



Perbedaan Pengaruh Heel Raises Exercise dan Seated Exercise terhadap Peningkatan Keseimbangan Dinamis Lansia

Alfia Syafa'atul Sholikhah¹, Lailatuz Zaidah²

¹Universitas Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia, alfiasyafaa00@gmail.com

²Universitas Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia, lailatuzzaidah@unisayogya.ac.id

Corresponding Author: alfiasyafaa00@gmail.com¹

Abstract: Life expectancy in Indonesia continues to rise in line with advancements in the health sector, positively impacting the well-being of the elderly. One key indicator of healthy aging is the ability of older adults to maintain independence. However, aging is accompanied by physical decline and reduced bodily functions. A major factor associated with independence is the ability to maintain dynamic balance, which plays a crucial role in reducing the risk of falls. Globally, the number of elderly individuals is projected to reach 1.2 billion by 2025, with approximately 142 million living in Southeast Asia. According to data from the Indonesian Central Bureau of Statistics, the elderly population in Indonesia was estimated at 33.69 million in 2021. Yogyakarta was among the provinces with the highest percentage of elderly residents, reaching 15.52%. The World Health Organization (2020) reported that globally, approximately 684,000 deaths occur annually due to falls caused by balance disorders. In Indonesia, data from the National Population and Family Planning Board (2020) and the Indonesian Family Life Survey showed that about 30% of individuals aged 65 and above experience falls, with the incidence rising to around 50% in those aged 80 and older. Good dynamic balance helps elderly individuals maintain independence in performing activities of daily living (ADLs). According to the American College of Sports Medicine, elderly balance can be improved through muscle-strengthening exercises. Given the high incidence of falls, balance training is essential to reduce the risk of fall-related injuries among older adults.

This study aims to compare the effects of Heel Raise Exercise and Seated Exercise on improving dynamic balance in elderly residents at Budhi Dharma and Wreda Hanna nursing homes. This quantitative study used quasi-experimental pre- and post-test two-group design. The exercises were conducted over two weeks, with a frequency of three sessions per week. The Timed Up and Go Test (TUGT) was used as the measurement tool. Improvements in dynamic balance were observed in the elderly following both Heel Raise Exercise and Seated Exercise, indicating that both interventions had a positive effect. However, the difference between the two groups was not statistically significant. Heel Raise Exercise and Seated Exercise were both effective in improving dynamic balance and may be included in training programs aimed at preventing balance disorders and reducing the risk of falls among older adults.

Keywords: Dynamic Balance, Heel Raise Exercise, Seated Exercise

Abstrak: Peningkatan usia harapan hidup meningkat seiring berkembangnya bidang kesehatan di Indonesia yang berpengaruh terhadap kesejahteraan lansia dimana salah satu indikasi seorang lansia sehat adalah lansia yang mampu mempertahankan kemandirian, dalam proses menua lansia akan mengalami kemunduran fisik dan penurunan fungsi tubuh, salah satu yang berhubungan erat dengan kualitas kemandirian yaitu kemampuan mempertahankan keseimbangan dinamis agar mengurangi risikon jatuh. Jumlah lansia di dunia diperkirakan mencapai 1,2 milyar pada tahun 2025, sedangkan di kawasan Asia Tenggara sebesar 142 juta jiwa. Prediksi data dari Badan Pusat Statistik menunjukkan presentase lansia di Indonesia sebesar 33,69 juta jiwa, dan termasuk Provinsi dengan presentase lebih dari 10 persen tahun 2021 berada di Yogyakarta (15,52%), Prevalensi jatuh akibat gangguan keseimbangan menurut WHO (2020) secara global diperkirakan hampir 684.000 jiwa setiap tahunnya, di Indonesia sendiri menurut Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (2020) di Indonesia berdasarkan data survei *Indonesian Family Life Survey* menunjukkan lansia berusia ≥ 65 sekitar 30% dan angka kejadian jatuh pada usia ≥ 80 tahun sekitar 50%. Keseimbangan dinamis yang baik akan membantu kemandirian lansia dalam menjalankan *Activity of Daily Living*, menurut gagasan *American College of Sport Medicine*, keseimbangan lansia dapat ditingkatkan dengan latihan kekuatan otot. Melihat data kejadian jatuh diatas menunjukkan pentingnya latihan keseimbangan lansia sebagai upaya mengurangi risiko jatuh.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh pemberian *Heel Raises Exercise* Dan *Seated Exercise* Terhadap Peningkatan Keseimbangan Dinamis Lansia di Panti Jompo Budhi Dharma dan Panti Jompo Wreda Hanna. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan *quasy experimental pre dan post test two group design*. Latihan diberikan selama 2 minggu dengan frekuensi latihan 3 kali dalam seminggu. Alat ukur yang digunakan yakni Time Up and Go Test (TUGT). Terdapat peningkatan keseimbangan dinamis lansia setelah diberikan *Heel Raises Exercise* dan *Seated Exercise* yang artinya ada pengaruh dari kedua latihan terhadap keseimbangan dinamis lansia meski tidak ada perbedaan yang signifikan. *Heel Raises Exercise* dan *Seated Exercise* efektif meningkatkan keseimbangan dinamis dan dapat menjadi program latihan untuk mencegah gangguan keseimbangan dinamis serta mengurangi risiko jatuh pada lansia.

Kata Kunci: Keseimbangan Dinamis, *Heel Raises Exercise*, *Seated Exercise*

PENDAHULUAN

Peningkatan usia harapan hidup meningkat seiring berkembangnya bidang kesehatan di Indonesia, hal ini berpengaruh terhadap kesejahteraan lansia dimana salah satu indikasi seorang lansia sehat adalah lansia yang mampu mempertahankan kemandirian aktivitas kesehariannya, dalam proses menua lansia akan mengalami kemunduran fisik dan penurunan fungsi tubuh, salah satu yang berhubungan erat dengan kualitas kemandirian yaitu kemampuan mempertahankan keseimbangan dinamis untuk mencegah risiko jatuh.

