

ARTIKEL PENELITIAN

**PENGARUH PENDINGINAN DALAM MERINGANKAN  
DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS (DOMS)**

*THE EFFECT OF COOLING DOWN IN EASING THE SYMPTOM OF  
DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS (DOMS)*

Tasya Gitaputri Pranoto<sup>1,\*</sup>, Julia Rahadian<sup>2</sup>, Nawanto Agung Prastowo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> RSU Hermina Kemayoran, Hermina Tower, Jl. Selangit B-10 Kavling 4, Kemayoran, Jakarta Pusat, 10620

<sup>2</sup> Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jl. Pluit Raya no. 2, Jakarta, 14440

\* **Korespondensi:** tasya.pranoto@gmail.com

**ABSTRACT**

**Introduction:** Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) refers to the skeletal muscle pain that follows eccentric exercise. The peak of intensity of soreness is at 48-72 hours and subsides within 3-4 days. Some studies showed that performing cooling down after the exercise could reduce the pain and stiffness of DOMS and some showed conversely.

**Methods:** Study with interventions was conducted. 69 volunteers were randomly assigned to either group 1, group 2, and control group with 23 volunteers in each group. DOMS was induced with eight sets of eighteen steps of duck walk. Followed by 5 minutes and 10 minutes of stretching. The soreness was evaluated 48 and 72 hours post exercise.

**Results:** A Chi-Square test showed there is significant difference for soreness in the group that did stretching after exercise ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Cooling down can reduce the symptoms of delayed onset muscle soreness (DOMS) in female student class of 2012 at School of Medicine Atma Jaya Catholic University of Indonesia.

**Key Words:** cooling down, DOMS, stretching

**ABSTRAK**

**Pendahuluan:** Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) adalah nyeri yang dirasakan seseorang dalam waktu 24-72 jam setelah melakukan aktivitas olahraga. DOMS menimbulkan kekakuan, bengkak, penurunan kekuatan dan nyeri pada otot. Salah satu pemicu DOMS adalah olahraga eksentrik. Beberapa penelitian mengatakan bahwa pendinginan ikut berpengaruh dalam mengurangi terjadinya cedera otot sesudah berolahraga, tetapi banyak juga penelitian yang mengatakan bahwa pendinginan tidak berpengaruh dalam mengurangi risiko cedera otot setelah olahraga. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah pendinginan meringankan nyeri yang timbul setelah berjalan jongkok pada mahasiswa perempuan angkatan 2012 Fakultas Kedokteran Unika Atma Jaya (FKUAJ).

**Metode:** Penelitian ini bersifat intervensi, jumlah responden 69 orang dibagi dalam 23 orang kelompok kontrol, 23 orang kelompok perlakuan 1, dan 23 orang kelompok perlakuan 2. Setiap responden melakukan pemanasan selama 5 menit, jalan jongkok 8x18 langkah. Kelompok perlakuan 1 melakukan pendinginan selama 5 menit, kelompok perlakuan 2 selama 10 menit, sedangkan kelompok kontrol tidak melakukan pendinginan.

**Hasil:** Uji Chi-Square menunjukkan perbedaan signifikan antara responden yang melakukan pendinginan dan tidak melakukan pendinginan ( $p < 0,05$ ).

**Simpulan:** Pendinginan dapat meringankan gejala DOMS pada mahasiswi angkatan 2012 FKUAJ.

**Kata Kunci:** DOMS, pendinginan, peregangan

**PENDAHULUAN**

*US Department of Labor, Bureau of Labor Statistic* pada tahun 2001 menyatakan bahwa angka kejadian cedera otot (muscle

sprain, strain, tears) sebanyak 76,5%. Data tersebut memperlihatkan bahwa cedera otot memiliki angka kejadian yang tinggi. Salah satu cedera otot yang paling sering dijumpai

adalah *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS). Studi menyatakan bahwa DOMS adalah nyeri yang dirasakan seseorang dalam waktu 24-72 jam setelah melakukan aktivitas olahraga. DOMS menimbulkan kekakuan, bengkak, penurunan kekuatan, dan nyeri pada otot. DOMS disadari dengan adanya nyeri yang didapati 12-24 jam setelah olahraga dan memuncak dalam waktu 24-48 jam setelah olahraga. DOMS lebih banyak terjadi setelah latihan yang bersifat kontraksi eksentrik daripada latihan yang bersifat kontraksi konsentrik.<sup>1</sup>

