

EFEKTIFITAS LATIHAN AEROBIK PADA KESEIMBANGAN JALAN PENDERITA *PARKINSON'S DISEASE*: META-ANALISIS

Arif Fadli^{*1}, Noerdjanah²

^{1,2}Jurusan Fisioterapi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Surakarta, Indonesia

^{*}Corresponding Author, e-mail: ariffadli950@gmail.com

Abstrak

Latar Belakang: *Parkinson's disease* (PD) menyebabkan gangguan aktifitas jalan progresif dengan resiko tinggi jatuh dalam beraktifitas. Latihan aerobik efektif meningkatkan kebugaran fisik dengan dampak pada fungsi kognitif eksekusi aktifitas jalan. Latihan aerobik belum dimanfaatkan secara optimal oleh penderita PD. **Tujuan:** *Systematic review* ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas latihan aerobik pada keseimbangan aktifitas jalan penderita PD. Penelitian ini akan mensintesis data artikel dari penelitian *randomized control trial* (RCT) pada 5 basis data elektronik PubMed, Google- Scholar, PEDro, OVID, dan ScienceDirect. Pencarian artikel menggunakan kata kunci pencarian : "parkinson's disease" AND (exercise OR training OR "dance exercise" OR "aerobic exercise" OR "treadmill exercise"). **Metode:** Peneliti menggunakan program Revman 5.3 untuk melakukan meta-analisis data dengan *effect size* adalah *Cohen's d*. Tiga ratus tiga puluh empat (334) pasien PD pada 8 artikel dimasukkan dalam meta-analisis. **Hasil:** Hasil analisis 8 artikel menunjukkan intervensi latihan aerobik efektif meningkatkan keseimbangan jalan penderita PD dengan efek intervensi adalah besar ($d = -0,78$; CI: $-1,00$ s/d $-0,55$; $p < 0.001$) dengan pembanding kelompok kontrol. **Kesimpulan:** Efektifitas latihan aerobik pada peningkatan keseimbangan jalan disebabkan peningkatan kebugaran fisik yang berdampak pada fungsi kognitif eksekusi aktifitas jalan penderita PD.

Kata kunci: keseimbangan jalan, latihan aerobik, parkinson's disease .

Abstract

Background: *Parkinson's disease* (PD) has caused progressive gait impairment with a high risk of falls in daily activities. Aerobic exercise is effective in improving physical fitness with an impact on cognitive function of gait execution. The benefits of aerobic exercise have not been optimally utilized by PD sufferers. **Objectives:** This systematic review study aims to know effect of aerobic training exercises on gait balance in PD patients. This study will synthesize article data from randomized control trial (RCT) studies in 5 electronic databases PubMed, Google-Scholar, PEDro, OVID, and ScienceDirect. Article searches using search keywords: "Parkinson's disease" AND (exercise OR training OR "dance exercise" OR "aerobic exercise" OR "treadmill exercise"). **Methods:** The researcher used the Revman 5.3 program to meta-analysis data with an effect size of value *Cohen's d*. 334 PD patients in 8 articles included in

the meta-analysis. **Results:** The results of the analysis of 8 articles showed that aerobic training exercise was effective in improving walking balance in PD patients with a large intervention effect ($d = -0.78$; CI: -1.00 to -0.55 ; $P < 0.001$) with a control group comparison. **Conclusion:** The effectiveness of aerobic exercise in improving walking balance is due to increased physical fitness which has an impact on the cognitive function of executing walking activities in PD patients.

Keywords : aerobic exercise, parkinson's disease, walking balance

PENDAHULUAN

Parkinson's disease (PD) merupakan penyakit *neurodegenerative* pada ganglia basalis otak yang prevalensinya terus meningkat dalam satu decade. Penderita PD akan mengalami bradikinesia, *resting-tremor*, rigiditas otot, dan gangguan refleksi postural dengan dampak pada disabilitas aktifitas jalan.

Penderita PD akan mengalami disabilitas aktifitas jalan yang melumpuhkan. Gangguan keseimbangan jalan menjadi penyebab umum morbiditas dan mortalitas pada penderita PD. Penderita PD akan mengalami gangguan aktifitas jalan progresif dengan resiko jatuh yang tinggi dalam beraktifitas.

Parkinson's disease belum dapat dipulihkan melalui pendekatan intervensi tunggal satu bidang ilmu secara paripurna. Intervensi *parkinson's disease* menggunakan terapi tunggal medikamentosa saja akan menyebabkan efek samping dan penurunan kualitas hidup penderitanya dalam beraktifitas.

