

PERBEDAAN PENGARUH CAWTHORNE COOKSEY EXERCISE DAN BALANCE EXERCISE TERHADAP PENINGKATAN FUNGSI VESTIBULAR PADA LANSIA

Muhammad Faqih Mubarak¹, Siti Nadhi Ollin Norlinta², Suci Muqodimatul Jannah³
mubarakfaqih123@gmail.com¹
Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

ABSTRAK

Latar Belakang: Penurunan fungsi vestibular pada lansia merupakan salah satu dampak proses penuaan yang dapat menyebabkan gangguan keseimbangan, menurunkan stabilitas pandangan, meningkatkan risiko jatuh, dan mengurangi kemandirian fungsional. Upaya fisioterapi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut antara lain Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) dan Balance Exercise berupa four square step exercise (FSSE). Penelitian ini dilakukan karena masih diperlukan pembuktian perbandingan efektivitas kedua latihan tersebut pada lansia dengan penurunan fungsi vestibular. Tujuan: Untuk mengetahui perbedaan pengaruh Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise terhadap peningkatan fungsi vestibular pada lansia Metode: Penelitian ini menggunakan metode quasi experimental dengan desain pretest and posttest with two group design. Subjek penelitian berjumlah 38 lansia, yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok Cawthorne Cooksey Exercise dan kelompok balance exercise, masing-masing 19 responden. Intervensi diberikan 3 kali seminggu selama 4 minggu dengan durasi 45 menit per sesi. Fungsi vestibular diukur menggunakan Timed up and go test (TUGT) dan Dynamic visual acuity (DVA) sebelum dan sesudah intervensi. Analisis data menggunakan paired sampel t-test, Wilcoxon signed-rank test, independent sample t-test, dan Mann-whitney u test. Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa CCE berpengaruh signifikan terhadap peningkatan fungsi vestibular dengan nilai $p=0,000$ ($p < 0,05$) pada TUGT dan DVA. BE juga berpengaruh signifikan dengan nilai $p=0,000$ pada TUGT dan DVA. Namun, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara CCE dan BE pada TUGT $p=0,342$ ($p > 0,05$), sedangkan pada DVA terdapat perbedaan yang signifikan $p=0,000$ ($p < 0,05$) dan CCE menunjukkan pengaruh yang lebih spesifik terhadap peningkatan fungsi vestibular. Kesimpulan: Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise sama-sama berpengaruh signifikan terhadap peningkatan fungsi vestibular pada lansia. Namun, Cawthorne Cooksey Exercise lebih efektif dibandingkan Balance Exercise dalam meningkatkan fungsi vestibular, khususnya pada aspek stabilitas visual dan vestibulo-ocular reflex (VOR) yang dinilai melalui DVA.

Kata Kunci: Lansia, Fungsi Vestibular, Cawthorne Cooksey Exercise, Balance Exercise, Timed Up And Go Test, Dynamic Visual Acuity.

ABSTRAK

Background: Declining vestibular function in older adults is one of the consequences of the aging process, which may lead to balance disorders, reduced gaze stability, increased risk of falls, and decreased functional independence. Physiotherapy interventions that can be used to address these problems include Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) and Balance Exercise in the form of the Foursquare step exercise (FSSE). This study was conducted because further evidence was needed to compare the effectiveness of these two exercise programs in older adults with decreased vestibular function. **Objective:** The study aimed to determine the differences in the effects of Cawthorne Cooksey Exercise and Balance Exercise on improving vestibular function in older adults. **Methods:** This study employed a quasi-experimental method with a pretest-posttest two-group design. A total of 38 older adults participated in the study and were divided into two groups: the Cawthorne Cooksey Exercise group and the Balance Exercise group, with 19 respondents in each group. Interventions were administered three times per week for four weeks, with a duration of 45 minutes per session. Vestibular function was assessed using the Timed up and go test (TUGT) and Dynamic visual acuity (DVA) before and after the intervention. Data were analyzed using the paired sampel t-test,

Wilcoxon signed-rank test, independent sample t-test, and Mann–Whitney U Test. **Results:** The findings showed that CCE had a significant effect on improving vestibular function, with $p = 0.000$ ($p < 0.05$) for both TUGT and DVA outcomes. BE also demonstrated a significant effect, with $p = 0.000$ for both TUGT and DVA. However, there was no significant difference between CCE and BE on TUGT scores ($p = 0.342$; $p > 0.05$). In contrast, a significant difference was found in DVA scores ($p = 0.000$; $p < 0.05$), indicating that CCE had a more specific effect on enhancing vestibular function. **Conclusion:** Both *Cawthorne Cooksey Exercise* and *Balance Exercise* significantly improve vestibular function in older adults. However, *Cawthorne Cooksey Exercise* is more effective than *Balance Exercise* in enhancing vestibular function, particularly in aspects of visual stability and the vestibulo-ocular reflex (VOR) as measured by DVA.

Keyword: Older Adults, Vestibular Function, Cawthorne Cooksey Exercise, Balance Exercise, Timed Up And Go Test, Dynamic Visual Acuity.

PENDAHULUAN

Penuaan adalah tahap akhir dari proses tumbuh kembang yang terjadi pada manusia yang dikaruniai usia panjang oleh Allah ta'ala, kondisi ini dialami oleh orang lanjut usia (lansia). Menurut Undang-undang Nomor 13 Tahun 1998, dalam bab 1 pasal 1 ayat 2 lanjut usia adalah seseorang yang mencapai usia 60 tahun keatas. Seiring dengan meningkatnya jumlah lansia khususnya di Indonesia, semakin meningkat pula permasalahan penyakit akibat proses degeneratif (Chairina Azkya Noor & Lie Tanu Merijanti, 2020).

Pertumbuhan penduduk lanjut usia mengalami peningkatan di seluruh dunia, ditandai dengan bertambahnya jumlah proporsi penduduk lansia yang menetap di setiap negara. Pada tahun 2020, diperkirakan terdapat 727 juta penduduk berusia 60 tahun ke atas di seluruh dunia. Jumlah ini diproyeksikan meningkat lebih dari dua kali lipat pada tahun 2050, mencapai lebih dari 1,5 miliar jiwa. Persentase penduduk lanjut usia dalam populasi global diperkirakan akan meningkat dari 9,3% pada tahun 2020 menjadi 16,0% pada tahun 2050 (Department of Economic and Social Affairs, 2020).

Prediksi jumlah lanjut usia (lansia) di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun. Menurut Kemenkes RI, prediksi lansia tahun 2025 akan mengalami kenaikan dengan jumlah 33,69 juta lansia, dan ditahun 2035 mencapai 48,29 jiwa. Berdasarkan data Susenas Maret (2018), provinsi dengan persentase penduduk lanjut usia tertinggi di Indonesia adalah Daerah Istimewa Yogyakarta (12,37%), Jawa Tengah (12,34%), Jawa Timur (11,66%), Sulawesi Utara (10,26%), dan Bali (9,68%). Data ini menunjukkan Provinsi Jawa Tengah menjadi provinsi dengan persentase lansia tertinggi kedua.

Menurut data Badan Pusat Statistik Kabupaten Magelang menyebutkan pada tahun 2025 mencatat 200.202 jiwa berusia 60 tahun ke atas dari total penduduk 1.341.447 jiwa, menunjukkan bahwa Kabupaten Magelang telah memasuki fase ageing population. Rasio ketergantungan lansia pada 2024 juga meningkat, yakni sekitar 14,23% lansia per 100 penduduk usia produktif. Kecenderungan ini sejalan dengan laporan sebelumnya yang menunjukkan persentase lansia 60 tahun ke atas mencapai 14,48% pada 2023, dan konsisten dengan proyeksi nasional bahwa jumlah lansia Indonesia akan terus meningkat dalam beberapa dekade mendatang (Badan Pusat Statistik, 2025).

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) tercatat sebagai provinsi dengan proporsi penduduk lanjut usia tertinggi di Indonesia, data epidemiologi menunjukkan bahwa masalah kesehatan lansia di wilayah tersebut didominasi oleh penyakit tidak menular seperti hipertensi dan diabetes melitus (Trisnowati et al., 2024). Kondisi tersebut berbeda dengan fokus penelitian ini yang berfokus pada penurunan fungsi vestibular pada lansia. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan di Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah, yang merupakan provinsi dengan jumlah lansia terbanyak kedua secara nasional.

Di Amerika Serikat, 35% orang dewasa berusia 40 tahun ke atas memiliki bukti disfungsi keseimbangan (Gaspar & Lapão, 2021). Sekitar 30 % lansia mengalami gejala pusing dan gangguan keseimbangan yang berkaitan dengan penurunan fungsi vestibular, meski penyebab pastinya seringkali multifaktorial (Chau et al. 2015).

Penuaan adalah proses biologis alami yang menimbulkan perubahan struktur dan fungsi pada berbagai sistem tubuh, termasuk sistem saraf pusat dan perifer. Pada lansia, proses penuaan menyebabkan penurunan kemampuan integrasi sensorimotor yang berperan dalam menjaga postur dan orientasi tubuh. Degenerasi pada sistem visual, somatosensorik, dan vestibular menjadi faktor penting yang mempengaruhi kemampuan tubuh dalam mempertahankan keseimbangan. Perubahan ini terjadi secara progresif dan mengurangi kemampuan tubuh beradaptasi terhadap rangsangan lingkungan (Lee & Kim, 2022).

Masalah yang timbul dari proses degeneratif salah satunya adalah penurunan keseimbangan. Kemampuan keseimbangan tubuh dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara sistem vestibular dan penglihatan. Jika terjadi perubahan terhadap sistem vestibular, dapat menimbulkan gejala-gejala seperti pusing, penglihatan menjadi kabur, ketidakseimbangan, dan mual. Penduduk lanjut usia dipandang kurang produktif karena peningkatan risiko penyakit akibat penurunan status fungsional. Kemampuan dan perilaku aman lanjut usia untuk melakukan kegiatan sehari-hari berkorelasi dengan perubahan keadaan fungsionalnya (Khopipah et al., 2023).

Sistem vestibular yang menggerakkan mata melalui nucleus oculomotor ke otot extraocular di nucleus vestibular disebut dengan vestibular ocular reflex (VOR) akan mengalami perubahan dan penurunan kinerja seiring dengan bertambahnya usia (Yuliadarwati et al., 2020). Penurunan fungsi vestibular merupakan salah satu penyebab penting gangguan keseimbangan pada lansia. Proses degeneratif pada reseptor vestibular di telinga dalam, penurunan jumlah neuron pada inti vestibular, dan berkurangnya kemampuan kompensasi otak menyebabkan gangguan keseimbangan dan gangguan proprioseptif. Lansia dengan disfungsi vestibular memiliki risiko jatuh yang lebih tinggi dibandingkan lansia tanpa gangguan vestibular (Zhang et al., 2022).

Gambaran kondisi fisik ini terdapat dalam Alquran surat Yasin ayat 68:

وَمَنْ نَعْمَرَهُ نَكْمِرْهُ فِي الْخَلْقِ أَفَلَا يَعْقِلُونَ

“Siapa yang Kami panjangkan umurnya niscaya Kami balik proses penciptaannya (dari kuat menuju lemah). Maka, apakah mereka tidak mengerti?”. (QS. Yasin:68).

Sebagai upaya preventif, fisioterapi mempunyai inovasi berupa latihan Cawthorne Cooksey Exercise dan balance exercise. Protokol Cawthorne Cooksey Exercise dikembangkan untuk memfasilitasi habituasi sistem vestibular melalui rangsangan gerakan mata dan kepala terstruktur. Cawthorne Cooksey Exercise memanfaatkan plastisitas saraf untuk meningkatkan fungsi vestibular, memulihkan vestibuloocular reflek (VOR), dan mengurangi gangguan keseimbangan (Yan et al., 2024). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Kaveh MH et al (2021), Cawthorne Cooksey Exercise membantu pasien dengan gangguan vestibular mempertahankan keseimbangan, karena latihan ini memungkinkan sistem saraf pusat untuk mengkompensasi gangguan vestibular, yang memungkinkan pasien untuk mempertahankan keseimbangan. Cawthorne Cooksey Exercise meningkatkan fungsi vestibuloocular reflex (VOR) melalui mekanisme habituasi dan adaptasi. Latihan ini melibatkan gerakan berulang kepala dan mata yang menstimulasi sistem vestibular, sehingga otak belajar menyesuaikan respons terhadap rangsangan gerak. Gerakan berulang tersebut menurunkan sensitivitas abnormal sistem vestibular dan memperkuat integrasi antara sistem vestibular, visual, dan somatosensorik (sensory re-weighting). Proses ini mendorong adaptasi refleks mata terhadap pergerakan kepala, sehingga stabilitas pandangan selama gerakan meningkat dan fungsi VOR menjadi lebih efisien (Angelina et al., 2025).

