

RHYTHMIC AUDITORY STIMULATION TERHADAP PENINGKATAN KECEPATAN BERJALAN PADA PASIEN LANSIA PASCA STROKE

Ephyfano Hansun^{1*}, Friets Eman², Filly Mamuja³

¹⁻³Fakultas Keperawatan, Universitas Katolik De La Salle Manado

*fanohansun@gmail.com

ABSTRAK

Pendahuluan: Pasca stroke merupakan kondisi neurologis yang dapat menyebabkan gangguan motorik, kelemahan otot, gangguan koordinasi, serta penurunan kemampuan berjalan. Pada pasien lansia pasca stroke, gangguan kecepatan berjalan menjadi salah satu masalah fungsional yang sering ditemukan dan dapat memengaruhi aktivitas sehari-hari. *Rhythmic Auditory Stimulation* (RAS) merupakan salah satu intervensi fisioterapi yang menggunakan stimulus auditori ritmis untuk membantu meningkatkan pola dan kecepatan berjalan pasien. **Objektif:** Untuk mengetahui efektivitas *Rhythmic Auditory Stimulation* terhadap peningkatan kecepatan berjalan pada pasien lansia pasca stroke. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode studi kasus pada seorang pasien lansia pasca stroke yang mengalami penurunan kecepatan berjalan. Intervensi fisioterapi diberikan menggunakan *Rhythmic Auditory Stimulation* selama 6 kali terapi dalam kurun waktu 3 minggu. Pengukuran kemampuan berjalan dilakukan menggunakan instrumen 10 Meter Walk Test untuk menilai kecepatan berjalan pasien sebelum dan sesudah intervensi. **Hasil:** Adanya peningkatan kecepatan berjalan pasien setelah pemberian intervensi *Rhythmic Auditory Stimulation*. Nilai kecepatan berjalan meningkat dari 0,75 m/s pada evaluasi awal menjadi 1,25 m/s pada evaluasi akhir setelah 6 kali terapi. **Kesimpulan:** *Rhythmic Auditory Stimulation* efektif dalam meningkatkan kecepatan berjalan pada pasien lansia pasca stroke. Intervensi ini dapat digunakan sebagai salah satu modalitas fisioterapi untuk membantu meningkatkan kemampuan fungsional berjalan pasien pasca stroke.

Kata Kunci: Kecepatan Berjalan; Lansia; Pasca Stroke; *Rhythmic Auditory Stimulation*

RHYTHMIC AUDITORY STIMULATION ON IMPROVING WALKING SPEED IN ELDERLY POST-STROKE PATIENTS

ABSTRACT

Introduction: Post-stroke is a neurological condition that can cause motor impairments, muscle weakness, coordination disorders, and decreased walking ability. In elderly post-stroke patients, impaired walking speed is one of the most common functional problems that may affect daily activities. *Rhythmic Auditory Stimulation* (RAS) is a physiotherapy intervention that uses rhythmic auditory cues to help improve gait pattern and walking speed in patients. **Objective:** To determine the effectiveness of *Rhythmic Auditory Stimulation* in improving walking speed in elderly post-stroke patients. **Methods:** This study used a case study method on an elderly post-stroke patient who experienced decreased walking speed. Physiotherapy intervention using *Rhythmic Auditory Stimulation* was administered for 6 therapy sessions over a period of 3 weeks. Walking ability was measured using the 10 Meter Walk Test to assess the patient's walking speed before and after the intervention. **Results:** Showed an improvement in the patient's walking speed after the *Rhythmic Auditory Stimulation* intervention. The walking speed increased from 0.75 m/s at the initial evaluation to 1.25 m/s at the final evaluation after 6 therapy sessions. **Conclusion:** *Rhythmic Auditory Stimulation* was effective in improving walking speed in elderly post-stroke patients. This intervention can be used as one of the physiotherapy modalities to improve functional walking ability in post-stroke patients.