Pendinginan adalah aktivitas yang dilakukan untuk mengembalikan kondisi tubuh ke kondisi normal setelah olahraga. Pendinginan bertujuan untuk mengembalikan kondisi tubuh secara bertahap dan membuat transisi dari kondisi otot yang tegang karena berolahraga ke kondisi non-olahraga sehingga terhindar dari cedera, ketegangan, dan kelelahan otot. Pendinginan juga membantu mengurangi nyeri dan kaku otot yang dirasakan setelah olahraga. Salah satu cara melakukan pendinginan adalah dengan melakukan peregangan, baik secara aktif maupun pasif.<sup>2,3,4</sup>

Pemanasan pada umumnya dilakukan sebelum olahraga tetapi berbeda dengan pendinginan, jarang ditemukan orang melakukan pendinginan setelah berolahraga. Pendinginan telah dipercaya dapat mengurangi terjadinya cedera otot. Fakta lainnya adalah banyak juga yang melakukan pemanasan dan pendinginan tanpa mengetahui manfaat dan pengaruh sebenarnya. Penelitian Karoline Cheung dan

Vanshika Sethi mengatakan bahwa pendinginan ikut berpengaruh dalam mengurangi terjadinya cedera otot sesudah berolahraga, tetapi penelitian Law dan Herbert mengatakan bahwa pendinginan tidak berpengaruh dalam mengurangi risiko cedera otot setelah olahraga.<sup>5,6</sup>

Gejala DOMS diukur dengan penilaian nyeri yang dirasakan setelah 48 dan 72 jam setelah olahraga. DOMS dapat terjadi pada hampir semua golongan masyarakat khususnya pada dewasa muda, karena mereka memiliki frekuensi paling banyak berolahraga daripada mereka yang sudah dewasa dan memiliki keluarga. Salah satu populasi dewasa muda adalah mahasiswa perempuan angkatan 2012 Fakultas Kedokteran Unika Atma Jaya (FKUAJ). Dengan demikian muncul sebuah pertanyaan apakah benar pendinginan meringankan gejala DOMS setelah olahraga dan apakah ada perbedaan antara orang yang melakukan pendinginan setelah olahraga dan orang yang tidak melakukan pendinginan setelah olahraga.

## **METODE**

Penelitian ini termasuk penelitian dengan intervensi, dilakukan di lapangan basket FKUAJ, Pluit pada bulan Januari 2014. Populasi target adalah mahasiswa perempuan FKUAJ usia 17-21 tahun yang bersedia mengikuti penelitian ini sampai selesai. Kriteria eksklusi adalah peserta usia di bawah 17 tahun dan di atas 21 tahun, peserta yang memiliki cedera tungkai ke bawah pada saat yang sama saat penelitian

berlangsung, dan peserta yang sedang mengonsumsi obat antiinflamasi saat penelitian ini berlangsung.<sup>7</sup>

