

Efektivitas Intervensi Fisioterapi Multimodal Selama Enam Bulan pada Pasien *Amyotrophic Lateral Sclerosis* (ALS): Laporan Kasus

Ni Made Nuari Diahputri¹, Ni Nyoman Melani Karang^{2*}, Putu Ayu Meka Raini³

¹Program Studi Sarjana Terapan Fisioterapi, Fakultas Kesehatan Universitas Hindu Indonesia, Jl. Sangalangit, Bali, 80238, Indonesia

²Program Studi Fisioterapi Program Sarjana, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jalan RS. Fatmawati Raya No. 1, Jakarta, 12450, Indonesia

³Program Studi Fisioterapi dan Profesi Fisioterapis Fakultas Kedokteran Universitas Dhyana Pura, Jl. Raya Padangluwih, Banjar Tegaljaya Dalung, Bali, 80361, Indonesia

*corresponding author email: nnmelanikarang@upnvj.ac.id

Diterima 25 Maret 2026/Disetujui 31 Maret 2026

ABSTRAK

Latar belakang: *Amyotrophic Lateral Sclerosis* (ALS) adalah penyakit neurodegeneratif progresif yang melibatkan *upper motor neuron* (UMN) dan *lower motor neuron* (LMN) tanpa gangguan sensorik, ditandai dengan adanya kelemahan dan atrofi otot, disartria, serta disfagia. Insiden global berkisar 1-2 kasus per 100.000 orang pertahun dengan prevalensi sekitar 6 per 100.000 populasi. Fisioterapi berperan penting melalui pendekatan multimodal yang mencakup latihan penguatan submaksimal, latihan aerobik intensitas rendah, *balance training*, *respiratory muscle training* (RMT), dan *stretching*. Laporan kasus ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas intervensi fisioterapi multimodal selama enam bulan terhadap fungsi dan kualitas hidup pasien ALS. **Metode:** Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah laporan kasus yaitu suatu metode deskriptif yang bertujuan untuk memaparkan secara sistematis dan komprehensif mengenai kondisi klinis pasien. Laporan kasus ini telah memperoleh persetujuan dari pasien, dan *informed consent* tertulis telah diperoleh. **Hasil:** Evaluasi menggunakan ALSFRS-R menunjukkan adanya penurunan skor sesuai progresi alami penyakit, dari nilai awal 34/48 menjadi 32/48 setelah enam bulan intervensi. Nilai FSS tetap stabil pada skor 4/7. Uji 6MWT menunjukkan penurunan daya tahan dari 320meter menjadi 270meter yang mengindikasikan penurunan ringan. Penilaian keseimbangan melalui TUG meningkat dari 14 detik menjadi 18 detik, sedangkan BBS sedikit menurun dari 42/56 menjadi 41/56. Pemeriksaan MMT menunjukkan penurunan minimal kekuatan otot ekstremitas setelah enam bulan intervensi. **Kesimpulan:** Meskipun tidak menghentikan progresivitas penyakit, fisioterapi multimodal berkontribusi dalam mempertahankan kapasitas fungsional dan memperlambat penurunan fungsi, sehingga intervensi fisioterapi ikut berperan dalam menjaga kualitas hidup pasien ALS.

Kata Kunci: *Amyotrophic Lateral Sclerosis*, fisioterapi, Intervensi multimodal.

ABSTRACT

Background: Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS) is a progressive neurodegenerative disease involving both upper motor neurons (UMN) and lower motor neurons (LMN) without sensory impairment, characterized by muscle weakness and atrophy, dysarthria, and dysphagia. The global incidence ranges from 1–2 cases per 100,000 individuals per year, with a prevalence of approximately 6 per 100,000 population. Physiotherapy plays a critical role through a multimodal approach encompassing submaximal strengthening exercises, low-intensity aerobic exercise, balance training, respiratory muscle training (RMT), and stretching. This case report aims to evaluate the effectiveness of a six-month multimodal physiotherapy intervention on functional capacity and quality of life in a patient with ALS. **Methods:** This article employed a case report method, a descriptive approach designed to systematically and comprehensively present the clinical condition of a patient. This case report was conducted with the patient's full consent, and written informed consent was obtained prior to the study. **Results:** Functional assessment using the ALS Functional Rating Scale-Revised (ALSFRS-R) demonstrated a decline in scores

consistent with the natural progression of the disease, from a baseline score of 34/48 to 32/48 following six months of intervention. The Fatigue Severity Scale (FSS) remained stable at a score of 4/7. The Six-Minute Walk Test (6MWT) revealed a reduction in endurance from 320 meters to 270 meters, indicating mild functional decline. Balance assessment using the Timed Up and Go (TUG) test showed an increase from 14 seconds to 18 seconds, while the Berg Balance Scale (BBS) demonstrated a slight decrease from 42/56 to 41/56. Manual Muscle Testing (MMT) indicated minimal reduction in extremity muscle strength following six months of intervention. **Conclusion:** Although multimodal physiotherapy did not halt disease progression, it contributed to the preservation of functional capacity and the attenuation of functional decline, thereby playing a meaningful role in maintaining the quality of life of the patient with ALS.

Keywords: Amyotrophic Lateral Sclerosis, physiotherapy, multimodal intervention.

PENDAHULUAN

Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) adalah penyakit neurodegeneratif *motor neuron* yang jarang ditemukan, melibatkan *upper motor neuron* (UMN) dan *lower motor neuron* (LMN) dengan tidak adanya gangguan pada susunan somatosensorik. Penyakit ini ditandai dengan hilangnya neuron motorik di korteks, batang otak, dan sumsum tulang belakang yang dapat menyebabkan terjadinya kelemahan dan atrofi otot secara progresif, disfagia dan disatria (Bjelica & Petri, 2024).

Insiden ALS ditemukan di seluruh dunia kira-kira 1-2 kasus per 100.000 orang per tahun, dengan prevalensi kasus rata-rata 6 kasus per 100.000, sementara prevalensi diperkirakan antara 1,57 sampai 11,8 per 100.000 di Iran dan Amerika Serikat (Wolfson et al., 2023). Sebuah studi di Inggris (Manjaly et al., 2010) melaporkan bahwa pada ALS secara signifikan lebih tinggi terjadi pada individu yang lebih muda (pra menopause) daripada pada kelompok usia yang lebih tua. Penyakit ALS bersifat sporadis dan familia, dimana kebanyakan penyakit ALS sporadis 7% lebih banyak menyerang laki-laki daripada perempuan (Boomsma et al., 2026); (Goutman et al., 2022).