Balance Exercise merupakan latihan keseimbangan yang dapat memperkuat otot-otot pada tungkai bawah (kaki), meningkatkan keseimbangan tubuh, dan meningkatkan sistem vestibular (Supendi et al., 2023). Menurut Mujiadi & Mawaddah. (2019), Balance Exercise yang dilakukan secara berkala pada lansia dapat mendukung kemandirian mereka, khususnya dalam mengoptimalkan fungsi tubuh yang mengalami penurunan. Dalam penelitian ini, bentuk balance exercise yang digunakan adalah Four square step exercise (FSSE). Four square step exercise adalah suatu bentuk latihan keseimbangan berdiri secara dinamik yang digunakan untuk meningkatkan sistem vestibular (Fatmawati & Indriani, 2022). Four square step exercise (FSSE) menekankan latihan motorik dan koordinasi langkah yang menuntut integrasi antara sistem visual, proprioseptif, dan vestibular. Latihan ini memfasilitasi integrasi sensorimotorik dan kompensasi vestibular sentral, sehingga meningkatkan kontrol postural dinamis (Segita et al., 2025). Proses sensory reweighting ini dapat meningkatkan kontribusi input vestibular terhadap pengendalian postur, koordinasi gerak, dan mendukung efisiensi vestibuloocular refleksi (VOR) (Appiah-Kubi et al., 2024).

Meskipun efektivitas masing-masing Cawthorne Cooksey Exercise dan balance exercises telah banyak dibuktikan secara terpisah, belum ada studi terkontrol yang secara langsung membandingkan kedua metode ini dalam satu populasi lansia untuk meningkatkan fungsi vestibular. Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan membandingkan secara head to head Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise pada lansia yang memiliki penurunan fungsi vestibular.

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan peneliti di komunitas wredha kusuma, Kabupaten Magelang diperoleh data lansia sebanyak 50 orang dengan rata-rata usia 60-75 tahun, dengan hasil wawancara didapat sekitar 30 orang mengalami permasalahan seperti gangguan keseimbangan dan resiko jatuh, Permasalahan tersebut dialami lansia disebabkan masih minimnya pengetahuan tentang pencegahan pada penurunan fungsi vestibular dan keseimbangan.

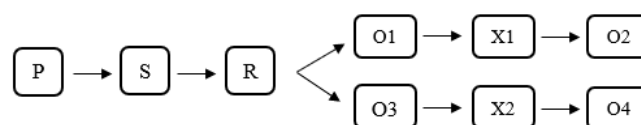
Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Perbedaan pengaruh Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise terhadap peningkatan fungsi vestibular pada lansia “.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian pada penelitian ini menggunakan metode quasi experimental. Hal ini dilakukan karena peneliti tidak dapat mengontrol semua respondent yang terlibat, baik secara ruang lingkupnya serta gaya hidupnya (Capili & Anastasi, 2025). Penelitian ini menggunakan desain pretest and posttest with two group design. Desain ini melibatkan dua kelompok subjek penelitian, yaitu kelompok 1 mendapatkan intervensi berupa Cawthorne Cooksey Exercise dan kelompok 2 mendapatkan Balance Exercise (Four Square Steps Exercise). Sebelum dan sesudah intervensi, kedua kelompok akan dilakukan pengukuran untuk menilai perubahan keseimbangan.

Desain ini memungkinkan peneliti untuk membandingkan efektivitas masing-masing jenis latihan terhadap peningkatan keseimbangan pada lansia. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan nilai pretest dan posttest dari kedua kelompok menggunakan alat ukur Timed up and go test (TUGT) dan Dynamic visual acuity (DVA).

Berikut Rancangan penelitian:



Skema 1 Rancangan Penelitian

Keterangan:

P : Populasi.

S : Sampel.

R: Random sampling.

O1: Sebelum perlakuan kelompok 1 (PreTest).

X1: Pemberian intervensi pada kelompok 1 menggunakan cawthorne cooksey exercise.

O2: Hasil pengukuran setelah intervensi dengan perlakuan Cawthorne Cooksey Exercise (Post Test).

O3: Sebelum perlakuan kelompok 2 (PreTest).

X2: Pemberian intervensi pada kelompok 2 manganoan balance exercise.

O4: Hasil pengukuran setelah intervensi dengan perlakuan Balance Exercise (Post Test).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di komunitas lansia wredha kusuma, yang berlokasi di padukuhan Menayu, Muntlan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah pada tanggal 08 Februari – 08 Maret 2026. Lokasi penelitian berada di lingkungan permukiman masyarakat dengan karakteristik demografis didominasi oleh penduduk usia lanjut. Sampel penelitian ini adalah lansia yang berusia ≥ 60 tahun dengan gangguan keseimbangan dinamis dan penurunan fungsi vestibular. Jumlah sampel yang diperoleh berdasarkan kriteria inklusi adalah sebanyak 38 orang dengan menggunakan metode purposive sampling dengan pengelompokan sampel dilakukan secara acak/ randomised.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan pengaruh pemberian Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise untuk meningkatkan fungsi vestibular pada lansia. Kelompok I dengan jumlah 19 sampel diberikan perlakuan berupa Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) dan kelompok II dengan jumlah 19 sampel diberikan perlakuan berupa Balance Exercise (BE). Pemberian latihan untuk kedua kelompok tersebut diadakan sebanyak 12 kali pertemuan selama 1 bulan dengan menggunakan instrumen penelitian berupa Timed up and go test (TUGT) dan Dynamic visual acuity (DVA).

B. Karakteristik Responden

Responden dalam penelitian ini merupakan lansia komunitas wredha kusuma. Jumlah responden yang ikut serta dalam penelitian ini sebanyak 38 orang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Karakteristik responden dalam penelitian ini meliputi usia, jenis kelamin, tekanan darah, dan IMT. Deskripsi responden dalam penelitian ini disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 1 Karakteristik Responden

Variabel	Kategori	Kelompok 1		Kelompok 2	
		Frekuensi	Persentase (%)	Frekuensi	Persentase (%)
Usia	60-64 tahun	6	31.6 %	5	26.3 %
	65-69 tahun	4	21.1 %	7	36.8 %
	70-74 tahun	6	31.6 %	4	21.1 %
	≥ 75 tahun	3	15.8 %	3	15.8 %
Jenis	Laki-laki	1	5.3 %	5	26.3 %
Kelamin	Perempuan	18	94.7 %	14	73.7 %

Tekanan Darah	Hipertensi	7	36.8 %	6	31.6 %
	Normal	12	63.2 %	13	68.4 %
IMT	Undeweight	-	-	1	5.3 %
	Normal	8	42.1 %	9	47.4 %
	Overweight	4	21.1 %	3	15.8 %
	Obesitas	7	36.8 %	6	31.6 %
Rata-rata		19	100 %	19	100 %

Berdasarkan hasil analisis distribusi usia responden, diketahui bahwa pada kelompok Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) responden terbanyak berada pada rentang usia 60 – 64 tahun dan 70 – 74 tahun yaitu sebanyak 6 orang (31,6%), responden pada rentang usia 65 – 69 tahun berjumlah 4 orang (21,1%), dan usia ≥ 75 tahun sebanyak 3 orang (15,8%). Pada kelompok Balance Exercise (BE), distribusi usia menunjukkan bahwa responden terbanyak berada pada rentang usia 65 – 69 tahun yaitu sebanyak 7 orang (36,8%), responden pada rentang usia 60 – 64 tahun berjumlah 5 orang (26,3%) sedangkan pada usia 70 – 74 tahun sebanyak 4 orang (21,1%) dan usia ≥ 75 tahun sebanyak 3 orang (15,8%). Dapat disimpulkan bahwa mayoritas responden dalam penelitian ini berada pada kelompok usia 60 – 74 tahun. Berdasarkan jenis kelamin, pada Kelompok Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) mayoritas responden berjenis kelamin perempuan sebanyak 18 orang (94,7%), sedangkan responden laki-laki sebanyak 1 orang (5,3%). Pada Kelompok Balance Exercise (BE), mayoritas responden juga berjenis kelamin perempuan sebanyak 14 orang (73,7%), sedangkan responden laki-laki sebanyak 5 orang (26,3%). Dengan demikian, pada kedua kelompok penelitian didominasi oleh responden perempuan.

Berdasarkan tekanan darah, pada Kelompok Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) sebagian besar responden memiliki tekanan darah normal sebanyak 12 orang (63,2%), sedangkan responden yang mengalami hipertensi sebanyak 7 orang (36,8%). Pada Kelompok Balance Exercise (BE), responden dengan tekanan darah normal sebanyak 13 orang (68,4%), sedangkan yang mengalami hipertensi sebanyak 6 orang (31,6%). Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden pada kedua kelompok tidak mengalami hipertensi.

Berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT), pada Kelompok Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) responden terbanyak berada pada kategori normal sebanyak 8 orang (42,1%), diikuti kategori obesitas sebanyak 7 orang (36,8%), kategori overweight sebanyak 4 orang (21,1%), dan tidak terdapat responden dengan kategori underweight. Pada Kelompok Balance Exercise (BE), responden terbanyak juga berada pada kategori normal sebanyak 9 orang (47,4%), diikuti kategori obesitas sebanyak 6 orang (31,6%), kategori overweight sebanyak 3 orang (15,8%), dan kategori underweight sebanyak 1 orang (5,3%). Dengan demikian, pada kedua kelompok penelitian mayoritas responden memiliki IMT normal, meskipun masih terdapat proporsi responden dengan kategori obesitas yang cukup besar.

1. Karakteristik Nilai TUGT dan DVA Berdasarkan Kelompok Usia

Tabel 2 Karakteristik Nilai TUGT Berdasarkan Usia

Kelompok Usia		Nilai Sebelum Latihan	Nilai Sesudah Latihan
60 - 64	Mean	12.6881	11.3627
	N	11	11
	Std. Deviasi	1.1413	1.3499
65 - 69	Mean	12.0863	10.7545
	N	11	11
	Std. Deviasi	1.0335	1.2756
70 - 74	Mean	12.1830	10.9110

	N	10	10
	Std. Deviasi	1.4803	1.6867
≥75 tahun	Mean	11.2566	9.8166
	N	6	6
	Std. Deviasi	0.7943	0.4190
Total	Mean	12.1550	10.8236
	N	38	38
	Std. Deviasi	1.2149	1.3792

Berdasarkan kelompok usia, rata – rata nilai TUGT sebelum intervensi pada kelompok usia 60 – 64 tahun sebesar 12,68 detik dan menurun menjadi 11,36 detik setelah intervensi. Pada kelompok usia 65 – 69 tahun rata – rata nilai TUGT sebelum intervensi sebesar 12,08 detik dan menurun menjadi 10,75 detik setelah intervensi. Kelompok usia 70 – 74 tahun memiliki rata – rata nilai TUGT sebelum intervensi sebesar 12,18 detik dan menurun menjadi 10,91 detik setelah intervensi, sedangkan kelompok usia ≥75 tahun memiliki rata – rata nilai TUGT sebelum intervensi sebesar 11,25 detik dan menurun menjadi 9,81 detik setelah intervensi. Secara umum, rata – rata nilai TUGT cenderung menurun pada kelompok usia yang lebih tua, namun seluruh kelompok usia menunjukkan perbaikan keseimbangan dinamis setelah diberikan intervensi latihan.