Keywords: Elderly; Post Stroke; *Rhythmic Auditory Stimulation*; Walking Speed

PENDAHULUAN

Stroke merupakan salah satu penyebab utama kecacatan dan kematian di dunia. Kondisi ini terjadi akibat gangguan aliran darah ke otak yang menyebabkan kerusakan jaringan otak sehingga menimbulkan gangguan neurologis, baik motorik maupun sensorik. Pasien pasca stroke sering mengalami penurunan kemampuan fungsional seperti kelemahan otot, gangguan keseimbangan, gangguan koordinasi, dan penurunan kemampuan berjalan. Gangguan berjalan menjadi salah satu masalah yang paling sering ditemukan pada pasien pasca stroke, terutama pada kelompok lansia, karena dapat memengaruhi kemandirian dan kualitas hidup pasien (Ahmed, et al, 2023). Kecepatan berjalan (*gait speed*) merupakan indikator penting dalam menilai kemampuan ambulasi, risiko jatuh, serta tingkat kemandirian pasien pasca stroke. Penurunan kecepatan berjalan pada pasien lansia pasca stroke terjadi akibat adanya kelemahan otot, gangguan kontrol motorik, penurunan koordinasi gerak, dan gangguan sinkronisasi sensorimotor. Kondisi tersebut menyebabkan pola berjalan menjadi lambat, tidak stabil, serta membutuhkan energi yang lebih besar saat berjalan (Meng, et al, 2023). Fisioterapi memiliki peranan penting dalam rehabilitasi pasien pasca stroke untuk meningkatkan kemampuan fungsional berjalan. Salah satu intervensi yang berkembang dalam rehabilitasi neurologis adalah *Rhythmic Auditory Stimulation* (RAS). RAS merupakan metode terapi berbasis stimulasi auditori ritmis menggunakan metronome atau musik berirama yang bertujuan membantu sinkronisasi gerakan tubuh dengan stimulus suara eksternal. Metode ini mampu meningkatkan koordinasi gerak, ritme langkah, panjang langkah, serta kecepatan berjalan pasien pasca stroke (Gonzalez, et al, 2024).

Pada pasien lansia pasca stroke, gangguan gait terjadi akibat kelemahan otot, penurunan kontrol motorik, gangguan koordinasi, gangguan keseimbangan, serta terganggunya integrasi sensorimotor. Kerusakan pada area motorik otak menyebabkan pasien mengalami langkah pendek, penurunan cadence, asimetri langkah, dan penurunan kecepatan berjalan. Kondisi tersebut menyebabkan pasien membutuhkan energi lebih besar saat berjalan dan meningkatkan risiko keterbatasan mobilitas jangka panjang. Rehabilitasi neurologis modern saat ini berkembang menuju pendekatan berbasis neuroplasticity dan sensorimotor integration. Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan adalah *Rhythmic Auditory Stimulation* (RAS), yaitu intervensi rehabilitasi berbasis stimulus ritmis eksternal menggunakan metronome atau musik berirama untuk memfasilitasi sinkronisasi gerakan motorik. RAS bekerja melalui mekanisme auditory-motor entrainment, yaitu proses sinkronisasi antara sistem auditori dan sistem motorik otak sehingga mampu memperbaiki pengaturan waktu gerakan (*motor timing*) dan pola gait pasien pasca stroke.

