

Kombinasi *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Stretching* dan *Paschimottanasana* terhadap Fleksibilitas Otot *Hamstring* pada Individu Usia Muda

Putu Mulya Kharismawan¹, Ni Luh Gede Widhi Adnyani², Ni Wayan Marheni³, Kadek Nuansa Putri Wulandari⁴

^{1, 2, 3, 4} Program Studi Yoga Kesehatan, Fakultas Brahma Widya, Universitas Hindu Negeri I Gusti Bagus Sugriwa Denpasar,

Jl. Kenyeri Gang Sekar Kemuda No.1, Denpasar, 80235, Indonesia

email: putumulyakharismawan@uhnsugriwa.ac.id

Diterima 3 September 2026 / Disetujui 25 September 2026

ABSTRAK

Keterbatasan fleksibilitas otot hamstring merupakan salah satu masalah muskuloskeletal yang dapat ditemukan pada individu usia muda, terutama pada kelompok dengan aktivitas sedentari dan durasi duduk yang berkepanjangan. *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) stretching* dan *Paschimottanasana* merupakan latihan yang berpotensi meningkatkan fleksibilitas, namun penelitian mengenai penerapan kombinasi keduanya masih terbatas. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis efektivitas kombinasi *PNF stretching* dan *Paschimottanasana* terhadap fleksibilitas otot hamstring pada individu usia muda. Metode Penelitian menggunakan desain pre-experimental dengan rancangan one-group pretest-posttest. Sampel penelitian berjumlah 10 orang yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Intervensi diberikan sebanyak tiga kali seminggu selama empat minggu dengan total 12 sesi. Fleksibilitas hamstring diukur menggunakan sit and reach test sebelum dan setelah intervensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata skor sit and reach test meningkat dari 12,70±3,71 cm sebelum intervensi menjadi 15,90±4,07 cm setelah intervensi, dengan rerata peningkatan sebesar 3,20±1,32 cm. Hasil uji Paired Sample t-Test menunjukkan nilai $p=0,003$ ($p<0,05$), yang menunjukkan adanya peningkatan fleksibilitas yang signifikan setelah pemberian kombinasi *PNF stretching* dan *Paschimottanasana*. Berdasarkan hasil tersebut disimpulkan bahwa kombinasi *PNF stretching* dan *Paschimottanasana* berpotensi meningkatkan fleksibilitas otot hamstring pada individu usia muda dengan keterbatasan fleksibilitas. Namun, diperlukan penelitian dengan sampel lebih besar, kelompok kontrol, dan desain randomized controlled trial untuk memperkuat bukti efektivitas intervensi.

Kata Kunci: *PNF stretching*, *Paschimottanasana*, fleksibilitas hamstring, sit and reach test.

ABSTRACT

Limited hamstring muscle flexibility is one of the musculoskeletal problems that can be found in young individuals, particularly among those with sedentary activities and prolonged sitting duration. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) stretching and Paschimottanasana are exercises that have the potential to improve flexibility, however research on the application of their combination remains limited. The aim of this study was to analyze the effectiveness of the combination of PNF stretching and Paschimottanasana on hamstring muscle flexibility in young individuals. This study used a pre-experimental design with a one-group pretest-posttest design. The sample consisted of 10 participants selected using purposive sampling. The intervention was administered three times a week for four weeks, with a total of 12 sessions. Hamstring flexibility was measured using the sit and reach test before and after the intervention. The results showed that the mean sit and reach test score increased from 12.70±3.71 cm before the intervention to 15.90±4.07 cm after the intervention, with a mean increase of 3.20±1.32 cm. The Paired Sample t-Test showed a p-value of 0.003 ($p<0.05$), indicating a significant improvement in flexibility following the combination of PNF stretching and Paschimottanasana. Based on these results, it was concluded that the combination of PNF stretching and Paschimottanasana has the potential to improve hamstring muscle flexibility in young individuals with limited flexibility. However, further research involving a larger sample, a control group, and a randomized controlled trial design is needed to strengthen the evidence regarding the effectiveness of the intervention.