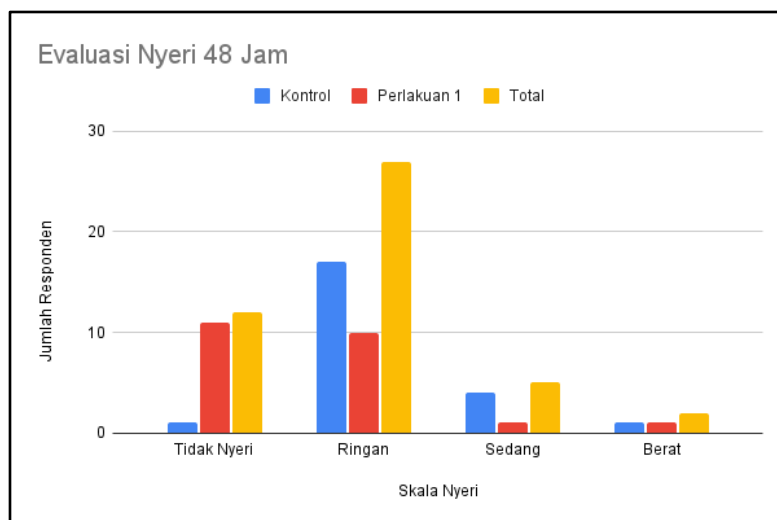
Peserta dibagi dalam tiga kelompok, yaitu kelompok kontrol, kelompok perlakuan 1, dan kelompok perlakuan 2. Masing-masing kelompok akan melakukan pemanasan sesuai yang sudah ditentukan, kemudian akan melakukan aktivitas jalan jongkok 8x18 langkah. Kemudian kelompok kontrol adalah kelompok peserta yang tidak melakukan pendinginan setelahnya, kelompok perlakuan 1 adalah kelompok yang melakukan pendinginan selama 5 menit, dan kelompok perlakuan 2 adalah kelompok yang melakukan pendinginan selama 10 menit. Kemudian masing-masing peserta akan diminta mengisi kuesioner dalam waktu 48 jam dan 72 jam untuk evaluasi. Penilaian nyeri pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan skala Likert dengan nilai 1-6 untuk menilai intensitas nyeri, dengan nilai '0' artinya tidak ada nyeri, dan '6' artinya nyeri

sangat yang membatasi pergerakan.<sup>8</sup> Data yang dikumpulkan akan diolah dan dianalisis dengan menggunakan uji Chi-Square. Bila uji Chi-Square tidak memenuhi syarat, maka dilakukan uji Fisher atau uji Kolmogorov-Smirnov.

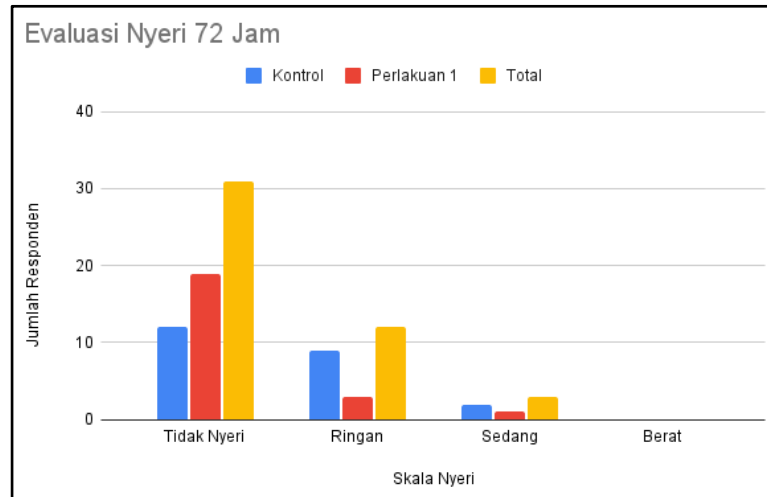
## HASIL

Grafik 1 menggambarkan bahwa pada kelompok kontrol terdapat 1 orang yang tidak mengalami nyeri, 17 orang yang mengalami nyeri ringan, 4 orang yang mengalami nyeri sedang, dan 1 orang yang mengalami nyeri berat. Kemudian pada kelompok perlakuan 1 terdapat 11 orang yang tidak mengalami nyeri, 10 orang yang mengalami nyeri ringan, 1 orang yang mengalami nyeri sedang, dan 1 orang yang mengalami nyeri berat.

Data dari kelompok perlakuan 2 menunjukkan bahwa sebanyak 15 orang tidak mengalami nyeri, 7 orang mengalami nyeri ringan, dan 1 orang mengalami nyeri sedang.



