoulder flexion strength increased from 9.5 N to 11.1 N, shoulder extension from 8.4 N to 10.3 N, and shoulder abduction from 7.8 N to 9.2 N. Additionally, active shoulder range of motion improved, with flexion increasing by 6° and abduction by 15. Functional status showed a significant change, with ALSFRS-R increasing from 33 to 44. Given the progressive nature of ALS and the patient's long disease duration, this finding was interpreted cautiously. Although the observed increase may reflect changes in functional performance during the intervention period, alternative explanations, including day-to-day variability, response variability, familiarity with assessment procedures, and the absence of repeated baseline measurements, cannot be excluded.

Fatigue severity decreased considerably, with the FSS score changing from 43 to 23. Improvements were also observed in several domains of the SF-36, especially physical functioning, vitality, and social functioning. However, the mental health domain score declined from 60 to 50, indicating that psychological well-being did not improve alongside physical outcomes and highlighting the importance of addressing emotional health within ALS rehabilitation programs.

Respiratory assessment demonstrated a change from 3.5 L to 4.2 L in FVC. Although numerically notable, this finding was interpreted with considerable caution. In a single-case report without repeated respiratory measurements or complementary physiological assessments, changes in FVC may be influenced by patient effort, learning effects during spirometry, body positioning, and measurement variability. Therefore, the change observed in FVC should not be interpreted as definitive evidence of physiological improvement in respiratory function. Overall, the intervention period was associated with observed changes across multiple clinical outcomes while maintaining patient safety and adherence. Nevertheless, these findings remain descriptive observations from a single participant rather than evidence of treatment efficacy.

This case report suggests that a supervised 10-week DNS-based rehabilitation program was feasible and well tolerated in an individual with limb-onset ALS. Changes were observed in upper limb strength, shoulder mobility, fatigue, functional status, selected quality of life domains, and respiratory measures; however, these findings should be interpreted cautiously. The single-case design, absence of a control condition, lack of repeated baseline assessments, immediate post-intervention evaluation only, and the patient's long-standing phenotype of ALS preclude causal inference and restrict generalizability of the findings. Furthermore, proposed mechanisms involving improved trunk stability, neuromuscular coordination, diaphragmatic function, and force transmission remain hypothetical because these variables were not directly measured. Therefore, the findings should be regarded as exploratory and hypothesis-generating, supporting the need for larger controlled studies with longitudinal follow-up to determine the safety, clinical relevance, and potential role of DNS within multidisciplinary rehabilitation of ALS. .

آبادی مرند و همکاران. مجله *پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز*. ۱۴۰۵؛ ۴۸(۶):
doi:10.34172/mj. 027.35406
https://mj.tbzmed.ac.ir

گزارش مورد

بررسی بهبود عملکرد حرکتی و تنفسی پس از انجام تمرینات تثبیت عصبی‌عضلانی پویا در یک بیمار مبتلا به اسکلروز جانبی آمیوتروفیک: گزارش مورد

لاله آبادی مرند[1*]، پریناز خیرآبادی[2]، نرگس صفالو[3]

[1]دکترای فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات توانبخشی عصبی-عضلانی-اسکلتی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران
[2]گروه فیزیوتراپی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران
[3]کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران

In Press

اطلاعات مقاله

سابقه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۵/۳/۱۰
اصلاح نهایی: ۱۴۰۵/۵/۲۴
پذیرش: ۱۴۰۵/۵/۲۶
انتشار برخط: ۱۴۰۵/۸/۲۵

کلیدواژه ها:
- ثبات‌دهنده عصبی‌عضلانی پویا
- اسکلروز جانبی آمیوتروفیک
- توانبخشی عصبی‌عضلانی
- گزارش موردی
- فیزیوتراپی

چکیده

اسکلروز جانبی آمیوتروفیک (Amyotrophic Lateral Sclerosis; ALS) یک بیماری نورودژنراتیو پیشرونده است که با کاهش عملکرد حرکتی، اختلال عملکرد تنفسی و افت کیفیت زندگی همراه است. توانبخشی در این بیماری عمدتاً با هدف حفظ عملکرد، مدیریت علایم و حمایت از کیفیت زندگی انجام می‌شود. تمرینات ثبات‌دهنده عصبی‌عضلانی پویا (Dynamic Neuromuscular Stabilization; DNS) بر کنترل پاسچر، هماهنگی عصبی‌عضلانی و الگوهای حرکتی عملکردی تأکید دارد؛ با این حال، شواهد موجود درباره کاربرد آن در افراد مبتلا به ALS محدود است. در این گزارش موردی، یک مرد ۶۳ ساله با سابقه ۱۱ سال ابتلا به ALS با شروع اندامی، طی ۱۰ هفته در ۲۰ جلسه تمرینات DNS تحت نظارت شرکت کرد. پیامدهای مورد ارزیابی شامل مقیاس بازنگری‌شده ارزیابی عملکردی ALS (ALSFRS-R)، مقیاس شدت خستگی (FSS)، پرسشنامه کیفیت زندگی SF-36، قدرت عضلات اندام فوقانی با استفاده از دینامومتر دستی، دامنه حرکتی شانه با استفاده از گونیومتر و عملکرد تنفسی از طریق اسپیرومتری و اندازه‌گیری ظرفیت حیاتی اجباری (Forced Vital Capacity; FVC) بود. قدرت فلکشن شانه از ۹/۵ به ۱۱/۱ نیوتن و قدرت آبداکشن شانه از ۷/۸ به ۹/۲ نیوتن افزایش یافت. امتیاز ALSFRS-R از ۳۳ به ۴۴ افزایش و امتیاز FSS از ۴۳ به ۲۳ کاهش یافت. همچنین، FVC از ۳/۵ به ۴/۲ لیتر تغییر کرد. تغییراتی نیز در برخی شاخص‌های دامنه حرکتی شانه و چندین حیطه از پرسشنامه SF-36 مشاهده شد. با توجه به ماهیت پیشرونده ALS و احتمال وجود تغییرپذیری در اندازه‌گیری‌ها، این یافته‌ها باید با احتیاط تفسیر شوند. اجرای یک برنامه ۱۰ هفته‌ای DNS در این بیمار امکان‌پذیر بود و مداخله به‌خوبی تحمل شد. با این حال، طراحی تک‌موردی مطالعه، نبود اندازه‌گیری‌های مکرر در خط پایه، فقدان گروه کنترل و نبود پیگیری بلندمدت، امکان استنباط رابطه علّی میان مداخله DNS و تغییرات مشاهده‌شده را محدود می‌کند و قابلیت تعمیم نتایج را کاهش می‌دهد.