Keywords: *PNF stretching*, *Paschimottanasana*, hamstring muscle flexibility, sit and reach test.

PENDAHULUAN

Perubahan pola aktivitas pada populasi usia muda, terutama meningkatnya aktivitas belajar berbasis digital dan durasi duduk yang berkepanjangan, dapat meningkatkan paparan terhadap perilaku sedentari dan keluhan muskuloskeletal (Nishwanth et al., 2026). *Prolonged sitting* dan rendahnya aktivitas fisik telah dikaitkan dengan ketidaknyamanan muskuloskeletal pada populasi muda, termasuk keluhan pada daerah *lumbopelvic* dan keterbatasan fleksibilitas (Plandowska et al., 2024). Keterbatasan fleksibilitas *hamstring* juga merupakan salah satu karakteristik muskuloskeletal yang perlu diperhatikan karena berkaitan dengan perubahan fungsi *lumbopelvic* dan salah satunya dapat menjadi pemicu nyeri pinggang bawah pada sebagian individu (Sadler et al., 2017). Oleh karena itu, upaya untuk mempertahankan dan meningkatkan fleksibilitas *hamstring* menjadi penting, khususnya pada kelompok usia muda dengan aktivitas sedentari yang tinggi.

Dalam praktik yoga, *Paschimottasana* merupakan salah satu gerakan yang dapat memberikan stimulus peregangan pada jaringan posterior tungkai dan berpotensi meningkatkan fleksibilitas otot *hamstring*. *Paschimottasana*, yaitu posisi duduk dengan kedua tungkai dalam keadaan ekstensi yang diikuti gerakan fleksi batang tubuh ke arah tungkai (Naragatti & Vadiraj, 2023). Gerakan ini memberikan stimulus peregangan pada jaringan posterior tungkai dan daerah lumbopelvik. Penelitian (Bal & Kaur, 2009) menunjukkan adanya peningkatan fleksibilitas setelah program Hatha Yoga yang mencakup beberapa asana, termasuk *paschimottasana*, dengan fleksibilitas yang diukur menggunakan *sit and reach test*. Dengan demikian, *paschimottasana* memiliki potensi untuk digunakan sebagai bagian dari latihan yang ditujukan untuk meningkatkan fleksibilitas.

Dalam keilmuan fisioterapi, *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF)* merupakan salah satu metode *stretching* yang banyak digunakan oleh praktisi fisioterapi untuk meningkatkan fleksibilitas dan range of motion. Salah satu teknik PNF yang umum digunakan adalah *hold-relax*, yaitu pemberian kontraksi isometrik pada otot yang diregangkan yang diikuti fase relaksasi dan penambahan jangkauan gerak (Lempke et al., 2018). Peningkatan fleksibilitas setelah PNF melibatkan perubahan respons neuromuskular dan peningkatan toleransi terhadap regangan, meskipun mekanisme spesifiknya masih diperdebatkan (Sharman et al., 2006). Tinjauan sistematis dan meta-analisis menunjukkan bahwa teknik *hold-relax* dan *contract-relax* dapat meningkatkan fleksibilitas *hamstring* dibandingkan kelompok kontrol (Cayco et al., 2019). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa PNF dapat memberikan peningkatan fleksibilitas *hamstring* dan lingkup gerak sendi, baik setelah satu sesi maupun setelah program latihan berulang (Wanderley et al., 2019).