Tabel 3 Karakteristik Nilai DVA Berdasarkan Usia

Kelompok Usia		Nilai Sebelum Latihan	Nilai Sesudah Latihan
60 - 64	Mean	0.436	0.255
	N	11	11
	Std. Deviasi	0.0809	.1036
65 - 69	Mean	0.382	0.227
	N	11	11
	Std. Deviasi	0.1168	0.1191
70 - 74	Mean	0.340	0.140
	N	10	10
	Std. Deviasi	0.0699	0.0843
≥75 tahun	Mean	0.267	0.117
	N	6	6
	Std. Deviasi	0.0816	0.0753
Total	Mean	0.368	0.195
	N	38	38
	Std. Deviasi	0.1042	0.1114

Berdasarkan kelompok usia, rata – rata nilai DVA sebelum intervensi pada kelompok usia 60 – 64 tahun sebesar 0.43 LogMar dan menurun menjadi 0.25 LogMar setelah intervensi. Pada kelompok usia 65 – 69 tahun rata – rata nilai DVA sebelum intervensi sebesar 0.38 LogMar dan menurun menjadi 0.22 LogMar setelah intervensi. Kelompok usia 70 – 74 tahun memiliki rata – rata nilai DVA sebelum intervensi sebesar 0.34 LogMar dan menurun menjadi 0.14 LogMar setelah intervensi, sedangkan kelompok usia ≥75 tahun memiliki rata – rata nilai DVA sebelum intervensi sebesar 0.26 LogMar dan menurun menjadi 0.11 LogMar setelah intervensi. Secara umum, rata – rata nilai DVA cenderung menurun pada kelompok usia 70 – 74 tahun, namun seluruh kelompok usia menunjukkan perbaikan fungsi vestibular setelah diberikan intervensi latihan.

2. Karakteristik Nilai TUGT dan DVA Berdasarkan Jenis Kelamin

Tabel 4 Karakteristik Nilai TUGT Berdasarkan Jenis Kelamin

Kelompok Jenis Kelamin		Nilai Sebelum Latihan	Nilai Sesudah Latihan
Perempuan	Mean	12.1909	10.8853

	N	32	32
	Std. Deviasi	1.19088	1.40560
Laki - laki	Mean	11.9633	10.4950
	N	6	6
	Std. Deviasi	1.44147	1.29407
Total	Mean	12.1550	10.8237
	N	38	38
	Std. Deviasi	1.21494	1.37929

Berdasarkan analisis menurut jenis kelamin, rata – rata nilai TUGT sebelum intervensi pada perempuan adalah 12,19 detik dan menurun menjadi 10,88 detik setelah intervensi. Sementara itu, lansia laki - laki memiliki nilai rata – rata TUGT sebelum intervensi sebesar 1,96 detik dan menurun menjadi 10,49 detik setelah intervensi. Hasil ini menunjukkan bahwa baik lansia laki – laki maupun perempuan mengalami perbaikan keseimbangan dinamis setelah diberikan latihan, meskipun terdapat perbedaan rata – rata hasil TUGT antara kedua kelompok.

Tabel 5 Karakteristik Nilai DVA Berdasarkan Jenis Kelamin

Kelompok Jenis Kelamin		Nilai Sebelum Latihan	Nilai Sesudah Latihan
Perempuan	Mean	0.375	0.200
	N	32	32
	Std. Deviasi	0.1078	0.1136
Laki - laki	Mean	0.333	0.167
	N	6	6
	Std. Deviasi	0.0816	0.1033
Total	Mean	0.368	0.195
	N	38	38
	Std. Deviasi	0.1042	0.1114

Berdasarkan analisis menurut jenis kelamin, rata – rata nilai DVA sebelum intervensi pada perempuan adalah 0,37 LogMar dan menurun menjadi 0,20 LogMar setelah intervensi. Sementara itu, lansia laki - laki memiliki nilai rata – rata DVA sebelum intervensi sebesar 0.33 LogMar dan menurun menjadi 0.167 LogMar setelah intervensi. Hasil ini menunjukkan bahwa baik lansia laki – laki maupun perempuan mengalami perbaikan fungsi vestibular setelah diberikan latihan, meskipun terdapat perbedaan rata – rata hasil DVA antara kedua kelompok.

3. Tekanan Darah

Tabel 6 Karakteristik Nilai TUGT Berdasarkan Tekanan Darah

Kelompok Tekanan Darah		Nilai Sebelum Latihan	Nilai Sesudah Latihan
Hipertensi	Mean	12.2369	10.9900
	N	13	13
	Std. Deviasi	1.02426	1.39500
Tidak Hipertensi	Mean	12.1124	10.7372
	N	25	25
	Std. Deviasi	1.32119	1.39181
Total	Mean	12.1550	10.8237
	N	38	38
	Std. Deviasi	1.21494	1.37929

Berdasarkan status hipertensi, rata – rata nilai TUGT sebelum latihan pada kelompok hipertensi sebesar 12,23 detik dan menurun menjadi 10,99 detik setelah latihan. Pada kelompok tidak hipertensi, rata-rata nilai TUGT sebelum latihan sebesar 12,11 detik dan

menurun menjadi 10,73 detik setelah latihan. Secara umum, rata – rata nilai TUGT cenderung menurun pada kelompok tidak hipertensi, namun seluruh kelompok tekanan darah menunjukkan perbaikan keseimbangan dinamis setelah diberikan intervensi latihan.

Tabel 7 Karakteristik Nilai DVA Berdasarkan Tekanan Darah

Kelompok Tekanan Darah		Nilai Sebelum Latihan	Nilai Sesudah Latihan
Hipertensi	Mean	0.369	0.177
	N	13	13
	Std. Deviasi	0.1032	0.1013
Tidak Hipertensi	Mean	0.368	0.204
	N	25	25
	Std. Deviasi	0.1069	0.1172
Total	Mean	0.368	0.195
	N	38	38
	Std. Deviasi	0.1042	0.1114

Berdasarkan status hipertensi, rata – rata nilai DVA sebelum latihan pada kelompok hipertensi sebesar 0,36 LogMar dan menurun menjadi 0,17 LogMar setelah latihan. Pada kelompok tidak hipertensi, rata-rata nilai DVA sebelum latihan sebesar 0,36 LogMar dan menurun menjadi 0,20 LogMar setelah latihan. Secara umum, rata – rata nilai DVA cenderung menurun pada kelompok hipertensi, namun seluruh kelompok tekanan darah menunjukkan perbaikan fungsi vestibular setelah diberikan intervensi latihan.

4. Indeks Massa Tubuh

Tabel 8 Karakteristik Nilai TUGT Berdasarkan Berdasarkan IMT

Kelompok IMT		Nilai Sebelum Latihan	Nilai Sesudah Latihan
<i>Underweight</i>	Mean	14.3900	12.8700
	N	1	1
	Std. Deviasi	.	.
Normal	Mean	12.0647	10.7482
	N	17	17
	Std. Deviasi	1.30501	1.46732
<i>Overweight</i>	Mean	11.5657	9.9657
	N	7	7
	Std. Deviasi	1.05019	1.05204
Obesitas	Mean	12.4185	11.2269
	N	13	13
	Std. Deviasi	1.01166	1.21621
Total	Mean	12.1550	10.8237
	N	38	38
	Std. Deviasi	1.21494	1.37929

Berdasarkan kategori indeks massa tubuh (IMT), rata-rata nilai TUGT sebelum latihan pada kelompok underweight sebesar 14,39 detik dan menurun menjadi 12,87 detik setelah latihan. Pada kelompok normal, rata-rata nilai sebelum latihan sebesar 12,06 detik dan menurun menjadi 10,74 detik setelah latihan. Kelompok overweight memiliki rata-rata nilai sebelum latihan sebesar 11,56 detik dan menurun menjadi 9,96 detik setelah latihan, sedangkan kelompok obesitas memiliki rata-rata nilai sebelum latihan sebesar 12,41 detik dan menurun menjadi 11,22 detik setelah latihan. Secara keseluruhan, rata-rata nilai seluruh responden mengalami penurunan dari 12,15 detik sebelum latihan menjadi 10,82 detik setelah latihan. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh kategori IMT mengalami perbaikan keseimbangan dinamis setelah diberikan latihan, meskipun terdapat perbedaan rata – rata hasil TUGT antar kategori.

Tabel 9 Karakteristik Nilai DVA Berdasarkan Berdasarkan IMT

Kelompok IMT		Nilai Sebelum Latihan	Nilai Sesudah Latihan
<i>Underweight</i>	Mean	0.500	0.300
	N	1	1
	Std. Deviasi	.	.
Normal	Mean	0.353	0.218
	N	17	17
	Std. Deviasi	.1231	.1185
<i>Overweight</i>	Mean	0.343	0.171
	N	7	7
	Std. Deviasi	.1134	.1254
Obesitas	Mean	0.392	0.169
	N	13	13
	Std. Deviasi	.0641	.0947
Total	Mean	0.368	0.195
	N	38	38
	Std. Deviasi	0.1042	0.1114

Berdasarkan kategori indeks massa tubuh (IMT), rata-rata nilai DVA sebelum intervensi pada kelompok *underweight* sebesar 0,50 LogMAR dan menurun menjadi 0,30 LogMAR setelah intervensi. Pada kelompok normal, rata-rata nilai DVA sebelum intervensi sebesar 0,35 LogMAR dan menurun menjadi 0,21 LogMAR setelah intervensi. Kelompok *overweight* memiliki rata-rata nilai DVA sebelum intervensi sebesar 0,34 LogMAR dan menurun menjadi 0,17 LogMAR setelah intervensi, sedangkan kelompok obesitas memiliki rata-rata nilai DVA sebelum intervensi sebesar 0,392 LogMAR dan menurun menjadi 0,169 LogMAR setelah intervensi. Secara keseluruhan, rata-rata nilai DVA seluruh responden mengalami penurunan dari 0,36 LogMAR sebelum intervensi menjadi 0,19 LogMAR setelah intervensi. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh kategori IMT mengalami perbaikan fungsi vestibular setelah diberikan intervensi latihan, seluruh kelompok IMT menunjukkan penurunan nilai DVA setelah intervensi, yang mengindikasikan peningkatan fungsi vestibular.

C. Deskriptif Data Penelitian

Tabel 1 Analisis Deskriptif Data Penelitian

Alat Ukur	Kelompok I		Kelompok II	
	Pre	Post	Pre	Post
	<i>Mean±S.D</i>	<i>Mean±S.D</i>	<i>Mean±S.D</i>	<i>Mean±S.D</i>
TUGT	12.10±1.29	10.69±1.41	12.21±1.16	10.94±1.37
DVA	0.37±0.097	0.13±0.088	0.35±0.112	0.25±0.096

Berdasarkan hasil statistik deskriptif, nilai Timed up and go test (TUGT) pada kelompok Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) sebelum intervensi menunjukkan nilai rata-rata sebesar 12,10 detik dengan standar deviasi 1,29. Setelah diberikan intervensi CCE, nilai TUGT mengalami penurunan dengan nilai rata-rata menjadi 10,70 detik, dengan standar deviasi 1,41. Pada kelompok Balance Exercise (BE) sebelum intervensi menunjukkan nilai rata-rata sebesar 12,21 detik dengan standar deviasi 1,16. Setelah diberikan intervensi, nilai TUGT mengalami penurunan dengan nilai rata-rata menjadi 10,94 detik, dengan standar deviasi 1,37. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan keseimbangan dinamis pada lansia setelah diberikan latihan.

Berdasarkan hasil statistik deskriptif, nilai Dynamic visual acuity (DVA) pada kelompok Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) sebelum intervensi menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,37 LogMar dengan standar deviasi 0,09. Setelah diberikan intervensi, nilai

DVA mengalami penurunan dengan nilai rata-rata menjadi 0,13 LogMar, dengan standar deviasi 0,88. Pada kelompok Balance Exercise (BE) sebelum intervensi menunjukkan nilai rata-rata 0,35 LogMar dengan standar deviasi 0,11. Setelah diberikan intervensi, nilai DVA mengalami penurunan dengan nilai rata-rata menjadi 0,25 LogMar, dengan standar deviasi 0,09. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan fungsi vestibular pada lansia setelah diberikan latihan.