**Grafik 1.** Evaluasi Nyeri Setelah 48 Jam Perlakuan pada Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan 1 (\* $p < 0,05$ )



**Grafik 2.** Evaluasi Nyeri Setelah 72 Jam Perlakuan pada Kelompok Kontrol dan Kelompok Perlakuan 1 (\* $p < 0,05$ )

Grafik 2 menggambarkan bahwa di kelompok kontrol terdapat 12 orang yang tidak mengalami nyeri, 9 orang yang mengalami nyeri ringan, dan 2 orang yang mengalami nyeri sedang. Kemudian pada kelompok perlakuan 1 terdapat 19 orang yang tidak mengalami nyeri dan 4 orang mengalami nyeri ringan. Pada kelompok perlakuan 2 terdapat 23 orang yang tidak mengalami nyeri.

## DISKUSI

Jumlah responden pada kelompok kontrol yang mengalami nyeri lebih banyak daripada kelompok perlakuan lainnya. Responden yang tidak mengalami nyeri hanya 1 orang. Jumlah responden yang tidak mengalami nyeri pada kelompok perlakuan 2 lebih tinggi daripada kelompok perlakuan 1. Pada evaluasi nyeri 72 jam setelah perlakuan, semua responden kelompok perlakuan 2 tidak mengalami nyeri sedangkan 11 responden pada kelompok kontrol mengalami nyeri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan signifikan derajat nyeri antara

responden yang tidak melakukan pendinginan dan responden yang melakukan pendinginan selama 5 menit. Tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan antara responden yang tidak melakukan pendinginan dan responden yang melakukan pendinginan selama 10 menit. Meskipun pada waktu 72 jam semua responden tidak merasakan nyeri, karena ada kemungkinan nyeri memang sudah menghilang secara perlahan. Tetapi terlihat perbedaan antara responden yang melakukan pendinginan selama 5 menit dan tidak melakukan pendinginan. Perbedaan mungkin akan lebih terlihat jika dievaluasi 24 jam dan 48 jam setelah perlakuan.

Banyak orang melakukan pendinginan karena mereka percaya bahwa pendinginan dapat meringankan nyeri yang mereka rasakan setelah olahraga. Beberapa studi literatur dilakukan untuk mengetahui efektivitas pemanasan dan pendinginan dalam meringankan risiko cedera otot. Pemanasan memang terbukti untuk meringankan cedera otot dalam olahraga, tetapi masih dibutuhkan

percobaan klinis untuk menguji efektivitas pendinginan dalam meringankan cedera otot.<sup>3,5</sup>

Jalan jongkok adalah salah satu olahraga eksentrik yang dilakukan dengan tujuan untuk memicu terjadinya DOMS. Jalan jongkok sebagai kontraksi eksentrik adalah salah satu stimulus mekanik yang menyebabkan sarkomer memanjang melawan tekanan yang ada, bila dilakukan terus-menerus otot akan beradaptasi sampai batas maksimal, jika melampaui batas maksimal akan terjadi kerusakan pada sarkomer yang kemudian menyebabkan peningkatan permeabilitas. Hal ini kemudian akan memicu kerusakan membran sel otot. Kemudian akan menyebabkan respon inflamasi melalui aktivasi fosfolipase A2 dan stimulasi metabolisme asam arakidonat. Kemudian aktivasi fosfolipase A2 akan menstimulasi pengeluaran leukotrien sehingga meningkatkan permeabilitas pembuluh darah sehingga neutrofil dapat masuk ke daerah cedera. Neutrofil yang banyak bersifat sebagai radikal bebas dan menambah kerusakan membran sel otot yang ada. Pada saat yang bersamaan metabolisme asam arakidonat akan menstimulasi pengeluaran prostaglandin E2 (PGE2) yang secara langsung memberikan sensasi nyeri.<sup>2,9</sup> American College of Sports Medicine menyatakan bahwa jalan jongkok tidak berdampak negatif bagi lutut, kecuali jika ada cedera sebelumnya.<sup>10</sup> Pemanasan yang dilakukan sebelumnya berfungsi untuk meningkatkan suhu, meningkatkan fleksibilitas otot, dan meregangkan otot sebelum aktivitas sehingga menurunkan risiko cedera otot. Durasi

pemanasan selama 5 menit diberikan sesuai dengan literatur yang ada. Kemudian pendinginan dilakukan dengan melakukan beberapa gerakan peregangan selama 5 menit sesuai rekomendasi dari buku teks dan 10 menit sesuai dengan penelitian sebelumnya.<sup>11</sup>