Secara neurologis, RAS bekerja melalui mekanisme auditory-motor entrainment, yaitu sinkronisasi antara sistem pendengaran dan sistem motorik di otak. Stimulus ritmis yang diterima oleh sistem auditori akan diteruskan ke area motorik otak seperti basal ganglia, cerebellum, dan supplementary motor area sehingga membantu memperbaiki pengaturan waktu gerakan (*timing*) dan pola berjalan pasien. Mekanisme ini dapat meningkatkan plastisitas neuronal serta memperbaiki kontrol motorik pada pasien pasca stroke (Wang, et al, 2022). Perkembangan penelitian terkini menunjukkan bahwa RAS tidak hanya meningkatkan kecepatan berjalan, tetapi juga berpengaruh terhadap panjang langkah (*stride length*), keseimbangan, simetri gait, serta koordinasi gerakan pasien stroke. Systematic review oleh Gonzalez-Hoelling et al. (2024) melaporkan bahwa intervensi RAS memberikan efek positif terhadap kemampuan ambulasi fungsional pasien pasca stroke baik pada fase akut maupun kronis. Penelitian tersebut menegaskan bahwa stimulus ritmis eksternal mampu meningkatkan kemampuan sinkronisasi sensorimotor sehingga memperbaiki kualitas gait pasien stroke.

Penelitian *randomized controlled trial* oleh Ahmed et al. (2023) juga menunjukkan bahwa pemberian RAS pada pasien stroke hemiplegik memberikan peningkatan signifikan terhadap parameter gait berupa kecepatan berjalan, irama langkah, dan panjang langkah dibandingkan latihan berjalan konvensional. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan stimulus ritmis eksternal mampu meningkatkan respons neuromuskular dan efisiensi gerakan berjalan pasien pasca stroke. Selain itu, penelitian terbaru oleh Awad et al. (2024) dalam uji *multisenter randomized controlled trial* menunjukkan bahwa pendekatan auditory-motor entrainment berbasis teknologi mampu meningkatkan kemampuan berjalan pasien stroke secara signifikan dan aman digunakan dalam rehabilitasi klinis. Penelitian ini memperkuat konsep bahwa sinkronisasi ritmis eksternal dapat mengoptimalkan proses reorganisasi saraf (neural reorganization) dan neuroplastisitas pada pasien pasca stroke. Perkembangan terbaru rehabilitasi neurologis juga mulai mengombinasikan RAS dengan teknologi sensorik lainnya seperti vibrotactile feedback untuk meningkatkan aktivasi otot dan performa gait pasien stroke. Penelitian Kim et al. (2026) menunjukkan bahwa kombinasi RAS dengan real-time vibrotactile feedback memberikan peningkatan lebih baik terhadap aktivasi otot dan kemampuan berjalan dibandingkan penggunaan RAS saja. Hal ini menunjukkan bahwa rehabilitasi gait pasca stroke saat ini bergerak menuju pendekatan multimodal berbasis integrasi sensorimotor.

Meskipun berbagai penelitian menunjukkan efektivitas RAS terhadap kemampuan berjalan pasien stroke, penelitian yang secara khusus membahas efektivitas RAS pada kelompok lansia pasca stroke masih terbatas, terutama pada setting pelayanan fisioterapi klinis di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk memperkuat bukti ilmiah terkait efektivitas *Rhythmic Auditory Stimulation* terhadap peningkatan kecepatan berjalan pada pasien lansia pasca stroke serta mendukung pengembangan intervensi fisioterapi neurologis berbasis bukti (*evidence-based practice*).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus (*case study*) pada seorang pasien lansia dengan kondisi pasca stroke yang mengalami penurunan kecepatan berjalan. Penelitian dilaksanakan di RSUD Dr. Sam Ratulangi Tondano selama 3 minggu. Subjek penelitian adalah seorang pasien perempuan berusia 67 tahun dengan diagnosis medis pasca stroke yang mengalami gangguan berjalan berupa penurunan kecepatan berjalan. Pemeriksaan awal menunjukkan nilai kecepatan berjalan sebesar 0,75 m/s menggunakan instrumen 10 Meter Walk Test.