پیامدهای عملی. تمرینات DNS می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد توانبخشی قابل اجرا و قابل تحمل در افراد مبتلا به ALS مورد توجه قرار گیرد. بااین‌حال، برای تعیین اثربخشی و ایمنی این رویکرد و بررسی میزان پایداری تغییرات مشاهده‌شده، انجام مطالعات کنترل‌شده با حجم نمونه بیشتر و پیگیری طولانی‌مدت ضروری است.

مقدمه

اسکلروز جانبی آمیوتروفیک (Amyotrophic Lateral Sclerosis; ALS) یک بیماری نورودژنراتیو پیشرونده است که با تخریب نورون‌های حرکتی فوقانی و تحتانی در سیستم عصبی مرکزی مشخص می‌شود و به ضعف عضلانی، آتروفی، فاسیکولاسیون و اختلال حرکات ارادی منجر شده و به‌تدریج استقلال عملکردی بیمار را کاهش می‌دهد.[1,2] درگیری عضلات بولبار می‌تواند موجب دیزآرتری و دیسفاژی شود؛ در حالی که ضعف عضلات تنفسی علت اصلی نارسایی تنفسی و مرگ‌ومیر در این بیماران است.[3] این بیماری عمدتاً در سنین ۴۰ تا ۷۰ سال رخ می‌دهد و شیوع آن حدود پنج مورد در هر ۱۰۰ هزار نفر گزارش شده است.[4] درمان قطعی برای ALS وجود ندارد؛ هرچند ریلوزول و اداراوون ممکن

* نویسنده مسؤول؛ ایمیل: Laleh.abadipt@gmail.com

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی تبریز تحت مجوز کریتیو کامنز CC BY 4.0 (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

است روند پیشرفت بیماری را تا حدی کند کنند. بنابراین، توانبخشی با هدف حفظ عملکرد و بهبود کیفیت زندگی جایگاه مهمی در مدیریت این بیماران یافته است.[5,6] پیشرفت بیماری موجب کاهش قدرت عضلانی، دامنه حرکتی، ظرفیت تنفسی، هماهنگی عصبی‌عضلانی و افزایش خستگی شده و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت را تحت تأثیر قرار می‌دهد.[2-4] مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات هوازی، مقاومتی با شدت متوسط، تمرینات تنفسی و برنامه‌های چندرشته‌ای می‌توانند به حفظ عملکرد، کاهش خستگی و ارتقای کیفیت زندگی کمک کنند؛ با این حال، ناهمگونی پروتکل‌های تمرینی و ماهیت پیشرونده بیماری، تعیین برنامه بهینه توانبخشی را دشوار کرده است.[7,8] علاوه بر این، شواهد مربوط به مداخلاتی که بتوانند هم‌زمان بر کنترل پاسچر، هماهنگی حرکتی و عملکردهای مرتبط با تنفس اثر بگذارند، همچنان محدود است. اگرچه در گذشته نگرانی‌هایی درباره ضعف ناشی از فعالیت بیش از حد، افزایش خستگی و تشدید آسیب نورون‌های حرکتی وجود داشت، شواهد جدید نشان می‌دهند که تمرینات سبک تا متوسط، در صورت طراحی و پایش مناسب، عموماً ایمن بوده و بدون تسریع روند بیماری به حفظ عملکرد کمک می‌کنند.[8]

تمرینات ثبات (Dynamic Neuromuscular Stabilization; DNS) دهنده عصبی عضلانی رویکردی مبتنی بر اصول رشد حرکتی اولیه و کنترل عصبی‌عضلانی است که بر فعال‌سازی عضلات عمقی تنه، تنظیم فشار داخل شکمی، هماهنگی دیافراگم و بهبود کنترل پاسچر و الگوهای حرکتی عملکردی تأکید دارد. این روش با الهام از مراحل رشد حرکتی نوزاد، الگوهای حرکتی را برای افراد مبتلا به اختلالات نورولوژیک بازآموزی می‌کند و برخلاف تمرینات تقویتی سنتی، بر بهبود کیفیت کنترل حرکتی تمرکز دارد.[9] مطالعات پیشین نشان داده‌اند که DNS می‌تواند ثبات مرکزی، کارایی حرکتی، حس عمقی و مکانیک تنفسی را در جمعیت‌های مختلف بهبود بخشد.[10,11] با توجه به ضعف عضلانی، اختلال کنترل تنه و مشکلات تنفسی در ALS، این رویکرد از نظر تئوریک می‌تواند با بهینه‌سازی کنترل مرکزی و حمایت از مکانیک تنفس به حفظ عملکرد کمک کند؛ هرچند انتظار نمی‌رود روند بیماری را متوقف یا معکوس کند. همچنین، شواهد مربوط به کاربرد آن در ALS همچنان محدود است.[8,9] بنابراین، هدف این گزارش موردی بررسی تغییرات قدرت عضلانی، عملکرد تنفسی، خستگی، کیفیت زندگی و عملکرد عملکردی پس از یک دوره ۱۰ هفته‌ای مداخله DNS در یک فرد مبتلا به ALS بود. فرض بر این بود که اجرای برنامه‌ای متناسب با سطح عملکرد بیمار امکان‌پذیر و ایمن باشد و بتواند با بهبود برخی شاخص‌های عملکردی همراه شود. با توجه به طراحی گزارش موردی، هدف مطالعه نه تنها اثبات اثربخشی DNS، بلکه ارایه شواهد اولیه برای امکان استفاده از این رویکرد و فراهم کردن زمینه برای مطالعات کنترل‌شده آینده بود.