ALS ditandai dengan adanya manifestasi klinis berupa penurunan fungsi motorik yang terjadi secara bertahap dan progresif pada satu atau lebih bagian tubuh, tanpa disertai gangguan sensorik. Gejala awal ALS umumnya muncul pada ekstremitas atau dapat pula diawali dengan keterlibatan bulbar. Pada pasien dengan keterlibatan bulbar, gejala yang sering ditemukan meliputi gangguan bicara (disartria) serta penurunan volume suara (Fiorella et al., 2026); (Kühnlein et al., 2008). Hingga saat ini, ALS merupakan penyakit yang belum dapat disembuhkan, sehingga penatalaksanaannya berfokus pada terapi simptomatik dan suportif guna mempertahankan kualitas hidup pasien selama mungkin (Hardiman et al., 2017).

Salah satu aspek penting dalam manajemen komprehensif ALS adalah peran fisioterapi yang berfokus pada pencegahan komplikasi sekunder akibat imobilitas dan penurunan fungsi otot (Makwana, 2024). Manajemen ALS bersifat suportif dan multidisipliner, dimana fisioterapi berperan dalam mempertahankan fungsi serta kualitas hidup pasien (Ammarah Y et al., 2017). Berbagai bentuk latihan fisik seperti aerobik, *resistance*, dan kombinasi *exercise training* telah diteliti terhadap fungsi motorik dan kualitas hidup pasien ALS. Studi menunjukkan bahwa latihan multimodal yang mencakup latihan aerobik, kekuatan, dan rehabilitasi standar berpotensi memberikan manfaat yang lebih besar dibandingkan intervensi tunggal terhadap kualitas hidup dan kelelahan pasien ALS (Zhu et al., 2022)

Selain itu, *respiratory muscle training* (RMT) juga menjadi fokus dalam pemberian intervensi pada ALS, karena kelemahan otot pernafasan merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada penyakit ini. Bukti dari ulasan sistematis menunjukkan bahwa pelatihan otot pernafasan dapat meningkatkan kekuatan otot inspirasi dan ekspirasi pada pasien ALS. Meskipun pengaruhnya terhadap kapasitas paru dan skor ALSFRS-R masih bervariasi, pelatihan ini tetap dianggap sebagai modalitas yang aman dan relevan dalam pengelolaan respirasi pasien ALS (Benzo-Iglesias et al., 2025).

Laporan kasus ini juga dilatarbelakangi oleh pendekatan fisioterapi multimodal yang mengkombinasikan berbagai bentuk latihan seperti latihan penguatan, latihan aerobik, latihan respirasi, serta latihan keseimbangan yang memiliki potensi memberikan manfaat moderat terhadap fungsi pasien, tetapi bukti ilmiah yang tersedia masih terbatas dan belum konsisten antar studi (Ren et al., 2025). Disamping itu selama bertahun-tahun, latihan fisik pada pasien ALS masih menjadi perdebatan karena

dikhawatirkan dapat mempercepat kerusakan neuron motorik atau meningkatkan kelelahan otot. Namun beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa latihan yang diberikan secara terkontrol memiliki manfaat terapeutik (Meng et al., 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, laporan kasus ini bertujuan untuk mengevaluasi secara spesifik efektivitas intervensi fisioterapi multimodal selama enam bulan pada pasien ALS, yang diukur melalui perubahan skor *amyotrophic lateral sclerosis functional rating scale-revised* (ALSFRS-R), kapasitas pernapasan objektif (ekspansi thoraks), kekuatan otot dengan *manual muscle testing* (MMT), fatigue dengan *fatigue severity scale* (FSS), daya tahan menggunakan *six minute walking test* (6MWT), resiko jatuh dengan *berg balance scale* (BBS), dan mobilitas fungsional diukur menggunakan *time up go* (TUG).

METODE

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini menggunakan desain laporan kasus (*case report*) pada satu pasien dengan diagnosis ALS. Pendekatan ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi klinis pasien serta respon terhadap intervensi fisioterapi secara komprehensif. Subjek dalam laporan kasus ini adalah satu pasien yang dipilih berdasarkan kesesuaian dengan kriteria inklusi dan eksklusi.

Pasien dimasukkan dalam studi apabila terdiagnosis ALS oleh dokter spesialis saraf berdasarkan kriteria diagnostik yang berlaku, menunjukkan tanda klinis keterlibatan UMN dan LMN. Diagnosis didukung oleh adanya hasil dari pemeriksaan penunjang seperti pemeriksaan *electromyography* (EMG) dan atau *nerve conduction study* (NCV). Kondisi medis stabil dan mampu mengikuti program fisioterapi. Bersedia mengikuti program latihan dengan menandatangani *informed consent*.

Pasien tidak masuk kriteria apabila memiliki penyakit neurologis lain yang dapat menyerupai ALS (misalnya neuropati perifer berat, myopathy, atau multiple sclerosis). Mengalami gangguan kognitif berat yang menghambat evaluasi. Memiliki kondisi medis berat lain yang tidak stabil (misalnya gagal jantung).

Laporan kasus ini telah memperoleh persetujuan dari pasien, dan *informed consent* tertulis telah diperoleh. Intervensi diberikan selama enam bulan oleh fisioterapis profesional dengan pemantauan berkala oleh dokter spesialis neurologi untuk mengevaluasi perubahan kondisi klinis pasien.

Instrumen penilaian yang digunakan dalam laporan kasus ini meliputi ALSFRS-R untuk mengevaluasi tingkat fungsi dan progresivitas penyakit. MMT untuk menilai kekuatan otot, pengukuran ekspansi thoraks dengan menggunakan midline untuk mengevaluasi fungsi respirasi, 6MWT untuk menilai daya tahan, TUG dan BBS untuk menilai mobilitas fungsional dan keseimbangan, serta FSS untuk mengukur tingkat kelelahan pasien.