D. Hasil Uji Analisis

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh pemberian Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise terhadap peningkatan fungsi vestibular pada lansia. Sampel penelitian berjumlah 38 orang lansia di komunitas wredha kusuma Menayu, Muntilan, Magelang yang berusia ≥ 60 yang mengalami penurunan fungsi vestibular, sehingga didapatkan hasil uji analisis menggunakan spss 25 sebagai berikut:

1. Uji Normalitas

Uji normalitas data sebelum dan sesudah diberikan intervensi menggunakan Shapiro-Wilk test pada kelompok 1 dan 2.

Tabel 11 Hasil Uji Normalitas TUGT

		Shapiro-Wilk Test
Kelompok Intervensi		P-Value
Pre Test	CCE	0.412
	BE	0.750
Post Test	CCE	0.117
	BE	0.098
Selisih Pre-Post	CCE	0.795
	BE	0.371

Keterangan:

Kelompok 1: *Cawthorne Cooksey Exercise* (CCE)

Kelompok 2: *Balance Exercise* (BE)

Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan uji Shapiro-Wilk Test karena jumlah sampel kurang dari 50 responden. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa nilai TUGT sebelum latihan pada kelompok CCE memiliki nilai signifikansi sebesar 0,412 sedangkan pada kelompok BE sebesar 0,750 yang keduanya menunjukkan nilai $p > 0,05$ sehingga data pre test pada kedua kelompok berdistribusi normal. Pada nilai TUGT sesudah latihan, kelompok CCE memiliki nilai signifikansi sebesar 0,117 dan kelompok BE sebesar 0,098 yang menunjukkan nilai $p > 0,05$ sehingga post test pada kedua kelompok berdistribusi normal. Hasil uji normalitas terhadap selisih nilai pre-post TUGT menunjukkan bahwa kelompok CCE memiliki nilai signifikansi sebesar 0,795 dan kelompok BE sebesar 0,371 yang keduanya memiliki nilai $p > 0,05$. Berdasarkan seluruh data penelitian tersebut yang berdistribusi normal maka analisis data dapat dilanjutkan menggunakan uji statistik parametrik yaitu paired sampel t-test dan independent sample t-test.

Tabel 12 Hasil Uji Normalitas DVA

		Shapiro-Wilk Test
Kelompok Intervensi		P-Value
Pre Test	CCE	0.021
	BE	0.014
Post Test	CCE	0.018
	BE	0.017
Selisih Pre-Post	CCE	0.008
	BE	0.001

Keterangan:

Kelompok 1 : Cawthorne Cooksey Exercise (CCE)

Kelompok 2 : Balance Exercise (BE)

Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan uji Shapiro-Wilk Test karena jumlah sampel kurang dari 50 responden. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa nilai DVA sebelum latihan pada kelompok CCE memiliki nilai signifikansi sebesar 0,021 sedangkan pada kelompok BE sebesar 0,014 yang keduanya menunjukkan nilai $p > 0,05$ sehingga data pre test pada kedua kelompok berdistribusi normal. Pada nilai DVA sesudah latihan, kelompok CCE memiliki nilai signifikansi sebesar 0,018 dan kelompok BE sebesar 0,017 yang menunjukkan nilai $p > 0,05$ sehingga post test pada kedua kelompok berdistribusi normal. Hasil uji normalitas terhadap selisih nilai pre-post DVA menunjukkan bahwa kelompok CCE memiliki nilai signifikansi sebesar 0,008 dan kelompok BE sebesar 0,001 yang keduanya memiliki nilai $p < 0,05$, sehingga kedua kelompok tidak berdistribusi normal. Berdasarkan uji normalitas Shapiro-Wilk Test diperoleh nilai $p < 0,05$, sehingga data tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, uji hipotesis dilakukan menggunakan uji non-parametrik yaitu Wilcoxon Signed Rank Test dan Mann-whitney u test.

2. Uji Homogenitas

Tabel 13 Hasil Uji Homogenitas TUGT

<i>Lavene's Test Nilai</i>	
	<i>p</i>
<i>Pre Test</i>	0.474
<i>Post Test</i>	0.971

Hasil uji homogenitas pada data pre test TUGT menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,474 ($p > 0,05$). Hal ini menandakan bahwa data pre test antara kelompok CCE dan BE adalah homogen, sehingga kedua kelompok memiliki kondisi awal yang setara sebelum diberikan perlakuan. Hasil uji homogenitas pada data post test TUGT menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,971 ($p > 0,05$), sehingga data post test antara kelompok CCE dan BE homogen. Berdasarkan hasil tersebut, data antar kelompok bersifat homogen.

Tabel 14 Hasil Uji Homogenitas DVA

<i>Lavene's Test Nilai</i>	
	<i>p</i>
<i>Pre Test</i>	0.307
<i>Post Test</i>	0.502

Hasil uji homogenitas pada data pre test DVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,307 ($p > 0,05$). Hal ini menandakan bahwa data pre test antara kelompok CCE dan BE adalah homogen, sehingga kedua kelompok memiliki kondisi awal yang setara sebelum diberikan perlakuan. Hasil uji homogenitas pada data post test DVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,502 ($p > 0,05$), sehingga data post test antara kelompok CCE dan BE homogen. Berdasarkan hasil tersebut, data antar kelompok bersifat homogen.

3. Uji Hipotesis I

Uji hipotesis I dilakukan untuk mengetahui pengaruh Cawthorne Cooksey Exercise terhadap peningkatan fungsi vestibular pada lansia. Berdasarkan hasil uji normalitas menunjukkan bahwa nilai TUGT berdistribusi normal sehingga analisis hipotesis I menggunakan paired sampel t-test. Sedangkan hasil uji normalitas nilai DVA berdistribusi tidak normal sehingga analisis hipotesis I pada DVA menggunakan Wilcoxon Signed Rank Test.

Tabel 15 Hasil paired sampel t-test Uji Hipotesis I pada TUGT

Sampel	n	<i>Mean ± SD</i>	<i>P-Value</i>
Kelompok 1	19	1.40105 ± .44766	0.000

Keterangan:

Kelompok 1: Cawthorne Cooksey Exercise (CCE)

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji paired sampel t-test antara nilai TUGT sebelum dan sesudah latihan Cawthorne Cooksey Exercise diperoleh rata – rata selisih nilai TUGT sebesar 1,401 detik yang menunjukkan penurunan hasil TUGT setelah intervensi. Nilai standar deviasi 0,447 dan diperoleh nilai signifikansi 0,000 yang berarti nilai $p < 0,05$. Dengan demikian, Cawthorne Cooksey Exercise berpengaruh terhadap peningkatan keseimbangan dinamis pada lansia.

Tabel 16 Hasil Wilcoxon signed-rank test Uji Hipotesis I pada DVA

Sampel	n	Mean $\pm$ SD	P-Value
Kelompok 1	19	0.247 $\pm$ 0.0772	0.000

Keterangan:

Kelompok 1: Cawthorne Cooksey Exercise (CCE)

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji Wilcoxon signed-rank test antara nilai DVA sebelum dan sesudah latihan Cawthorne Cooksey Exercise diperoleh rata – rata selisih nilai DVA sebesar 0,247 LogMar yang menunjukkan penurunan hasil DVA setelah intervensi. Nilai standar deviasi 0,0772 dan diperoleh nilai signifikansi 0,000 yang berarti nilai $p < 0,05$. Dengan demikian, Cawthorne Cooksey Exercise berpengaruh terhadap peningkatan fungsi vestibular pada lansia.

4. Uji Hipotesis II

Uji hipotesis II dilakukan untuk mengetahui pengaruh Balance Exercise terhadap peningkatan fungsi vestibular pada lansia. Berdasarkan hasil uji normalitas menunjukkan bahwa nilai TUGT berdistribusi normal sehingga analisis hipotesis II menggunakan paired sampel t-test. Sedangkan hasil uji normalitas nilai DVA berdistribusi tidak normal sehingga analisis hipotesis II pada DVA menggunakan Wilcoxon Signed Rank Test.

Tabel 17 Hasil Paired sampel t-test Uji Hipotesis II Pada TUGT

Sampel	n	Mean $\pm$ SD	P-Value
Kelompok 2	19	1.26158 $\pm$.44501	0.000

Keterangan:

Kelompok 2: Balance Exercise (BE)

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji paired sampel t-test antara nilai TUGT sebelum dan sesudah latihan Balance Exercise diperoleh rata – rata selisih nilai TUGT sebesar 1,261 detik yang menunjukkan penurunan hasil TUGT setelah intervensi. Nilai standar deviasi 0,445 dan diperoleh nilai signifikansi 0,000 yang berarti nilai $p < 0,05$. Dengan demikian, Balance Exercise berpengaruh terhadap peningkatan keseimbangan dinamis pada lansia.

Tabel 18 Hasil Wilcoxon signed-rank test Uji Hipotesis II Pada DVA

Sampel	n	Mean $\pm$ SD	P-Value
Kelompok 2	19	0.100 $\pm$ 0.0667	0.000

Keterangan:

Kelompok 2: Balance Exercise (BE)

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji Wilcoxon signed-rank test antara nilai DVA sebelum dan sesudah latihan Balance Exercise diperoleh rata – rata selisih nilai DVA sebesar 0,100 LogMar yang menunjukkan penurunan hasil DVA setelah intervensi. Nilai standar deviasi 0,0667 dan diperoleh nilai signifikansi 0,000 yang berarti nilai $p < 0,05$. Dengan demikian, Balance Exercise berpengaruh terhadap peningkatan fungsi vestibular pada lansia.

5. Uji Hipotesis III

Uji hipotesis III dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pengaruh antara Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise terhadap peningkatan fungsi vestibular pada lansia. Uji hipotesis III menggunakan Independent samples t-test pada variabel TUGT karena data berdistribusi normal dan homogen ($p > 0,05$), sedangkan variabel DVA dianalisis menggunakan Mann–Whitney U Test karena data tidak berdistribusi normal ($p < 0,05$).

Tabel 19 Hasil Independent samples t-test Uji Hipotesis III Pada TUGT

Sampel	n	Mean	P-Value
Kelompok 1	19	1.4011	
Kelompok 2	19	1.2616	0.342

Keterangan:

Kelompok 1: Cawthorne Cooksey Exercise (CCE)

Kelompok 2: Balance Exercise (BE)

Berdasarkan Hasil Independent Sample T-test diperoleh selisih pre-post test untuk pengukuran Timed up and go test (TUGT) pada kelompok Cawthorne Cooksey Exercise (mean=1.4011), kelompok Balance Exercise (1.2616), dan nilai $p=0.342$ ($p>0.05$). Sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok intervensi terhadap perubahan nilai Timed up and go test (TUGT). Dapat disimpulkan bahwa H_a ditolak dan H_o diterima, sehingga hipotesis III menyatakan tidak terdapat perbedaan pengaruh pemberian Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise dalam meningkatkan kemampuan keseimbangan pada lansia.

Tabel 20 Hasil Mann–Whitney U Test Uji Hipotesis III Pada DVA

Sampel	n	Mean	P-Value
Kelompok 1	19	0.247	
Kelompok 2	19	0.100	0.000

Keterangan:

Kelompok 1: Cawthorne Cooksey Exercise (CCE)

Kelompok 2: Balance Exercise (BE)

Berdasarkan Hasil Mann–Whitney U Test diperoleh selisih pre-post test untuk pengukuran Dynamic visual acuity (DVA) pada kelompok Cawthorne Cooksey Exercise (mean=0,247), kelompok Balance Exercise (mean=0,100), dan nilai $p=0.00$ ($p<0.05$). Sehingga ada perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok intervensi terhadap perubahan nilai Dynamic visual acuity (DVA). Dapat disimpulkan bahwa H_a diterima dan H_o ditolak, sehingga hipotesis III menyatakan adanya perbedaan pengaruh pemberian Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise dalam meningkatkan fungsi vestibular pada lansia.