گزارش مورد

این گزارش موردی مربوط به مردی ۶۳ ساله مبتلا به ALS نوع نخاعی (Limb-onset ALS) بود که ۱۱ سال قبل تشخیص بیماری برای وی تأیید شده بود. علایم اولیه با ضعف اندام تحتانی آغاز شده و به‌تدریج به ضعف پروگزیمال اندام فوقانی، فاسیکولاسیون، آتروفی عضلات کمربند شانه‌ای، محدودیت حرکت فعال اندام فوقانی، کاهش ثبات گردنی، کوتاه شدن طول گام و افزایش عرض پایه اتکا هنگام راه رفتن پیشرفت کرده بود. بیمار هنگام ورود به مطالعه علایم غالب بولبار، نارسایی تنفسی یا نیاز به تهویه غیرتهاجمی (Non-invasive ventilation, NIV) نداشت. تشخیص بیماری با سه نوبت بررسی الکترودیاگنوستیک تأیید شده بود. بیمار ریلوزول را با دوز ثابت مصرف می‌کرد و دو دوره سلول‌درمانی با سلول‌های مزانشیمی مشتق از ژله وارتون دریافت کرده بود. آخرین نوبت دریافت سه سال پیش از شروع مطالعه بود. طی سه ماه قبل از ورود به مطالعه وضعیت بالینی وی نسبتاً پایدار بود، تغییر عمده‌ای در برنامه درمانی نداشت و از نظر شناختی توانایی کامل همکاری با درمان‌گر را حفظ کرده بود. بیمار به‌دلیل توانایی راه رفتن، همکاری مناسب در اجرای تمرینات و نداشتن منع پزشکی برای ورزش وارد مطالعه شد. تمامی اقدامات درمانی با تأیید متخصص مغز و اعصاب انجام شد و پیش از شروع مطالعه رضایت‌نامه آگاهانه اخذ گردید. این پژوهش با کد اخلاق IR.USWR.REC.1404.264 به تصویب کمیته اخلاق دانشگاه علوم توان‌بخشی و سلامت اجتماعی رسید. برنامه DNS با هدف بهبود ثبات تنه، کنترل پاسچر و عملکرد عصبی‌عضلانی طراحی شد و طی ۱۰ هفته، دو جلسه در هفته و هر جلسه حدود ۶۰ دقیقه اجرا گردید. جلسات همگی در ساعات صبح برگزار شدند. شدت تمرین با مقیاس Borg RPE در محدوده ۹ تا ۱۳ (فعالیت سبک تا متوسط) حفظ شد. پیشرفت برنامه تنها زمانی انجام می‌شد که بیمار دو جلسه متوالی را بدون افزایش قابل توجه خستگی یا تشدید علایم تحمل می‌کرد؛ در این حالت مدت حفظ وضعیت‌ها یا تعداد تکرارها تقریباً هر دو هفته ۱۰ درصد افزایش می‌یافت. در صورت بروز درد، خستگی شدید، افت کیفیت حرکت یا تشدید علایم، شدت تمرین کاهش یافته یا پیشرفت متوقف می‌شد. معیارهای توقف تمرین شامل تنگی نفس شدید، سرگیجه، درد قفسه سینه، خستگی شدید یا درخواست بیمار برای

توقف بود. برای بیمار برنامه تمرینی خانگی تجویز نشد. تمامی جلسات توسط فیزیوتراپیستی که ۱۳ سال سابقه توان‌بخشی نورولوژیک داشت، هدایت شد و تمرینات متناسب با وضعیت عملکردی روزانه بیمار تعدیل گردید.

هر جلسه شامل سه بخش بود:

- گرم کردن (حدود ۱۰ دقیقه): حرکات ملایم گردن و شانه در دو ست ۱۰ تکراری.
- مرحله اصلی (۳۰ تا ۴۰ دقیقه): تمرینات DNS در سه ست ۸ تا ۱۰ تکراری با استراحت ۳۰ ثانیه‌ای.
- سرد کردن (حدود ۱۰ دقیقه): کشش عضلات همسترینگ، کمری و شانه همراه با تنفس دیافراگمی.

در هفته‌های نخست تمرکز بر اصلاح هم‌راستایی پاسچر، فعال‌سازی عضلات شکمی و تنفس دیافراگمی بود. تمرینات در وضعیت‌های طاق‌باز، دمر، چهار دست‌وپا، نشسته، انتقال از نشستن به ایستادن، اسکوات و ایستاده انجام شدند. در تمام برنامه بر حفظ فشار داخل شکمی، هماهنگی دیافراگم و کیفیت اجرای حرکت تأکید شد. هنگام مشاهده علایم خستگی، تعداد ست‌ها یا تکرارها کاهش می‌یافت و در صورت نیاز زمان استراحت تا ۶۰ ثانیه افزایش پیدا می‌کرد (جدول ۱).