Lansia adalah seseorang baik pria maupun wanita dengan usia 60 tahun keatas. Menurut UU No. 13 Tahun 1998 tentang kesejahteraan lansia disebutkan bahwa lansia adalah seseorang yang berusia lebih dari 60 tahun (Hakim *et al.*, 2020). Lansia dikategorikan sebagai manula menurut PBB jika usianya diatas 60 tahun di negara berkembang dan diatas 65 tahun di negara maju (Mahmuda *et al.*, 2022). Lansia menurut *World Health Organization* (2013), dibagi menjadi empat kriteria yaitu: usia pertengahan (*middle age*) dengan usia 45-54 tahun, lanjut usia (*elderly*) dengan usia 55-65 tahun, lansia muda dengan usia 66-74 tahun, lansia tua (*old*)

dengan usia 75-90 tahun, sangat tua (*very old*) dengan usia diatas 90 tahun (Wulandari *et al.*, 2023).

Data dari Badan Pusat Statistik menunjukkan persentase penduduk lanjut usia di Indonesia sebesar 11,75% pada 2023. Angka tersebut naik 1,27% poin dibandingkan dengan tahun sebelumnya yang sebesar 10,48%. Jumlah ini terus meningkat tiap tahunnya dengan prediksi pada tahun 2025 menjadi 33,69 juta jiwa dari total penduduk Indonesia (Ratnawati *et al.*, 2019). Delapan provinsi dengan presentase lansia lebih dari 10 persen berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2021), berada di DI Yogyakarta (15,52%), Jawa Timur (14,53%), Jawa Tengah (14,17%), Sulawesi Utara (12,74%), Bali (12,71%), Sulawesi Selatan (11,24%), Lampung (10,22%), dan Jawa Barat (10,18%) (Sudrajat *et al.*, 2023).

Penuaan merupakan suatu proses kompleks penurunan fungsi suatu organisme yang disertai dengan berbagai penyakit *degenerative* (Zhu *et al.*, 2023), antara lain ditandai dengan pendengaran kurang jelas, penglihatan semakin memburuk, dan penurunan kekuatan otot yang akan mengakibatkan gerakan-gerakan tubuh menjadi lambat (Shalahuddin *et al.*, 2022). Studi menunjukkan bahwa bertambahnya umur dapat berpengaruh terhadap penurunan keseimbangan (Parmadi *et al.*, 2019). Gangguan keseimbangan umumnya terlihat pada lansia yang dipicu oleh berbagai faktor biologis dan sosial (Değer *et al.*, 2019). Gangguan keseimbangan merupakan penyebab utama yang mengakibatkan lansia mudah jatuh (Saputri *et al.*, 2019). Dampak penurunan tingkat kesehatan pada lansia adalah tingginya risiko jatuh pada lansia (Qonita *et al.*, 2020). Menurut Organisasi Kesehatan dan Kesejahteraan Dunia (WHO), masalah keseimbangan adalah penyebab utama terjatuh pada lansia (Kajian *et al.*, 2024).

Jatuh adalah ketidak mampuan untuk mempertahankan pusat kekuatan anti gravitasi pada dasar penyanggah tubuh karena kurangnya keseimbangan, sehingga dapat menyebabkan terganggunya aktivitas sehari-hari dan menurunkan kualitas hidup (Zahedian *et al.*, 2021), faktor penyebab secara umumnya adalah kelemahan otot (Ortega-Bastidas *et al.*, 2023) dan penurunan fungsi sistem muskuloskeletal (Eibling *et al.*, 2018). Prevalensi jatuh secara global, menurut *World Health Organization* (2020) diperkirakan hampir 684.000 jiwa setiap tahunnya (Solihin *et al.*, 2023). Kejadian jatuh 60% terjadi dibagian Pasifik Barat dan Asia Tenggara (Qonita *et al.*, 2020). Kejadian jatuh di Indonesia menurut *World Health Organization* (2023) menunjukkan sekitar 28-35% orang berusia 65 tahun ke atas pernah mengalami jatuh pada setiap tahunnya dan meningkat menjadi 32-42% bagi lansia yang berusia di atas 70 tahun (Fadilah *et al.*, 2024). Kejadian jatuh menurut Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (2020) di Indonesia berdasarkan data survei *Indonesian Family Life Survey* menunjukkan lansia berusia ≥ 65 sekitar 30% dan angka kejadian jatuh pada usia ≥ 80 tahun sekitar 50% (Novianti *et al.*, 2023).

Ketidakseimbangan merupakan salah satu dampak yang ditimbulkan oleh penurunan sistem fisiologis dan morfologis yang menyebabkan peningkatan risiko kejadian jatuh pada lansia (Rohima *et al.*, 2020). Penurunan kekuatan otot pada anggota gerak bawah berhubungan dengan kemampuan fungsional khususnya kemampuan mobilitas seperti penurunan keseimbangan (Sunantara *et al.*, 2022). Faktor yang mempengaruhi keseimbangan lansia selain itu adalah kualitas interaksi antara sistem saraf dan motorik (Yundarwati *et al.*, 2019), perubahan aspek fisiologis, psikologis, dan sosial (Naserpour *et al.*, 2024), serta (*Center of Gravity/COG*), (*Line of Gravity/LOG*), (*Base of Support/BOS*) (Rosita *et al.*, 2019).

Keseimbangan adalah kemampuan untuk mengumpulkan sinyal sensorik dan proprioseptif terkait seperti posisi untuk menghasilkan respon motorik yang sesuai dalam mengontrol gerakan tubuh (Değer *et al.*, 2019), kemampuan untuk mempertahankan posisi tubuh ketika ditempatkan di berbagai posisi (Syah *et al.*, 2017). Keseimbangan ini merupakan kualitas multifaktorial yang dapat ditingkatkan secara efektif melalui berbagai cara latihan fisik, terutama latihan kekuatan kaki dan latihan keseimbangan diidentifikasi untuk mengurangi risiko jatuh (Thomas *et al.*, 2019). Keseimbangan dinamis yang baik akan

membantu kemandirian lansia dalam menjalankan *Activity of Daily Living* (Fikriyah *et al.*, 2021). Menurut gagasan *American College of Sport Medicine*, keseimbangan lansia dapat ditingkatkan dengan latihan kekuatan otot (Putri *et al.*, 2024).