Laporan kasus ini memiliki keterbatasan dalam mengevaluasi fungsi respirasi, dimana tidak dilakukan pengukuran parameter objektif standar seperti *Forced Vital Capacity* (FVC), *Maximum Inspiratory Pressure* (MIP), dan *Maximum Expiratory Pressure* (MEP). Penilaian fungsi respirasi dalam studi ini terbatas pada pengukuran klinis sederhana berupa ekspansi toraks, frekuensi nafas (*respiratory rate*), saturasi oksigen serta *borg scale* untuk menentukan intensitas latihan RMT. Keterbatasan ini disebabkan oleh adanya keterbatasan fasilitas dan alat ukur di fasilitas pelayanan kesehatan maupun seting pelayanan dimana alat pengukuran tekanan respirasi tidak tersedia.

HASIL

Laporan Kasus

Riwayat Pasien: Pasien Perempuan usia 43 tahun dengan diagnosa ALS memiliki keluhan utama kelemahan kedua tungkai yang semakin memberat dalam 2 tahun terakhir. Pada Usia 28 tahun pasien merasakan awal gejala ringan, dimana pasien merasakan mudah lelah saat menaiki tangga, sering kram otot betis, adanya kedutan halus pada otot paha (*fasciculations*), kelemahan ringan pada tangan kanan saat menulis lama. Pada saat itu pasien masih dapat bekerja sebagai pegawai *travel agents* secara normal, naik kendaraan roda empat secara mandiri, berolahraga ringan, melakukan aktifitas harian tanpa bantuan. Karena gejalanya ringan dan progresifitasnya lambat, pasien tidak melakukan pemeriksaan lanjutan.

Usia 30-38 tahun keluhan pasien makin hari makin bertambah, kelemahan tangan dirasakan semakin nyata, genggam tangan semakin melemah, otot tangan mulai tampak mengecil, namun pasien tetap mandiri dan masih bisa bekerja aktif. Pada Usia 41 tahun pasien terdiagnosis mioma uteri (*uterine*

fibroid), setelah mengalami menstruasi yang cukup banyak, nyeri panggul dan anemia ringan. Diagnosis ditegakkan melalui USG pelvis dan pasien menjalani terapi hormonal konservatif. Pada periode ini kondisi neurologis tetap progresif tetapi lambat.

Penurunan signifikan terjadi pada usia 43 tahun, dalam waktu 2 tahun terakhir. Terjadi kelemahan kedua tungkai, mulai mudah jatuh, spastisitas meningkat, disartria ringan, mudah tersedak saat minum, penurunan berat badan, mudah lemah saat berbicara lama. Kondisi pasien saat ini menggunakan alat bantu walker, membutuhkan bantuan untuk melakukan aktifitas berat serta mengeluh sesak saat melakukan aktifitas.

Pemeriksaan: ALS dengan onset usia 28 tahun, progresivitas lambat, pada saat melakukan fisioterapi berusia 43 tahun dengan komorbid myoma dan riwayat anemia. Keluhan utama adanya kelemahan kedua tungkai, mudah lelah, kesulitan berjalan jauh, bicara pelo ringan, dan mudah tersedak. Riwayat penyakit sekarang progresif perlahan selama ±15 tahun, 2 tahun terakhir adanya penurunan signifikan, menggunakan walker, mudah jatuh. Riwayat penyakit dahulu adanya Mioma uteri di usia 41 tahun, riwayat anemia ringan. Hasil pemeriksaan objektif dengan observasi postur didapatkan bahu protraksi, kepala sedikit forward, penurunan massa otot intrinsik tangan, atrofi otot paha. Pola Jalan kecepatan lambat, step pendek, disertai dengan adanya *drop foot* ringan. Pemeriksaan motorik dengan MMT didapatkan interpretasi kelemahan simetris progresif dominan pada area distal di ekstremitas atas. Pasien masih mampu melakukan kegiatan sehari-hari secara mandiri (pekerjaan rumah tangga ringan menyapu, memasak, membuat kue, menjarit, berkebun, serta merawat diri secara mandiri).

Tabel 1. Nilai MMT Ekstremitas Atas dan Bawah

	Otot/gerakan	Dekstra	Sinistra		Otot/ gerakan	Dekstra	Sinistra
Ekstremitas atas	<i>shoulder flexion</i>	4-/5	4-/5	Ekstremitas bawah	<i>Hip flexion</i>	4-/5	4-/5
	<i>Shoulder abduction</i>	4-/5	4-/5		<i>Hip abduction</i>	4-/5	4-/5
	<i>Elbow flexion</i>	4/5	4/5		<i>Hip adduction</i>	4/5	4/5
	<i>Elbow extension</i>	4-/5	4-/5		<i>Knee flexion</i>	4-/5	4-/5
	<i>Wrist extension</i>	4-/5	4-/5		<i>Knee extension</i>	4/5	4/5
	<i>Wrist flexion</i>	4-/5	4-/5		<i>Dorso flexion</i>	4-/5	4-/5

Pemeriksaan tonus otot dengan menggunakan *modified ashworth scale* didapatkan nilai ekstremitas bawah Grade 1+ dan ekstremitas atas grade 1, yang menunjukkan adanya spastisitas ringan. Pemeriksaan refleks menunjukkan nilai biceps +++, patella +++, achilles +++, babinski (+) bilateral yang menunjukkan tanda UMN. Pemeriksaan *fasciculation* didapatkan tampak pada otot deltoid dan paha saat istirahat, yang menunjukkan keterlibatan LMN. Hasil pemeriksaan sensorik didapatkan nyeri normal, sentuhan ringan normal, proprioseptif normal. Hasil pemeriksaan koordinasi. *finger to nose* lambat (karena kelemahan), *heel to shin* lambat, dan tidak adanya tremor.