Intervensi fisioterapi yang diberikan berupa *Rhythmic Auditory Stimulation* (RAS) sebanyak 6 kali terapi dengan frekuensi 2 kali seminggu. Pelaksanaan terapi dilakukan menggunakan stimulus auditori berupa metronom digital yang disesuaikan dengan tempo dasar langkah pasien. Pasien diminta berjalan mengikuti irama suara yang diberikan dengan pengawasan fisioterapis. Tahapan intervensi meliputi:

1. Penilaian awal kecepatan berjalan pasien. Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan kemampuan berjalan pasien menggunakan 10 Meter walk test. Selain itu dilakukan observasi pola berjalan, panjang langkah, irama langkah, keseimbangan, dan toleransi aktivitas pasien.
2. Penentuan tempo stimulus auditori sesuai kemampuan pasien. Pada tahap ini, menyiapkan stimulus ritmis menggunakan metronome digital. Tempo awal stimulus ditentukan berdasarkan cadence atau irama langkah alami pasien saat berjalan normal.
3. Latihan berjalan mengikuti ritme suara. Pasien mulai dilatih untuk mengenali dan menyesuaikan langkah kaki dengan irama suara yang diberikan. Pasien diarahkan untuk

mendengarkan ritme, mengikuti ketukan secara perlahan dan menyamakan langkah kaki dengan tempo stimulus auditori. Kemudian pasien diberikan instruksi verbal dan pengawasan untuk memastikan sinkronisasi Gerakan berjalan dengan ritme suara berlangsung dengan baik.

4. Latihan berjalan mengikuti irama (*gait training with RAS*). Pasien melakukan Latihan berjalan mengikuti stimulus ritmis yang diberikan. Latihan dilakukan pada lintasan datar dengan pengawasan untuk menjaga keamanan pasien. Pelaksanaan latihan meliputi berjalan maju mengikuti tempo, menjaga kesesuaian langkah dengan irama, mempertahankan postur tubuh saat berjalan, dan mengatur Panjang Langkah dan kecepatan langkah. Durasi latihan disesuaikan toleransi pasien dan kondisi umum pasien.
5. Penyesuaian tempo secara bertahap berdasarkan toleransi pasien. Apabila pasien sudah mampu mengikuti ritme dengan baik, maka tempo stimulus ditingkatkan secara bertahap, yang bertujuan untuk meningkatkan kecepatan berjalan, memperbaiki ritme Langkah, meningkatkan koordinasi gerak dan melatih adaptasi motorik pasien. Penambahan tempo dilakukan secara bertahap sesuai toleransi dan kemampuan pasien agar tidak menimbulkan kelelahan berlebihan
6. Evaluasi hasil terapi. Evaluasi dilakukan secara berkala menggunakan 10 Meter Walk Test untuk mengukur perubahan kecepatan berjalan sebelum dan sesudah intervensi.

HASIL

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan kecepatan berjalan setelah pemberian intervensi *Rhythmic Auditory Stimulation* sebanyak 6 kali terapi, sebagai berikut:

Tabel 1. Evaluasi Peningkatan Kecepatan Berjalan

Waktu Evaluasi	Instrumen	Hasil
T1	10 Meter Walk Test	0,75 m/s
T2	10 Meter Walk Test	0,88 m/s
T3	10 Meter Walk Test	1,25 m/s

Berdasarkan hasil tersebut, terjadi peningkatan kecepatan berjalan sebesar 0,50 m/s dari evaluasi awal hingga evaluasi akhir. Pasien juga menunjukkan perbaikan pola berjalan yang lebih stabil dan ritmis selama terapi berlangsung.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *Rhythmic Auditory Stimulation* (RAS) efektif dalam meningkatkan kecepatan berjalan pada pasien lansia pasca stroke. Peningkatan kecepatan berjalan terlihat dari hasil 10 Meter Walk Test yang mengalami peningkatan dari 0,75 m/s menjadi 1,25 m/s setelah 6 kali terapi. Peningkatan tersebut menunjukkan adanya perbaikan kemampuan ambulasi fungsional pasien setelah pemberian intervensi RAS. Kecepatan berjalan (*gait speed*) merupakan salah satu indikator penting dalam rehabilitasi neurologis karena berhubungan langsung dengan kemampuan mobilitas, tingkat kemandirian, risiko jatuh, dan kualitas hidup pasien pasca stroke. Pada pasien lansia pasca stroke, penurunan *gait speed* sering terjadi akibat kelemahan otot, gangguan koordinasi, gangguan keseimbangan, serta penurunan kontrol motorik akibat kerusakan sistem saraf pusat. Kondisi tersebut menyebabkan pasien mengalami pola berjalan lambat, langkah pendek, dan asimetri gait sehingga aktivitas fungsional sehari-hari menjadi terganggu.