Penelitian ini menggunakan alat ukur keseimbangan berupa *Timed Up and Go Test* atau sering disebut TUGT, tes ini adalah ukuran kinerja klinis berbasis mobilitas, fungsi ekstremitas bawah, dan risiko jatuh (Costa *et al.*, 2022). Tes ini dikembangkan pada tahun 1991 oleh Podsiadlo dkk, sebagai modifikasi terjadwal dari tes "*Up and Go*". *Time Up and Go Test* dijadikan sebagai gold standard untuk mengidentifikasi risiko jatuh pada lansia yang direkomendasikan oleh *American/British Geriatrics Society Guidelines* (Annisa *et al.*, 2019).

Tes ini terdiri dari rangkaian tes di mana subjek harus bangun dari kursi, berjalan sejauh tiga meter, berbalik dan berjalan kembali ke kursi untuk duduk di atasnya lagi, keunggulan lain dari TUGT adalah kesederhanaan serta durasi penerapannya tidak memakan waktu yang lama, selain itu TUGT memerlukan peralatan minimal (Ortega *et al.*, 2023). Untuk interpretasi dari tes TUGT yaitu : jika waktu tempuh < 14 detik = Risiko jatuh rendah, sedangkan > 14 detik = Risiko tinggi untuk jatuh (Annisa *et al.*, 2019).

Lansia yang memiliki mobilitas yang buruk harus melakukan olahraga setidaknya 3 kali seminggu untuk memperkuat kelompok otot utama, menjaga atau meningkatkan keseimbangan, dan mengurangi risiko terjatuh (Di Lorito *et al.*, 2021). Penelitian ini akan menggunakan latihan untuk meningkatkan keseimbangan pada lansia berupa *Heel Raises Exercise* dan *Seated Exercise*.

Latihan mengangkat tumit umumnya diterapkan secara klinis untuk memperkuat *fleksor plantar* dalam posisi berdiri (Jung *et al.*, 2020). *Heel Raises Exercise* merupakan latihan statis untuk memperkuat otot-otot stabilisator pembentuk lengkungan kaki seperti *gastrocnemius* (Rosita *et al.*, 2019), latihan ini melibatkan kontraksi otot *plantaris* (Aktifah *et al.*, 2021), respon propioseptif saat mempertahankan posisi tubuh dapat melatih keseimbangan (Witayanti *et al.*, 2022), dan memiliki efek yang baik untuk meningkatkan keseimbangan (Sativani *et al.*, 2024).

Latihan berbasis kursi adalah program latihan yang dilakukan dengan posisi duduk, terstruktur, dan progresif, untuk memberikan kestabilan. Latihan ini dapat mengurangi risiko jatuh menurut Dean (2017) dalam penelitian (Mackie *et al.*, 2023). *Seated Exercise* merupakan latihan berbasis kursi dengan gerakan mengangkat kaki yang aman sebagai aktivitas progresif, latihan ini memiliki manfaat bagi beberapa fungsi aspek fisik pada lanjut usia, seperti fleksibilitas, keseimbangan, kekuatan genggam dan kecepatan berjalan (Nadia *et al.*, 2024). Beberapa studi menunjukkan perbaikan daya tahan dalam kekuatan dan fleksibilitas tungkai bawah (Klempel *et al.*, 2021).

Penelitian ini akan dilakukan di dua tempat, yang pertama yaitu Panti Jompo Wreda Hanna Jl. Sukorasan, Wirogunan, Kec. Mergansari, Kota Yogyakarta, DIY dan tempat kedua yaitu Unit Pelaksanaan Teknis (UPT) Rumah Pelayanan Sosial Lanjut Usia Terlantar Budhi Dharma Jl. Ponggalan Blok UH VII No.203, Giwangan, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, DIY. Pemilihan kedua lokasi penelitian didasari dengan kriteria permasalahan inti sesuai topik, dua faktor yang bisa dijadikan dasar penelitian yaitu: faktor kegunaan dan faktor unsur yang tersedia (Fauzi *et al.*, 2020). Selain itu lokasi penelitian dicirikan oleh adanya tiga unsur sosial yaitu: pelaku, tempat, dan kegiatan yang dapat diobservasi (Siagian *et al.*, 2022). Berdasarkan observasi kedua lembaga ini memiliki misi yang sama yakni berfungsi sebagai penyelenggaraan pengelolaan rumah Pelayanan Sosial. Rumah pelayanan sosial ini memberikan pelayanan, perawatan jasmani, rohani, dan sosial serta perlindungan untuk memenuhi kebutuhan hidup agar dapat menikmati hidup secara wajar. Dari kedua lembaga terkait belum ada program khusus dari ranah Fisioterapi terlebih dalam mengelola masalah penurunan keseimbangan dinamis yang dihadapi para lansia.

Melihat pentingnya latihan keseimbangan diatas sebagai upaya untuk meningkatkan keseimbangan dan mengurangi risiko jatuh pada lansia penelitian ini penting dilakukan,

sebagaimana penelitian terlebih dahulu yang pernah dilakukan oleh Faizah *et al.*, (2020) terhadap lansia menunjukkan bahwa *Heel Raise Exercise* berpengaruh terhadap keseimbangan dinamis lansia. Begitu juga dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Mackie *et al.*, (2023) mengenai peningkatan keseimbangan setelah menggunakan *Seated Exercise*, hasilnya menunjukkan bahwa latihan berpengaruh terhadap peningkatan keseimbangan dinamis lansia.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan quasy experimental dan rancangan penelitian *pre-test and post-test two group design*, yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh *Heel Raises Excercise* dan *Seated Exercise* terhadap peningkatan keseimbangan dinamis lansia di Panti Jompo Budhi Dharma dan Panti Jompo Wreda Hanna. Instrument observasi keseimbangan yang digunakan adalah *Time Up and Go Test* untuk mengukur keseimbangan dinamis pada lansia sebelum dan sesudah perakuan.