جدول ۱. پروتکل تمرینات (Dynamic Neuromuscular Stabilization, DNS)

مرحله تمرین	وضعیت شروع	هدف درمانی	مدت/تکرار	معیار پیشرفت
فعال‌سازی تنفس دیافراگمی	طاق‌باز(Supine)	ایجاد الگوی صحیح تنفس، افزایش فشار داخل شکمی و فعال‌سازی عضلات عمقی تنه	۵ دقیقه	اجرای صحیح تنفس بدون استفاده بیش از حد از عضلات کمکی
الگوی سه‌ماهگی	طاق‌باز	فعال‌سازی عضلات مرکزی، کنترل تنه و هماهنگی اندام‌ها	۳ ست × ۸–۱۰ تکرار (نگه‌داری ۵–۱۰ ثانیه)	افزایش زمان نگه‌داری یا تعداد تکرارها در صورت تحمل مناسب
الگوی چهارونیم‌ماهگی	طاق‌باز با چرخش	بهبود کنترل چرخشی تنه و انتقال وزن	۳ ست × ۸–۱۰ تکرار	افزایش تدریجی مدت نگه‌داری
الگوی پنج‌ماهگی	دمر روی ساعد	افزایش ثبات کمربند شانه‌ای و کنترل اکستانسیون تنه	۳ ست × ۸–۱۰ تکرار	حفظ وضعیت با کیفیت مناسب و بدون جبران
الگوی هفت‌ماهگی	چهار دست و پا	بهبود ثبات مرکزی، کنترل لگن و هماهنگی اندام‌ها	۳ ست × ۸–۱۰ تکرار	افزایش زمان نگه‌داری و کنترل حرکتی
تمرینات انتقال وضعیت	نشسته به ایستاده و بالعکس	انتقال کنترل تنه به فعالیت‌های عملکردی	۲–۳ ست × ۸ تکرار	کاهش نیاز به کمک درمانگر
تمرینات تعادلی عملکردی	ایستاده	افزایش تعادل، کنترل پاسچر و ثبات دینامیک	۵–۱۰ دقیقه	کاهش سطح اتکا یا افزایش زمان تمرین

تمامی ارزیابی‌ها پیش و پس از پایان مداخله توسط ارزیاب مستقلی که در اجرای درمان نقشی نداشت انجام شد و تحلیل داده‌ها نیز توسط پژوهشگر دیگری صورت گرفت. به‌منظور کاهش سوگیری، نتایج کمی تا پایان مطالعه در اختیار بیمار قرار نگرفت و ارزیابی پیگیری انجام نشد. قدرت عضلات فلکسور، ابداکتور و اکستانسور شانه با دایناموم‌تر دستی Lafayette (Model 01165) و به روش Make-test اندازه‌گیری شد؛ هر حرکت سه بار ثبت و میانگین آن گزارش گردید.[۱۳،۱۲] دامنه حرکتی فعال شانه نیز با گونیامتر یونیورسال ®Baseline در وضعیت نشسته اندازه‌گیری شد و میانگین سه اندازه‌گیری برای تحلیل استفاده گردید.[۱۴] عملکرد تنفسی با اسپیرومتر Spirolab III مطابق دستورالعمل‌های ATS/ERSو بر اساس ظرفیت حیاتی اجباری (FVC) ارزیابی شد. حداقل سه مانور قابل قبول ثبت و بهترین مقدار انتخاب گردید.[۱۵] عملکرد عملکردی با ALSFRS-R،[۱۶] شدت خستگی با (Fatigue Severity Scale, FSS)،[۱۷] و کیفیت زندگی با نسخه فارسی پرسشنامه SF-36 ارزیابی شدند که همگی از روایی و پایایی مناسبی در جمعیت ایرانی برخوردارند.[۱۸] با توجه به ماهیت گزارش موردی، از آزمون‌های استنباطی استفاده نشد. نتایج به‌صورت مقادیر پیش و پس از مداخله، اختلاف مطلق و درصد تغییر گزارش و در صورت وجود شواهد، تغییرات با حداقل تغییر مهم بالینی (MCID) یا سایر شاخص‌های بالینی منتشرشده مقایسه شدند. شرکت‌کننده مردی ۶۳ ساله، راست‌دست، با قد ۱۶۹ سانتی‌متر، وزن ۶۲ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۲۱/۷ کیلوگرم بر متر مربع بود. پس از ۱۰ هفته مداخله، قدرت عضلات شانه افزایش یافت. قدرت فلکسور شانه ۸۴/۱۶ درصد، ابداکتور شانه ۹۴/۱۷ درصد و اکستانسور شانه ۶۱/۲۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲).

جدول ۲. تغییرات قدرت عضلات شانه

	قبل از مداخله نیوتون	بعد از مداخله نیوتون	میزان تغییر نیوتون	درصد تغییر
فلکشن	۹/۵	۱۱/۱	۱/٦	۱٦/٤۸
اکستنشن	۸/٤	۱۰/۳	۱/۹	۲۲/٦۱
ابداکشن	۷/۸	۹/۲	۱/٤	۱۷/۹٤

اگرچه MCID اختصاصی برای قدرت عضلانی اندازه‌گیری‌شده با دایناموتر دستی در ALS گزارش نشده است، تغییرات بیش از ۱۰ تا ۱۵ درصد در مطالعات توان‌بخشی معمولاً از نظر بالینی قابل توجه تلقی می‌شوند. دامنه حرکتی فلکشن شانه ۶ درجه (۲۸/۱۴ درصد)، اکستانشن ۲ درجه (۲۰ درصد) و ابداکشن ۱۵ درجه (۸۵/۴۲ درصد) افزایش یافت (جدول ۳).