Penderita PD memiliki kontrol postural *keseimbangan* jalan yang buruk dengan resiko jatuh yang tinggi. Terapi latihan efektif memperbaiki otomatisasi kontrol postural dan keseimbangan berjalan penderita PD. Aktifitas jalan melibatkan gerakan otot-otot besar secara ritmis dan dinamis yang masuk kategori latihan aerobik.

Latihan aerobik efektif memberikan pemulihan pada disabilitas fisik penderita PD dengan variasi dosis latihan yang belum banyak diketahui dan dimanfaatkan secara optimal. *Aerobic dance exercises* sangat efektif meningkatkan kontrol gerak keseimbangan dinamis jalan dibandingkan dengan perawatan seperti biasanya pada penderita PD.

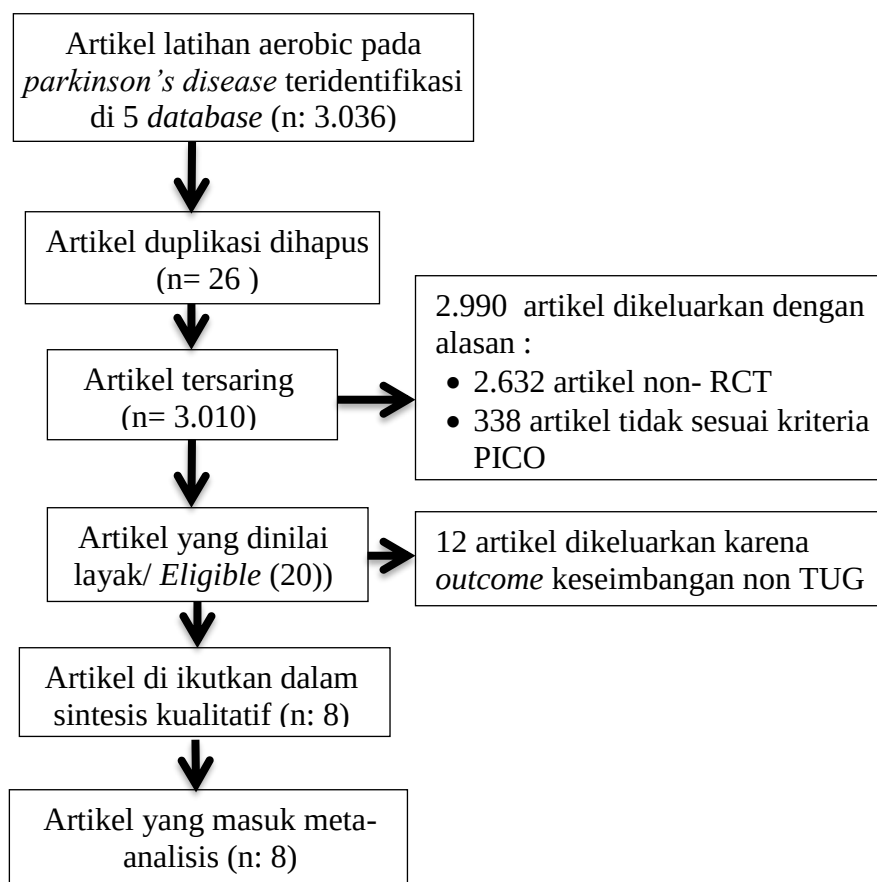
Latihan aerobik dengan sepeda statis tidak efektif dalam meningkatkan keseimbangan jalan pada penderita PD. Setelah menela'ah kajian pustaka diatas, maka penelitian *systematic review* ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas latihan aerobik pada keseimbangan jalan penderita *parkinson's disease*.

METODE

Penelitian tinjauan sistematis (*systematic review*) dengan meta-analisis menggunakan kerangka kerja PICOS, yaitu penderita *parkinson's disease* pada klasifikasi *Hoehn and Yahr stage I-IV (population/problem)*, intervensi medikamentosa dengan latihan aerobik (*intervention*), intervensi medikamentosa disertai perawatan keseharian seperti biasanya tanpa latihan kontrol gerak dengan atau tanpa penguluran anggota gerak yang rigid

(*comparison*), skala keseimbangan dinamis dengan *Time up and Go (TUG) test* (*outcome*), artikel dengan metode penelitian RCT (*study design*).