Pemeriksaan fungsional untuk menilai keseimbangan didapatkan nilai BBS 42/56 dengan resiko jatuh ringan sampai sedang. Pemeriksaan keseimbangan dan mobilitas fungsional dengan TUG dengan nilai 14 detik yang menunjukkan mobilitas menurun. Pemeriksaan *endurance* menggunakan 6MWT menunjukkan nilai 320meter yang artinya adanya toleransi aktivitas dan penurunan daya tahan kardiorespirasi. Pemeriksaan kardiorespirasi dilakukan karena penyakit ALS bersifat progresif maka penting untuk menilai fungsi respirasi. Pada pasien dalam kasus ini berikut nilai pemeriksaan kardiorespirasinya.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Kardiorespirasi

Pemeriksaan	Nilai
Respiration rate (RR)	22x/ menit
Pola pernafasan	Dangkal
Saturasi oksigen	95%-96%
<i>Borg scale</i>	3
Pemeriksaan ekspansi thoraks:	2 cm
<i>axillary</i>	2,5 cm
<i>Nipple</i>	2 cm
<i>xiphoid</i>	
Mudah lelah saat berbicara panjang	

Pemeriksaan bulbar ditemukan adanya disartria ringan, refleks gag meningkat, mudah tersedak saat minum atau makan. Pemeriksaan nyeri ditemukan adanya nyeri pelvis ringan saat menstruasi (komorbid myoma) dan adanya nyeri neuropatik. Nilai ALSFRS-R awal yaitu 34/48. Nilai FSS menunjukkan adanya fatigue yang bersifat signifikan dengan nilai 4, hal ini disebabkan karena pasien menderita ALS yang bersifat progresif dan adanya riwayat anemia.

Intervensi Fisioterapi

Kondisi pasien saat diberikan intervensi fisioterapi yaitu adanya kelemahan progresif ekstremitas, spastisitas, gangguan bulbar ringan (disartria, disfagia awal), penurunan daya tahan, adanya tanda awal gangguan respirasi, sensoris normal, serta adanya komorbid mioma dengan riwayat anemia. Penentuan stadium fungsional, pasien berada pada *middle stage* ALS (masih ambulasi dengan alat bantu) dan sebagian masih mandiri.

Fokus intervensi fisioterapi adalah menjaga fungsi, mencegah komplikasi dan menjaga kualitas hidup pasien. Tujuan intervensi fisioterapi jangka pendek (4-6 minggu) yaitu mempertahankan kekuatan otot yang tersisa, mengurangi spastisitas, meningkatkan keseimbangan, memperlambat penurunan fungsi respirasi, serta mengurangi fatigue. Tujuan intervensi jangka panjang yaitu mempertahankan kemandirian fungsional, mencegah komplikasi (kontraktur, pneumonia), dan meningkatkan kualitas hidup pasien

Tabel 3. Program Intervensi mingguan (4 minggu)

Komponen	Frekuensi, Intensitas, dan Durasi	Target	Latihan yang diberikan	Keterangan
<i>Strengthening</i> (submaksimal)	Frekuensi: 2-3x/ minggu Intensitas: RPE 11-13	Meningkatkan fungsi 1. <i>Shoulder & hip stabilizers</i> 2. <i>Knee extensors & flexors</i>	1. <i>Theraband light resistance</i> 2. <i>Sit-to-stand progression</i> 3. <i>Mini-squats</i> 4. <i>Seated rowing (theraband)</i>	Catatan: hindari beban kerja berat berisiko menyebabkan kelelahan dan kelemahan. (Macpherson et al., 2025)
<i>Multimodal exercise</i> termasuk <i>therapeutic exercise</i>	Durasi: 15-20 menit Set/Reps: 1-2 set × 8-12	3. <i>Core stabilizes</i>		
<i>Aerobic Low Intensity</i>	Frekuensi: 3x/ minggu	Meningkatkan toleransi aktivitas	<i>Walk treadmill ringan / cycling statis</i>	(Silva et al., 2024)

Bukti ilmiah menunjukkan adanya manfaat terhadap toleransi fungsional, meskipun tidak memberikan dampak besar secara langsung terhadap progresivitas penyakit	Target: 50-65% Durasi: 10-15 menit persesi			
<i>Respiratory muscle training</i>	Frekuensi: 5-7x/minggu Target: <i>Threshold resistive</i> Durasi: 5-15 menit intensitas submaksimal (<i>modified borg scale</i> intensitas submaksimal pada skor 3–4)	1. Meningkatkan kekuatan fase inspirasi dan ekspirasi 2. Menunda terjadinya penurunan fungsi pernafasan 3. Mengurangi fatigue 4. Mengurangi sesak nafas	1. <i>Expiratory Muscle Training (EMT), inspirasi muscle training (IMT)</i> 2. <i>Assisted cough techniques</i> 3. <i>Thoracic expansion exercises</i>	(Benzo-Iglesias et al., 2025) (Chang et al., 2025)
<i>Balance training</i>	Frekuensi: 2-3x/ minggu Target: <i>low moderate</i> Durasi: 15 menit	1. Meningkatkan kewaspadaan diri/ keamanan 2. Mengurangi resiko jatuh	1. <i>Weight shifting</i> 2. <i>Semi-tandem stance</i> 3. <i>Step training with support</i> 4. <i>Gait training with assistive device</i>	(Ren et al., 2025)
<i>Stretching</i>	Frekuensi: setiap hari Target: rendah Durasi: 10 menit	1. Mencegah kontraktur. 2. Mengurangi kekakuan otot dan nyeri sendi. 3. Menjaga fleksibilitas sendi saat kekuatan otot menurun.	1. <i>Hamstring stretching</i> 2. <i>Gastrocnemius stretching</i> 3. <i>Hip flexors stretching</i> 4. <i>Wrist flexors stertching</i>	(Majmudar et al., 2014)

Adanya *home program*, edukasi mengenai pengaturan tempo aktivitas, istirahat terjadwal, prioritas tugas, modifikasi lingkungan.

Intervensi fisioterapi pada pasien ALS diberikan oleh fisioterapis berlisensi yang memiliki pengalaman dalam penatalaksanaan gangguan neuromuskular. Seluruh program intervensi dilaksanakan secara terstruktur selama enam bulan, 2-3x/minggu dengan tambahan home program.

Program RMT intensitas latihan ditentukan secara submaksimal, yaitu sekitar 30–60% dari nilai *maximum inspiratory pressure (MIP)* apabila tersedia, atau menggunakan pendekatan berbasis persepsi usaha dengan target skor 3–4 pada skala *Borg*, karena pengukuran MIP tidak dapat dilakukan. Setiap sesi

latihan terdiri dari ± 30 repetisi napas yang dibagi dalam 2–3 set dengan waktu istirahat 1–2 menit antar set. Progresi intensitas dilakukan secara bertahap setiap minggu berdasarkan evaluasi toleransi latihan, tingkat kelelahan, dan respons respirasi pasien.

