

PENGARUH *PROPIOCEPTIVE NEUROMUSCULAR FACILITATION* (PNF) *HOLD RELAX* TERHADAP FLEKSIBILITAS OTOT HAMSTRING PADA REMA

THE EFFECT OF PROPIOCEPTIVE NEUROMUSCULAR FACILITATION (PNF) HOLD RELAX ON FLEXIBILITY HAMSTRING MUSCLE IN ADOLESCENTS

Dinda Rishaldi¹, Afif Ghufroni², Sukadarwanto³

¹Mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Fisioterapi Poltekkes Kemenkes Surakarta

^{2,3}Dosen Jurusan Fisioterapi Poltekkes Kemenkes Surakarta

Email : din.rishaldi21@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Selama masa pandemi covid-19 seseorang mengalami penurunan aktivitas sehari-hari, sehingga berdampak adanya pemendekan fleksibilitas otot hamstring. Fisioterapi dapat membantu meningkatkan fleksibilitas otot hamstring dengan diberikan *proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) hold relax*. **Tujuan:** Untuk mengetahui pengaruh PNF *hold relax* terhadap fleksibilitas otot hamstring pada remaja. **Metode:** metode penelitian berupa eksperimental dengan design penelitian *one grup pre and post test* dilakukan pada bulan Februari-Maret tahun 2022. Subjek merupakan pelajar Madrasah Aliah Nawa Kartika, Wonogiri. Menggunakan random sampling subjek sebanyak 50 orang dibagi menjadi 2 kelompok I berjumlah 25 dan kelompok II berjumlah 25. Pengukuran fleksibilitas otot hamstring menggunakan *active knee extention test* (AKET). **Hasil:** Hasil dari kelompok perlakuan didapatkan nilai $p = 0,000$. Hasil pada kelompok kontrol didapatkan nilai $p = 0,151$. Uji *man whitney* antar kelompok perlakuan dan kontrol didapatkan hasil $p = 0,000$. **Kesimpulan:** Pemberian *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) hold relax* berpengaruh dalam meningkatkan fleksibilitas otot hamstring pada remaja.

Kata Kunci: Fleksibilitas, *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*, Remaja.

ABSTRACT

Background: During the Covid-19 pandemic, people experienced a decrease in daily activities, resulting in shortening of hamstring muscle flexibility. Physiotherapy can help increase the flexibility of the hamstring muscles by providing *proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) hold relax*. **Objective:** To determine the effect of PNF *hold relax* on hamstring muscle flexibility in adolescents. **Method:** the research method is experimental with a *one group pre and post test* research design carried out in February-March 2022. The subjects are students at Madrasah Aliah Nawa Kartika, Wonogiri. Using random sampling, 50 subjects were divided into 2 groups, I, numbering 25, and group II, numbering 25. Measuring hamstring muscle flexibility using the *active knee extension test* (AKET). **Results:** The results from the treatment group obtained a p value = 0.000. The results in the control group obtained a p value = 0.151. The *Man Whitney* test between the treatment and control groups resulted in $p = 0.000$. **Conclusion:** Providing *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) hold relax* has an effect on increasing hamstring muscle flexibility in adolescents.

Keywords: Flexibility, *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*, Adolescents.

PENDAHULUAN

World Health Organization mengemukakan bahwa remaja merupakan seseorang yang memiliki umur kisaran 10-24 tahun dan belum pernah menikah. Masa remaja merupakan masa periode seseorang tumbuh dan berkembang dengan pesat baik secara fisik, psikologis, maupun

intelektual (WHO, 2014). Masa remaja dianggap memiliki kesehatan paling prima dan menjadi dasar penentu pembentuk pola kesehatan di masa dewasa. Kenyataannya seringkali sekarang terabaikan sehingga akan beresiko memunculkan suatu perilaku yang menentang (Isfandari dan Lolong, 2014). Pada kondisi sekarang kesehatan remaja menjadi sorotan yang harus diperhatikan sebab bila tidak ditanggulangi akan menurunkan kualitas remaja. Sebagian besar remaja memang sehat namun masih banyak terjadinya kematian dini, penyakit, dan cedera di kalangan remaja. Kurangnya aktivitas fisik menjadi faktor pemicu penyakit yang akan berdampak dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan, bahkan tidak hanya untuk masa remaja tetapi juga di masa ketika mereka beranjak dewasa.