Populasi dalam penelitian ini adalah lansia yang masuk dalam kriteria inklusi maupun kriteria eksklusi dengan sampel terpilih berjumlah 40 lansia dan menyetujui *inform consent*. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *Purposive Sampling* pada lansia dengan gangguan keseimbangan. kelompok I diberi perlakuan *Heel Raises Exercise* dan kelompok II diberi perlakuan *Seated Exercise*. Besar sampel yang dibutuhkan dalam penelitian ini dihitung menggunakan OpenEpi dengan total responden per kelompok 20 lansia. Masing-masing kelompok akan mendapat dosis intervensi yang sama yakni 3 kali seminggu selama 2 minggu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Responden Berdasarkan Usia

Usia	<i>Heel Raises Excercise</i>		<i>Seated Exercise</i>	
	Frekuensi	Persentase (%)	Frekuensi	Persentase (%)
Pra-Lansia	0	0	0	0
Lansia	2	10	0	0
Lansia Muda	9	45	9	45
Lansia Tua	9	45	11	55
Sangat tua	0	0	0	0
Total	20	100	20	100

Proses *degenerative* adalah salah satu faktor yang mempengaruhi keseimbangan dinamis lansia dimana lansia akan mengalami perubahan fungsi organ tubuhnya, sehingga penurunan beberapa fungsi ini akan menyebabkan risiko jatuh yang lebih tinggi (Thomas *et al.*, 2019).

Hasil penelitian menunjukkan kategori lansia sebagai berikut, pada kelompok perlakuan *Heel Raises Exercise*, terdapat 45% lansia muda dan lansia tua, 10% lansia dan tidak ada sampel pra-lansia dan sangat tua. Pada kelompok perlakuan *Seated Exercise*, terdapat 45% lansia muda, 55% lansia tua, 10% lansia dan tidak ada sampel pra-lansia, lansia dan sangat tua.

Distribusi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Tingkat keseimbangan pada laki-laki dan perempuan berbeda, lansia perempuan lebih besar mengalami penurunan kekuatan otot, kekuatan genggaman tangan, kelemahan otot ekstremitas bawah serta berkurangnya kemampuan dalam mengembalikan stabilitas tubuh sehingga mengurangi tingkat keseimbangan (Salsabilla *et al.*, 2023). Pada posisi berdiri tegak, *Center of Gravity* yang dimiliki perempuan lebih rendah dibandingkan laki-laki sehingga tidak cukup menandingi kekuatan otot yang dimiliki oleh laki-laki (Muladi *et al.*, 2022).

Jenis Kelamin	<i>Heel Raises Exercise</i>		<i>Seated Exercise</i>	
	Frekuensi	Persentase (%)	Frekuensi	Persentase (%)
Pria	8	40	0	0
Wanita	12	60	20	20
Total	20	100	20	100

Hasil penelitian menunjukkan, pada kelompok perlakuan *Heel Raises Exercise*, mayoritas sampel adalah 60% wanita dan 40% pria. Pada kelompok perlakuan *Seated Exercise*, semua sampel adalah 100% wanita.

Distribusi Statistik Hasil Pengukuran Keseimbangan menggunakan TUGT

Skor TUGT	<i>Heel Raises Exercise</i>				<i>Seated Exercise</i>			
	Pre	%	Post	%	Pre	%	Post	%
Risiko jatuh rendah	5	25	6	30	4	20	4	20
Risiko jatuh tinggi	15	75	14	70	16	80	16	80
Total	20	100	20	100	20	100	20	100

Pada kelompok sebelum perlakuan *Heel Raises Exercise*, mayoritas sampel 75% memiliki resiko jatuh yang tinggi dan 25% sampel memiliki resiko jatuh yang rendah dan setelah perlakuan *Heel Raises Exercise*, mayoritas sampel 70% memiliki resiko jatuh yang tinggi dan 30% sampel memiliki resiko jatuh yang rendah.

Pada kelompok sebelum perlakuan *Seated Exercise*, mayoritas sampel memiliki resiko jatuh yang tinggi (80%) dan 20% sampel memiliki resiko jatuh yang rendah dan setelah perlakuan *Seated Exercise*, mayoritas sampel memiliki resiko jatuh yang tinggi (80%) dan 20% sampel memiliki resiko jatuh yang rendah.

	<i>Descriptiva Statistic</i>			
	n	min	max	Mean $\pm$ SD
Pretest Kel I	20	8,14	48,77	19,6445 $\pm$ 9,0945
Posttest Kel 1	20	7,20	47,50	18,5925 $\pm$ 9,0227
Pretest Kel II	20	9,20	55,21	24,5910 $\pm$ 12,6373
Posttest Kel 1I	20	8,19	54,11	23,3215 $\pm$ 12,6392

Berdasarkan data hasil pengukuran keseimbangan dinamis menggunakan uji *pre-post Timed Up and Go Test* pada kelompok I dengan perlakuan *Heel Raises Exercise* menunjukkan adanya pengaruh terhadap keseimbangan lansia. Latihan ini menimbulkan efek pada saraf dan skeletal karena adanya rangsangan *proprioceptive* untuk mempertahankan posisi agar tetap seimbang, penyesuaian agar *Center Of Gravity* tetap berada pada *Base Of Support* memiliki dampak positif pada kinerja otot dalam memperbaiki strategi untuk mempertahankan keseimbangan dalam tubuh (Hendrawati *et al.*, 2019).

Berdasarkan data hasil pengukuran keseimbangan dinamis menggunakan uji *pre-post Timed Up and Go Test* pada kelompok II dengan perlakuan *Seated Exercise* menunjukkan adanya pengaruh terhadap keseimbangan lansia. Latihan fisik yang dilakukan dengan menggunakan kursi sebagai alat bantu, membantu meningkatkan keseimbangan, fleksibilitas, kekuatan dan fungsi fisik pada lansia (Pokhrel *et al.*, 2024).

Uji Hipotesis I

Uji Hipotesis I adalah untuk mengetahui pengaruh *Heel Raises Exercise* terhadap peningkatan keseimbangan dinamis lansia. Pada uji normalitas didapatkan data berdistribusi normal, maka uji hipotesis I menggunakan uji *Paired Sample T- test*.