Peningkatan *gait speed* pada penelitian ini terjadi karena RAS bekerja melalui mekanisme auditory-motor entrainment, yaitu sinkronisasi antara stimulus auditori eksternal dengan sistem motorik tubuh. Stimulus ritmis yang diberikan melalui metronome membantu otak mengatur timing movement dan koordinasi gerakan berjalan secara lebih teratur. Sistem auditori memiliki koneksi langsung dengan area motorik otak seperti supplementary motor area, cerebellum, premotor cortex, dan basal ganglia sehingga stimulus ritmis mampu memfasilitasi aktivasi motorik yang lebih efisien.

Secara fisiologis, pasien pasca stroke mengalami gangguan integrasi sensorimotor akibat kerusakan jalur saraf motorik. Gangguan tersebut menyebabkan keterlambatan aktivasi otot selama fase berjalan sehingga pola gait menjadi tidak stabil. Penggunaan stimulus ritmis eksternal melalui RAS membantu menggantikan mekanisme internal timing yang terganggu pada pasien stroke. Ketika pasien menyesuaikan langkah kaki dengan ritme suara, otak akan membentuk pola sinkronisasi baru yang membantu meningkatkan koordinasi neuromuskular dan efisiensi gerakan berjalan. Peningkatan tersebut terjadi karena RAS mampu membantu sinkronisasi antara sistem sensorik dan motorik melalui stimulus ritmis eksternal. Ritme suara yang diberikan melalui metronome berfungsi sebagai external cueing yang membantu pasien mengatur waktu langkah, frekuensi langkah, dan pola gerakan berjalan secara lebih teratur. Sistem auditori memiliki hubungan yang erat dengan area motorik otak sehingga stimulus ritmis dapat memfasilitasi aktivasi neuron motorik dan meningkatkan koordinasi gerak pasien pasca stroke.

Pada pasien pasca stroke, kerusakan area motorik otak menyebabkan gangguan kontrol gerakan dan penurunan kemampuan sinkronisasi gerak. Hal ini menyebabkan pasien mengalami pola berjalan lambat, langkah pendek, dan gangguan keseimbangan. RAS membantu memperbaiki gangguan tersebut melalui mekanisme auditory-motor coupling, yaitu integrasi antara input suara dan respons motorik tubuh. Ketika pasien mengikuti ritme suara secara berulang, otak akan membentuk pola gerakan yang lebih stabil dan terkoordinasi sehingga kecepatan berjalan meningkat. Selain meningkatkan *gait speed*, RAS juga dapat meningkatkan panjang langkah (*stride length*), irama langkah (*cadence*), dan simetri berjalan pasien. Stimulus ritmis eksternal membantu pasien mempertahankan pola langkah yang konsisten sehingga gerakan berjalan menjadi lebih efisien. Penggunaan ritme suara juga meningkatkan fokus dan konsentrasi pasien selama latihan berjalan, sehingga kontrol motorik menjadi lebih baik. Hal ini sangat penting pada kelompok lansia karena pasien lansia pasca stroke umumnya mengalami penurunan kontrol postural dan peningkatan risiko jatuh akibat degenerasi sistem sensorimotor.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ahmed et al. (2023) yang melaporkan bahwa pemberian RAS pada pasien stroke hemiplegik memberikan peningkatan signifikan terhadap kecepatan berjalan, panjang langkah, dan parameter gait lainnya. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa sinkronisasi ritme suara dengan gerakan berjalan mampu meningkatkan respons neuromuskular dan memperbaiki kemampuan ambulasi pasien stroke. Selain itu, systematic review oleh Gonzalez-Hoelling et al. (2024) menyatakan bahwa RAS efektif meningkatkan kemampuan ambulasi fungsional pada pasien stroke baik fase akut maupun kronis. Intervensi ini dinilai aman, mudah diaplikasikan, serta memberikan efek positif terhadap *gait speed* dan kemampuan berjalan mandiri pasien.