Secara teoritis, *Paschimottasana* dan PNF *hold-relax* memiliki karakteristik yang saling melengkapi sebagai pendekatan latihan untuk meningkatkan fleksibilitas. *Paschimottasana* memberikan stimulus peregangan melalui gerakan fleksi ke depan dalam posisi duduk, sedangkan PNF *hold-relax* menambahkan komponen kontraksi-relaksasi sebelum dilakukan penambahan jangkauan gerak. Meskipun efektivitas PNF dan latihan yoga terhadap fleksibilitas telah banyak diteliti secara terpisah, penelitian yang secara khusus menguji kombinasi PNF *hold-relax* dengan *paschimottasana* pada individu dengan keterbatasan fleksibilitas *hamstring* masih terbatas. Hal ini menjadi dasar perlunya penelitian yang mengevaluasi penerapan kombinasi kedua pendekatan tersebut secara terstruktur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kombinasi PNF *stretching* dan *paschimottasana* terhadap peningkatan fleksibilitas otot *hamstring* pada individu muda, yang diukur secara kuantitatif menggunakan *sit and reach test*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti empiris awal yang menjembatani keilmuan fisioterapi dan yoga terapan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain *pre-experimental* dengan rancangan *one-group pretest-posttest design*. Penelitian dilaksanakan di Salah Satu Praktik Mandiri Fisioterapi di Kabupaten Bangli. Populasi penelitian mencakup seluruh subjek yang berkunjung ke klinik, dengan teknik pengambilan sampel menggunakan *Purposive Sampling*. Kriteria inklusi: (1) subjek usia 18–25 tahun, (2) subjek dengan nilai *pre-test sit and reach test* kurang dari 25 cm, serta (3) kooperatif dan bersedia mengikuti seluruh sesi program intervensi yang dibuktikan melalui pengisian *informed consent*. Adapun kriteria eksklusi: (1) riwayat cedera *hamstring* akut atau robekan otot dalam 3 bulan terakhir, (2) riwayat operasi atau fraktur pada area panggul, femur, dan tulang belakang, serta (3) adanya

penyerta radikulopati lumbal (*Herniated Nucleus Pulposus*). Berdasarkan kriteria tersebut, diperoleh jumlah sampel sebanyak 10 orang yang memenuhi syarat selama periode pengumpulan data.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah fleksibilitas otot *hamstring* yang diukur menggunakan instrumen terstandar *sit and reach test box* (satuan “cm”). Prosedur pengukuran (*pre-test* dan *post-test*) diawali dengan *warm-up* ringan selama 3–5 menit. Selanjutnya, subjek duduk tanpa alas kaki dengan kedua lutut lurus sempurna dan telapak kaki menempel rata pada dinding alat. Subjek menumpuk kedua telapak tangan lalu menjangkau ke depan sepanjang papan skala secara perlahan tanpa menghentak (*bouncing*) serta mempertahankan posisi lutut tetap ekstensi. Jangkauan maksimum ditahan selama 2 detik dan dilakukan sebanyak 3 kali repetisi, di mana nilai tertinggi dicatat sebagai data fleksibilitas subjek.

Intervensi yang diberikan kepada seluruh subjek berupa kombinasi PNF *Stretching* yang digunakan adalah *hold-relax* dan *paschimottanasana* sebanyak 3 kali seminggu selama 4 minggu (total 12 sesi perlakuan) di area latihan klinik. Setiap sesi latihan berdurasi sekitar 15 menit dengan alur: (1) subjek duduk lurus lalu membungkuk ke posisi *Paschimottanasana* hingga merasakan regangan awal *hamstring* selama 10 detik, (2) dilanjutkan kontraksi isometrik *hamstring* menekan tumit ke bawah melawan tahanan fisioterapis selama 6 detik, (3) relaksasi otot disertai pernapasan dalam selama 3 detik, (4) penambahan jangkauan pose ke depan melampaui batas awal selama 20 detik. Siklus ini dilakukan sebanyak 4 repetisi per sesi dengan interval istirahat 60 detik antar repetisi.