Fleksibilitas merupakan suatu keadaan dimana sendi, otot dan ligamen di sekitarnya melakukan suatu gerakan dengan leluasa dan nyaman dalam ruang gerak maksimal yang diharapkan (Ibrahim *et al.*, 2015). Fleksibilitas baik sendi maupun otot memiliki peran penting pada setiap gerak tubuh karena dapat meningkatkan efisiensi kerja otot, meningkatkan kemampuan gerakan, serta mencegah timbulnya suatu cedera.

Fleksibilitas yang baik dapat memudahkan seseorang untuk menyelesaikan kegiatan atau tugas sehari-hari secara maksimal. Dalam mencegah cedera otot, perubahan postur yang salah, nyeri punggung bawah, dan meningkatkan performa otot perlu adanya fleksibilitas yang baik (Navega *et al.*, 2014). Oleh karena itu dalam melakukan aktivitas kehidupan yang mendasar, kita sangat memerlukan adanya fleksibilitas otot yang baik, sehingga dapat melakukan aktivitas secara maksimal dan tidak timbul keterbatasan lingkup gerak sendinya. Namun akibat tuntutan peran dan kesibukan sehari-hari mereka yang terlalu lama duduk serta dalam posisi statis yang salah akan menimbulkan kesalahan postur yang secara anatomi akan berdampak pada nyeri pinggang. Jika hal tersebut terus dibiarkan, maka akan timbul pemendekan otot yang berdampak pada nyeri (Az-zahra *et al.*, 2016).

Sibarani (2020), mengatakan bahwa selama adanya pandemi covid-19 aktivitas seseorang mengalami penurunan. Hal tersebut dikarenakan virus corona yang dapat menyebar secara cepat dari satu manusia ke manusia lain yang, sehingga pemerintah mengeluarkan kebijakan untuk mengurangi aktivitas di luar ruangan. Adanya kebijakan tersebut membuat perubahan tatanan pembelajaran menjadi *learning from home* saat pandemi covid-19 yang melanda Indonesia di awal 2020. Terdapat 134 mahasiswa ikut serta dalam surveinya, mayoritas responden banyak menggunakan smartphone selama perkuliahan daring pada posisi duduk di kursi dan meletakkan gadget di meja (25%), duduk di kursi dan memegang gadget (15.48%), duduk di sofa memegang gadget (10.71%), serta duduk di lantai dan gadget di meja (10.71%). Mayoritas responden menggunakan gadget per hari adalah 8.3 jam. Hal tersebut mengakibatkan munculnya suatu keluhan *musculoskeletal disorder* pada pengguna *smartphone* di area leher bagian atas (82.14%), punggung (72.62%) dan pinggang (71.43%) (Fathimahhayati *et al.*, 2020).

Naqvi *et al.*, (2020), menjelaskan dari 300 subjek dengan umur berkisar antara 17-25 tahun didapatkan hasil 40% dari subjek keseluruhan mengalami pemendekan otot hamstring dimana perempuan lebih banyak dibanding laki-laki. Sedangkan pada penelitian Shayka dan Manandhar 2018, dari 107 subjek 40.17% mengalami pemendekan otot hamstring yang mana laki-laki lebih banyak dibandingkan perempuan. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Hendrawan pada tahun 2019 didapatkan hasil dari 33 orang mahasiswa didapatkan 91%

mahasiswa mengalami keterbatasan fleksibilitas otot hamstring dan 9% tidak mengalami keterbatasan fleksibilitas otot hamstring (Hendrawan, 2019).

Didukung juga dengan data survei penulis yang memberikan kuesioner pada siswi MA Mambaul Hikmah didapatkan dari 65 orang, terdapat 54 orang yang mengalami pemendekan otot hamstring diikuti dengan timbulnya rasa nyeri saat kaki diminta diluruskan keatas tembok. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada remaja rentan mengalami pemendekan otot hamstring.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *true experimental* dengan rancangan *one grup pre test-post test with control design*, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* (PNF) *hold-relax* terhadap fleksibilitas otot hamstring pada remaja. Pada penelitian ini menggunakan subjek laki-laki dan perempuan sejumlah 50 orang yang dibagi menjadi dua kelompok, kelompok perlakuan yaitu 25 subjek yang diberikan *proprioceptive neuromuscular facilitation* (PNF) *hold-relax*, kelompok kontrol yaitu 25 subjek tanpa perlakuan, dan tidak terdapat kelompok *dropout*. Penelitian ini dilakukan di MA Nawa Kartika Nambangan pada 19 Februari 2022 – 11 Maret 2022.

Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah (1) remaja MAN yang mengalami pemendekan otot hamstring (nilai AKET $>20^0$ / saat gerak aktif ekstensi lutut AKET $<160^0$), (2) berusia kisaran 17- 20 tahun dan (3) bersedia menjadi subjek penelitian. Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah (1) remaja MA Nawa Kartika yang memiliki gangguan kardiovaskuler, neurologis, trauma cedera otot hamstring dan (2) subjek yang aktif mengikuti program latihan atau kegiatan olahraga secara rutin dalam 3 bulan terakhir (3) subjek yang tidak memenuhi kriteria inklusi. Kriteria *drop out* pada penelitian ini adalah (1) subjek yang 3 kali berturut-turut tidak mengikuti program latihan yang sudah ditentukan dalam penelitian, (2) subjek yang mengalami sakit atau cidera sehingga menghentikan program latihan.

Uji beda *pre* dan *post test* pada masing-masing kelompok menggunakan uji *wilcoxon* dan uji beda antar kelompok menggunakan uji *mann whitney*.

HASIL

Karakteristik subjek berdasarkan usia didapatkan nilai rata-rata kelompok I yaitu 17.44 tahun dan kelompok II yaitu 17.64 tahun. Berdasarkan data karakteristik subjek indeks massa tubuh (IMT) pada kelompok I yaitu nilai minimum yaitu 16,9 dan nilai maksimum yaitu 23,6, sedangkan kelompok II nilai minimum yaitu 17,5 dan nilai maksimum yaitu 23,8. Pada kelompok I didapatkan nilai rata-rata sebesar 20.463 dan standar deviasi sebesar 1.6606, sedangkan pada kelompok II diperoleh hasil nilai rata-rata sebesar 20.715 dan standar deviasi sebesar 1.4331.

Tabel 1. Karakteristik berdasarkan Umur

Kelompok	Jumlah	Minimum	Maksikum	Mean	Standar deviasi
Kelompok I	25	17	19	17.44	0.583
Kelompok II	25	17	19	17.64	0.637

Tabel 2. Karakteristik berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT)

Kelompok	Jumlah	Minimum	Maksimum	Mean	Standar deviasi
Kelompok I	25	16.9	23.6	20.463	1.6606
Kelompok II	25	17.5	23.8	20.715	1.4331

Hasil uji beda *pre-post* perlakuan menggunakan uji *wilcoxon*. Pada kelompok I didapatkan hasil nilai $p=0,000$ dan kelompok II didapatkan hasil nilai $p=0,151$. Hasil uji beda antar kelompok I dan II menggunakan uji statistik *mann whitney* didapatkan nilai $p = 0,000$.

Tabel 3. Uji hipotesis

Variabel	Sig nilai p	Keterangan
Uji beda <i>pre-post</i> kelompok I	0,000	Ada perbedaan
Uji beda <i>pre-post</i> kelompok II	0,151	Tidak ada perbedaan
Uji post test kelompok I dan kelompok II	0,000	Ada perbedaan

PEMBAHASAN

Penelitian ini diikuti oleh 50 subjek dari Madrasah Aliah Nawa Kartika yang dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok I dengan perlakuan berupa PNF *hold relax* yang berjumlah 25 orang dan kelompok II sebagai kelompok kontrol yang berjumlah 25 orang. Pemberian latihan PNF *hold relax* dilakukan selama 2 kali dalam 3 minggu (6 kali perlakuan).

Penelitian ini menggunakan alat ukur berupa *active knee extention test* (AKET) yang merupakan alat ukur untuk mengetahui fleksibilitas otot hamstring. Menurut Neto *et al* pada tahun 2014 yang mempunyai 23 reabilitas yang sangat bagus dengan nilai koefisien reliabilitasnya 0,99 dari pengukuran *pre-test* dan *post-test*. Pada penelitian ini pada kelompok I dan kelompok II memiliki subjek dengan usia minimal 18 tahun. Sedangkan untuk usia maksimal subjek pada kelompok I maupun kelompok II yaitu 19 tahun.