E. Pembahasan

1. Karakteristik Subjek Penelitian

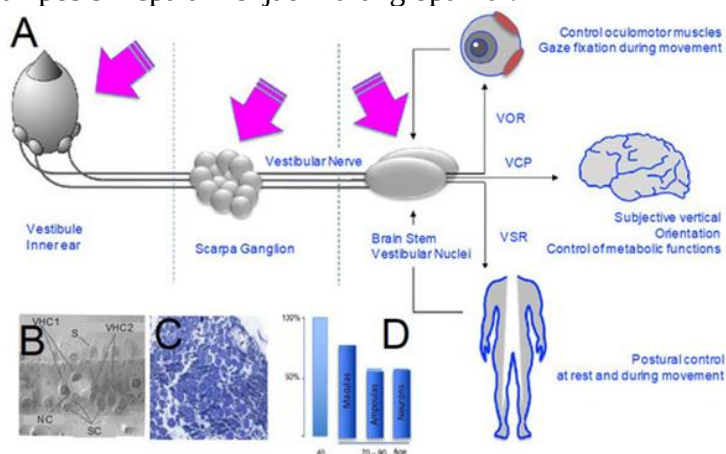
a. Usia

Pada penelitian ini jumlah responden sebanyak 38 orang, dengan usia responden berumur ≥ 60 tahun. Usia merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi penurunan fungsi vestibular pada lansia. Dalam penelitian ini, seluruh subjek termasuk dalam kelompok lansia, yaitu ≥ 60 tahun. Hal ini sesuai dengan definisi lansia menurut World Health Organization yang menyebutkan bahwa individu dikategorikan lansia ketika memasuki usia 60 tahun ke atas (Akbar et al., 2021).

Pada lansia terjadi perubahan pada sistem vestibular perifer, seperti penurunan jumlah sel rambut, degenerasi ganglion vestibular, dan menurunnya fungsi kanalis semisirkularis. Selain itu, proses penuaan juga memengaruhi pemrosesan sinyal vestibular di sistem pusat, sehingga integrasi antara input vestibular, visual, dan somatosensorik menjadi kurang optimal.

Kondisi ini menyebabkan gangguan keseimbangan, peningkatan risiko jatuh, dan penurunan fungsi vestibular pada lansia (Arshad & Seemungal, 2016).

Hal ini didukung oleh Tighilet & Chabbert. (2023), yang menyatakan bahwa Secara fisiologis, proses penuaan memengaruhi sistem vestibular baik pada tingkat perifer maupun sentral. Pada tingkat perifer, penuaan menyebabkan penurunan jumlah sel rambut vestibular, degenerasi ganglion vestibular (Scarpa's ganglion), perubahan pada otokonkia, serta gangguan pada organ otolit dan kanalis semisirkularis. Beberapa tinjauan literatur menunjukkan bahwa penurunan sel rambut mulai terlihat signifikan pada usia sekitar 65–70 tahun, sedangkan penurunan neuron ganglion vestibular dapat terjadi sejak usia 60 tahun atau bahkan lebih awal berdasarkan temuan histopatologis. Selain itu, otokonkia juga mengalami penurunan jumlah dan perubahan morfologi, terutama pada sakulus, sehingga proses transduksi mekanik terhadap perubahan posisi kepala menjadi kurang optimal.



Gambar 1 Kehilangan sel terkait usia pada sistem vestibular

Sumber: (Tighilet & Chabbert, 2023)

Penurunan fungsi vestibular sering kali terjadi bersamaan dengan penurunan sistem sensorik lain seperti proprioseptif dan penglihatan sehingga kontrol keseimbangan menjadi semakin terbatas. Akibatnya, lansia dapat mengalami keluhan subjektif seperti pusing atau rasa tidak stabil maupun gangguan objektif berupa kesulitan mempertahankan kestabilan saat berjalan yang akan meningkatkan risiko jatuh. Oleh karena itu, karakteristik usia responden dalam penelitian ini menjadi relevan karena semakin tinggi usia seseorang, semakin berisiko terjadinya penurunan keseimbangan dan fungsi vestibular akibat proses degeneratif pada sistem vestibular tubuh.

b. Jenis Kelamin

Pada penelitian ini, mayoritas responden berjenis kelamin perempuan yaitu perempuan sebanyak 32 orang dan laki-laki sebanyak 6 orang, sehingga komposisi sampel menunjukkan mayoritas perempuan. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa gangguan vestibular dan keseimbangan dipengaruhi oleh faktor jenis kelamin, yaitu perempuan lansia umumnya sering mengalami pusing dan gangguan vestibular ketika mereka telah memasuki usia lanjut dibanding laki-laki (Schifino et al., 2025).

Perbedaan ini dapat dijelaskan melalui aspek fisiologis pada lansia. Pada perempuan pascamenopause, penurunan kadar estrogen dan perubahan hormonal diduga meningkatkan kerentanan terhadap gangguan vestibular. Penelitian yang dilakukan oleh (Castillo-Bustamante et al., 2024) menjelaskan bahwa secara fisiologis, perempuan cenderung lebih banyak mengalami gangguan vestibular dibandingkan laki-laki, karena beberapa faktor yaitu hormonal, struktur anatomi, serta proses degeneratif. Salah satu faktor utama adalah pengaruh hormon, khususnya hormon estrogen dan progesteron. Estrogen memiliki peran dalam menjaga fungsi sistem saraf, termasuk sistem vestibular di telinga dalam. Pada perempuan,

terutama yang sudah memasuki usia lansia, terjadi penurunan kadar estrogen secara signifikan akibat menopause. Penurunan hormon ini dapat memengaruhi aliran darah ke telinga dalam dan mengganggu fungsi sel rambut vestibular, sehingga meningkatkan risiko terjadinya gangguan keseimbangan, seperti vertigo atau dizziness.

c. Kelompok Intervensi

Kelompok 1 dengan perlakuan Cawthorne Cooksey Exercise mengalami perubahan nilai pada TUGT dan DVA pre-post perlakuan. Dimana nilai TUGT sebelum diberi perlakuan adalah 12.10 dan setelah diberi perlakuan menjadi 10.69. Sedangkan nilai DVA sebelum diberi perlakuan adalah 0.37 dan setelah diberi perlakuan menjadi 0.12.

Kelompok 2 dengan perlakuan Balance Exercise mengalami perubahan nilai pada TUGT dan DVA pre-post perlakuan. Dimana nilai TUGT sebelum diberi perlakuan adalah 12.21 dan setelah diberi perlakuan menjadi 10.94. Sedangkan nilai DVA sebelum diberi perlakuan adalah 0.35 dan setelah diberi perlakuan menjadi 0.25.

2. Uji Analisa

a. Uji Hipotesis I

Pemberian perlakuan pada kelompok 1 menggunakan Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) dengan dosis 45 menit dilakukan 3 kali seminggu selama 4 minggu. Hasil pengolahan data Timed up and go test (TUGT), sebelum dan sesudah diberi perlakuan pada kelompok 1 menggunakan Paired Sampel T-test diperoleh nilai $p=0.000$ ($p<0.05$). Sedangkan hasil pengolahan data Dynamic visual acuity (DVA), sebelum dan sesudah diberi perlakuan pada kelompok 1 menggunakan Wilcoxon signed-rank test diperoleh nilai $p=0.000$ ($p<0.05$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemberian Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) berpengaruh dalam meningkatkan fungsi vestibular lansia yang ditunjukkan oleh penurunan nilai TUGT dan DVA setelah intervensi.

Secara teori, Cawthorne Cooksey Exercise merupakan bagian dari vestibular rehabilitation yang melibatkan gerakan mata, kepala, dan tubuh secara terkontrol untuk menstimulasi sistem vestibular. Latihan ini bekerja melalui mekanisme adaptasi, habituasi, dan neuroplastisitas, sehingga otak belajar menyesuaikan diri terhadap input vestibular yang terganggu, memanfaatkan substitusi sensorik visual serta proprioseptif untuk mempertahankan keseimbangan (Hall et al., 2022). Hasil ini sejalan dengan penelitian Keerthana et al. (2024) yang juga melaporkan adanya penurunan nilai TUGT setelah pemberian cawthorne cooksey exercise, sehingga latihan ini dinilai mampu membantu kontrol postural saat melakukan aktivitas seperti berdiri, berjalan, berputar, dan duduk kembali. Secara mekanisme, Cawthorne Cooksey Exercise memberikan rangsangan berulang pada gerakan mata, kepala, dan tubuh sehingga sistem vestibular beradaptasi dan kompensasi sensorik menjadi lebih efektif.

Penelitian yang dilakukan oleh Chen et al. (2022) menyatakan bahwa DVA merupakan alat ukur fungsional untuk menilai kemampuan kompensasi vestibular, khususnya dalam menjaga gaze stability selama pergerakan kepala. Pada kondisi lansia dengan penurunan fungsi vestibular, kemampuan ini biasanya terganggu sehingga nilai DVA menjadi buruk. Latihan Cawthorne Cooksey Exercise menstimulasi sistem saraf pusat untuk beradaptasi terhadap retinal slip melalui mekanisme adaptasi vestibuloocular reflek (VOR), sehingga terjadi peningkatan gain vestibuloocular reflek (VOR) dan stabilisasi pandangan menjadi lebih baik. Hal ini sejalan dengan pedoman Hall et al. (2022) yang menyatakan bahwa latihan vestibular dapat meningkatkan gaze stability melalui perbaikan fungsi vestibuloocular reflek (VOR).

b. Uji Hipotesis II

Pemberian perlakuan pada kelompok 2 menggunakan Balance Exercise (BE) dengan dosis 45 menit dilakukan 3 kali seminggu selama 4 minggu. Hasil pengolahan data Timed up

and go test (TUGT), sebelum dan sesudah diberi perlakuan pada kelompok 2 menggunakan Paired Sampel T-test diperoleh nilai $p=0.000$ ($p<0.05$). Sedangkan hasil pengolahan data Dynamic visual acuity (DVA), sebelum dan sesudah diberi perlakuan pada kelompok 2 menggunakan Wilcoxon signed-rank test diperoleh nilai $p=0.000$ ($p<0.05$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemberian Balance Exercise (BE) berpengaruh dalam meningkatkan fungsi vestibular lansia yang ditunjukkan oleh penurunan nilai TUGT dan DVA setelah intervensi.

Balanace Exercise (BE) dapat meningkatkan fungsi vestibular dan menurunkan nilai TUGT pada lansia karena latihan ini menuntut langkah multidireksional, perpindahan berat badan, dan respons proaktif–reaktif untuk mempertahankan stabilitas tubuh. Pada four square steps exercise (FSSE) peserta melakukan pola langkah di atas 4 kotak, sehingga latihan ini tidak hanya melatih fungsi motorik tungkai, tetapi juga kemampuan tubuh untuk melakukan koreksi keseimbangan saat terjadi gangguan postural. Penelitian terbaru yang dilakukan oleh Iskandar et al. (2026) melaporkan bahwa FSSE merupakan latihan keseimbangan yang menstimulasi fungsi vestibular, koordinasi, dan aktivasi otot postural, serta dapat memperbaiki skor timed up and go test dan menurunkan risiko jatuh pada lansia.