Kelompok Perlakuan	N	Mean	Sig 2-	P
<i>Heel Raises Exercise</i>	20	1,05200	<,001	0,000

Berdasarkan tabel diatas, Hasil uji hipotesis I didapatkan data nilai probabilitas (p). apabila nilai probabilitas kurang dari 0,05 ($p < 0,05$) maka H_a diterima dan H_0 ditolak. Pada tabel diatas didapatkan data p-value 0,000. Nilai p-value 0,000 lebih kecil dari 0,05, maka tolak H_0 . Diperoleh kesimpulan bahwa ada pengaruh yang signifikan latihan *Heel Raises Exercise* terhadap hasil TUGT atau ada pengaruh pemberian *Heel Raises Exercise* terhadap peningkatan keseimbangan dinamis lansia di Panti Jompo Budhi Dharma.

Pola gerakan dari *Heel Raises Exercise* berfokus pada kombinasi gerakan yang menekankan kekuatan plantar dan koordinasi gerakan yang membutuhkan konsentrasi atas intruksi yang diberikan. Penelitian oleh Jung *et al.*, 2020 menyebutkan bahwa latihan mengangkat tumit dalam posisi berdiri dapat memperkuat fleksor plantar, peningkatan ketebalan otot betis dan penurunan goyangan postural, saat plantar flexor berkontraksi terjadi pertahanan pada kontrol postur (Putri *et al.*, 2019).

Latihan *Heel Raises* yang diawali impuls berupa perintah mengangkat badan melalui neuron motorik akan memicu depolarisasi membran otot untuk menjalankan aksi menumpu badan menggunakan jari-jari kaki (Madri *et al.*, 2019), kontraksi otot yang berulang ini meningkatkan sintesis protein kontraktile khususnya filamen aktin dan myosin di dalam myofibril otot sehingga mempercepat pembentukan massa dan kekuatan otot (Ismail *et al.*, 2019).

Prosedur latihan menurut Putri *et al.*, (2021) dan penelitian serupa oleh Faizah *et al.*, (2020) bahwa : *Heel Raises Exercise* dilakukan dalam posisi berdiri, tangan berpegang pada kursi didepannya, lalu mengangkat tubuh dengan tumpuan di jari kaki atau jinjit ditahan selama 10 detik kemudian turun perlahan, dilakukan 10 kali repetisi, 3 kali seminggu, selama 2 minggu.

Uji Hipotesis II

Uji Hipotesis II adalah untuk mengetahui pengaruh *Seated Exercise* terhadap peningkatan keseimbangan dinamis lansia. Pada uji normalitas didapatkan data berdistribusi normal, maka uji hipotesis I menggunakan uji *Paired Sample T- test*.

Kelompok Perlakuan	N	Mean	Sig 2-	P
<i>Seated Exercise</i>	20	1,26950	<,001	0,000

Berdasarkan tabel diatas, Hasil uji hipotesis II didapatkan data nilai probabilitas (p). apabila nilai probabilitas kurang dari 0,05 ($p < 0,05$) maka H_a diterima dan H_0 ditolak. Pada tabel diatas didapatkan data p-value 0,000. Nilai p-value 0,000 lebih kecil dari 0,05, maka tolak H_0 . Diperoleh kesimpulan bahwa ada pengaruh yang signifikan latihan *Seated Exercise* terhadap hasil TUGT atau ada pengaruh pemberian *Seated Exercise* terhadap peningkatan keseimbangan dinamis lansia di Panti Jompo Wreda Hanna.

Pola gerakan dari *Seated Exercise* berfokus pada kombinasi gerakan yang menekankan kekuatan otot area paha dan koordinasi gerakan yang membutuhkan konsentrasi atas intruksi yang diberikan. Penelitian oleh Beno *et al.*, 2022 menyebutkan bahwa latihan berbasis kursi

selain meningkatkan keseimbangan juga dapat meningkatkan kekuatan otot, kecepatan berjalan, menurunkan tekanan darah, kelenturan otot dan rileksasi pada otot.

Latihan fisik seperti *Seated* (latihan duduk/berbasis kursi) dengan mengangkat kaki secara bergantian memicu kontraksi otot berulang yang menstimulasi aktivasi ion kalsium di dalam sel otot, dampak gerakan ini meningkatkan interaksi antara protein aktin dan myosin, yang merupakan dasar dari kontraksi otot dan sintesis protein otot baru sehingga terjadi peningkatan kekuatan otot (Kadar *et al.*, 2020).

Prosedur latihan menurut Del *et al.*, (2019) dan penelitian serupa oleh Klempel *et al.*, (2021) bahwa : *Seated Exercise* dilakukan dalam posisi duduk, kemudian mengangkat kaki 90 derajat secara bergantian sisi kanan maupun kiri, ditahan selama 5 detik lalu diturunkan perlahan, lakukan 5 kali repetisi pada setiap kaki, 3 kali seminggu, selama 2 minggu.

Uji Hipotesis III

Berdasarkan hasil uji normalitas yang dilakukan didapatkan data pengukuran untuk kelompok I *Heel Raises Exercise* dan kelompok II *Seated Exercise* berdistribusi normal. Maka uji hipotesis III, pada kelompok I dan kelompok II menggunakan *Independent Sample T test* yang disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Kelompok Perlakuan	N	Mean	P
<i>Heel Raises Exercise</i>	20	0,21750	0,061
<i>Seated Exercise</i>	20	0,21750	0,061

Berdasarkan output di atas, diperoleh nilai t hitung adalah 1,933 dengan p-value 0,061. Nilai p-value 0,061 lebih besar dari 0,05, maka terima H_0 . Diperoleh kesimpulan bahwa tidak ada perbedaan pengaruh yang signifikan antara latihan *Heel Raises Exercise* dan *Seated Exercise*. Artinya, latihan *Heel Raises Exercise* dan *Seated Exercise* sama-sama berpengaruh terhadap hasil TUGT atau keseimbangan dinamis lansia, kedua latihan memiliki pengaruh yang tidak jauh berbeda.

Perbedaan mekanisme perlakuan dapat dilihat dari gerakannya, pada kelompok I diberikan perlakuan *Heel Raises Exercise* sedangkan pada kelompok II diberikan perlakuan *Seated Exercise*. Gerakan *Heel Raises Exercise* terdiri dari kombinasi gerakan mengangkat tumit atau jinjit lalu ditahan, sedangkan gerakan *Seated Exercise* berupa kombinasi gerakan mengangkat kaki 90 derajat dalam posisi duduk lalu ditahan.