جدول ۳. دامنه حرکتی مفصل شانه

	قبل از مداخله درجه	بعد از مداخله درجه	میزان تغییر درجه	درصد تغییر
فلکشن	٤۲	٤۸	٦	۱٤/۲۸
اکستنشن	۱۰	۱۲	۲	۲۰
ابداکشن	۳۵	۵۰	۱۵	٤۲/۸۵

با توجه به خطای معمول اندازه‌گیری گونیومتری (حدود ۵ تا ۱۰ درجه)، افزایش ۱۵ درجه‌ای ابداکشن می‌تواند فراتر از خطای اندازه‌گیری و از نظر بالینی مهم باشد. ظرفیت حیاتی اجباری (FVC) از ۴/۲ به ۵/۳ لیتر افزایش یافت (۷/۰ لیتر؛ ۲۰ درصد). هرچند MCIDقطعی برای FVC در ALS تعیین نشده است، تغییرات بیش از ۱۰ درصد یا حدود ۲۰۰ میلی‌لیتر در برخی مطالعات به‌عنوان تغییر قابل توجه مطرح شده‌اند. امتیاز ALSFRS-R از ۳۳ به ۴۴ افزایش یافت (۳۳ درصد) که از MCID گزارش‌شده این ابزار (۴ امتیاز) فراتر است. همچنین، امتیاز FSS از ۴۳ به ۲۳ کاهش یافت (۵۱/۴۶ درصد) که نشان‌دهنده کاهش محسوس خستگی ادراک‌شده است. اگرچه MCID اختصاصی برای FSS در ALSوجود ندارد، کاهش حدود ۱۰ درصدی نمره کل به‌عنوان آستانه بالینی بالقوه پیشنهاد شده است. کیفیت زندگی نیز در چندین حیطه پرسشنامه SF-36، به‌ویژه عملکرد جسمانی، سرزندگی و عملکرد اجتماعی، بهبود یافت (جدول ۴). در بیماری‌های مزمن، تغییر ۳ تا ۵ امتیازی در این ابزار معمولاً به‌عنوان تغییر بالقوه بالینی مهم در نظر گرفته می‌شود.

جدول ٤. نمرات پرسشنامه SF-36

	قبل مداخله	بعد از مداخله	میزان تغییرات	درصد تغییرات
عملکرد اجتماعی	۲۵	٦۰	۳۵	۱٤۰
عملکرد فیزیکی	۵۳/۳	۷٦/۷	۲۳/۳	٤۳/۷۱
نشاط وسرزندگی	٤۵/۸	٦٦/۷	۲۰/۸	٤۵/٤۱
سلامت عمومی	٤۰	۵۵	۱۵	۳۷/۵
نقش آفرینی هیجانی	٤٦/۷	٦۰	۱۳/۳	۲۸/٤۷
سلامت روان	٦۰	۵۰	۱۰	۱٦/٦٦ کاهش
درد بدنی	۵۸/۳	٦٦/۷	۸/۳	۱٤/۲۳
نقش فیزیکی	۵۰	۵۰	۰	۰

بحث

این گزارش موردی نشان داد که اجرای یک برنامه ۱۰ هفته‌ای DNS در یک بیمار مبتلا به ALS امکان‌پذیر و قابل تحمل بود و با تغییرات قابل اندازه‌گیری در قدرت اندام فوقانی، دامنه حرکتی شانه، خستگی، برخی ابعاد کیفیت زندگی و شاخص عملکرد تنفسی همراه شد. با این حال، با توجه به طراحی گزارش موردی، نبود گروه کنترل و ماهیت پیشرونده ALS، این یافته‌ها باید به‌عنوان شواهد مقدماتی و تولیدکننده فرضیه تفسیر شوند و نه اثبات‌کننده اثربخشی DNS. یکی از برجسته‌ترین یافته‌ها افزایش امتیاز ALSFRS-R از ۳۳ به ۴۴ بود. چنین تغییری در یک بیماری پیشرونده غیرمنتظره به‌نظر می‌رسد، اما تفسیر آن نیازمند احتیاط است. نبود گروه کنترل، ارزیابی‌های مکرر پیش از مداخله و احتمال تأثیر نوسانات روزانه علایم، برداشت بیمار از عملکرد خود یا خطای اندازه‌گیری، مانع از آن می‌شود که این افزایش به‌عنوان نشانه توقف یا معکوس شدن روند بیماری تلقی شود.

بهبود قدرت و دامنه حرکتی شانه را می‌توان در چارچوب اصول نظری DNS تفسیر کرد. این رویکرد برخلاف تمرینات تقویتی سنتی، بر بازآموزی کنترل حرکتی از طریق فعال‌سازی سیستم یکپارچه تثبیت‌کننده ستون فقرات، شامل دیافراگم، عضلات عمقی شکم، کف لگن و عضلات عمقی ستون فقرات، تمرکز دارد.[۱۴،۱۳] بهبود ثبات پروگزیمال می‌تواند انتقال نیرو و فعال‌سازی مؤثرتر عضلات اندام فوقانی را تسهیل کند؛ بنابراین، افزایش قدرت