Pada perlakuan PNF *hold relax*, hasil uji *mann whitney* untuk *post-test* pada kelompok I dan kelompok II didapatkan hasil $p = 0,000$, yang berarti terdapat beda pengaruh antar kelompok I dan kelompok II. Dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pemberian PNF *hold relax* terhadap fleksibilitas otot hamstring. Hal tersebut didukung oleh hasil uji beda *pre-post test* pada kelompok I dan kelompok II, bahwa kelompok I nilai $p < 0,05$ yang artinya terdapat pengaruh yang bermakna antara sebelum dan sesudah perlakuan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Reena *et al* pada 2018 mengenai efek dari teknik *hold relax* dan *passive stretching* dalam memperbaiki fleksibilitas otot hamstring. Penelitian tersebut menggunakan subjek sebanyak 100 orang dari *ACS Medical college and Hospital campus* dengan usia antara 18 sampai 25 tahun. Terbagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok 1 yaitu dengan pemberian *hold relax* dan kelompok 2 dengan pemberian *pasive stretching*. Pengukuran dilakukan sebelum intervensi dan setelah pemberian intervensi. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa *hold relax* lebih berpengaruh terhadap peningkatan fleksibilitas otot dan juga meningkatkan luas gerak sendi.

Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sadek *et al* pada tahun 2021 mengenai pengaruh teknik *neurodynamic tensioner* dan teknik *hold relax* terhadap fleksibilitas otot hamstring. Penelitian tersebut menggunakan subjek sebanyak 40 orang dari Universitas Cairo. Terbagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok 1 yaitu dengan pemberian *neurodynamic tensioner* dan kelompok 2 dengan pemberian *hold relax*. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa *neurodynamic tensioner* maupun *hold relax* sama-sama berpengaruh terhadap peningkatan fleksibilitas otot pada subjek yang mengalami pemendekan fleksibilitas otot hamstring

Teknik *hold relax* selalu diawali dengan adanya kontraksi isometrik otot antagonis. Kontraksi isometrik merupakan kontraksi otot tidak terjadi perubahan panjang otot, sehingga tidak menstimulus *muscles spindel* pada otot antagonis, yang pada akhirnya pergerakan ke arah agonis menjadi lebih mudah dan luas (Kisner, 2012). Selain itu, teknik *hold relax* menghasilkan suatu proses rileksasi/*inhibitor*, yang mana proses perenggangan otot terjadi melalui 2 mekanisme fisiologis yaitu *reciprocal inhibition* dan *autogenic inhibition*. Sehingga teknik PNF *Hold Relax* dipilih menjadi latihan untuk meningkatkan fleksibilitas otot hamstring.

Ahmed *et al* (2015) menjelaskan bahwa respon *autogenic inhibition* akan teraktivasi apabila otot hamstring melakukan kontraksi isometrik secara maksimum. Hal tersebut akan mengaktivasi golgi tendon organ (GTO) dalam jaringan otot sehingga memberi respon inhibisi pada *muscle spindle* dan mengaktifkan motor unit secara maksimal. GTO akan mengirim sinyal perlindungan terhadap kontraksi yang berlebihan pada otot. Saat mengirim sinyal tersebut sistem saraf pusat melalui saraf tepinya menginhibisi otot dan menghasilkan relaksasi pada otot tersebut. Pada saat otot relaks maka pasif *stretching* dapat dilakukan secara pelan-pelan, bila dilakukan secara cepat akan memicu terjadinya *stretch reflex* pada otot yang memendek. Penguluran secara konstan akan menimbulkan adaptasi pada jaringan otot untuk menetapkan otot dalam posisi memanjang sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas otot yang memendek dan meningkatkan luas gerak sendi.

SIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini pemberian PNF *Hold Relax* berpengaruh terhadap fleksibilitas hamstring pada remaja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Direktur Poltekkes Kemenkes Surakarta, Ketua Jurusan Fisioterapi Poltekkes Kemenkes Surakarta dan Kepala Madrasah Aliyah Nawa Kartika Nambangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adler, Susan S., Beckers Dominiek., Buck, Math. 2014; PNF in Practice: An Illustrated Guide 4th Edition.
- Ahmed, H., Iqbal, A., Anwer, S., and Alghadir, A.,2015; Effect of Modified Hold Relax Stretching and Static Stretching on Hamstring Muscle Flexibility, J. Phys. T 536 her. Sci.Vol. 27, No. 2. <https://dx.doi.org/10.1589%2Fjpts.27.535>

- Akbar, Ali., Haryanto, Irwan., Herutomo, Tomi., Lisnawati., Naintina. 2019; Gambaran Aktivitas Fisik dan Kebugaran Jasmani Mahasiswi Di Kabupaten Purwakarta. *Journal of Holistic and Health Sciences*. Volume 3, Nomor 1, dari <https://doi.org/10.51873/jhhs.v3i1.40>
- alence of Hamstring Muscle Tightness Among Undergraduate Physiotherapy Students of Nepal using Passive Knee Extension Angle Test. *International Journal of Scientific and Research Publications*. Vol 8 issue 1.
- Amin, Akhmad Alfajri., Purnawati, Susy., Lesmana, S Indra. 2015; Metode Active Isolated Stretching (AIS) dan Metode Hold Relax Stretching (HRS) Sama Efektif Dalam Meningkatkan Fleksibilitas Otot Hamstring Pda Mahasiswa Akademi Fisioterapi Widya Husada Semarang yang Mengalami Hamstring Muscle Tightness (HMTs). *Sport and Fitness Journal*. Volume 3, Nomor 2 : 11-12.
- Az-zahra, Nastiti., dan Ichsani, Fudjiwati. 2016; Efektivitas Antara Latihan Kontraksi Eksentrik Hydroterapy Dengan Latihan Ballistic Stretching Untuk Fleksibilitas Otot Hamstring Pada Remaja Putri. *Jurnal Fisioterapi*. Vol 16, No.1.
- Carr, Kevin., and Feit, Mary Kate. 2021; *Functional Training Anatomy*, dari https://books.google.co.id/books/about/Functional_Training_Anatomy.html?id=V239DwAAQBAJ&source=kp_book_description&redir_esc=y
- Chaeroni, Ahmad., Kusmaedi, Nurlan., Ma'mun, Amung., Budiana, Dian. 2021; Aktivitas Fisik : Apakah Memberikan Dampak Bagi Kebugaran Jasmani dan Kesehatan Mental?. *Jurnal Sporta Sainatika*. Volume 6, Nomor 1.
- Chagas, Alessandra Carolina de Santana., Wanderley, Débora., Barboza, Paulo José Moté., Martins, José Vicente Pereira., Moraes, Alexa Alves de., Souza, Fernando Henrique Morais de., Oliveira, Daniella Araújo de. 2020; Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Compared To Conventional Physiotherapy For Adults With Traumatic Upper Brachial Plexus Injury: A Protocol For A Randomized Clinical Trial. *The Journal For Researchers And Clinicians In Physical Therapy*.
- Dwidhya, Wira., Wahyuddin., Pramudya, Utama. 2019; Perbedaan Efektivitas Nordic Hamstring Exercise dengan Contract Relax Stretching dalam Meningkatkan Fleksibilitas Hamstring pada Remaja. *Jurnal Fisioterapi*. Volume 19 Nomor 1.
- Fasuyi, Francis Oluwafunsho., Fabunmi, Ayodele A., Adegoke, Babatunde O.A. 2016; Hamstring Muscle Length And Pelvic Tilt Range Among Individuals With And Without Low Back Pain. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*. Vol 21 No 246-250, dari <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.06.002>
- Fathimahhayati, Lina Dianati., Pawitra, Theresia Amelia., Tambunan, Willy. 2020; Analisis Ergonomi Pada Perkuliahan Daring Menggunakan Smartphone Selama Masa Pandemi Covid-19: Studi Kasus Mahasiswa Teknik Industri Universitas Mulawarman. *Operations Excellence*.
- Ibrahim, Renold C., Polii, Hedison., Wungouw Herlina. 2015; Pengaruh Latihan Peregangan Terhadap Fleksibilitas Lansia. *Junal e-Biomedik*.
- Khan, Sarfraj., Kanpariya, Harmisha., Nanda, Dixita. 2020; Comparison of Immediat Effect of Hold-Relax Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Foam Roller Exercise on Tight Hamstring Muscle in School Going Children – An Experimental Study. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*. Vol. 14, No. 1, dari <https://doi.org/10.37506/ijpot.v14i1.3468>
- Madri, M. 2017; Kontraksi Otot Skelet. *Jurnal Messana*. Vol. 2, NO. 2, dari <http://menssana.ppj.unp.ac.id/index.php/jm/article/view/25>
- Muscolino, Joseph E. 2016; *Kinesiology: The Skeletal System and Muscle Function 3rd Edition*