Penulis melakukan pencarian publikasi artikel pada 5 *database* elektronik di periode waktu 10 tahun (tahun 2014 s/d 2024) pada tanggal 1 Januari 2025 s/d 20 Januari 2025 di *database*: GoogleScholar, PEDro, PubMed, OVID, dan ScienceDirect. Kombinasi kata kunci pencarian dan pemilihan artikel adalah : "parkinson's disease" AND (exercise OR "aerobic exercise" OR "dance exercise" OR "treadmill exercise").



Gambar 1. Alur pencarian tinjauan pustaka dengan PRISMA-P

Peneliti menggunakan kriteria inklusi: (1) artikel dengan desain *RCT*, (2) subyek penelitian adalah penderita *parkinson's disease* pada klasifikasi *Hoehn and Yahr stage* I-IV dengan bradikinesia, rigiditas, tremor, disertai gangguan aktifitas jalan, (3) kelompok eksperimen mendapatkan medikamentosa dan latihan kontrol gerak aerobik (*intervention*), kelompok kontrol mendapatkan medikamentosa disertai perawatan seperti biasanya tanpa latihan kontrol gerak dengan atau tanpa *stretching*.

Kriteria eksklusi yang digunakan peneliti adalah: (1) Subyek penelitian dengan komorbid penyakit kardiovaskuler atau faktor resiko kardiovaskuler, gangguan pendengaran, vertigo, dimensia, penyakit orthopedi, dan penyakit neurologis lainnya, (2) Subyek penelitian dengan status minimental kurang dari 25, (3) Artikel publikasi selain menggunakan bahasa Inggris dan bahasa Indonesia.

Joanna Briggs Institute (JBI) digunakan peneliti sebagai alat penilaian kritis untuk studi *RCT*. *JBI* digunakan untuk mengkritisi artikel penelitian yang dianalisis dan menilai apakah penelitian telah mengatasi kemungkinan bias.

13 item instrumen *JBI* dinilai menggunakan indikator penilaian “ya dengan simbol (+), tidak (-), tidak jelas (UC), dan tidak berlaku (NA)”. Hasil item penilaian kritis *JBI* yang akan disertakan dalam penelitian ini $\geq 10/13$.

Peneliti menggunakan program Revman 5.3 untuk meta-analisis data dengan ukuran efek terapi adalah *Cohen's d*, apabila nilai $P \geq 0,05$ atau heterogenitas data (I^2) $< 50\%$ menggunakan metode *fixed effect*, namun apabila nilai $P < 0,05$ atau nilai heterogenitas (I^2) $> 50\%$ menggunakan *random effect*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pencarian artikel diperoleh 3.036 artikel. 26 artikel duplikasi dihapus didapatkan 3.010 artikel tersisa. Peneliti menyaring judul dengan mengkaji isi abstrak artikel dengan hasil 2.990 artikel dikeluarkan dengan alasan artikel tidak sesuai karakteristik kerangka kerja PICO dan desain studi bukan *RCT*.

Peneliti mengkaji kelayakan 20 artikel, hanya 8 artikel yang diikutkan dalam sintesis kualitatif dan meta-analisis (Gambar 1).

Peneliti melakukan analisis kualitatif 8 artikel yang berasal dari Iran (1 artikel), Jepang (1 artikel), Belanda (1 artikel), Kanada (1 artikel), Italia (2), dan China (2 artikel). 334 penderita *parkinson's disease* (PD) dalam penelitian ini memiliki rata-rata usia 59,3-69,7 tahun dengan durasi rata-rata terpapar *parkinson's disease* 3,2-8,9 tahun.

Tabel 1. Hasil latihan aerobik pada keseimbangan aktifitas jalan penderita *parkinson's disease*