و دامنه حرکتی مشاهده‌شده ممکن است بیش از آنکه ناشی از تقویت مستقیم عضلات شانه باشد، بازتاب بهبود کنترل حرکتی و ثبات تنه باشد. شایان ذکر است که در این مطالعه کنترل تنه، فعال‌سازی عضلات عمقی یا هماهنگی دیافراگم مستقیماً اندازه‌گیری نشد؛ بنابراین، این تبیین صرفاً به‌صورت فرضیه باقی می‌ماند. شواهد موجود نشان می‌دهد که هدف اصلی توانبخشی در ALS حفظ عملکرد، کاهش عوارض ثانویه و ارتقای کیفیت زندگی است. تمرینات هوازی، مقاومتی با شدت متوسط، تمرینات تنفسی و برنامه‌های چندرشته‌ای در برخی مطالعات نتایج امیدوارکننده‌ای نشان داده‌اند، اما به‌دلیل تفاوت در مرحله بیماری، شدت تمرین و ابزارهای ارزیابی، شواهد همچنان ناهمگون هستند.[8] در مقایسه با این مداخلات، DNS بر هماهنگی پاسچر و تنفس تأکید دارد و یافته‌های حاضر صرفاً شواهد اولیه‌ای درباره امکان استفاده از این رویکرد در ALS فراهم می‌کنند، نه برتری آن نسبت به سایر روش‌های توان‌بخشی. کاشیک و همکاران نیز طی انجام مطالعه مروری پیشنهاد کرده‌اند که DNS از طریق فعال‌سازی هماهنگ عضلات عمقی و بهینه‌سازی الگوهای تنفسی می‌تواند کارایی عصبی‌عضلانی را بهبود بخشد.[19] هرچند این فرضیه هنوز در بیماران مبتلا به ALS به‌طور مستقیم بررسی نشده است.

بهبود مشاهده‌شده در FVC نیز قابل توجه بود، اما باید با احتیاط تفسیر شود. از دیدگاه نظری، تأکید DNS بر تنفس دیافراگمی و هماهنگی توراکو-ابدومینال می‌تواند از عملکرد عضلات تنفسی حمایت کند.[20] با این حال، در یک گزارش موردی نمی‌توان افزایش FVC را به‌عنوان شواهد قطعی بهبود فیزیولوژیک عملکرد تنفسی دانست؛ زیرا عواملی مانند همکاری بیمار، میزان تلاش، وضعیت بدن، یادگیری انجام آزمون و نوسانات روزانه می‌توانند بر نتایج اسپیرومتری اثر بگذارند. بنابراین، این یافته باید به‌عنوان تغییری مشاهده‌شده در طول دوره مداخله گزارش شود.

کاهش قابل توجه نمره FSS نیز از یافته‌های مهم مطالعه بود. خستگی یکی از ناتوان‌کننده‌ترین علایم ALS است و احتمال دارد بهبود ثبات تنه و کارایی حرکتی، انتقال مؤثرتر نیرو و کاهش تلاش جبرانی عضلات، در کاهش خستگی ادراک‌شده نقش داشته باشند. همچنین، بهبود هماهنگی تنفسی ممکن است هزینه تهویه را کاهش داده باشد. با این حال، خستگی در ALS پدیده‌ای چندعاملی است و عواملی مانند پیشرفت بیماری، کیفیت خواب، وضعیت تنفسی، شرایط روانی و دارودرمانی نیز بر آن اثر می‌گذارند؛ بنابراین، کاهش خستگی را نمی‌توان صرفاً به DNS نسبت داد. بهبود در حیطه‌های عملکرد جسمانی، سرزندگی و عملکرد اجتماعی پرسشنامه SF-36 نیز با این احتمال همسو است که بهبود کنترل تنه و کاهش خستگی مشارکت بیمار در فعالیت‌های روزمره را تسهیل کرده باشد. در مقابل، کاهش امتیاز سلامت روان از ۶۰ به ۵۰ نشان داد که بهبود عملکرد جسمانی الزاماً با بهبود وضعیت روانی همراه نیست. این موضوع با ماهیت ALSسازگار است؛ زیرا سازگاری هیجانی، نگرانی از پیشرفت بیماری، کاهش استقلال و عدم قطعیت نسبت به آینده می‌توانند حتی در صورت بهبود نسبی عملکرد جسمانی بر سلامت روان اثر منفی بگذارند.[21] همچنین، ثابت ماندن حیطه نقش جسمانی ممکن است بازتاب محدودیت‌های ذاتی بیماری و ویژگی‌های سنجش SF-36 در بیماران نورودژنراتیو باشد.[22]

نتیجه‌گیری

این گزارش موردی نشان داد که اجرای یک برنامه ۱۰ هفته‌ای تمرینات DNS در یک فرد مبتلا به Limb-onset ALS امکان‌پذیر و قابل تحمل بود و با تغییرات مشاهده‌شده در قدرت اندام فوقانی، دامنه حرکتی شانه، کاهش خستگی و بهبود برخی ابعاد کیفیت زندگی همراه شد. همچنین، افزایش FVC و امتیاز ALSFRS-R مشاهده شد، اما با توجه به طراحی تک‌موردی، نبود گروه کنترل، فقدان اندازه‌گیری‌های پایه متعدد و عدم پیگیری طولانی‌مدت، این تغییرات نباید به‌عنوان شواهد قطعی اثربخشی یا تغییر در روند بیماری تفسیر شوند. در مجموع، این مطالعه شواهد مقدماتی درباره امکان استفاده از DNS به‌عنوان یک رویکرد توان‌بخشی حمایتی در ALS ارایه می‌کند و می‌تواند زمینه‌ساز انجام مطالعات کنترل‌شده با حجم نمونه بیشتر و ارزیابی‌های مکانیکی و تنفسی دقیق‌تر باشد.