Mekanisme *Heel Raises Exercise* dan *Seated Exercise* terhadap peningkatan keseimbangan dinamis lansia sebagai berikut : Sistem tubuh yang terlibat dalam fisiologi keseimbangan ada tiga, sistem sensorik mengolah orientasi tubuh dengan lokasi sekitar, sistem saraf pusat untuk mengolah input sensorik, dan sistem neuromuskuloskeletal berperan mengkontraksikan otot untuk mengatur posisi tubuh (Putri *et al.*, 2024).

Heel Raises Exercise melibatkan gerakan plantarfleksi (mengangkat tumit) yang merangsang reseptor proprioseptif di otot, tendon, dan sendi kaki sehingga reseptor ini mengirim sinyal ke sistem saraf pusat untuk mempertahankan posisi tubuh dan mengoreksi ketidakseimbangan (Meisatama *et al.*, 2022).

Seated Exercise melibatkan penguatan otot-otot ekstremitas bawah, terutama otot quadriceps, hamstring, dan gastrocnemius, saat mengangkat kaki secara bergantian reseptor proprioseptif akan memberikan informasi kepada sistem saraf pusat tentang posisi tubuh dan gerakan / kontraksi otot yang sedang dilakukan untuk merespons perubahan posisi tubuh secara efektif (Ramdhetya *et al.*, 2023).

Tidak adanya pengaruh signifikan antara kedua latihan ini dapat ditinjau dari model pemfokusan latihan yang polanya hampir sama, dalam posisi duduk maupun berdiri akan memicu kontraksi otot berulang yang mengaktifkan unit motorik dan sistem sensorimotor

secara efektif, keduanya meningkatkan kekuatan otot ekstremitas bawah khususnya area kaki yang berfungsi menumpu tubuh. Hal ini menyebabkan adaptasi neuromuskular yang serupa, seperti peningkatan jumlah unit motorik yang berkontraksi dan peningkatan kekuatan otot, sehingga hasilnya relatif sama (Supendi *et al.*, 2023). Repetisi dan frekuensi latihan yang sama membuat respon rangsangan terhadap otot dan sistem saraf cukup untuk memicu adaptasi fisiologis yang serupa, sehingga perbedaan posisi tidak menghasilkan perbedaan signifikan dalam hasil akhir (Dunggio *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai "Perbedaan Pengaruh *Heel Raises Exercise* dan *Seated Exercise* terhadap Peningkatan Keseimbangan Dinamis Lansia" yang dilakukan sebanyak 3 kali seminggu selama 2 minggu dapat disimpulkan bahwa *Heel Raises Exercise* dan *Seated Exercise* berpengaruh terhadap keseimbangan lansia, namun tidak ada perbedaan pengaruh yang signifikan antara kedua latihan terhadap peningkatan keseimbangan dinamis lansia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai "Perbedaan Pengaruh *Heel Raises Exercise* dan *Seated Exercise* terhadap Peningkatan Keseimbangan Dinamis Lansia" yang dilakukan sebanyak 3 kali seminggu selama 2 minggu dapat disimpulkan bahwa *Heel Raises Exercise* dan *Seated Exercise* berpengaruh terhadap keseimbangan lansia, namun tidak ada perbedaan pengaruh yang signifikan antara kedua latihan terhadap peningkatan keseimbangan dinamis lansia.

REFERENSI

- Aktifah, N. (2021). The Effect of Strengthening Ball Roll Exercise and Strengthening Heel Raises Exercise On Static Balance In Children With Flat Foot In Sragi Subdistrict. *Gaster*, 19(2), 125. <https://doi.org/10.30787/gaster.v19i2.571>
- Annisa, L., Pramantara, I. D. P., Arianti, A., & Rahmawati, F. (2019). Hubungan Penggunaan Obat Psikoaktif dengan Risiko Jatuh pada Pasien Geriatri di Klinik Penyakit Dalam Rumah Sakit di Madiun. *Indonesian Journal of Clinical Pharmacy*, 8(3). <https://doi.org/10.15416/ijcp.2019.8.3.217>
- Beno, J., Silen, A. ., & Yanti, M. (2022). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. In *Braz Dent J.* (Vol. 33, Issue 1).
- Costa, J. N. A., Ribeiro, A. L. A., Ribeiro, D. B. G., Neri, S. G. R., Barbosa, D. F., Avelar, B. P., & Safons, M. P. (2022). Balance Exercise Circuit for fall prevention in older adults: a randomized controlled crossover trial. *Journal of Frailty, Sarcopenia and Falls*, 07(02), 60–71. <https://doi.org/10.22540/jfsf-07-060>
- Değer, T. B., Saraç, Z. F., Savaş, E. S., & Akçiçek, S. F. (2019). The relationship of balance disorders with falling, the effect of health problems, and social life on postural balance in the elderly living in a district in Turkey. *Geriatrics (Switzerland)*, 4(2). <https://doi.org/10.3390/geriatrics4020037>
- Di Lorito, C., Long, A., Byrne, A., Harwood, R. H., Gladman, J. R. F., Schneider, S., Logan, P., Bosco, A., & van der Wardt, V. (2021). Exercise interventions for older adults: A systematic review of meta-analyses. *Journal of Sport and Health Science*, 10(1), 29–47. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.003>
- Dunggio ASP. (2022). *Efektivitas Square Stepping Exercise Dan Balance Exercise Terhadap Peningkatan Keseimbangan Dinamis Pada Lansia Narrative Review*. 3–14.
- Eibling, D. (2018). Balance Disorders in Older Adults. *Clinics in Geriatric Medicine*, 34(2), 175–181. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2018.01.002>
- Faizah, I., & Sari, R. Y. (2020). Ergo care heel raise exercise berpengaruh terhadap keseimbangan lansia. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 10(3), 407–

416.