Pada penelitian sebelumnya disimpulkan bahwa pendinginan tidak memengaruhi nyeri otot setelah olahraga. Hal ini mungkin disebabkan karena responden terdiri dari 23 pria dan 29 wanita yang berusia 17-40 tahun sehingga kemungkinan bias terhadap nyeri tinggi. Nyeri adalah suatu sensasi yang subjektif yang dirasakan seseorang. Ada kemungkinan persepsi nyeri bagi pria dan wanita berbeda, karena wanita mungkin sudah terbiasa dengan haid setiap bulan. Usia menjadi salah satu faktor yang berpengaruh karena ternyata studi Gerard Foley menyatakan bahwa orang yang berusia lebih tua cenderung memiliki toleransi nyeri lebih tinggi daripada mereka yang berusia lebih muda.<sup>13</sup> Kemudian juga pada penelitian tersebut tidak ada kriteria eksklusi bagi responden yang mengonsumsi obat-obatan anti inflamasi selama penelitian berlangsung. Obat-obatan anti inflamasi dapat menghambat enzim COX, sintesis prostaglandin dan sintesis asam arakidonat sehingga menghambat terjadinya DOMS. Pada orang yang mengonsumsi obat antiinflamasi, gejala-gejala nyeri, kalor, dolor, rubor tidak akan terlihat. Selain itu, pada penelitian tersebut perlakuan tiap kelompok tidak sama, yaitu kelompok 1 melakukan pemanasan dan pendinginan kelompok 2 hanya melakukan pemanasan, kelompok 3 hanya melakukan pendinginan, dan kelompok

4 tidak melakukan pemanasan dan pendinginan. Padahal pemanasan berfungsi untuk mempersiapkan otot sehingga tidak cedera. Hal-hal tersebut yang mungkin menyebabkan hasil pendinginan tidak berpengaruh dalam meringankan DOMS. Pada penelitian ini responden hanya wanita berusia 17-21 tahun dengan usia rata-rata 19 tahun. Dengan demikian persepsi nyeri diharapkan sama. Kemudian responden dipastikan tidak mengalami cedera tungkai ke bawah, tidak memiliki cedera yang dapat diperberat dengan olahraga, dan tidak mengonsumsi obat-obatan antiinflamasi. Setiap kelompok melakukan pemanasan selama 5 menit sebelum melakukan jalan jongkok 8x18 langkah sehingga yang membedakan kelompok kontrol, perlakuan 1, dan perlakuan 2 hanya pendinginan saja. Penelitian-penelitian sebelumnya bersifat kuantitatif sehingga mungkin perbedaan hasil yang didapatkan sangat kecil sehingga tidak signifikan, sementara penelitian ini bersifat kualitatif.<sup>2,5,14,15</sup>

Pemanasan dilakukan sebelum aktivitas olahraga bertujuan untuk menyiapkan otot-otot dan pendinginan yang dilakukan langsung setelah aktivitas olahraga akan lebih efektif dalam melatih fleksibilitas otot. Pendinginan yang dilakukan berupa latihan peregangan atau *stretching*. Setelah jalan jongkok, suhu otot tubuh akan meningkat dan lelah. Pada kondisi rileks inilah kemampuan otot untuk meregang lebih tinggi.<sup>16</sup> Cara melakukan pemanasan dan pendinginan perlu diperhatikan karena jika pemanasan dilakukan dengan cara yang salah berpotensi untuk