- Navega, M.T., Bruna P., Mary H.M. 2014; Assessment and comparison of the effects of two techniques on hamstring flexibility. *Fisioter. Mov. Curitiba*. Vol. 27, No. 4, Hal. 583-589, dari <https://doi.org/10.1590/0103-5150.027.004.AO10>
- Page, Phil., Frank, Clare C., Lardner, Robert. 2009; *Assessment and Treatment of Muscle Imbalance*.
- Paramurthi, I.A. Pascha., Adiputra, Luh Made Indah Sri Handari., Imron, M.Ali., Wihandani, Desak Made., Muliarta, Made., Sugijanto. 2018; Kombinasi Latihan Hold Relax dan Auto Myofascial Release Technique Lebih Menurunkan Nyeri Otot Betis Daripada Latihan Hold Relax dan Auto-Stretching Pada Karyawan Sales Promotion Girls (SPG) Di Lippo Mall Kuta Bali. *Sport and Fitness Jurnal*. Volume 6, Nomor 2, dari <https://doi.org/10.24843/spj.2018.v06.i02.p01>
- Prasetyo, Rizky Febriyanto., dan Rochmania, Azizati. 2020; Efek Kinesiotaping Terhadap Fleksibilitas Otot Hamstring Pada Atlet Spinter (100 M) : Study Pada Ronggolawe Atletik Club. *Jurnal Prestasi Indonesia*. Vol 4 No 1.
- Ramachandran, S., Paul, Jibi., N, Senthilkumar., Sudhakar, Selvaraj., Tamilselvi. 2018; Comparative effect of PNF Stretching Techniques On Hamstring Flexibility. *IJMAES*. Volume 4, No 1, 443-447, dari <https://doi.org/10.2217/cer-2021-0040>
- Reena, R., Paul, Jibi., Kumar, Praveen. 2020; To Compare The Effectiveness Of Passive Stretching Versus PNF Hold Relax Technique On Hamtring Tightness In Young Individuals. *Internasional Journal of Medical and Exercise Science*. Vol 6 (1), 668-675, dari <http://dx.doi.org/10.36678/ijmaes.2020.v06i01.002>
- Sadek, Safaa M., Kamel, Ragia M., Saleh, Marwa. 2021; Immediate Effect of Neurodynamic Tensioner Versus Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretch on Subjects with Short Hamstring Syndrome. *Med. J. Cairo Univ.*, Vol. 89, No. 2, dari https://mjcu.journals.ekb.eg/article_167867.html
- Shamsi, MohammadBagher., Mirzaei, Maryam., Shahsavari, Soodeh., Safari, Ameneh., Saeb, Morteza. 2020; Modeling The Effect of Static Stretching and Strengthening Exercise in Lengthened Position on Balance in Low Back Pain Subject with Shortened Hamstring: a Randomized Controlled Clinical Trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. Vol 21 No 809.
- Shayka, N.R., and Manandhar, S. 2018; Prev pengaruh propioceptive neuromuscular facilitation (pnf) hold relax terhadap fleksibilitas hamstring para remaja
- Sibarani, Inayah Husna. 2020; Pengaruh Pandemi Covid-19 Terhadap Penurunan Aktivitas Fisik Pada Remaja Selama Lockdown.
- Su Yu, June., and Seob Shin, Won. 2019; Comparison of The Immediate Effect of Hamstring Stretching Techniques on Hamstring Muscle Range of Motion, Pressure Pain Threshold and Muscle Tone. *Physical Therapy Rehabilitation Science*. Vol 8 (4) No 210-217.
- Wahyono, Yulianto., Utomo, Budi. 2016; Efek Pemberian Latihan Hold Relax dan Penguluran Pasif Otot Quadriceps Terhadap Peningkatan Lingkup Gerak Fleksi Sendi Lutut dan Penurunan Nyeri pada Pasien Pasca ORIF Karena Fraktur Femur 1/3 Bawah dan Tibia 1/3 Atas. *Jurnal Terpadu Ilmu Kesehatan*, Volume 5, Nomor 1.