Penulis & Negara	Desain Studi	Karakteristik Subyek	Intervensi		Kesimpulan
			<i>Intervention Group</i>	<i>Control Group (CG)</i>	
Arfa-Fatollahkhani et al., 2019. Iran	RCT	11 pasien (IG), 9 pasien (CG) diklasifikasi <i>Hoehn and Yahr stage</i> 1,5-2,5, 15 laki dan 5 wanita, rata-rata usia: 60,6 (IG) 61,5 (CG). Rata-rata durasi PD (tahun) : 8,9 (IG), 8,5 (CG)	Latihan <i>treadmill</i> dengan supervisi dan koreksi gerak selama 30 menit/sesi, 2x/minggu selama 10 minggu dengan 60% HRmax	Perawatan seperti biasa tanpa latihan kontrol gerak	Latihan jalan dengan treadmill lebih efektif memperbaiki keseimbangan jalan dibandingkan perawatan seperti biasanya
Cugusi et al., 2015. Italia	RCT	10 pasien (IG), 10 pasien (CG) diklasifikasi <i>Hoehn and Yahr stage</i> 1-3, 16 laki dan 4 wanita rata-rata usia: 68,1 (IG) 66,6 (CG). Rata-rata durasi PD (tahun) : 7,0 (IG), 7,0 (CG)	<i>Nordic Walking program</i> (NWP) dengan protokol standar supervisi 60 menit/sesi, 2x/minggu selama 12 minggu	Perawatan konvensional seperti biasa tanpa latihan kontrol gerak	NWP lebih efektif memperbaiki keseimbangan jalan dibanding dengan perawatan konvensional seperti biasanya
Hashimoto et al., 2015. Jepang	RCT	15 pasien (IG), 14 pasien (CG) diklasifikasi <i>Hoehn and Yahr stage</i> 2-3, 10 laki dan 19 wanita rata-rata usia: 67,9 (IG) 69,7 (CG). Rata-rata durasi penyakit PD (tahun) : 6,3 (IG), 6,9 (CG)	Latihan menari dengan pemanasan, latihan inti dan rileksasi selama 60 menit 1x/minggu selama 12 minggu.	Hidup normal dengan perawatan seperti biasanya tanpa latihan kontrol gerak	Latihan menari lebih efektif memperbaiki keseimbangan jalan dibandingkan hidup normal dengan perawatan seperti biasanya
Solla et al., 2019. Italia	RCT	10 pasien (IG), 10 pasien (CG) diklasifikasi <i>Hoehn and Yahr stage</i> 2-2,5, 13 laki dan 7 wanita rata-rata usia: 67,8 (IG) 67,1 (CG). Rata-rata durasi penyakit PD (tahun) : 4,4 (IG), 5,0 (CG)	<i>Sardinian Folk Dance</i> dengan tipe tari pelan dan ritmis dengan instruktur selama 90 menit 2x/minggu selama 12 minggu sebanyak 24 sesi latihan	Perawatan seperti biasa tanpa latihan kontrol gerak	<i>Sardinian folk dance</i> efektifitasnya sebanding dalam memperbaiki keseimbangan jalan dibandingkan dengan perawatan seperti biasanya

Van der Kolk et al., 2019. Belanda	Dou-ble blind - RCT	65 pasien (IG), 65 pasien (CG) diklasifikasi <i>stage 1-2 Hoehn and Yahr</i> , 80 laki dan 50 wanita rata-rata usia: 59,3 (IG) 59,4 (CG). Rata-rata durasi penyakit PD (tahun) : 3,4 (IG), 3,2 (CG)	Latihan aerobik sepeda statis selama 45 menit 3x/minggu selama 6 bulan dengan 50-70 % HRmax	Perawatan seperti biasa dengan <i>stretatching</i> 30 menit 3x/minggu tanpa latihan kontrol gerak	Latihan sepeda statis efektifitasnya sebanding dalam memperbaiki keseimbangan jalan dibandingkan dengan perawatan seperti biasanya
Wan et al., 2021. China	RCT	20 pasien (IG), 20 pasien (CG) diklasifikasi <i>Hoehn and Yahr stage 1-4</i> , 21 laki dan 19 wanita rata-rata usia: 64,9 (IG) 67,0 (CG). Rata-rata durasi penyakit PD (tahun) : 3,6 (IG), 3,2 (CG)	Latihan aerobik Qigong selama 60 menit 4x/minggu selama 12 minggu	Perawatan seperti biasa tanpa latihan kontrol gerak	Latihan aerobik Qigong lebih efektif memperbaiki keseimbangan jalan dibandingkan perawatan seperti biasanya
Sacheli et al., 2019. Kanada	RCT	20 pasien (IG), 15 pasien (CG) diklasifikasi <i>Hoehn and Yahr stage 1-3</i> , 22 laki dan 13 wanita rata-rata usia: 66,7 (IG) 67,8 (CG). Rata-rata durasi penyakit PD (tahun) : 3,9 (IG), 5,1 (CG)	Latihan aerobik sepeda statis dengan instruktur secara berkelompok 4-6 peserta selama 60 menit 3x/minggu, 3 bulan dengan 60–80% VO2max	Perawatan seperti biasa dengan penguluran anggota gerak yang rigid tanpa latihan kontrol gerak	Kedua kelompok menunjukan tidak ada perbaikan keseimbangan jalan yang signifikan.
Li et al., 2022. China.	RCT	20 pasien (IG), 20 pasien (CG) diklasifikasi <i>Hoehn and Yahr stage 1-3</i> , 29 laki dan 11 wanita rata-rata usia: 67,5 (IG) 70 (CG). Rata-rata durasi penyakit PD (tahun) : 6,8 (IG), 7,7 (CG)	Latihan Wuqinxi Qigong dengan fasilitasi instruktur secara berkelompok 8-10 peserta selama 90 menit 2x/minggu selama 12 minggu	Perawatan seperti biasa dengan penguluran anggota gerak yang rigid tanpa latihan kontrol gerak	Latihan Wuqinxi Qigong lebih efektif memperbaiki keseimbangan jalan dibandingkan perawatan seperti biasanya.