Pada kelompok lansia, penggunaan RAS juga memberikan keuntungan tambahan karena stimulus ritmis membantu meningkatkan perhatian dan kontrol postural selama berjalan. Lansia pasca stroke umumnya mengalami penurunan kemampuan sensorimotor akibat proses degeneratif dan kerusakan neurologis. Oleh karena itu, penggunaan cue auditori eksternal dapat membantu kompensasi gangguan internal timing movement pada sistem saraf

pusat. Perbaikan gait speed yang terjadi pada penelitian ini juga menunjukkan adanya kemungkinan peningkatan neuroplastisitas akibat latihan berulang dengan stimulus ritmis. Latihan berjalan yang dilakukan secara repetitif dengan irama tertentu dapat memperkuat koneksi saraf motorik sehingga kemampuan berjalan pasien menjadi lebih baik. Mekanisme neuroplastisitas ini sangat penting dalam rehabilitasi pasien pasca stroke, terutama pada lansia yang mengalami keterbatasan fungsi motorik.

Pendekatan rehabilitasi modern saat ini menekankan konsep *task-specific repetitive training* dan neuroplastisitas. Dalam penelitian ini, latihan berjalan yang dilakukan secara repetitif dengan stimulus ritmis memungkinkan terjadinya reorganisasi saraf (neural reorganization) dan peningkatan konektivitas neuron motorik. Latihan berulang dengan sinkronisasi ritmis dapat memperkuat jalur saraf alternatif sehingga kemampuan berjalan pasien mengalami perbaikan. Mekanisme neuroplastisitas ini menjadi dasar penting penggunaan RAS dalam rehabilitasi neurologis modern.

Selain aspek motorik, RAS juga memberikan efek terhadap aspek kognitif dan perhatian (*attention*). Pasien lansia pasca stroke sering mengalami penurunan kemampuan konsentrasi dan *dual-task performance* saat berjalan. Ritme suara eksternal membantu meningkatkan fokus pasien terhadap pola langkah sehingga koordinasi gerakan menjadi lebih baik. Pendekatan ini mendukung teori bahwa stimulus multisensorik mampu meningkatkan integrasi antara sistem auditori, visual, dan motorik selama aktivitas berjalan. *State of the art* rehabilitasi neurologis saat ini mulai mengembangkan kombinasi RAS dengan teknologi lain seperti virtual reality, vibrotactile feedback, wearable sensor, dan neuromodulasi berbasis teknologi digital untuk meningkatkan hasil rehabilitasi gait pasien stroke. Pendekatan berbasis sensorimotor multimodal ini bertujuan meningkatkan aktivasi otot, kontrol postural, serta kemampuan adaptasi gait pasien secara lebih optimal. Hal tersebut menunjukkan bahwa RAS memiliki potensi besar untuk terus dikembangkan sebagai intervensi rehabilitasi neurologis berbasis teknologi di masa depan.