Kepatuhan pasien terhadap program latihan dimonitor menggunakan buku harian latihan (*exercise logbook*) yang mencatat frekuensi, durasi, dan respons selama latihan. Selain itu, evaluasi berkala dilakukan setiap 2 minggu oleh pendampingan dokter spesialis.

Monitoring efek samping dilakukan secara sistematis selama program intervensi. Parameter yang diamati meliputi *Borg scale*, ekspansi thoraks, MMT, ALSFRS-R, FSS, 6MWT, TUG, serta BBS. Intervensi dihentikan atau disesuaikan apabila pasien menunjukkan gejala seperti sesak nafas berat, kelelahan ekstrem, penurunan saturasi oksigen, atau ketidakmampuan menyelesaikan sesi latihan. Tidak dilaporkan adanya efek samping serius selama pelaksanaan intervensi, tidak adanya kejadian jatuh dan tidak adanya rawat inap selama menjalani sesi latihan.

Hasil Evaluasi: Setelah melakukan program fisioterapi selama enam bulan, didapatkan hasil evaluasi kondisi pasien.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Pemberian Intervensi Fisioterapi selama Enam Bulan

Domain	Baseline	3 Bulan	6 Bulan	Interpretasi Klinis
ALSFRS-R	34/48	35/48	32/48	Nilai 30–39 Gangguan ringan–sedang. Penurunan gradual sesuai progresi alami ALS
FSS	4/7	4/7	4/7	Fatigue terkontrol dan tidak bertambah berat
6MWT	320meter	300meter	270meter	Penurunan daya tahan kurang lebih 15 %
Ekspansi Thoraks	Axillary: 2 cm Nipple: 2,5 cm Xiphoid: 2 cm	Axillary: 2 cm Nipple: 2 cm Xiphoid: 2 cm	Axillary: 2 cm Nipple: 2 cm Xiphoid: 1,5 cm	Penurunan ringan-moderat
<i>Borg scale</i>	3	3	3	Sedang
TUG	14 detik	15 detik	18 detik	Resiko jatuh meningkat ringan/mobilitas fungsional masih mandiri
BBS	42/56	43/55	41/56	Resiko jatuh rendah

Tabel 5. Hasil Evaluasi MMT Ekstremitas Atas Selama Enam Bulan

Domain	Baseline		3 Bulan		6 Bulan	
	Dekstra	Sinistra	Dekstra	Sinistra	Dekstra	Sinistra
Otot/gerakan						
<i>Shoulder flexion</i>	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5
<i>Shoulder extension</i>	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5
<i>Elbow flexion</i>	4/5	4/5	4/5	4/5	4-/5	4-/5
<i>Elbow extension</i>	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5
<i>Wrist extension</i>	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	3/5	3/5
<i>Wrist flexion</i>	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	3/5	3/5

Tabel 6. Hasil Evaluasi Ekstremitas Bawah Selama Enam Bulan

Domain	Baseline		3 Bulan		6 Bulan	
	Dekstra	Sinistra	Dekstra	Sinistra	Dekstra	Sinistra
Otot/gerakan						
<i>Hip flexion</i>	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5
<i>Hip abduction</i>	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	3/5	3/5
<i>Hip adduction</i>	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
<i>Knee flexion</i>	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	3/5	3/5
<i>Knee extension</i>	4/5	4/5	4/5	4/5	4-/5	4-/5
<i>dorso flexion</i>	4-/5	4-/5	4-/5	4-/5	3/5	3/5

Analisis klinis: Progresi penyakit ALS bersifat neurodegeneratif progresif, terjadi penurunan fungsi namun dalam enam bulan penurunan fungsi berjalan lambat, respirasi relatif terjaga, tidak terjadi rawat inap akibat komplikasi respirasi, tidak ada kejadian jatuh, intervensi fisioterapi menunjukkan memiliki peran dalam memperlambat kemunduran fungsional. Dari hasil evaluasi efektivitas intervensi *strengthening (submaximal)* pasien tidak terjadi *overwork weakness*, walau terjadi penurunan kekuatan sesuai progresi alami ALS. Respiratori menunjukkan terjadinya penurunan ringan dan sesak masih terkontrol. *Balance training* menunjukkan nilai TUG meningkat namun masih dalam batas ambulasi yang aman dengan alat bantu. Penggunaan energi koservasi menunjukkan bahwa fatigue masih terkontrol dan tidak mengalami penurunan.

PEMBAHASAN

Hasil evaluasi pasien dengan ALS setelah enam bulan diberikan intervensi fisioterapi menunjukkan perubahan skor fungsional pada ALSFRS-R yang mencerminkan kondisi klinis pasien dalam menghadapi progresifitas penyakit. ALS merupakan penyakit neurodegeneratif progresif yang mempengaruhi neuron motorik atas dan bawah, dimana berdampak pada penurunan kekuatan otot, kemampuan fungsi motorik, fungsi respirasi serta berdampak pada aktivitas sehari-hari (Ryan G. Brotman, Maria C. Moreno-Escobar, Moreno-Escobar, Joe Joseph, Sunil Munakomi, 2024). Intervensi fisioterapi dalam kasus ini difokuskan

pada latihan penguatan submaksimal, latihan aerobik ringan, pelatihan *respiratory muscle training*, serta latihan keseimbangan dan mobilitas fungsional.

Secara umum, hasil yang diperoleh dalam kasus ini menunjukkan adanya penurunan progresifitas pada skor ALSFRS-R setelah enam bulan dibandingkan dengan penurunan yang biasa terjadi bila tanpa intervensi. Penurunan skor ALSFRS-R sebesar 3 poin dari 35 menjadi 32 menunjukkan adanya perubahan klinis yang bermakna dan masih konsisten dengan progresifitas alami penyakit. Studi terbaru menunjukkan bahwa perubahan minimal yang dianggap bermakna secara klinis (*minimal important difference*) pada ALSFRS-R berada pada kisaran $\pm 3,24$ poin (Fournier et al., 2023). Studi longitudinal terbaru menunjukkan bahwa penurunan skor ALSFRS-R pada pasien ALS umumnya terjadi secara konsisten dengan rata-rata sekitar 0,8–1 poin per bulan, meskipun terdapat variasi antar individu (van Eijk et al., 2025).

Salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap penurunan skor pada pasien di studi kasus ini adalah keterlibatan fungsi bulbar, khususnya gangguan makan dan menelan (*disfagia*). Pasien melaporkan adanya kesulitan pada saat makan dan menelan dan menyebabkan adanya penurunan nafsu makan serta adanya riwayat anemia ringan. Studi longitudinal menunjukkan bahwa fungsi bicara, menelan, dan salivasi mengalami penurunan progresif pada pasien ALS seiring waktu (Mendes et al., 2025). Gangguan menelan ini menyebabkan perubahan pola makan, seperti kebutuhan modifikasi konsistensi makanan, peningkatan waktu makan, hingga risiko aspirasi, yang secara langsung menurunkan skor pada item ALSFRS-R terkait fungsi makan. Selain itu, disfungsi bulbar sering disertai penurunan kontrol saliva (*drooling*) dan kelelahan saat makan, yang semakin memperburuk kemampuan nutrisi (Maier et al., 2022).

Progresi ini sejalan dengan karakteristik ALS sebagai penyakit neurodegeneratif progresif yang menyebabkan kehilangan fungsi secara bertahap akibat degenerasi neuron motorik. Dengan demikian, penurunan 3 poin tidak hanya mencerminkan perjalanan alami penyakit, tetapi juga menunjukkan bahwa meskipun intervensi seperti fisioterapi dapat memperlambat penurunan fungsi, intervensi tersebut tidak mampu menghentikan progresifitas penyakit secara keseluruhan (Alves et al., 2025).

Hasil evaluasi lainnya menunjukkan bahwa nilai FSS tetap stabil pada skor 4/7 selama periode observasi, yang mengindikasikan bahwa tingkat fatigue pasien relatif terkontrol dan tidak mengalami perburukan signifikan. Temuan ini sejalan dengan studi meta-analisis terbaru yang menunjukkan bahwa intervensi rehabilitasi pada pasien ALS tidak memperburuk fatigue, bahkan cenderung mempertahankan tingkat fatigue pada fase awal hingga menengah penyakit (Cheng et al., 2024).

Meskipun fatigue stabil, terjadi penurunan kapasitas fungsional yang ditunjukkan oleh penurunan jarak 6MWT dari 320 meter menjadi 270 meter ($\pm 15\%$). Penurunan ini mencerminkan penurunan daya tahan dan kapasitas berjalan, yang merupakan karakteristik progresifitas ALS akibat kelemahan otot. Studi longitudinal menunjukkan bahwa 6MWT merupakan indikator sensitif dalam mendeteksi penurunan fungsi ambulasi dan berkorelasi dengan kekuatan otot serta fungsi respirasi pada pasien ALS. Bahkan, perubahan 6MWT dapat terjadi lebih cepat dibandingkan perubahan skor global seperti ALSFRS-R karena mengukur kapasitas motorik secara spesifik (Russo et al., 2020).

Sejalan dengan penurunan 6MWT, terjadi peningkatan waktu TUG dari 14 detik menjadi 18 detik, yang menunjukkan penurunan mobilitas fungsional dan peningkatan risiko jatuh ringan. TUG diketahui memiliki korelasi yang kuat dengan kemampuan ambulasi dan fungsi ekstremitas bawah pada pasien ALS, sehingga peningkatan waktu TUG mencerminkan penurunan kontrol postural dan kekuatan otot. Meskipun demikian, nilai tersebut masih berada dalam kategori pasien yang relatif mandiri secara fungsional (Russo et al., 2020).

Nilai BBS relatif stabil (42–41), yang menunjukkan bahwa risiko jatuh masih dalam kategori rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun terjadi penurunan kapasitas berjalan dan mobilitas, kemampuan keseimbangan statis dan dinamis pasien masih cukup terjaga. BBS lebih menilai kontrol keseimbangan, sedangkan 6MWT dan TUG lebih sensitif terhadap penurunan kekuatan otot dan daya tahan (Sanfilippo et al., 2022).

Disisi lain pemberian latihan respirasi RMT menunjukkan hasil hanya mampu mempertahankan sebagian ekspansi thoraks (aksila dan nipple stabil), namun tetap terjadi penurunan pada level xiphoid. Adanya temuan *systematic review* terbaru yang melaporkan bahwa RMT pada pasien ALS dapat

meningkatkan kekuatan otot respirasi (MIP/MEP), tetapi tidak selalu memberikan dampak signifikan pada parameter klinis seperti fungsi paru atau ekspansi thoraks (Benzo-Iglesias et al., 2025).

Penurunan yang lebih nyata pada level xiphoid kemungkinan disebabkan oleh keterlibatan dini diafragma, yang merupakan otot utama respirasi dan paling rentan terhadap degenerasi pada ALS. Dengan demikian, meskipun intervensi telah diberikan, penurunan fungsi tetap terjadi sebagai bagian dari progresifitas penyakit. Selain itu, tidak dilakukannya pengukuran MIP/MEP membatasi evaluasi objektif efek RMT, serta kepatuhan latihan di rumah yang tidak sepenuhnya terpantau dapat memengaruhi hasil intervensi (Plowman et al., 2023).

Keterbatasan dalam laporan kasus ini adalah tidak dilakukannya pengukuran objektif kekuatan otot respirasi seperti MIP dan MEP akibat keterbatasan alat. Padahal, MIP dan MEP merupakan *gold standard* dalam menilai kekuatan otot respirasi dan sering digunakan sebagai outcome utama dalam studi RMT (Benzo-Iglesias et al., 2025). Oleh karena itu, penggunaan ekspansi thoraks sebagai parameter alternatif memiliki keterbatasan karena lebih bersifat tidak langsung dan dipengaruhi oleh faktor mekanik dinding dada.