Data hasil pengukuran diolah secara statistik menggunakan program SPSS versi 25. Analisis deskriptif digunakan untuk menyajikan nilai rerata, standar deviasi (*SD*), serta selisih. Uji normalitas data dilakukan dengan *Shapiro-Wilk Test*. Untuk menguji hipotesis efektivitas intervensi sebelum dan sesudah perlakuan, digunakan uji *Paired Sample t-test* dengan tingkat signifikansi yang ditetapkan pada $p < 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. HASIL

Subjek dalam penelitian ini terdiri dari 10 orang yang mengalami keterbatasan fleksibilitas *hamstring* di salah satu Praktik Mandiri Fisioterapi di Bangli yang memenuhi kriteria dan menyelesaikan seluruh rangkaian sesi latihan.

Tabel 1. Karakteristik Sampel

	Rerata Usia	Jenis Kelamin	
		Laki-laki	Perempuan
Karakteristik sampel (n=10)	21,10±1,85	6 orang (60%)	4 orang (40%)

Berdasarkan tabel 1. hasil pengumpulan data demografi, rerata usia subjek adalah 21,10±1,85 tahun. Distribusi jenis kelamin menunjukkan bahwa mayoritas subjek adalah laki-laki sebanyak 6 orang dengan persentase sebesar 60%, sedangkan perempuan sebanyak 4 orang dengan persentase sebesar 40%. Distribusi tersebut perlu dipertimbangkan karena jenis kelamin dapat menjadi salah satu karakteristik individu yang berkaitan dengan fleksibilitas otot dan respons terhadap latihan. Namun, penelitian ini menggunakan desain *one-group pretest-posttest*, sehingga analisis utama berfokus pada nilai fleksibilitas sebelum dan setelah intervensi pada subjek yang sama. Oleh karena itu dalam penelitian ini, perbedaan proporsi jenis kelamin dalam sampel tidak dapat secara langsung diinterpretasikan sebagai penyebab peningkatan skor fleksibilitas.

Tabel 2. Uji Hipotesis

Parameter	Pre-test	Post-test	Selisih	p-value
Sit and reach test	12,70±3,71	15,90±4,07	3,20±1,32	0,003 (<0,05)

Berdasarkan tabel 2. hasil pengukuran fleksibilitas otot *hamstring* menggunakan *sit and reach test* menunjukkan adanya peningkatan jangkauan yang konsisten setelah pemberian intervensi kombinasi PNF

stretching dan *paschimottanasana* selama 4 minggu. Sebelum diberikan intervensi, subjek memiliki rerata skor fleksibilitas sebesar $12,70 \pm 3,71$ cm dan Setelah menjalani program intervensi selama 4 minggu, rerata skor fleksibilitas subjek mengalami peningkatan menjadi $15,90 \pm 4,07$ cm. Rerata selisih peningkatan skor *sit and reach test* yang dicapai oleh seluruh subjek adalah sebesar $3,20 \pm 1,32$ cm.

Hasil uji hipotesis dengan analisis *Paired Sample t-Test* menghasilkan nilai signifikansi $p = 0,003$ ($p < 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian kombinasi PNF *Stretching* dan *paschimottanasana* secara signifikan meningkatkan skor *sit and reach test* yang mengindikasikan adanya peningkatan fleksibilitas otot *hamstring* pada individu muda dengan keterbatasan fleksibilitas otot *hamstring* di Klinik Fisioterapi Bangli.

2. PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan fleksibilitas setelah pemberian kombinasi *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Stretching* dan *Paschimottanasana* selama empat minggu. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua pendekatan tersebut berpotensi memberikan stimulus yang efektif terhadap peningkatan fleksibilitas pada individu usia muda dengan keterbatasan fleksibilitas *hamstring*. Peningkatan tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa teknik PNF, khususnya *hold-Relax*, dapat meningkatkan fleksibilitas *hamstring* (Cayco et al., 2019). Penelitian Puentedura et al., 2011 juga menunjukkan adanya peningkatan fleksibilitas *hamstring* setelah penerapan tehnik PNF *hold-relax*. Penelitian lainnya mengenai latihan yoga yang mengaplikasikan *paschimottanasana* juga melaporkan adanya peningkatan fleksibilitas otot yang dinilai menggunakan *sit and reach test* (Bal & Kaur, 2009). Penelitian terbaru oleh Thapa et al., 2026) menunjukkan peningkatan fleksibilitas *hamstring* setelah program latihan *paschimottanasana* selama empat minggu.