Mekanisme ini berkaitan dengan sensory reweighting, yaitu proses penyesuaian kembali input sensorik agar tubuh dapat menggunakan informasi yang optimal untuk menjaga postural control. Pada lansia, informasi vestibular cenderung menurun dan kontribusi visual menjadi lebih dominan, sehingga Balance Exercise membantu tubuh beradaptasi dalam menggunakan input sensorik secara efektif (Behtani et al., 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Fisseha et al. (2017) menyatakan bahwa square stepping exercise dilaporkan efektif meningkatkan keseimbangan dinamis serta menurunkan risiko jatuh pada lansia, sehingga latihan ini dapat dipahami sebagai intervensi yang membantu meningkatkan kontrol postural dan fungsi vestibular.

c. Uji Hipotesis III

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan antara Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise terhadap nilai TUGT berdasarkan uji independent sample t-test diperoleh nilai $p=0.342$ ($p > 0,05$). Namun, pada pengukuran DVA ditemukan adanya perbedaan pengaruh yang signifikan antara kedua intervensi berdasarkan uji Mann–Whitney U test diperoleh nilai $p=0.000$ ($p < 0,05$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise sama-sama dapat meningkatkan fungsi vestibular pada lansia, tetapi melalui mekanisme yang berbeda. Pada penelitian ini tidak adanya perbedaan yang signifikan pada nilai TUGT karena TUGT menilai mobilitas fungsional dan keseimbangan dinamis secara umum. Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) merupakan bentuk latihan vestibular yang memberikan stimulasi langsung terhadap sistem vestibular melalui gerakan kepala, mata, dan perubahan posisi tubuh secara berulang, sehingga dapat memicu proses habituasi dan adaptasi sentral. Rangsangan ini membantu otak untuk menyesuaikan respons terhadap perubahan posisi dan gerakan kepala sehingga gejala ketidakseimbangan dapat berkurang dan stabilitas tubuh meningkat. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kim et al. (2024) yang menjelaskan bahwa latihan vestibular berbasis gerakan kepala dan mata dapat meningkatkan kompensasi vestibular serta mengurangi gejala dizziness dan gangguan keseimbangan.

Balance Exercise meningkatkan fungsi keseimbangan melalui mekanisme kontrol postural dan sensory reweighting, yaitu kemampuan sistem saraf pusat dalam mengatur ulang kontribusi input sensorik dari sistem vestibular, visual, dan proprioseptif untuk mempertahankan stabilitas tubuh. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wiesmeier et al. (2017) yang menjelaskan bahwa balance training meningkatkan integrasi

multisensorik dan kemampuan sensory reweighting pada lansia.

Pada pengukuran DVA ditemukan adanya perbedaan pengaruh yang signifikan antara kedua intervensi, yang menunjukkan bahwa salah satu intervensi memberikan efek yang lebih spesifik terhadap fungsi vestibular. Hal ini dapat dijelaskan karena DVA berkaitan langsung dengan kemampuan stabilisasi pandangan saat kepala bergerak yang bergantung pada fungsi vestibulo-ocular reflex (VOR). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Chen et al. (2022) yang menyatakan bahwa DVA merupakan indikator fungsional dari kinerja VOR dan sensitif terhadap perubahan fungsi vestibular

Cawthorne Cooksey Exercise lebih efektif dalam meningkatkan fungsi vestibular karena memiliki latihan gerakan kepala dan mata secara berulang, sehingga rangsangan yang diberikan lebih spesifik pada sistem vestibular dan vestibulo-ocular reflex (VOR). Latihan ini juga berperan dalam menghasilkan sensory substitution dan physiologic habituation untuk mendukung mekanisme adaptasi pada gangguan vestibular. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yan et al. (2024) yang menjelaskan bahwa Cawthorne Cooksey Exercise meningkatkan fungsi vestibular melalui mekanisme adaptasi, habituasi, dan substitusi berbasis neuroplastisitas, serta membantu memperbaiki vestibulo-ocular reflex (VOR) dan mengurangi gejala seperti pusing dan gangguan keseimbangan.

Sedangkan Balance Exercise dapat meningkatkan kontrol postural dan integrasi sensorik melalui mekanisme proprioseptif, visual, dan vestibular, sehingga efeknya lebih terlihat pada keseimbangan secara umum dibandingkan fungsi vestibular yang spesifik. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wiesmeier et al. (2017) yang menyatakan bahwa balance training meningkatkan kemampuan sensory reweighting dan integrasi multisensorik pada lansia.

Dengan demikian, adanya perbedaan signifikan pada DVA menunjukkan bahwa Cawthorne Cooksey Exercise memberikan pengaruh yang lebih spesifik terhadap peningkatan fungsi vestibular, khususnya dalam meningkatkan vestibulo-ocular reflex (VOR) dan stabilitas penglihatan saat kepala bergerak dibandingkan dengan balance exercise.

F. Keterbatasan Penelitian

1. Jumlah sampel yang digunakan relatif kecil hanya melibatkan 38 responden (19 per kelompok) sehingga hasil penelitian mungkin belum bisa digeneralisasi ke semua lansia dengan kondisi yang berbeda.
2. penelitian ini hanya menggunakan dua instrumen pengukuran yaitu Timed up and go test (TUGT) dan Dynamic visual acuity (DVA), sehingga belum dapat menggambarkan fungsi vestibular secara menyeluruh, terutama pada aspek lain seperti keseimbangan statis, postural control, dan integrasi sensorik.
3. Tidak ada follow up setelah intervensi karena penelitian hanya menilai hasil sebelum dan sesudah latihan tanpa evaluasi lanjutan beberapa minggu atau bulan setelahnya, sehingga belum diketahui apakah efek latihan tetap bertahan atau menurun.
4. Penelitian ini tidak mengontrol proporsi jenis kelamin responden sehingga jumlah responden perempuan lebih banyak dibandingkan laki-laki (32 perempuan dan 6 laki-laki).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai perbedaan pengaruh Cawthorne Cooksey Exercise (CCE) dan Balance Exercise (BE) terhadap peningkatan fungsi vestibular pada lansia dengan menggunakan Time Up and Go Test (TUGT) dan Dynamic visual acuity (DVA), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Latihan Cawthorne-Cooksey Exercise terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan fungsi vestibular pada lansia. Hal ini terlihat dari adanya perbaikan

kemampuan responden dalam menjaga stabilisasi pandangan dan keseimbangan setelah menjalani program latihan tersebut.

2. Latihan Balance Exercise juga menunjukkan hasil yang baik dalam meningkatkan fungsi vestibular pada lansia. Setelah diberikan intervensi, responden mampu meningkatkan kemampuan keseimbangan dan mobilitas fungsional dibandingkan sebelum latihan.
3. Tidak terdapat perbedaan pengaruh antara latihan Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise terhadap peningkatan fungsi vestibular berdasarkan pengukuran Timed up and go test (TUGT). Namun, terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan berdasarkan pengukuran Dynamic visual acuity (DVA), di mana Cawthorne Cooksey Exercise memberikan peningkatan yang lebih besar dibandingkan Balance exercise.

Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa kedua intervensi sama-sama efektif dalam meningkatkan keseimbangan dan mobilitas fungsional lansia, namun Cawthorne Cooksey Exercise lebih unggul dalam meningkatkan fungsi vestibular spesifik, khususnya pada vestibulookular reflek. Oleh karena itu, hipotesis dalam penelitian ini dapat dinyatakan diterima sebagian sesuai dengan hasil yang diperoleh.

Saran

Berdasarkan simpulan penelitian, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti selanjutnya

Disarankan untuk melakukan penelitian dengan jumlah responden lebih banyak, mengontrol distribusi jenis kelamin, waktu intervensi yang lebih panjang, menambahkan faktor dan alat ukur yang lebih banyak agar hasil penelitian dapat memberikan gambaran yang lebih luas.

2. Bagi Fisioterapis

Cawthorne Cooksey Exercise dapat dipertimbangkan sebagai salah satu bentuk Latihan yang efektif untuk meningkatkan fungsi vestibular pada lansia.

3. Bagi Lansia

Latihan keseimbangan seperti Cawthorne Cooksey Exercise dan Balance Exercise dapat dilakukan secara rutin untuk menjaga fungsi vestibular dan meningkatkan keseimbangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abarghuei, A. F., Fadavi-Ghaffari, M., Tousi, S., Amini, M., & Salehi, A. R. (2018). Effect of cawthorne and cooksey exercises on balance and quality of life of 60 to 80 year- old individuals in Shiraz: A randomized clinical trial. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 32(1). <https://doi.org/10.14196/mjiri.32.74>
- Aedo-Sanchez, C., Riquelme-Contreras, P., Henríquez, F., & Aguilar-Vidal, E. (2024). Vestibular dysfunction and its association with cognitive impairment and dementia. In *Frontiers in Neuroscience* (Vol. 18). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fnins.2024.1304810>
- Agrawal, Y., Pineault, K. G., & Semenov, Y. R. (2018). Health-related quality of life and economic burden of vestibular loss in older adults. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, 3(1), 8–15. <https://doi.org/10.1002/liv.129>
- Agrawal, Y., Smith, P. F., & Rosenberg, P. B. (2020). Vestibular impairment, cognitive decline and Alzheimer's disease: balancing the evidence. In *Aging and Mental Health* (Vol. 24, Number 5, pp. 705–708). Routledge. <https://doi.org/10.1080/13607863.2019.1566813>
- Ahearn, D. J., & Umapathy, D. (2015). Vestibular impairment in older people frequently contributes to dizziness as part of a geriatric syndrome. In *Clinical Medicine* (Vol. 15, Number 1).
- Akbar, F., Darmiati, Arfan, F., & Putri, A. A. Z. (2021). Pelatihan dan Pendampingan Kader Posyandu Lansia di Kecamatan Wonomulyo. *Jurnal Abdidias*, 2(5), 1092–1098. <https://doi.org/10.31004/abdidias.v2i2.282>

- Aldawsary, N., & Almarwani, M. (2023). The combined effect of gaze stability and balance exercises using telerehabilitation in individuals with vestibular disorders during the COVID-19 pandemic: A pilot study. *PLoS ONE*, 18(5 MAY), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282189>
- Alita, E. S., Munawwarah, M., Yolanda Anggita, M., & Maratis, J. (2021). Four square step exercise Sama Baiknya Dengan Tandem Walking Exercise Terhadap Keseimbangan Dinamis Pada Lansia. *Indonesian Journal of Physiotherapy Research and Education IJOPRE*, 2(2), 71–76.
- Amin, N. F., Garancang, S., & Abunawas, K. (2023). KONSEP UMUM POPULASI DAN SAMPEL DALAM PENELITIAN. *JURNAL PILAR: Jurnal Kajian Islam Kontemporer*, 14(1). <https://doi.org/10.21070/2017/978-979-3401-73-7>
- Andrade, C. (2021). A Student's Guide to the Classification and Operationalization of Variables in the Conceptualization and Design of a Clinical Study: Part 1. *Indian Journal of Psychological Medicine*, 43(2), 177–179. <https://doi.org/10.1177/0253717621994334>
- Angelina, V., Prabandari, F. I., & Astriyana, S. (2025). SYSTEMATIC REVIEW: PENGARUH PEMBERIAN CAWTHORNE COOKSEY EXERCISE DALAM MENINGKATKAN KESEIMBANGAN DAN MENGURANGI DIZZINESS PADA KASUS VESTIBULAR DISORDER. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 7. <https://doi.org/https://doi.org/10.37287/jppp.v7i3.6681>
- Aniek, P., & Nurhidayah, N. (2025). Pengaruh Terapi Kelompok Stimulasi Sensori terhadap The Effect of Sensory Stimulation Group Therapy on Geriatric Depression Scale Scores in Elderly in the. 11(1), 141–148.
- Appiah-Kubi, K. O., Galgon, A., Tierney, R., Lauer, R., & Wright, W. G. (2024). Concurrent vestibular activation and postural training recalibrate somatosensory, vestibular and gaze stabilization processes. *PLoS ONE*, 19(7 July), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292200>
- Arshad, Q., & Seemungal, B. M. (2016). Age-related vestibular loss: Current understanding and future research directions. *Frontiers in Neurology*, 7(DEC), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fneur.2016.00231>
- Badan Pusat Statistik. (2025). KABUPATEN MAGELANG DALAM ANGKA MAGELANG REGENCY in Figures 2025 (Vol. 47).
- Basrowi, R. W., Rahayu, E. M., Khoe, L. C., Wasito, E., & Sundjaya, T. (2021). The road to healthy ageing: What has indonesia achieved so far? In *Nutrients* (Vol. 13, Number 10). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu13103441>
- Behtani, L., Paromov, D., Moïn-Darbari, K., Houde, M. S., Bacon, B. A., Maheu, M., Leroux, T., & Champoux, F. (2023). Sensory Reweighting for Postural Control in Older Adults with Age-Related Hearing Loss. *Brain Sciences*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/brainsci13121623>
- Bestari, N. P., & Yuliadarwati, N. M. (2022). Literature Review: The Effect of Square Stepping Exercise on Dynamic Balance Levels in Reducing The Risk of Falling in the Elderly. *Jurnal Keperawatan Dan Fisioterapi (Jkf)*, 5(1), 179–189. <https://doi.org/10.35451/jkf.v5i1.1413>
- Borzuola, R., Giombini, A., Torre, G., Campi, S., Albo, E., Bravi, M., Borriore, P., Fossati, C., & Macaluso, A. (2020). Central and peripheral neuromuscular adaptations to ageing. *Journal of Clinical Medicine*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/jcm9030741>
- Cai, Y., Han, Z., Cheng, H., Li, H., Wang, K., Chen, J., Liu, Z. X., Xie, Y., Lin, Y., Zhou, S., Wang, S., Zhou, X., & Jin, S. (2024). The impact of ageing mechanisms on musculoskeletal system diseases in the elderly. *Frontiers in Immunology*, 15(May), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1405621>
- Capili, B., & Anastasi, J. K. (2025). An Introduction to the Quasi-Experimental Design (Nonrandomized Design). 124(11), 50–52. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0001081740.74815.20.An>
- Castillo-Bustamante, M., Çelebisoy, N., Echavarria, L. G., Franco, I., Valencia, S., Gonzalez, S., & García, A. (2024). Balance in Transition: Unraveling the Link Between Menopause and Vertigo. *Cureus*, 16(4). <https://doi.org/10.7759/cureus.59277>
- Chairina Azkya Noor, & Lie Tanu Merijanti. (2020). Hubungan antara aktivitas fisik dengan fungsi kognitif pada lansia. Vol. 3. <https://doi.org/10.18051/JBiomedKes.2020>