Selain itu kepatuhan pasien dalam menjalankan latihan RMT di rumah juga menjadi faktor penting yang dapat mempengaruhi hasil intervensi. Meskipun telah digunakan *exercise logbook*, kepatuhan tidak dapat dipantau secara objektif. Studi klinis menunjukkan bahwa efektivitas RMT sangat dipengaruhi oleh tingkat kepatuhan pasien, dengan program terkontrol menunjukkan hasil yang lebih optimal dibandingkan latihan mandiri tanpa supervisi (Plowman et al., 2023). Oleh karena itu, kemungkinan variasi kepatuhan pasien dapat berkontribusi terhadap tidak optimalnya peningkatan ekspansi thoraks dalam penelitian ini. Dengan demikian efek utama RMT lebih bersifat *maintenance* (mempertahankan fungsi) dibandingkan meningkatkan secara signifikan.

Hasil laporan kasus ini menunjukkan bahwa intervensi fisioterapi multimodal selama enam bulan pada pasien ALS memberikan efek utama berupa mempertahankan fungsi dengan perlambatan penurunan progresif, bukan meningkatkan fungsi secara signifikan. Namun demikian, hasil ini juga dipengaruhi oleh beberapa keterbatasan, yaitu tidak dilakukannya pengukuran objektif seperti MIP dan MEP, serta keterbatasan pemantauan kepatuhan latihan mandiri di rumah. Selain itu, variabilitas respons antar domain (respirasi, mobilitas, keseimbangan) menunjukkan bahwa progresifitas ALS bersifat heterogen dan tidak seragam antar fungsi.

Secara keseluruhan, laporan kasus ini memberikan hasil bahwa fisioterapi multimodal pada ALS berperan sebagai strategi rehabilitasi jangka panjang untuk mempertahankan fungsi, memperlambat penurunan kapasitas, dan meningkatkan kualitas hidup pasien, meskipun tidak mampu menghentikan progresifitas penyakit.

KESIMPULAN

Pada laporan kasus ini, program fisioterapi multimodal selama enam bulan berkaitan dengan perlambatan penurunan fungsi, khususnya dalam mempertahankan beberapa aspek kapasitas fungsional dan respirasi. Namun demikian, temuan ini bersifat observasional dari satu kasus, sehingga tidak dapat digunakan untuk menarik kesimpulan kausal yang kuat mengenai efektivitas intervensi. Oleh karena itu, hasil ini perlu diinterpretasikan secara hati-hati dan memerlukan konfirmasi lebih lanjut melalui studi dengan desain yang lebih kuat, seperti penelitian longitudinal, kohort, atau *randomized controlled trial* (RCT).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua rekan penulis yang telah menyumbangkan wawasan berharga dalam menyelesaikan tulisan ini

DAFTAR RUJUKAN

Alves, I., Gromicho, M., Oliveira Santos, M., Pinto, S., & de Carvalho, M. (2025). Assessing disease

- progression in ALS: prognostic subgroups and outliers. *Amyotrophic Lateral Sclerosis and Frontotemporal Degeneration*, 26(1–2), 58–63. <https://doi.org/10.1080/21678421.2024.2407412>
- Ammarah Y, S., Michelle E, K., Vanina Dal, B.-H., & Lori, L. (2017). The Impact of Rehabilitation Interventions on Quality of Life in Individuals with Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Systematic Review. *International Journal of Neurodegenerative Disorders*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.23937/ijnd-2017/1710001>
- Benzo-Iglesias, M. J., Rocamora-Pérez, P., Valverde-Martínez, M. de los Á., García-Luengo, A. V., Benzo-Iglesias, P. M., & López-Liria, R. (2025). Efficacy of respiratory muscle training in improving pulmonary function and survival in patients with amyotrophic lateral sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Therapeutic Advances in Respiratory Disease*, 19. <https://doi.org/10.1177/17534666251346095>
- Bjelica, B., & Petri, S. (2024). Narrative review of diagnosis, management and treatment of dysphagia and sialorrhea in amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of Neurology*, 271(10), 6508–6513. <https://doi.org/10.1007/s00415-024-12657-x>
- Boomsma, A., Doyle, C., Sai, N., Rogers, M. L., Lee, S. H., & Benyamin, B. (2026). The differences in sex ratio between sporadic and familial amyotrophic lateral sclerosis: a systematic review. *Journal of Neurology*, 273(2), 92. <https://doi.org/10.1007/s00415-026-13627-1>
- Chang, C. L., Fang, T. P., Tsai, H. M., Chen, H. C., Liu, S. F., Lin, H. L., & Liu, J. F. (2025). Inspiratory muscle training and aerobic exercise for respiratory muscle strength in myasthenia gravis post-hospitalization- a randomized controlled trial. *BMC Pulmonary Medicine*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12890-025-03733-7>
- Cheng, J., Niu, X., Li, H., Yang, Q., & Du, K. (2024). Evaluation of the therapeutic effects of rehabilitation therapy on patients with amyotrophic lateral sclerosis—a meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 15(May), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1389146>
- Fiorella, M. L., Ballini, L., Lavermicocca, V., Ragno, M. S., Restivo, D. A., & Marchese-Ragona, R. (2026). Dysphagia and Dysarthria in Neurodegenerative Diseases: A Multisystem Network Approach to Assessment and Management. *Audiology Research*, 16(1), 9. <https://doi.org/10.3390/audiolres16010009>
- Fournier, C. N., James, V., & Glass, J. D. (2023). Clinically meaningful change: evaluation of the Rasch-built Overall Amyotrophic Lateral Sclerosis Disability Scale (ROADS) and the ALSFRS-R. *Amyotrophic Lateral Sclerosis and Frontotemporal Degeneration*, 24(3–4), 311–316. <https://doi.org/10.1080/21678421.2022.2153607>
- Goutman, S. A., Hardiman, O., Al-Chalabi, A., Chió, A., Savelieff, M. G., Kiernan, M. C., & Feldman, E. L. (2022). Recent advances in the diagnosis and prognosis of amyotrophic lateral sclerosis. *The Lancet Neurology*, 21(5), 480–493. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00465-8](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00465-8)
- Hardiman, O., Al-Chalabi, A., Chio, A., Corr, E. M., Logroscino, G., Robberecht, W., Shaw, P. J., Simmons, Z., & Van Den Berg, L. H. (2017). Amyotrophic lateral sclerosis. *Nature Reviews Disease Primers*, 3. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.71>
- Kühnlein, P., Gdynia, H. J., Sperfeld, A. D., Lindner-Pfleghar, B., Ludolph, A. C., Prosiegel, M., & Riecker, A. (2008). Diagnosis and treatment of bulbar symptoms in amyotrophic lateral sclerosis. *Nature Clinical Practice Neurology*, 4(7), 366–374. <https://doi.org/10.1038/ncpneuro0853>
- Macpherson, C. E., Wani, D. K., Li, H., Rana, V., Blacutt, M., Bello-Haas, V. D., & Quinn, L. (2025). Physical Therapist Interventions for People with Amyotrophic Lateral Sclerosis Across Disease Stages: A Systematic Review of Efficacy. *Physical Therapy*. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaf142>
- Maier, A., Boentert, M., Reilich, P., Witzel, S., Petri, S., Großkreutz, J., Metelmann, M., Lingor, P., Cordts, I., Dorst, J., Zeller, D., Günther, R., Hagenacker, T., Grehl, T., Spittel, S., Schuster, J., Ludolph, A., & Meyer, T. (2022). ALSFRS-R-SE: an adapted, annotated, and self-explanatory version of the revised amyotrophic lateral sclerosis functional rating scale. *Neurological Research and Practice*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s42466-022-00224-6>
- Majmudar, S., Wu, J., & Paganoni, S. (2014). Rehabilitation in amyotrophic lateral sclerosis: Why it matters. *Muscle and Nerve*, 50(1), 4–13. <https://doi.org/10.1002/mus.24202>