Peningkatan fleksibilitas pada penelitian ini dapat dijelaskan melalui karakteristik intervensi *PNF hold-relax* yang memberikan fase kontraksi isometrik sebelum dilakukan peregangan lanjutan. Dalam penelitian ini, kontraksi isometrik *hamstring* dilakukan selama enam detik dengan tahanan eksternal, kemudian diikuti fase relaksasi dan penambahan jangkauan gerak dengan *paschimottanasana*. Secara fisiologis, peningkatan lingkup gerak setelah PNF tidak hanya dapat dijelaskan oleh mekanisme refleks spinal, tetapi juga kemungkinan melibatkan perubahan respons neuromuskular dan peningkatan toleransi terhadap regangan (Rishaldi et al., 2023). Menurut Sharman et al., 2006 menjelaskan bahwa mekanisme PNF bersifat kompleks dan bahwa penjelasan klasik mengenai *autogenic inhibition* melalui *golgi tendon organ* (GTO) bukan satu-satunya mekanisme yang dapat menjelaskan peningkatan lingkup gerak. Dengan demikian, peningkatan fleksibilitas yang ditemukan dalam penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai hasil interaksi antara komponen neuromuskular dan respons terhadap stimulus peregangan (Hill et al., 2017).

Komponen *paschimottanasana* dalam penelitian ini memberikan stimulus peregangan melalui gerakan fleksi batang tubuh dalam posisi duduk dengan kedua tungkai tetap ekstensi. Posisi tersebut memungkinkan terjadinya peregangan pada jaringan posterior tungkai dan daerah lumbopelvik (Polsgrove et al., 2016). Temuan penelitian ini sejalan dengan Bal & Kaur, 2009 yang melaporkan peningkatan fleksibilitas setelah program Hatha Yoga yang memasukkan beberapa asana, termasuk *paschimottanasana*. Penelitian lain oleh (Rajeshbhai & Dahyabhai, 2022) juga menunjukkan adanya perbaikan fleksibilitas setelah pemberian *paschimottanasana* pada volunteer sehat. Studi terbaru oleh Thapa et al., 2026 juga melaporkan peningkatan fleksibilitas *hamstring* setelah pemberian *paschimottanasana* selama 4 minggu yang diukur dengan *sit and reach test*. Namun, pada kedua penelitian tersebut *paschimottanasana* tidak sepenuhnya dapat dipisahkan dari komponen latihan lainnya. Oleh karena itu, kontribusi spesifik *paschimottanasana* terhadap perubahan fleksibilitas tetap perlu dipertimbangkan secara hati-hati.

Selain faktor neuromuskular dan mekanik, pemberian latihan secara berulang selama empat minggu kemungkinan memberikan kontribusi terhadap adaptasi fleksibilitas. Hasil meta-analisis mengenai efek stretching kronis menunjukkan bahwa latihan peregangan yang dilakukan secara teratur selama beberapa minggu dapat

meningkatkan lingkup gerak (Konrad et al., 2024). Dalam penelitian ini, intervensi dilakukan tiga kali seminggu selama empat minggu dengan total 12 sesi latihan. Frekuensi dan durasi intervensi tersebut memberikan paparan peregangan berulang yang secara teoritis dapat mendukung adaptasi terhadap stimulus *stretching*. Meskipun demikian, karena penelitian ini tidak menggunakan kelompok kontrol atau kelompok pembanding, perubahan tersebut tidak dapat dipastikan hanya berasal dari kombinasi kedua intervensi. Penelitian selanjutnya dengan desain *randomized controlled trial* dan kelompok pembanding diperlukan untuk mengetahui apakah kombinasi kedua intervensi tersebut memberikan efek yang lebih besar dibandingkan masing-masing intervensi secara terpisah.