- Chau, A. T., Menant, J. C., Hübner, P. P., Lord, S. R., & Migliaccio, A. A. (2015a). Prevalence of vestibular disorder in older people who experience dizziness. *Frontiers in Neurology*, 6(DEC). <https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00268>
- Chau, A. T., Menant, J. C., Hübner, P. P., Lord, S. R., & Migliaccio, A. A. (2015b). Prevalence of vestibular disorder in older people who experience dizziness. *Frontiers in Neurology*, 6(DEC). <https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00268>
- Chen, G., Zhang, J., Qiao, Q., Zhou, L., Li, Y., Yang, J., Wu, J., & Huangfu, H. (2022). Advances in dynamic visual acuity test research. *Frontiers in Neurology*, 13(1). <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.1047876>
- Chen, H. L., Tan, C. T., Wu, C. C., & Liu, T. C. (2022). Effects of Diet and Lifestyle on Audio-Vestibular Dysfunction in the Elderly: A Literature Review. In *Nutrients* (Vol. 14, Number 22). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu14224720>
- Chen, X., Wei, D., Fang, F., Song, H., Yin, L., Kaijser, M., Gurholt, T. P., Andreassen, O. A., Valdimarsdóttir, U., Hu, K., & Duan, M. (2024). Peripheral vertigo and subsequent risk of depression and anxiety disorders: a prospective cohort study using the UK Biobank. *BMC Medicine*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12916-023-03179-w>
- Corazzi, V., Ciorba, A., Skarżyński, P. H., Skarżyńska, M. B., Bianchini, C., Stomeo, F., Bellini, T., Pelucchi, S., & Hatzopoulos, S. (2020). Gender differences in audio-vestibular disorders. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, 34. <https://doi.org/10.1177/2058738420929174>
- Dawson, N., Dzurino, D., Karleskint, M., & Tucker, J. (2018). Examining the reliability, correlation, and validity of commonly used assessment tools to measure balance. *Health Science Reports*, 1(12). <https://doi.org/10.1002/hsr2.98>
- Department of Economic and Social Affairs. (2020). World Population Ageing 2020 Highlights - Ten key messages. United Nations, 1(October), 1–2.
- Dieterich, M., & Brandt, T. (2024). Central vestibular networking for sensorimotor control, cognition, and emotion. *Current Opinion in Neurology*, 37(1), 74–82. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000001233>
- El Khiati, R., Tighilet, B., Besnard, S., & Chabbert, C. (2023). Vestibular Disorders and Hormonal Dysregulations: State of the Art and Clinical Perspectives. *Cells*, 12(4), 1–12. <https://doi.org/10.3390/cells12040656>
- Fancello, V., Hatzopoulos, S., Santopietro, G., Fancello, G., Palma, S., Skarżyński, P. H., Bianchini, C., & Ciorba, A. (2023). Vertigo in the Elderly: A Systematic Literature Review. In *Journal of Clinical Medicine* (Vol. 12, Number 6). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/jcm12062182>
- Fatmawati V & Indriani. (2022). The Effect of Four square step exercise and Ankle Strategy Exercise on Improving the Balance of the Elderly in Aisyiyah Branch, West Palbapang, Bantul, Yogyakarta. *Urecol Journal. Part D: Applied Sciences*, 2(2), 53–59.
- Fatmawati, V., & Indriani, I. (2022). Pengaruh Perbedaan Latihan Four square step exercise Dan Latihan Ankle Strategy Exercise Terhadap Peningkatan Keseimbangan Lansia. *Medika Respati : Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 17(3), 215. <https://doi.org/10.35842/mr.v17i3.736>
- Ferlinc, A., Fabiani, E., Velnar, T., & Gradisnik, L. (2019). The Importance and Role of Proprioception in the Elderly: a Short Review. *Materia Socio-Medica*, 31(3), 219–221. <https://doi.org/10.5455/msm.2019.31.219-221>
- Feshki, F., Banaeifar, A., & Kasbparast, M. (2020). The Effects of a 6-Week Selected Balance and Cawthorne-Cooksey Exercises on Static Balance and Mobility in Female Patients With Multiple Sclerosis. *Physical Treatments*, 10(3), 169–176. <https://doi.org/10.32598/ptj.10.3.449.1>
- Fisseha, B., Janakiraman, B., Yitayeh, A., & Ravichandran, H. (2017). Effect of square stepping exercise for older adults to prevent fall and injury related to fall: Systematic review and meta-analysis of current evidences. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(1), 23–29. <https://doi.org/10.12965/jer.1734924.462>
- Fränzel, K., Koschate, J., Freiburger, E., Shigematsu, R., Zieschang, T., & Tietgen, S. (2024). Square-stepping exercise in older inpatients in early geriatric rehabilitation. A randomized

- controlled pilot study. *BMC Geriatrics*, 24(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-04932-3>
- Gabriel, G. A., Harris, L. R., Gnanasegaram, J. J., Cushing, S. L., Gordon, K. A., Haycock, B. C., & Campos, J. L. (2022). Age-related changes to vestibular heave and pitch perception and associations with postural control. *Scientific Reports*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09807-4>
- Ganança, M. M. (2015). Vestibular disorders in the elderly. In *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* (Vol. 81, Number 1, pp. 4–5). Elsevier Editora Ltda. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.11.001>
- Gaspar, A. G. M., & Lapão, L. V. (2021). eHealth for Addressing Balance Disorders in the Elderly: Systematic Review. In *Journal of medical Internet research* (Vol. 23, Number 4, p. e22215). NLM (Medline). <https://doi.org/10.2196/22215>
- Hall, C. D., & Stressman, K. D. (2023). Validity and Test-Retest Reliability of a Digital Dynamic visual acuity Test of Vestibular Function. Undergraduate Honors Theses, Paper 813.
- Hall, C. D., Herdman, S. J., Whitney, S. L., Anson, E. R., Carender, W. J., Hoppes, C. W., Cass, S. P., Christy, J. B., Cohen, H. S., Fife, T. D., Furman, J. M., Shepard, N. T., Clendaniel, R. A., Dishman, J. D., Goebel, J. A., Meldrum, D., Ryan, C., Wallace, R. L., & Woodward, N. J. (2022). Vestibular Rehabilitation for Peripheral Vestibular Hypofunction: An Updated Clinical Practice Guideline From the Academy of Neurologic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. In *Journal of Neurologic Physical Therapy* (Vol. 46, Number 2). <https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000382>
- Hall, C. D., Herdman, S. J., Whitney, S. L., Cass, S. P., Clendaniel, R. A., Fife, T. D., Furman, J. M., Getchius, T. S. D., Goebel, J. A., Shepard, N. T., & Woodhouse, S. N. (2016). Vestibular rehabilitation for peripheral vestibular hypofunction: An evidence-based clinical practice guideline: From the American physical therapy association neurology section. In *Journal of Neurologic Physical Therapy* (Vol. 40, Number 2). <https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000120>
- Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., & Liu, Y. (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*, 5(1), 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.004>
- Handayani, R. E., & Baluqia, B. (2024). PRESBIKUSIS : Masalah Telinga pada Usia Tua. *Jurnal Anestesi*, 2(2), 122–132. <https://doi.org/10.59680/anestesi.v2i2.1059>
- Harper, B. A., & Steinbeck, L. (2024). Short-Term Benefits from Manual Therapy as an Adjunct Treatment for Persistent Postural-Perceptual Dizziness Symptoms: A Preliminary Prospective Case Series. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/jfmk9020082>
- Iskandar, Kamil, H., Mutiawati Rahayuningsih, E., Yani, M., Hasyin, E., & Armiyadi, M. (2026). PENGARUH FOUR SQUARE STEP EXERCISE TERHADAP KESEIMBANGAN DAN RISIKO JATUH PADA LANSIA DI BANDA ACEH. *MAHESA: MALAHAYATI HEALTH STUDENT JOURNAL*, 6, 461–474. <https://doi.org/https://doi.org/10.33024/mahesa.v6i2.24156>
- Ji, L., & Zhai, S. (2018). Aging and the peripheral vestibular system. *Journal of Otology*, 13(4), 138–140. <https://doi.org/10.1016/j.joto.2018.11.006>
- Kanyılmaz, T., Topuz, O., Ardic, F. N., Alkan, H., Öztekin, S. N. S., Topuz, B., & Ardic, F. (2022). Effectiveness of conventional versus virtual reality-based vestibular rehabilitation exercises in elderly patients with dizziness: a randomized controlled study with 6-month follow-up. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 88, S41–S49. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2021.08.010>
- Keerthana, R., Mariarathinam, P., Vellaisamy, J., & Gopal, S. (2024). Effect of Cawthorne and Cooksey exercise on balance control and fall risk among middle aged population: A single group pre post experimental study. 13(November), 1–6. https://doi.org/DOI:10.4103/jehp.jehp_2003_23
- Khopipah, N., Mekeama, L., Studi Ilmu Keperawatan, P., Kedokteran dan Ilmu Keperawatan, F., & Jambi, U. (n.d.). HUBUNGAN ACTIVITY OF DAILY LIVING (ADL) DENGAN