Penderita PD dilakukan randomisasi alokasi dengan 171 subyek kelompok intervensi dengan latihan aerobik, 163 subyek kelompok kontrol dengan perawatan seperti biasanya tanpa latihan kontrol gerak.

Hasil penilaian kritis 8 artikel yang dianalisis dengan 13 item pertanyaan instrumen JBI pada tabel 2 sudah sesuai dengan kriteria penelitian untuk mengatasi resiko bias yakni $\geq 10/13$.

Keseimbangan jalan merupakan indikator hasil intervensi klinis yang berhubungan dengan mobilitas dan mortalitas pada penderita PD.¹⁴

Analisis data 8 artikel yang dianalisis dengan program *Review Manager (RevMan)* 5.3 pada 334 pasien untuk mengevaluasi efek latihan aerobik pada keseimbangan jalan penderita PD menggunakan indikator TUG *test* pada data tabel 3.

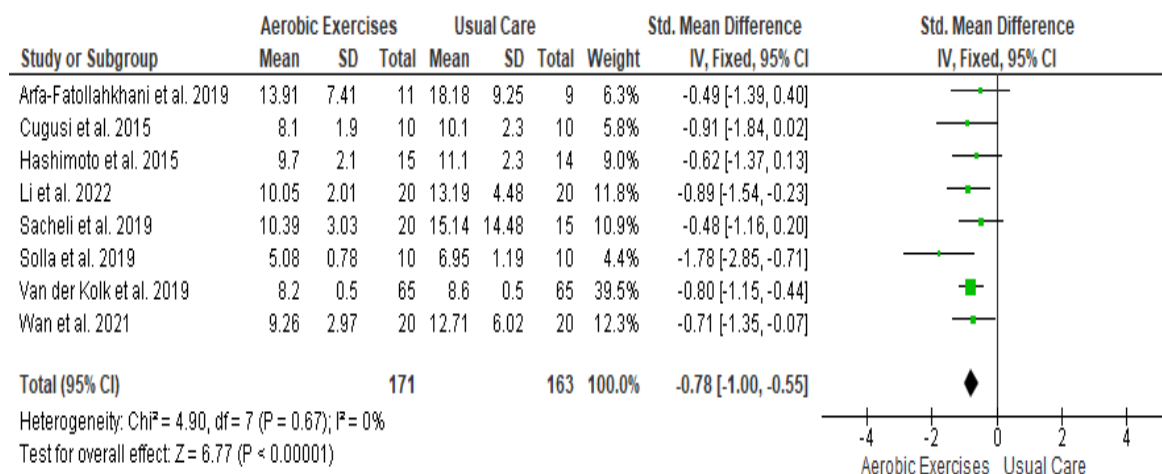
Tabel 2. Hasil penilaian kritis dengan JBI

Studi	Item penilaian kritis dengan JBI													Hasil
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Cugusi <i>et al.</i> 2015	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	10/13
Hashimoto <i>et al.</i> 2015	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	11/13
Solla <i>et al.</i> 2019	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	10/13
Van der Kolk <i>et al.</i> 2019	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13/13
Arfa-Fatollahkhani <i>et al.</i> 2019	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	11/13
Wan <i>et al.</i> 2021.	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	10/13
Sacheli <i>et al.</i> 2019	+	+	+	+	-	-	+	UC	+	+	+	+	+	10/13
Li <i>et al.</i> 2022	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	11/13