menyebabkan cedera otot. Demikian juga dengan pendinginan, gerakan peregangan yang efektif dilakukan dengan rileks dan napas yang teratur. Hal ini yang seringkali menyebabkan hasil yang diperoleh tidak akurat. Oleh karena itu, untuk menghindari kemungkinan tersebut dalam penelitian ini peneliti mengawasi dan memandu selama proses ini berlangsung sehingga diperoleh standar yang sama untuk setiap kelompok. Sesuai *American College of Sports Medicine* menyatakan bahwa latihan fleksibilitas harus dilakukan dengan standar, seperti gerakan yang dilakukan dan ditahan selama 10-30 detik, gerakan harus dilakukan dengan pengulangan sebanyak 2-4 kali, latihan fleksibilitas dilakukan sebanyak 2-3 kali per minggu untuk meningkatkan fleksibilitas, minimal delapan gerakan yang berbeda dilakukan. Rata-rata dapat diselesaikan selama 10 menit, latihan fleksibilitas paling efektif dilakukan langsung setelah otot digunakan dalam aktivitas.<sup>17</sup>

Penelitian Roger Harrel telah membuktikan bahwa individu yang memiliki fleksibilitas rendah memiliki risiko lebih tinggi untuk cedera otot. Pada sistem muskuloskeletal yang fleksibel, energi akan diserap dan diredam oleh jaringan muskulotendinous. Jika otot-otot kaku, energi akan dipindahkan ke bagian kontraktil sehingga otot-otot akan dirangsang untuk berkontraksi. Semakin rendahnya kekakuan otot, maka semakin tinggi kemampuan otot untuk menyerap energi. Hal ini dapat menurunkan risiko cedera otot.<sup>18</sup> Beberapa waktu setelah dilakukan olahraga eksentrik terjadi peningkatan tegangan pasif dalam otot. Hal ini terjadi

karena pelepasan  $Ca^{2+}$  yang berlebih karena rusaknya sarkomer. Kemudian merangsang otot-otot untuk berkontraksi. Sarkomer akan dipaksa untuk memanjang sampai akhirnya melampaui batas sehingga terjadi kerusakan membran hingga kerusakan yang ireversibel. Kemudian sel-sel yang mati akan menyebabkan respon inflamasi yang kemudian memberikan sensasi nyeri. Pendinginan juga diketahui dapat meningkatkan ambang rangsang nyeri.<sup>17</sup> Peregangan mengembalikan tegangan otot ke kondisi sebelum olahraga, meregangkan miofibril dan sarkomer otot, memecahkan ikatan-ikatan kontraktif sehingga menurunkan tegangan pasif pada otot. Selama peregangan bagian kontraktif otot lebih kaku dalam menahan daya regang daripada serat otot yang lain sehingga panjang dari regangan yang seharusnya disubstitusi dengan serat yang sehat. Kemudian menyebabkan peningkatan kemampuan otot untuk beradaptasi.<sup>4,20</sup> Keuntungan pendinginan juga mengeliminasi kadar asam laktat dan mengembalikan kondisi fisik ke keadaan normal. Hal ini menjelaskan penyebab nyeri otot pada individu yang melakukan pendinginan memiliki derajat yang lebih rendah daripada individu yang tidak melakukan pendinginan.<sup>17-19</sup>

## SIMPULAN

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa pendinginan dapat meringankan gejala *delayed onset muscle soreness* (DOMS) pada mahasiswi angkatan 2012 FKUAJ. Intensitas nyeri menurut kelompok yang tidak melakukan pendinginan lebih tinggi daripada

kelompok yang melakukan pendinginan selama 5 menit setelah berjalan jongkok pada mahasiswi angkatan 2012 FKUAJ. Tidak ada perbedaan intensitas nyeri menurut skala Likert pada kelompok yang tidak melakukan pendinginan dan kelompok yang melakukan pendinginan selama 10 menit setelah berjalan jongkok pada mahasiswi angkatan 2012 FKUAJ. Peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan pemeriksaan petanda biologis sebagai indikator kerusakan sel otot, seperti malondialdehid (MDA) untuk mendapatkan hasil yang lebih objektif, melakukan evaluasi 24 jam setelah perlakuan, dan melakukan pemeriksaan *range of movement* (ROM) dan kekakuan otot.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Mizumura, K., Taguchi, T. Delayed onset muscle soreness: Involvement of neurotrophic factors. *J Physiol Sci.* 2016.66; 43–52
2. Lewis PB, Ruby D, Bush-Joseph CA. Muscle soreness and delayed-onset muscle soreness. *Clin Sports Med.* 2012 Apr;31(2):255-62.
3. Rehman A, Sadiq N, Khan A. Comparison of massage therapy and passive stretching for reducing DOMS of tibialis anterior. *European Journal of Health Sciences.* 2021 May 10;6(2):18-29
4. Wijianto W, Agustianti EF. The Effect of Active and Passive Recovery Exercise in Reducing Doms (Delayed Onset Muscle Soreness): Critical Review. *Gaster.* 2022 Feb 8;20(1)
5. Sethi, Vanshika. Literature review of management of delayed onset muscle soreness (DOMS). *Int J Biol Med Res.* 2012;3(1):1469-1475
6. Herbert et al. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2011
7. Contrò V, Pieretta Mancuso E, Proia P. Delayed onset muscle soreness (DOMS) management: present state of the art.2016; **3**(23): 121-127