Pada penelitian ini peningkatan *gait speed* yang terjadi menunjukkan bahwa intervensi RAS mampu membantu pasien mencapai pola berjalan yang lebih efisien dan stabil. Perbaikan tersebut dapat meningkatkan kemampuan aktivitas sehari-hari pasien seperti berjalan mandiri, berpindah tempat, dan melakukan aktivitas sosial. Dengan demikian, penggunaan RAS tidak hanya berdampak pada aspek biomekanik berjalan tetapi juga berpengaruh terhadap peningkatan kualitas hidup pasien lansia pasca stroke.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berjalan, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Penelitian hanya dilakukan pada satu subjek sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan pada seluruh populasi pasien lansia pasca stroke. Selain itu, durasi intervensi yang relatif singkat menyebabkan efek jangka panjang dari pemberian RAS belum dapat diketahui secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan desain *randomized controlled trial*, jumlah sampel lebih besar, serta durasi terapi lebih panjang untuk memperkuat bukti efektivitas RAS pada rehabilitasi pasien pasca stroke.

KESIMPULAN

Pemberian *Rhythmic Auditory Stimulation* efektif dalam meningkatkan kecepatan berjalan pada pasien lansia pasca stroke. Setelah pemberian intervensi terapi, terjadi peningkatan kemampuan berjalan pasien. Intervensi ini dapat digunakan sebagai salah satu modalitas fisioterapi dalam rehabilitasi pasien pasca stroke untuk membantu meningkatkan kemampuan berjalan dan aktivitas fungsional pasien

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, G. M., Fahmy, E. M., Ibrahim, M. F., Nassief, A. A., Elshebawy, H., Mahfouz, M. M., & Elzanaty, M. Y. (2023). Efficacy of *Rhythmic Auditory Stimulation* on gait parameters in hemiplegic stroke patients: A randomized controlled trial. *The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*, 59 (1), 8.
- Awad, L. N., Jayaraman, A., Nolan, K. J., Lewek, M. D., Bonato, P., Newman, M., & Putrino, D. (2024). Efficacy and safety of using auditory-motor entrainment to improve walking after stroke: A multi-site randomized controlled trial of InTandem™. *Nature Communications*, 15(1), 1–14.
- Gonzalez-Hoelling, S., Reig-García, G., Bertran-Noguer, C., & Suñer-Soler, R. (2024). The effects of *Rhythmic Auditory Stimulation* on functional ambulation after stroke: A systematic review. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 24(1), 45.
- Kim, S. J., Kim, S. M., & Jang, S. H. (2026). Effects of *Rhythmic Auditory Stimulation* combined with real-time vibrotactile feedback on muscle activation and gait in patients with stroke: A randomized controlled trial. *Perceptual and Motor Skills*, 58(2), 1–15.
- Lanier, K., Samuels, S., Barrick, T., Killoran, V., & Woolley, R. (2025). The effect of patient-initiated *Rhythmic Auditory Stimulation* on gait speed status post stroke. *Approaches: An Interdisciplinary Journal of Music Therapy*.
- Meng, L., Liang, Q., Yuan, J., Li, S., Ge, Y., Yang, J., & Wei, Q. (2023). Vestibular rehabilitation therapy on balance and gait in patients after stroke: A systematic review and meta-analysis. *BMC Medicine*, 21(1), 322.
- Veldema, J., & Gharabaghi, A. (2022). Non-invasive brain stimulation for improving gait, balance, and lower limbs motor function in stroke. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 19(1), 84.
- Wang, L., Peng, J., Xiang, W., Huang, Y., & Chen, A. (2022). Effects of *Rhythmic Auditory Stimulation* on motor function and balance ability in stroke: A systematic review and meta-analysis of clinical randomized controlled studies. *Frontiers in Neuroscience*, 16, 1043575.
- Yoo, G. E., & Kim, S. J. (2016). *Rhythmic Auditory Stimulation* in motor rehabilitation for stroke patients: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Music Therapy*, 53(2), 149–177.
- Zhao, H., Ji, N., Zhang, W., & Zhao, J. (2023). Commentary: Effects of *Rhythmic Auditory Stimulation* on motor function and balance ability in stroke: A systematic review and meta-analysis of clinical randomized controlled studies. *Frontiers in Neuroscience*, 17, 1174540.