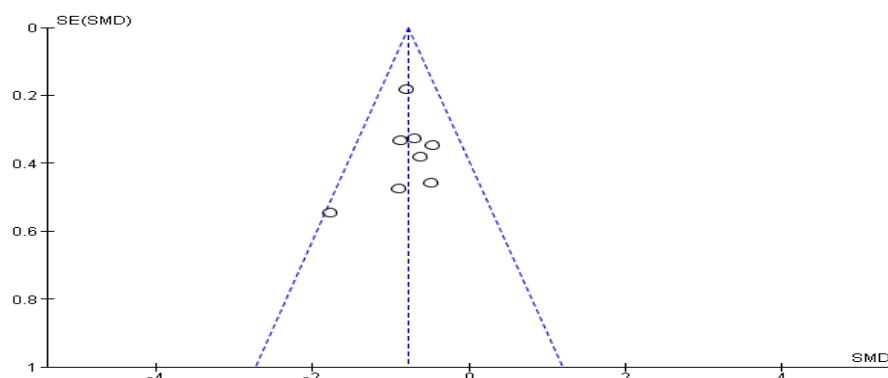
Keterangan : JBI; *Joanna Briggs Institute*, UC; *Un Clear*

Tabel 3: Meta-analisis efektifitas latihan aerobik pada keseimbangan jalan 344 penderita *parkinson' disease*

Penulis (tahun)	Negara	SMD	95 % CI	P
Arfa-fatollahkhani <i>et al.</i> 2019	Iran	-0,49	(-1,39 s/d 0,40)	0.003
Cugusi <i>et al.</i> 2015	Italia	-0,91	(-1,84 s/d 0,02)	<0.005
Hashimoto <i>et al.</i> 2015	Jepang	-0,62	(-1,37 s/d 0,13)	0.006
Li <i>et al.</i> 2022	China	-0,89	(-1,54 s/d -0,23)	0.001
Sacheli <i>et al.</i> 2019	Kanada	-0,48	(-1,16 s/d 0,20)	<0.05
Solla <i>et al.</i> 2019	Italia	-1,78	(-2,85 s/d -0,71)	<0.001
Van der kolk <i>et al.</i> 2019	Belanda	-0,80	(-1,15 s/d -0,44)	0,49
Wan <i>et al.</i> 2021	China	-0,71	(-1,35 s/d -0,07)	<0,01



Gambar 2. *Forest plot* efektifitas latihan aerobik pada keseimbangan jalan 334 penderita *parkinson' disease*



Gambar 3. *Funnel plot* efektifitas latihan aerobik pada keseimbangan jalan 334 penderita *parkinson' disease*

Gambar 2 menunjukkan *forest plot* efektifitas latihan aerobik pada keseimbangan jalan 334 penderita PD menggunakan indikator TUG test.

Forest plot menunjukkan efek latihan aerobik pada keseimbangan jalan (detik) adalah besar ($d = -0,78$; $CI: -1,00$ s/d $-0,55$; $P < 0,001$) jika dibandingkan kelompok kontrol

Hasil analisis statistik menunjukkan hasil signifikan ($P < 0,001$) dengan nilai heterogenitas data (I^2) = 0 % dengan makna distribusi data homogen (*fixed effect model*).

Analisis *funnel plot* (Gambar 3) mengindikasikan ada bias publikasi dengan axis asimetris. Axis asimetris terlihat dari sebaran 4 *funnel plot* di sisi kiri dan 4 *funnel plot* di sisi kanan. *Standard error* (SE) gambar *funnel plot* sebelah kiri 0.19 – 0.55 dan *standard error* (SE) gambar *funnel plot* sebelah kanan 0.34 – 0.47.

Penderita PD akan mengalami neurodegenerasi pada struktur jaringan ganglia basalis dengan dampak pada konektivitas saraf yang menentukan gangguan gaya berjalan. Gangguan keseimbangan jalan akan menjadi prediktor utama tingkat keparahan neurodegenerasi penderita PD.

Gangguan keseimbangan akan menyebabkan peningkatan kejadian jatuh disertai perawatan rumah sakit pada penderita PD. Terapi dopaminergik dapat meningkatkan fungsi motorik penderita PD dengan efek kemanjuran obat terbatas disertai resiko efek samping.¹ Terapi levodopa tidak memiliki efek signifikan pada kecepatan ayunan langkah dan fungsi inisiasi jalan.

Terapi latihan dapat memberikan perbaikan motorik di keseimbangan postural pada aktifitas jalan dengan disertai pemulihan kemampuan kognitif penderita PD.