8. Harper SA, Peters FJ, Pollock BS, Burns K, McDaniel J, Ridgel AL. Design of an eccentric recumbent ergometer to elicit delayed onset muscle soreness. *Res Direct Health Sci.* 2021;1(1):3
9. Hotfiel T, Freiwald J, Hoppe MW, Lutter C, Forst R, Grim C, Bloch W, Hüttel M, Heiss R. Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS): Part I: Pathogenesis and diagnostics. *Sportverletzung-Sportschaden.* 2018 Dec;32(04):243-50
10. Hody, S., Croisier, J. L., Bury, T., Rogister, B., & Leprince, P. Eccentric Muscle Contractions: Risks and Benefits. *Frontiers in physiology.* 2019;(10): 536
11. Serinken MA, Gencoglu C, Kayatekin BM. The effect of eccentric exercise-induced delayed-onset muscle soreness on positioning sense and shooting percentage in wheelchair basketball players. *Balkan Med J.* 2013;30
12. Afonso J, Clemente FM, Nakamura FY, Morouço P, Sarmiento H, Inman RA, Ramirez-Campillo R. The effectiveness of post-exercise stretching in short-term and delayed recovery of strength, range of motion and delayed onset muscle soreness: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in physiology.* 2021 May 5;12:553
13. Hwang AB, Brack AS. Muscle stem cells and aging. *Current topics in developmental biology.* 2018 Jan 1;126:299-322
14. Andujo VD, Fletcher IE, McGrew C. Musculoskeletal preparticipation physical evaluation—does it lead to decreased musculoskeletal morbidity?. *Current Sports Medicine Reports.* 2020 Feb 1;19(2):58-69
15. ACSM Sport Medicine Basics. Youth Strength Training.[Internet]. Indianapolis: American College of Sports Medicine; 2017 [Cited 2020 November 15]. Available from: <https://www.acsm.org/docs/default-source/files-for-resource-library/smb-youth-strength-training.pdf>
16. Lima, C.D., Ruas, C.V., Behm, D.G. *et al.* Acute effects of stretching on flexibility and performance: A narrative review. *J. of SCI. In Sport and Exercise* 1, 29–37 (2019)
17. Mork, Paul Jarle. The effect of warm-up and cool-down exercise on delayed onset muscle soreness in the quadriceps muscle: a randomized controlled trial. *Journal of Human Kinetics.* 2012;(35):59-68
18. Nazarudin MN, Abdullah MF, Razak MR, Bakar AY, Lian DK, Pa WA. Dealing with delayed onset muscle soreness (DOMS): Foam roller or mechanical manipulation of body tissue. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences.* 2021;9(3): 383-393
19. Xie Y, Feng B, Chen K, Andersen LL, Page P, Wang Y. The efficacy of dynamic contract-relax stretching on delayed-onset muscle soreness among healthy individuals: A randomized clinical trial. *Clinical Journal of Sport Medicine.* 2018 Jan 1;28(1):28-36.
20. Stretching Exercise for the Lower Body. [Internet] 2013. <http://wellness.ucr.edu/Stretches%20for%20Lower%20and%20Upper%20Body.pdf>