- TINGKAT DEPRESI PADA LANSIA DI PANTI TERSNA WERDHA BUDI LUHUR JAMBI. Jurnal Ners, 7, 1782–1787. Retrieved <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/ners>
- Kim, K. J., Gimmon, Y., Millar, J., Brewer, K., Serrador, J., & Schubert, M. C. (2021). The Instrumented Timed “Up & Go” Test Distinguishes Turning Characteristics in Vestibular Hypofunction. *Physical Therapy*, 101(7), 1–8. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab103>
- Kim, M. K., Yun, S. Y., Lee, S., Lee, J. O., Sung, S. Y., Lee, J. Y., Kim, H. J., Park, H. Y., Choi, J. Y., Song, J. J., Choi, B. Y., Koo, J. W., & Kim, J. S. (2024). Efficacy of vestibular rehabilitation and its facilitating and hindering factors from real-world clinical data. *Frontiers in Neurology*, 15(February), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1329418>
- Koriath, C. A. M., Rauchmann, B., Schoeberl, F., Zwergal, A., Falkai, P., & Perneckzy, R. (2025). Vestibular dysfunction: a hidden risk factor for Alzheimer’s disease. In *Journal of Neurology* (Vol. 272, Number 4). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00415-025-13045-9>
- Lee, J., & Kim, H. J. (2022). Normal Aging Induces Changes in the Brain and Neurodegeneration Progress: Review of the Structural, Biochemical, Metabolic, Cellular, and Molecular Changes. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14(June), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.931536>
- Li, Y., Smith, R. M., Whitney, S. L., Seemungal, B. M., & Ellmers, T. J. (2024). Association between dizziness and future falls and fall-related injuries in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Age and Ageing*, 53(9). <https://doi.org/10.1093/ageing/afae177>
- Liu, D. H., Kuo, C. H., Wang, C. T., Chiu, C. C., Chen, T. J., Hwang, D. K., & Kao, C. L. (2017). Age-related increases in benign paroxysmal positional vertigo are reversed in women taking estrogen replacement therapy: A population-based study in Taiwan. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9(DEC). <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00404>
- Luque-Casado, A., Novo-Ponte, S., Sánchez-Molina, J. A., Sevilla-Sánchez, M., Santos-García, D., & Fernández-Del-Olmo, M. (2021). Test-Retest Reliability of the Timed up and go test in Subjects with Parkinson’s Disease: Implications for Longitudinal Assessments. *Journal of Parkinson’s Disease*, 11(4), 2047–2055. <https://doi.org/10.3233/jpd-212687>
- Marufan, D. A., Kurniawan, R., Pratama, M. F., & Hidayat, T. (2021). Exercise Therapy Berpengaruh Terhadap Peningkatan Kualitas Hidup Lansia : Studi literature. *FISIO MU: Physiotherapy Evidences*, 2(3), 189–208. <https://doi.org/10.23917/fisiomu.v2i3.15204>
- Mujiadi, & Mawaddah, N. (2019). Prosiding seminar nasional hasil penelitian dan pengabdian masyarakat seri ke-3 tahun 2019 326. 326–334.
- Nocini, R., Monzani, D., Arietti, V., Giacomo, P., Segato, E., Cornale, N., Lovato, A., Apa, E., & Palma, S. (2024). Vestibular rehabilitation in adults: An overview. *Hearing Balance and Communication*, 22(2), 31–36. https://doi.org/10.4103/hbc.hbc_6_24
- Nurlaili Hasanatul Aprilia, Sri Sunaringsih Ika Wardoyo, & Bonita Suharto. (2024). Penatalaksanaan Fisioterapi pada Lansia dengan Kasus Gangguan Keseimbangan di Letjen Sutoyo RW 03 Lowokwaru. *Nusantara Mengabdikan Kepada Negeri*, 2(1), 01–06. <https://doi.org/10.62383/numeken.v2i1.644>
- Paplou, V., Schubert, N. M. A., & Pyott, S. J. (2021). Age-Related Changes in the Cochlea and Vestibule: Shared Patterns and Processes. In *Frontiers in Neuroscience* (Vol. 15). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.680856>
- Parmar, V., & Bhatt, K. (2020). An Experimental Study on Prevention and Reduction in Fall Frequency in Elderly Population by Cawthorne and Cooksey Exercises. *International Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 8(5), 2–5.
- Perepa, L. S. (2017). Subjective Tests for Vestibular Dysfunction. *Global Journal of Otolaryngology*, 5(3). <https://doi.org/10.19080/gjo.2017.05.555664>
- Physiotherapy. (2024). Cawthorne - Cooksey Exercises. St Halens and Knowsley Teaching Hospitals.
- Piotrkowska, R., Mędrzycka-Dąbrowska, W. A., & Tomaszek, L. (2024). Timed up and go test score and factors associated with a moderate-to-high risk of future falls in patients scheduled for vascular surgeries—a cross-sectional study. *Frontiers in Public Health*, 12(March), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1363828>

- Pradana, A. A., Chiu, H. L., Lin, C. J., & Lee, S. C. (2023). Prevalence of frailty in Indonesia: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12877-023-04468-y>
- Pratiwi, K. S., Permad, A. W., Parwata, M. Y. P., & Daryono. (2023). PENERAPAN LATIHAN SQUARE STEPPING EXERCISE TERHADAP KELINCAHAN BERJALAN PADA LANSIA. *Majalah Ilmiah Fisioterapi Indonesia*, 11, 339–343. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.24843/MIFI.2023.v11.i03.p19> ABSTRAK
- Putri, Y. A. K. D. (2024). IMPLEMENTASI TERAPI TEBAK GAMBAR DENGAN GANGGUAN SENSORI PENGLIHATAN PADA LANSIA DI UPT PELAYANAN SOSIAL TRESNA WERDHA JEMBER: STUDI KASUS. *MEDICNUTRICIA Jurnal Ilmu Kesehatan MEDICNUTRICIA*2024, 4(3), 1–6. <https://doi.org/DOI10.5455/mnj.v1i2.644xa>
- Regauer, V., Seckler, E., Müller, M., & Bauer, P. (2020). Physical therapy interventions for older people with vertigo, dizziness and balance disorders addressing mobility and participation: a systematic review. *BMC Geriatrics*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01899-9>
- Riska, K. M., & Hall, C. D. (2016). Reliability and normative data for the dynamic visual acuity test for vestibular screening. *Otology and Neurotology*, 37(5), 545–552. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000001014>
- Sahrmann, S. (2022). Doctors of the Movement System – Identity by Choice or Therapists Providing Treatment – Identity by Default. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17(1), 1–6. <https://doi.org/10.26603/001c.30175>
- Schifino, E., Joffily, L., Koohi, N., & Kaski, D. (2025). Sex differences in dizziness diagnoses across acute and chronic neurological settings. *Neurological Sciences*, 46(6), 2779–2787. <https://doi.org/10.1007/s10072-025-08085-y>
- Sedeño-Vidal, A., Hita-Contreras, F., & Montilla-Ibáñez, M. A. (2022). The Effects of Vestibular Rehabilitation and Manual Therapy on Patients with Unilateral Vestibular Dysfunction: A Randomized and Controlled Clinical Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22). <https://doi.org/10.3390/ijerph192215080>
- Segita, R., Munawarah, S., & Olyverdi, R. (2025). Dynamic balance improvement among the elderly: Evaluating the square stepping exercise intervention. *Journal of Current Health Sciences*, 5(1), 37–42. <https://doi.org/10.47679/jchs.202592>
- Siqueira, V. A. A. A., Shigematsu, R., & Sebastião, E. (2024). Stepping towards health: a scoping review of square-stepping exercise protocols and outcomes in older adults. *BMC Geriatrics*, 24(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-05187-8>
- Supendi, D. O., Haroen, H., & Sari, C. W. M. (2023). BALANCE EXERCISE SEBAGAI INTERVENSI EFEKTIF UNTUK MENURUNKAN RESIKO JATUH PADA LANSIA : A CASE REPORT. *MAHESA: MALAHAYATI HEALTH STUDENT JOURNAL*, 3.
- Swain, S. K. (2023a). Age-Related Peripheral Vestibular Dysfunction: A Review. *Matrix Science Medica*, 7(3), 57–61. https://doi.org/10.4103/mtsm.mtsm_10_22
- Swain, S. K. (2023b). Age-Related Peripheral Vestibular Dysfunction: A Review. *Matrix Science Medica*, 7(3), 57–61. https://doi.org/10.4103/mtsm.mtsm_10_22
- The, F., & Afiah, A. S. N. (2019). Profil Fungsi Kognitif Pada Lansia Wilayah Kerja Puskesmas Gambesi Tahun 2018. *Techno: Jurnal Penelitian*, 8(1), 242. <https://doi.org/10.33387/tk.v8i1.1027>
- Thiantoro, B. A. C., Turana, Y., & Handajani, Y. S. (2022). Association of Vision Impairment and Other Factors with Cognitive Function in Indonesia's Geriatric Population. *Majalah Kedokteran Neuro Sains Perhimpunan Dokter Spesialis Saraf Indonesia*, 39(September), 0–4.
- Tighilet, B., & Chabbert, C. (2023). Cellular and Molecular Mechanisms of Vestibular Ageing. *Journal of Clinical Medicine*, 1–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jcm12175519>
- Trisnowati, H., Gustina, E., Aziizah, Aabidah Ummu Naini, Rohmatus Pratamawati, D. A., & Kartika, U. (2024). Potret Penyakit Hipertensi dan Diabetes Melitus pada Usia Lanjut: Studi Potong Lintang di Kota Yogyakarta. *JURNAL GIZI DAN KESEHATAN*, 16(2), 171–180., 16(2), 171–180. <https://doi.org/https://doi.org/10.35473/jgk.v16i2.552>
- Wada, M., Takeshima, T., Nakamura, Y., Nagasaka, S., Kamesaki, T., Kajii, E., & Kotani, K. (2017). Association between smoking and the peripheral vestibular disorder: A retrospective cohort

- study. *Scientific Reports*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17294-1>
- Wang, J., & Puel, J.-L. (2020). Presbycusis: An Update on Cochlear Mechanisms and Therapies. *Journal of Clinical Medicine*, 9(1), 1–22. <https://doi.org/doi:10.3390/jcm9010218>
- Wang, J., Li, Y., Yang, G. Y., & Jin, K. (2025). Age-Related Dysfunction in Balance: A Comprehensive Review of Causes, Consequences, and Interventions. In *Aging and Disease* (Vol. 16, Number 2, pp. 714–737). *Aging and Disease*. <https://doi.org/10.14336/AD.2024.0124-1>
- Wang, J., Li, Y., Yang, G.-Y., & Jin, K. (2024). Age-Related Dysfunction in Balance: A Comprehensive Review of Causes, Consequences, and Interventions. *Aging and Disease*, 0. <https://doi.org/10.14336/ad.2024.0124-1>
- Wiesmeier, I. K., Dalin, D., Wehrle, A., Granacher, U., Muehlbauer, T., Dietterle, J., Weiller, C., Gollhofer, A., & Maurer, C. (2017). Balance training enhances vestibular function and reduces overactive proprioceptive feedback in elderly. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9(AUG). <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00273>
- Yan, S., Gao, P., & Wu, W. (2024a). Role of Comprehensive Vestibular Rehabilitation Based on Virtual Reality Technology in Residual Symptoms After Canalith Repositioning Procedure. *Journal of International Advanced Otology*, 20(3), 272–278. <https://doi.org/10.5152/iao.2024.231393>
- Yan, S., Gao, P., & Wu, W. (2024b). Role of Comprehensive Vestibular Rehabilitation Based on Virtual Reality Technology in Residual Symptoms After Canalith Repositioning Procedure. *Journal of International Advanced Otology*, 20(3), 272–278. <https://doi.org/10.5152/iao.2024.231393>
- Yuliadarwati, N. M., Agustina, M., Rahmanto, S., & Septyorini, S. (2020). Gambaran Aktivitas Fisik Berkorelasi Dengan Keseimbangan Lansia. *Jurnal Sport Science*, 10. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17977/um057v10i2p107-112>
- Yuliharni, S., Jamil, M., Permata Wenny, B., Fitriani, S., Berlian Putri, R., Keperawatan Jiwa Komunitas Keluarga Gerontik, D., Keperawatan, F., Unand Limau Manis, K., Keperawatan Komunitas Keluarga Gerontik, D., & Sriwijaya, U. (2025). Determinan Faktor Dari Gangguan Fungsi Kognitif Pada Lansia Determinant Factors of Cognitive Impairment in Older Adults. *Jurnal Kesehatan Medika Saintika*, 16(1), 158–167.
- Zalewski, C. K. (2015). Aging of the Human Vestibular System. *Seminars in Hearing*, 36(3), 175–196. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1555120>
- Zhang, X., Huang, Y., Xia, Y., Yang, X., Zhang, Y., Wei, C., Ying, H., & Liu, Y. (2022). Vestibular dysfunction is an important contributor to the aging of visuospatial ability in older adults—Data from a computerized test system. *Frontiers in Neurology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.1049806>
- Zhu, M., van Stiphout, L., Volpe, B., Janssen, M., Karabulut, M., Pérez Fornos, A., Guinand, N., Meijer, K., van de Berg, R., & McCrum, C. (2025). Dynamic visual acuity in bilateral vestibulopathy and healthy age–sex-matched participants. *Journal of Neurology*, 272(9), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s00415-025-13269-9>