Penderita PD memiliki tingkat kemampuan aktivitas yang dapat dievaluasi dari tingkat aktivitas spesifik jalan dengan alat ukur *TUG test*. Latihan aerobik efektif meningkatkan keseimbangan dinamis aktifitas jalan pada penderita PD.

Latihan aerobik dapat menstimulus peningkatan kadar zat bioaktif *exerkines* dalam darah untuk memperlambat proses neurodegenerasi penderita PD. Latihan aerobik dapat meningkatkan sirkulasi darah di jaringan frontoparietal kanan otak untuk pemulihan konektivitas fungsi kontrol kognitif penderita PD.

Dosis latihan aerobik yang optimal pada penderita PD tanpa intervensi obat bermanfaat meningkatkan kebugaran dan kontrol gerak. Latihan aerobik dapat menghambat perkembangan penyakit di sensorimotor kortikostriatal yang berperan pada kognitif penderita PD.

Terapi latihan akan menstimulus perbaikan kontrol kognitif dan fungsi eksekutif aktifitas keseharian penderita PD. Latihan aerobik efektif meningkatkan kebugaran dan fungsi kognitif pada penderita PD.

Penurunan kecepatan jalan penderita PD disebabkan oleh pengurangan panjang langkah dan hambatan ayunan lengan. Gangguan kontrol otomatis aktifitas jalan sangat dipengaruhi oleh stressor kognitif yang dirasakan oleh penderita PD. Latihan aerobik efektif memperbaiki level depresi dan indikator kesehatan mental penderita PD.

Latihan aerobik merupakan tipe latihan ritmis dan teratur dalam waktu yang lama dengan menggunakan otot-otot besar pada anggota gerak. Terapi latihan aerobik yang teratur dapat meningkatkan efek neuroprotektif dan penurunan resiko jatuh penderita PD.

Latihan aerobik efektif meningkatkan hubungan sensorimotor kortikostriatal otak, peningkatan kebugaran fisik, dan fungsi kognitif penderita PD. Tarian aerobik akan menstimulus *auditori-visual* aktifitas gerakan langkah berjalan untuk perbaikan kontrol gerak.

Terapi latihan dapat memperbaiki fungsi kognitif dalam eksekusi gerak aktifitas jalan. Peningkatan kinerja kognitif penderita PD dapat di optimalkan dengan panduan fisioterapis.

Implementasi latihan aerobik memerlukan kehati-hatian agar tidak menyebabkan penderita PD terjatuh pada saat latihan. Keterbatasan jumlah artikel yang di ikutkan dalam tinjauan sistematis akan berdampak pada cakupan hasil penelitian. Keterbatasan akses ke artikel berbayar telah mempersempit hasil tinjauan sistematis ini.

Penelitian tinjauan sistematis ini dapat dilanjutkan dengan penelitian lanjutan tentang pengaruh keseimbangan aktifitas berjalan pada perbaikan kualitas hidup dan kesehatan mental penderita PD.