Secara keseluruhan, hasil penelitian memberikan bukti awal bahwa penerapan kombinasi PNF *hold-relax* dan *Paschimottanasana* selama empat minggu berpotensi meningkatkan fleksibilitas yang diukur menggunakan sit and reach test pada individu usia muda dengan keterbatasan fleksibilitas *hamstring*. Temuan ini konsisten dengan bukti penelitian sebelumnya mengenai efektivitas PNF *stretching* dan latihan yoga terhadap fleksibilitas, tetapi besarnya kontribusi masing-masing komponen intervensi dan kemungkinan adanya efek kombinasi masih memerlukan penelitian dengan desain eksperimental yang lebih kuat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pemberian kombinasi *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) stretching* dengan metode *hold-relax* dan *paschimottanasana* secara signifikan meningkatkan fleksibilitas pada individu muda dengan keterbatasan fleksibilitas otot *hamstring*. Dengan demikian, kombinasi PNF *stretching* metode *hold-relax* dan *paschimottanasana* dapat dipertimbangkan sebagai salah satu bentuk intervensi untuk membantu meningkatkan fleksibilitas pada individu muda dengan keterbatasan fleksibilitas otot *hamstring*. Namun, karena penelitian menggunakan desain *one-group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol, hasil penelitian ini belum dapat memastikan bahwa peningkatan fleksibilitas sepenuhnya disebabkan oleh kombinasi kedua intervensi atau menunjukkan adanya efek sinergis. Penelitian selanjutnya dengan jumlah sampel yang lebih besar, kelompok kontrol, dan desain *randomized controlled trial* diperlukan untuk memperkuat bukti efektivitas intervensi tersebut.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, kombinasi PNF *stretching* metode *hold-relax* dan *Paschimottanasana* dapat dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif latihan untuk meningkatkan fleksibilitas pada individu usia muda dengan keterbatasan fleksibilitas *hamstring*. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar dengan desain *randomized controlled trial* serta kelompok kontrol atau pembanding untuk mengetahui efektivitas masing-masing intervensi dan efek kombinasinya. Pengukuran fleksibilitas juga disarankan menggunakan instrumen yang lebih spesifik terhadap *hamstring* dan mempertimbangkan faktor yang dapat memengaruhi fleksibilitas, seperti aktivitas fisik dan kebiasaan duduk. Selain itu, variasi frekuensi, durasi, dan lama intervensi serta *follow-up* perlu dipertimbangkan untuk mengetahui dosis latihan yang optimal dan keberlanjutan efek intervensi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Hindu Negeri I Gusti Bagus Sugriwa Denpasar, khususnya Program Studi Yoga Kesehatan, atas dukungan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh responden yang telah bersedia berpartisipasi dan mengikuti seluruh rangkaian penelitian. Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan kontribusi selama proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Bal, B. S., & Kaur, P. J. (2009). Effects of Selected Asanas in Hatha Yoga on Agility and Flexibility Level. *J Sport Health Res Journal of Sport and Health Research*, 1(2), 75–87.
- Cayco, C. S., Labro, A. V., & Gorgon, E. J. R. (2019). Hold-relax and contract-relax stretching for hamstrings flexibility: A systematic review with meta-analysis. In *Physical Therapy in Sport* (Vol. 35, pp. 42–55). Churchill Livingstone. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.11.001>
- Hill, K. J., Robinson, K. P., Cuchna, J. W., & Hoch, M. C. (2017). Immediate effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching programs compared with passive stretching programs for hamstring flexibility: A critically appraised topic. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(6), 567–572. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0003>