محدودیت‌ها

یافته‌های این گزارش موردی باید با توجه به چند محدودیت مهم تفسیر شوند. نخست، به‌دلیل طراحی تک‌موردی و ناهمگونی بالای الگوی پیشرفت ALS، نتایج قابل تعمیم به کل جمعیت مبتلایان نیست و تنها به‌عنوان شواهد اولیه و فرضیه‌ساز قابل استفاده است. دوم، اگرچه برای ارزیابی پیامدها از ابزارهای استاندارد و معتبر استفاده شد، برخی اندازه‌گیری‌ها از جمله دایناموموتری دستی و اسپیرومتری می‌توانند تحت تأثیر عواملی مانند میزان همکاری و تلاش بیمار، سطح خستگی، وضعیت بدن، انگیزه و تغییرات روزانه عملکرد قرار گیرند. همچنین، نوع بیماری در این بیمار (Limb-onset ALS) با روند نسبتاً پایدار ممکن است بر نتایج مشاهده‌شده اثر گذاشته باشد. سوم، نبود گروه کنترل، فقدان دوره مشاهده پیش از مداخله و عدم انجام ارزیابی‌های

مکرر پایه، امکان تفکیک کامل اثر مداخله از نوسانات طبیعی بیماری را محدود می‌کند. بنابراین، تغییرات مشاهده‌شده در قدرت عضلانی، عملکرد عملکردی، کیفیت زندگی و به‌ویژه FVC را نمی‌توان به‌طور قطعی به مداخله DNS نسبت داد. همچنین، اگرچه DNS بر بهبود کنترل پاسچر، هماهنگی تنفسی و سازمان‌دهی عصبی‌عضلانی استوار است، در این مطالعه شاخص‌هایی مانند کنترل تنه، فعال‌سازی عضلات عمقی، عملکرد دیافراگم یا هماهنگی عصبی‌عضلانی به‌طور مستقیم اندازه‌گیری نشدند؛ بنابراین، مکانیسم‌های احتمالی مطرح‌شده همچنان به‌صورت فرضیه باقی می‌مانند. علاوه بر این، عوامل روان‌شناختی، اجتماعی و محیطی که می‌توانند بر کیفیت زندگی، خستگی و سلامت روان اثر بگذارند، به‌صورت نظام‌مند ارزیابی نشدند و پس از پایان مداخله نیز پیگیری انجام نشد؛ ازاین‌رو، پایداری تغییرات در طول زمان قابل تعیین نیست. با وجود این محدودیت‌ها، مطالعه حاضر نشان داد که برنامهDNS برای این بیمار قابل تحمل بود، متناسب با سطح عملکرد و خستگی وی تنظیم شد و در طول اجرای برنامه عارضه جانبی مرتبط با مداخله مشاهده نشد؛ موضوعی که می‌تواند مبنایی برای طراحی مطالعات آینده باشد.

پیشنهاد برای مطالعات آینده

مطالعات آینده باید اثرات DNS را در نمونه‌های بزرگ‌تر، با طراحی‌های کنترل‌شده و دوره‌های پیگیری طولانی‌تر بررسی کنند. همچنین، استفاده از ارزیابی‌های عینی بیومکانیکی، سنجش عملکرد عضلات تنفسی، اندازه‌گیری کنترل تنه و بررسی شدت، فراوانی و نحوه پیشرفت تمرین‌ها در مراحل مختلف بیماری می‌تواند به روشن شدن مکانیسم‌های احتمالی اثر این رویکرد کمک کند.

قدردانی

پروتکل پژوهش توسط کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم توان‌بخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران (شماره: ۱۰۰۰۳۵۰۱) تأیید و حمایت شد. نویسندگان مایل‌ند مراتب قدردانی صمیمانه خود را از «مؤسسه توانمندسازی ام‌اس» بابت حمایت و همکاری آن‌ها در انجام این مطالعه ابراز دارند. همچنین از کمک ارزشمند دکتر نبوی، متخصص مغز و اعصاب، در ارزیابی بالینی و تشخیص بیمار قدردانی می‌شود.

مشارکت پدیدآوران

لاله آبادی مرند: ایده‌پردازی و طراحی مطالعه، اجرای مداخله، تفسیر یافته‌ها، بازنگری انتقادی مقاله و تأیید نسخه نهایی. پریناز خیرآبادی: ارزیابی بالینی بیمار، مشارکت در تفسیر داده‌ها، بازنگری علمی مقاله و تأیید نسخه نهایی. نرگس صفالو: نگارش پیش‌نویس اولیه مقاله، مشارکت در گردآوری و سازمان‌دهی داده‌ها، بازنگری متن و تأیید نسخه نهایی. تمامی نویسندگان نسخه نهایی مقاله را مطالعه و تأیید کرده و مسؤولیت محتوای علمی آن را پذیرفته‌اند.

منابع مالی

نویسندگان اعلام می‌دارند که در حین تهیه این دست‌نوشته هیچ‌گونه بودجه، کمک‌هزینه یا حمایت دیگری دریافت نشده است.

دسترسی پذیری داده‌ها

تمامی داده‌های مرتبط در داخل مقاله گنجانده شده‌اند.

ملاحظات اخلاقی

پروتکل مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم توان‌بخشی و سلامت اجتماعی شهر تهران با اخذ کد اخلاق (IR.USWR.REC.1404.264) تأیید شد.

تعارض منافع

نویسندگان اظهار می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافع بالقوه‌ای در رابطه با پژوهش، نگارش و انتشار این مقاله وجود ندارد.