SIMPULAN

Latihan aerobik efektif meningkatkan keseimbangan jalan penderita *parkinson's disease*. Efektifitas latihan aerobik disebabkan peningkatan kebugaran fisik yang berdampak pada fungsi kognitif eksekusi aktifitas jalan penderita PD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih pada pimpinan Poltekkes Surakarta atas dukungannya dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Tanner CM, Ostrem JL. Parkinson's Disease. *new Engl J Med J Med*. 2024;391(5):442–52.
- Popescu BO, Batzu L, Ruiz PJG, Tulbă D, Moro E, Santens P. Neuroplasticity in Parkinson's disease. *J Neural Transm*. 2024;131(11):1329–39.
- Peyré-Tartaruga LA, Martinez FG, Zanardi APJ, Casal MZ, Donida RG, Delabary MS, *et al*. Samba, deep water, and poles: a framework for exercise prescription in Parkinson's disease. *Sport Sci Health*. 2022;18(4):1119–27.
- Mitchell AK, Bliss RR, Church FC. Exercise, Neuroprotective Exerkines, and Parkinson's Disease : A Narrative Review. *Biomolecules*. 2024;14(10):1–50.
- Gilbert R, Khemani P. Treatment of Advanced Parkinson's Disease. *J Geriatr Psychiatry Neurol*. 2022;35(1):12–23.
- Arfa-Fatollahkhani P, Safar CA, Habibi SAH, Shahidi GA, Sohrabi A, Zamani B. Effects of treadmill training on the balance, functional capacity and quality of life in Parkinson's disease: A randomized clinical trial. *J Complement Integr Med*. 2019;17(1):1–9.
- Mirelman A, Bonato P, Camicioli R, Ellis TD, Giladi N, Hamilton JL, *et al*. Gait impairments in Parkinson's disease. *Lancet Neurol*. 2019;18(7):697–708.
- Leroy T, Baggen RJ, Lefeber N, Herssens N, Santens P, De Letter M, *et al*. Effects of Oral Levodopa on Balance in People with Idiopathic Parkinson's Disease. *J Parkinsons Dis*. 2023;13(1):3–23.
- Camicioli R, Morris M, Pieruccini-Faria F, Montero-Odasso M, Son S, Buzaglo D, *et al*. Prevention of Falls in Parkinson's Disease: Guidelines and Gaps. *Mov Disord Clin Pract*. 2023;10(10):1459–69.
- Feng Y, Yang S, Tan Z, Wang M, Xing Y, Dong F, *et al*. The benefits and mechanisms of exercise training for Parkinson's disease. *Life Sci*. 2020;245(139):117345.
- Schootemeijer S, van der Kolk NM, Bloem BR, de Vries NM. Current Perspectives on Aerobic Exercise in People with Parkinson's Disease. *Neurotherapeutics* . 2020;17(4):1418–33.
- Hashimoto H, Takabatake S, Miyaguchi H, Nakanishi H, Naitou Y. Effects of dance on motor functions, cognitive functions, and mental symptoms of Parkinson's disease: A quasi-randomized pilot trial. *Complement Ther Med*. 2015;23(2):210–9.
- Sacheli MA, Neva JL, Lakhani B, Murray DK, Vafai N, Shahinfard E, *et al*. Exercise increases

- caudate dopamine release and ventral striatal activation in Parkinson's disease. *Mov Disord.* 2019;34(12):1891–900.
- Peterson DS, Mancini M, Fino PC, Horak F, Smulders K. Speeding Up Gait in Parkinson's Disease. *J Parkinsons Dis.* 2020;10(1):245–53.
- Debû B, De Oliveira GC, Lino JC, Moro E. Managing Gait, Balance, and Posture in Parkinson's Disease. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2018;18(5).
- Winser SJ, Kannan P, Bello UM, Whitney SL. Measures of balance and falls risk prediction in people with Parkinson's disease: a systematic review of psychometric properties. *Clin Rehabil.* 2019;33(12):1949–62.
- Wan Z, Liu X, Yang H, Li F, Yu L, Li L, *et al.* Effects of health qigong exercises on physical function on patients with parkinson's disease. *J Multidiscip Healthc.* 2021;14:941–50.
- Li Z, Wang T, Shen M, Song T, He J, Guo W, *et al.* Comparison of Wuqinxi Qigong with Stretching on Single-and Dual-Task Gait, Motor Symptoms and Quality of Life in Parkinson's Disease: A Preliminary Randomized Control Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(13).
- Solla P, Cugusi L, Bertoli M, Cereatti A, Della CU, Pani D, *et al.* Sardinian Folk Dance for Individuals with Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Pilot Trial. *J Altern Complement Med.* 2019;25(3):305–16.
- Van der Kolk NM, de Vries NM, Kessels RPC, Joosten H, Zwinderman AH, Post B, *et al.* Effectiveness of home-based and remotely supervised aerobic exercise in Parkinson's disease: a double-blind, randomised controlled trial. *Lancet Neurol.* 2019;18(11):998–1008.
- Cugusi L, Solla P, Serpe R, Carzedda T, Piras L, Oggianu M, *et al.* Effects of a Nordic Walking program on motor and non-motor symptoms, functional performance and body composition in patients with Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation.* 2015;37(2):245–54.
- Johansson ME, Cameron IGM, Van der Kolk NM, de Vries NM, Klimars E, Toni I, *et al.* Aerobic Exercise Alters Brain Function and Structure in Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. *Ann Neurol.* 2022;91(2):203–16.
- Geritz J, Welzel J, Hansen C, Maetzler C, Hobert MA, Elshehabi M, *et al.* Cognitive parameters can predict change of walking performance in advanced Parkinson's disease – Chances and limits of early rehabilitation. *Front Aging Neurosci.* 2022;14:1–17.
- Lee DH, Woo BS, Park Y, Lee J. General Treatments Promoting Independent Living in Parkinson's Patients and Physical Therapy Approaches for Improving Gait—A Comprehensive Review. *Med.* 2024;60(5).