- Konrad, A., Alizadeh, S., Daneshjoo, A., Anvar, S. H., Graham, A., Zahiri, A., Goudini, R., Edwards, C., Scharf, C., & Behm, D. G. (2024). Chronic effects of stretching on range of motion with consideration of potential moderating variables: A systematic review with meta-analysis. In *Journal of Sport and Health Science* (Vol. 13, Number 2, pp. 186–194). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2023.06.002>
- Lempke, L., Wilkinson, R., Murray, C., & Stanek, J. (2018). The effectiveness of PNF versus static stretching on increasing hip-flexion range of motion. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(3), 289–294. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0098>
- Naragatti, S., & Vadiraj, H. S. (2023). A Comprehensive Review of Paschimottanasana: Benefits, Variations, and Scientific Evidence. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 12(10), 460–464. <https://doi.org/10.21275/sr231005142746>
- Nishwanth, N., Aravindan, T., & Manjunatha, M. (2026). Relationship between sitting duration and hamstring flexibility in young adults: A narrative review. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 31(1), 1833–1838. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2026.31.1.1981>
- Plandowska, M., Labecka, M. K., Truszczyńska-Baszk, A., Rajabi, R., & Płaszewski, M. (2024). A Randomized Controlled Trial of Active Stretching of the Hamstrings and Core Control for Low Back Pain and Musculoskeletal Discomfort during Prolonged Sitting among Young People. *Journal of Clinical Medicine*, 13(17). <https://doi.org/10.3390/jcm13175048>
- Polsgrove, Mj., Eggleston, B., & Lockyer, R. (2016). Impact of 10-weeks of yoga practice on flexibility and balance of college athletes. *International Journal of Yoga*, 9(1), 27. <https://doi.org/10.4103/0973-6131.171710>
- Puentedura, E. J., Huijbregts, P. A., Celeste, S., Edwards, D., In, A., Landers, M. R., & Fernandez-de-las-Penas, C. (2011). Immediate effects of quantified hamstring stretching: Hold-relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. *Physical Therapy in Sport*, 12(3), 122–126. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.02.006>
- Rajeshbhai, P. A., & Dahyabhai, T. K. (2022). Efficacy of Paschimottanasana and Bhujangasana on Flexibility of Kati-Trika Sandhi (Lumbo-sacral joint) in Healthy Volunteers. *International Journal of Applied Ayurved Research*, 5(7). www.ijaar.in
- Rishaldi, D., Ghufri, A., Prodi Sarjana Terapan Fisioterapi Poltekkes Kemenkes Surakarta, M., & Jurusan Fisioterapi Poltekkes Kemenkes Surakarta, D. (2023). Pengaruh Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Holf Relax Terhadap Fleksibilitas Otot Hamstring Pada Remaja. *Jurnal Nasional Fisioterapi*, 1(2).
- Sadler, S. G., Spink, M. J., Ho, A., De Jonge, X. J., & Chuter, V. H. (2017). Restriction in lateral bending range of motion, lumbar lordosis, and hamstring flexibility predicts the development of low back pain: A systematic review of prospective cohort studies. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1534-0>
- Sharman, M. J., Cresswell, A. G., & Riek, S. (2006). Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching Mechanisms and Clinical Implications. In *Sports Med* (Vol. 36, Number 11).
- Thapa, R., Chandrabanshi, A., Singh, A., & Kumar, R. (2026). Effect of 4 Weeks of Yogic-based Paschimottanasana Practice on Sit-and-Reach Test and Goniometer Measurements among Healthy Participants: A Randomized Controlled Trial. *Adv Mind Body Med*, 40(2), 22–27.

- Wanderley, D., Lemos, A., Moretti, E., Barros, M. M. M. B., Valença, M. M., & de Oliveira, D. A. (2019). Efficacy of proprioceptive neuromuscular facilitation compared to other stretching modalities in range of motion gain in young healthy adults: A systematic review. In *Physiotherapy Theory and Practice* (Vol. 35, Number 2, pp. 109–129). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1440677>