- Makwana, L. (2024). Enhancing Mobility and Quality of Life in Patients with Amyotrophic Lateral Sclerosis: The Role of Physical Therapy Interventions. *Applied Medical Research*, *11*(12), 1–5. [https://doi.org/10.47363/amr/2024\(11\)e104](https://doi.org/10.47363/amr/2024(11)e104)
- Manjaly, Z. R., Scott, K. M., Abhinav, K., Wijesekera, L., Ganesalingam, J., Goldstein, L. H., Janssen, A., Dougherty, A., Willey, E., Stanton, B. R., Turner, M. R., Ampong, M. A., Sakel, M., Orrell, R. W., Howard, R., Shaw, C. E., Leigh, P. N., & Al-Chalabi, A. (2010). The sex ratio in amyotrophic lateral sclerosis: A population based study. *Amyotrophic Lateral Sclerosis*, *11*(5), 439–442. <https://doi.org/10.3109/17482961003610853>
- Mendes, R. A., Lima, I. L. B., Dourado, M. E. T., & de Jesus Gonçalves, M. (2025). Is there a decline in speech and swallowing in Amyotrophic Lateral Sclerosis over ten years? *Codas*, *37*(2). <https://doi.org/10.1590/2317-1782/e20240159en>
- Meng, L., Li, X., Li, C., Tsang, R. C. C., Chen, Y., Ge, Y., & Gao, Q. (2020). Effects of exercise in patients with amyotrophic lateral sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, *99*(9), 801–810. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001419>
- Plowman, E. K., Gray, L. T., Chapin, J., Anderson, A., Vasilopoulos, T., Gooch, C., Vu, T., & Wymer, J. P. (2023). Respiratory Strength Training in Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Double-Blind, Randomized, Multicenter, Sham-Controlled Trial. *Neurology*, *100*(15), E1634–E1642. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000206830>
- Ren, S., Che, X., Hu, S., Feng, X., Zhang, J., & Shi, P. (2025). The effect of exercise intervention on amyotrophic lateral sclerosis: a systematic review and meta-analysis. In *Frontiers in Neurology* (Vol. 16). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1499407>
- Russo, M., Lunetta, C., Zuccarino, R., Vita, G. L., Sframeli, M., Lizio, A., La Foresta, S., Faraone, C., Sansone, V. A., Vita, G., & Messina, S. (2020). The 6-min walk test as a new outcome measure in Amyotrophic lateral sclerosis. *Scientific Reports*, *10*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72578-3>
- Ryan G. Brotman, Maria C. Moreno-Escobar, Moreno-Escobar, Joe Joseph, Sunil Munakomi, G. P. (2024). Amyotrophic Lateral Sclerosis. *National Center for Biotechnology Information*. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK556151/?utm_source=chatgpt.com
- Sanfilippo, M. J., Layshock, M. E., & Keniston, L. (2022). Exploring the association between outcome measures to guide clinical management in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of Physical Therapy Science*, *34*(8), 532–539. <https://doi.org/10.1589/jpts.34.532>
- Silva, S. T., Costa, I. M., Souza, A. A., Pondofe, K., Melo, L. P., Resqueti, V. R., Valentim, R., Gonçalves, F., & Ribeiro, T. S. (2024). Physical therapy for the management of global function, fatigue and quality of life in amyotrophic lateral sclerosis: systematic review and meta-analyses. *BMJ Open*, *14*(8). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-076541>
- van Eijk, R. P. A., Weemering, D. N., Opie-Martin, S., van Unnik, J. W. J., Caravaca Puchades, A., Chiò, A., Corcia, P., Galvin, M., Hardiman, O., Heverin, M., Hobin, F., Holmdahl, O., Ingre, C., Lammaire, N., Mac Domhnaill, É., McDonough, H., Manera, U., McDermott, C. J., McFarlane, R., ... van den Berg, L. H. (2025). Natural history of the revised ALS functional rating scale and its association with survival: the PRECISION-ALS Extant Study. *Amyotrophic Lateral Sclerosis and Frontotemporal Degeneration*, *26*(sup1), 30–40. <https://doi.org/10.1080/21678421.2024.2443985>
- Wolfson, C., Gauvin, D. E., Ishola, F., & Oskoui, M. (2023). Global Prevalence and Incidence of Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Systematic Review. *Neurology*, *101*(6), E613–E623. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000207474>
- Zhu, Y., Xu, Y., Xuan, R., Huang, J., István, B., Fekete, G., & Gu, Y. (2022). Mixed Comparison of Different Exercise Interventions for Function, Respiratory, Fatigue, and Quality of Life in Adults With Amyotrophic Lateral Sclerosis: Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *14*(July). <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.919059>