- Fauzi, A. (2014). *Upaya Sekolah dalam Membangun Suasana Religius : Studi Deskriptif di SMA Pasundan 2 Bandung*.
- Fikriyah, I. N., Naufal, A. F., & Wijianto, W. (2021). Hubungan Keseimbangan Dinamis dengan Activity of Daily Living pada Lansia Muda. *FISIO MU: Physiotherapy Evidences*, 2(2), 59–64. <https://doi.org/10.23917/fisiomu.v2i2.10060>
- Hakim, L. N. (2020). Batasan Usia Dan Kesejahteraan Lansia. *Info Singkat Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI*, XII, 19. <https://covid19.go.id/peta-sebaran>
- Hendrawati. (2017). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Jurnal Akuntansi*, 11.
- Ismail, N. A. I. P. (2016). Pengaruh Pemberian Latihan Kontraksi Isometrik Volunter Dengan Atau Tanpa Electrical Muscle Stimulation Pada Kekuatan Kontraksi Otot Lengan Bawah. *Diponegoro Medical Journal (Jurnal Kedokteran Diponegoro)*, 9–34.
- Jung, K. S., Jung, J. H., In, T. S., & Cho, H. Y. (2020). Effectiveness of heel-raise-lower exercise after transcutaneous electrical nerve stimulation in patients with stroke: A randomized controlled study. *Journal of Clinical Medicine*, 9(11), 1–8. <https://doi.org/10.3390/jcm9113532>
- Kadar, H., Serum, K., Fisioterapi, K., Pasien, P., Iskemic, S., Of, R., Calcium, S., With, L., Success, P., Ischemic, I. N., Patients, S., Magister, P., Biomedik, I., Pascasarjana, S., & Hasanuddin, U. (2020). *Yulianti ely p062181028*.
- Kajian, J., & Multidisipliner, I. (2024). *PREVALENSI RESIKO DAN KEJADIAN JATUH PADA PASIEN LANSIA DI PELAYANAN KESEHATAN : ANALISIS BERDASARKAN USIA , PENYAKIT , JENIS KELAMIN WAKTU DAN*. 8(11), 17–27.
- Klempel, N., Blackburn, N. E., McMullan, I. L., Wilson, J. J., Smith, L., Cunningham, C., O'sullivan, R., Caserotti, P., & Tully, M. A. (2021). The effect of chair-based exercise on physical function in older adults: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041902>
- Komunitas, I., Aktivitas, M., Covid-, M. P., Putri, W. E., & Farid, R. (2019). *Machine Translated by Google Efektivitas Latihan Angkat Tumit Turun dan Latihan Berjalan Tugas Ganda terhadap Pasien Stroke Defisit Neurologis Iskemic Reversibel (RIND) untuk meningkatkan : Studi Kasus Machine Translated by Google*. 957–966.
- M, M. (2017). Kontraksi Otot Skelet. *Jurnal MensSana*, 2(2), 69. <https://doi.org/10.24036/jm.v2i2.25>
- Mackie, P., & Eng, J. J. (2023). The influence of seated exercises on balance, mobility, and cardiometabolic health outcomes in individuals living with a stroke: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 37(7), 927–941. <https://doi.org/10.1177/02692155221150002>
- Mahmuda, U., & Jalal, M. (2022). Dukungan Sosial Dalam Menumbuhkan Kebermaknaan Hidup Lansia di Panti Sosial Tresna Werdha Budi Mulia 3 – Jakarta Selatan. *Jurnal Penyuluhan Agama (JPA)*, 8(2), 103–117. <https://doi.org/10.15408/jpa.v8i2.24384>
- Meisatama, H., & I Made, A. S. (2022). Efektivitas Intervensi Heel Raises Exercise dan Towel Curl Exercise terhadap Score Stork Stand Test pada Kasus Flat Foot di PB Metla Raya. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Respati Yogyakarta*, 4(1), 166–170.
- Muladi, A. (2022). Pengaruh Balance Exercise Terhadap Tingkat Keseimbangan Postural Dalam Menurunkan Resiko Jatuh Pada Lansia. *Intan Husada : Jurnal Ilmiah Keperawatan*, 10(02), 145–154. <https://doi.org/10.52236/ih.v10i2.248>
- Nadia, H., Nadhir, S., Norlinta, O., & Fatmawati, V. (2024). *Efektivitas chair based exercise terhadap fleksibilitas trunk lansia The effectiveness of chair-based exercise on elderly ' s trunk flexibility*. 2(September), 513–517.