References

1. Hardiman O, Al-Chalabi A, Chio A, Corr EM, Logroscino G, Robberecht W, et al. Amyotrophic lateral sclerosis. Nat Rev Dis Primers. 2022;8(1):31. doi: 10.1038/nrdp.2017.71 Actions
2. Goutman SA, Hardiman O, Al-Chalabi A, Chió A, Savelieff MG, Kiernan MC, Feldman EL. Recent advances in the diagnosis and prognosis of amyotrophic lateral sclerosis. Lancet Neurol. 2022;21(5):480-93. doi: 10.1016/s1474-4422(21)00465-8
3. Paganoni S, Macklin EA, Hendrix S, Berry JD, Elliott MA, Maiser S, et al. Trial of sodium phenylbutyrate-taurursodiol for amyotrophic lateral sclerosis. N Engl J Med. 2020;383(10):919-30. doi: 10.1016/j.jval.2023.03.2337

4. Bello-Haas VD. Physical therapy for individuals with amyotrophic lateral sclerosis: current evidence and future directions. Degener Neurol Neuromuscul Dis. 2021;11:45-56. doi: 10.2147/dnnd.s146949
5. Van Groenestijn AC, Schröder CD, Kruitwagen-Van Reenen ET, Van Den Berg LH, Visser-Meily JMA. Participation restrictions in ambulatory amyotrophic lateral sclerosis patients: Physical and psychological factors. Muscle Nerve. 2017;56(5):912-918. doi: 10.1002/mus.25574.
6. Pinto S, Swash M, De Carvalho M. Mouth occlusion pressure at 100ms (P0.1) as a respiratory biomarker in amyotrophic lateral sclerosis. Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener. 2021;22(1-2):53-60. doi: 10.1080/21678421.2020.1821061
7. de Almeida JP, Silvestre R, Pinto AC, de Carvalho M. Exercise and amyotrophic lateral sclerosis. Neurol Sci. 2012;33(1):9-15. doi: 10.1007/s10072-011-0921-9
8. Braga ACM, Pinto A, Pinto S, de Carvalho M. The Role of Moderate Aerobic Exercise as Determined by Cardiopulmonary Exercise Testing in ALS. Neurol Res Int. 2018;2018:8218697. doi: 10.1155/2018/8218697
9. Frank C, Kobesova A, Kolar P. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. International journal of sports physical therapy. 2013;8(1):62. doi: 10.1016/b978-0-7020-4980-4.00002-2
10. Lee HJ, Park MC, Han SW. Effects of dynamic neuromuscular stabilization exercises on balance and gait in neurological disorders: a systematic review. J Bodyw Mov Ther. 2021; 26:503-12. doi: 10.21203/rs.3.rs-5298034/v1
11. Fukamachi A, Koizumi H, Nagaseki Y, Nukui H. Postoperative extradural hematomas: computed tomographic survey of 1105 intracranial operations. Neurosurgery. 1986;19(4):589-93. doi: 10.1055/s-0044-1791708
12. Abadi Marand L, Noorizadeh Dehkordi S, Roohi-Azizi M, Dadgoo M. Effect of Dynamic Neuromuscular Stabilization on Balance, Trunk Function, Falling, and Spasticity in People With Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. Arch Phys Med Rehabil. 2023;104(1):90-101. doi: 10.1016/j.apmr.2022.09.015
13. Olds M, McLaine S, Magni N. Validity and Reliability of the Kinvent Handheld Dynamometer in the Athletic Shoulder Test. J Sport Rehabil. 2023;32(7):764-72. doi: 10.1123/jsr.2022-0444
14. Hanks J, Myers B. Validity, Reliability, and Efficiency of a Standard Goniometer, Medical Inclinometer, and Builder's Inclinometer. Int J Sports Phys Ther. 2023;18(4):989-96. doi: 10.26603/001c.83944
15. Fontana L, Cioffi DL, Leso V, D'Ausilio E, Pacella D, Fedele M, et al. Validation of the Global Lung Function Initiative 2012 Spirometry Reference Values in a Healthy Italian Working Population. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(22):15200. doi: 10.3390/ijerph192215200
16. Rooney J, Burke T, Vajda A, Heverin M, Hardiman O. What does the ALSFRS-R really measure? A longitudinal and survival analysis of functional dimension subscores in amyotrophic lateral sclerosis. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2017;88(5):381-85. doi: 10.1136/jnnp-2016-314661
17. Ruotolo I, Carenza A, Sellitto G, Simeon R, Panuccio F, Marini Padovani A, et al. Exploring the psychometric properties of the fatigue severity scale: results from a systematic review and reliability meta-analysis. Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res. 2025;25(7):1021-36. doi: 10.1080/14737167.2025.2511128
18. Wu Q, Chen Y, Zhou Y, Zhang X, Huang Y, Liu R. Reliability, validity, and sensitivity of short-form 36 health survey (SF-36) in patients with sick sinus syndrome. Medicine (Baltimore). 2023;102(24):e33979. doi: 10.1097/md.0000000000033979
19. Kaushik M, Ahmad I. Bridging dynamic neuromuscular stabilization synergism with Movement Control Impairment Related Non-specific low back Pain: scoping review. Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions. 2024;24(4):420. doi: 10.55487/6tbbyh09
20. Fallah A, Abdolazimi H, Darabi Z, Talenezhad N, Mirzavandi F, Rahimpour S, et al. The association between score of plant-based diet and non-alcoholic fatty liver disease in adults. Clin Nutr ESPEN. 2024;61:407-12. doi: 10.1080/17482960903082218
21. Benbrika S, Desgranges B, Eustache F, Viader F. Cognitive, Emotional and Psychological Manifestations in Amyotrophic Lateral Sclerosis at Baseline and Overtime: A Review. Front Neurosci. 2019;13:951. doi: 10.3389/fnins.2019.00951
22. Nicholson K, Murphy A, McDonnell E, Shapiro J, Simpson E, Glass J, et al. Improving symptom management for people with amyotrophic lateral sclerosis. Muscle Nerve. 2018;57(1):20-4. doi: 10.1002/mus.25712