- Naserpour, N., Piri, H., & Sheikhhoseini, R. (2024). Comparing the Effectiveness of Aerobic and Core Stability Exercises on Balance in Older Adult Men. *Journal of Modern Rehabilitation*, 18(3), 327–337. <https://doi.org/10.18502/jmr.v18i3.16419>
- Novianti, I. G. A. S. W. N., & Naufal, J. (2023). Hubungan Usia dan Jenis Kelamin dengan Risiko Jatuh pada Lansia di Banjar Paang Tebel Peguyangan Kaja. *Indonesian Journal of Physiotherapy Research and Education*, 4(2), 41–46. <https://journal.aplifi.org/index.php/ijopre/article/view/92%0Ahttps://journal.aplifi.org/index.php/ijopre/article/download/92/61>
- Ortega-Bastidas, P., Gómez, B., Aqueveque, P., Luarte-Martínez, S., & Cano-de-la-Cuerda, R. (2023). Instrumented Timed Up and Go Test (iTUG)—More Than Assessing Time to Predict Falls: A Systematic Review. *Sensors*, 23(7), 1–31. <https://doi.org/10.3390/s23073426>
- Parmadi, D. (2019). *Perbedaan Pengaruh Pemberian Latihan Wobble Board Dan Latihan Core Stability Terhadap Peningkatan Keseimbangan Dinamis Lansia Di Mejing Wetan*. 5–7. <http://lib.unisayogya.ac.id/>
- Pokhrel, S. (2024). No TitleEΛENH. *Ayan*, 15(1), 37–48.
- Putri, E. M., & Daba, M. (2024). Pengaruh Core Exercise Terhadap Peningkatan Keseimbangan Dinamis Pada Lansia. *Medika Respati : Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 18(4), 243. <https://doi.org/10.35842/mr.v18i4.963>
- Putri, W. E., & Farid, R. (2021). Effectiveness Heel-Raise-Lower Exercise and Dual Task Gait Training against a patientReversible Ischemic Neurologic Deficit Stroke (RIND) to improve: A Case Study. *Academic Physiotherapy Conference Proceeding*, 957–966. <https://proceedings.ums.ac.id/index.php/apc/article/view/260>
- Qonita, D. (2020). *Perbandingan Risiko Jatuh antara Lansia yang Tinggal di Rumah dan Lansia yang Tinggal di Panti Werdha di Kota Makassar*. 2–3.
- Ramdhetya, J. N. (2023). Efektivitas Step Marching Exercise Dalam Mengurangi Resiko Jatuh Pada Lansia. *Jurnal Fisioterapi Terapan Indonesia*, 2(2). <https://doi.org/10.7454/jfti.v2i2.1090>
- Ratnawati, D., Wahyudi, C. T., & Zetira, G. (2019). Dukungan Keluarga Berpengaruh Kualitas Hidup Pada Lansia dengan Diagnosa Diabetes Melitus. *Jurnal Ilmiah Ilmu Keperawatan Indonesia*, 9(02), 585–593. <https://doi.org/10.33221/jiiki.v9i02.229>
- Rohima, V., Rusdi, I., & Karota, E. (2020). Faktor Resiko Jatuh pada Lansia di Unit Pelayanan Primer Puskesmas Medan Johor. *Jurnal Persatuan Perawat Nasional Indonesia (JPPNI)*, 4(2), 108. <https://doi.org/10.32419/jppni.v4i2.184>
- Rosita, T., Hernawan, H., & Fachrezzy, F. (2019). Pengaruh Keseimbangan, Kekuatan Otot Tungkai, dan Koordinasi terhadap Ketepatan Shooting Futsal. *Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan*, 4(2), 117–126. <https://doi.org/10.17509/jtikor.v4i2.18991>
- Salsabilla, D., Yuliadarwati, N., & Lubis, Z. (2023). Hubungan antara Aktivitas Fisik dengan Keseimbangan pada Lansia di Komunitas Malang. *NURSING UPDATE : Jurnal Ilmiah Ilmu Keperawatan P-ISSN: 2085-5931 e-ISSN: 2623-2871*, 14, 273–282. <https://doi.org/10.36089/nu.v14i1.1086>
- Saputri, windi asmi. (2019). Penerapan Balance Exercise Pada Lansia Dengan Gangguan Keseimbangan Tubuh Di Bpstw Abiyoso. *Penerapan Balance Exercise Pada Lansia Dengan Gangguan Keseimbangan Tubuh Di Bpstw Abiyoso*, 53(9), 1689–1699.
- Sativani, Z., Ali, M., & Yanznur, S. W. (2024). Efektifitas Heel Raise Exercise Terhadap Keseimbangan Anak Usia 7-10 Tahun Dengan Flexible Flat Foot Akibat Kegemukan. *PhysioHS*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/>
- Shalahuddin, I., Maulana, I., Eriyani, T., & Nurrahmawati, D. (2022). Latihan Fisik Untuk Menurunkan Risiko Jatuh pada Lansia: Literatur Review. *Jurnal Keperawatan Jiwa (JKJ)*, 10(4), 739–754.
- Siagian, H. F., Damanhuri, D., & Juwandi, R. (2022). Pengembangan Kesadaran Hukum

- Berlalu Lintas Siswa Melalui Model Pembelajaran Jurisprudensial dalam Pendidikan Kewarganegaraan. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(1), 27–37.
- Solihin, A. H. S., Dwi Maryani, & Biben Fikriana. (2023). Hubungan Pengetahuan Dan Dukungan Keluarga Dengan Risiko Jatuh Pada Lansia. *Jurnal Keperawatan 'Aisyiyah*, 10(2), 131–140. <https://doi.org/10.33867/jka.v10i2.455>
- Sudrajat, A., Fedryansyah, M., & Darwis, R. S. (2023). Faktor Resiliensi Pada Janda Lansia. *Share : Social Work Journal*, 13(1), 111. <https://doi.org/10.24198/share.v13i1.41651>
- Sunantara, A. A. A. W., Mayun, I. G. N., & Suadnyana, I. A. A. (2022). Hubungan Kekuatan Otot Tungkai Dengan Kemampuan Fungsional Pada Lansia Di Banjar Jasan, Sebatu, Tegalalang, Gianyar. *Indonesian Journal of Physiotherapy Research and Education IJOPRE*, 3(1), 26–32.
- 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(8), 2226–2240. <https://doi.org/10.33024/mahesa.v3i8.10762>
- Syah, I., Purnawati, S., & Sugijanto. (2017). Efek pelatihan senam lansia dan latihan jalan tandem Sosial tresna kasih sayang ibu Batusangkar Sumatra. *Sport and Fitness Journal*, 5(1), 8–16. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/sport/article/view/28870>
- Thomas, E., Battaglia, G., Patti, A., Brusa, J., Leonardi, V., Palma, A., & Bellafigliore, M. (2019). Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly. *Medicine (United States)*, 98(27), 1–9. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016218>
- Wulandari, S. R., Winarsih, W., & Istichomah, I. (2023). Peningkatan Derajat Kesehatan Lansia Melalui Penyuluhan Dan Pemeriksaan Kesehatan Lansia Di Dusun Mrisi Yogyakarta. *Pengabdian Masyarakat Cendekia (PMC)*, 2(2), 58–61. <https://doi.org/10.55426/pmc.v2i2.258>
- Yundarwati, S., & Soemardiawan. (2019). Pengaruh Latihan Core Stability Exercise Terhadap Peningkatan Keseimbangan Tubuh Pada Pemain PS. UNDIK Mataram Tahun 2019. *Lembaga Penelitian Dan Pendidikan (LPP) Mandala*, 7–15.
- Zahedian-Nasab, N., Jaber, A., Shirazi, F., & Kavousipor, S. (2021). Effect of virtual reality exercises on balance and fall in elderly people with fall risk: a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, 21(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02462-w>
- Zhu, H., Chen, J., Liu, K., Gao, L., Wu, H., Ma, L., Zhou, J., Liu, Z., & Han, J. D. J. (2023). Human PBMC scRNA-seq-based aging clocks reveal ribosome to inflammation balance as a single-cell aging hallmark and super longevity. *Science Advances*, 9(26), 1–13. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abq7599>