



Efektivitas *stretching*, *passive activity* dan *VO2 max* dalam mencegah terjadinya *delayed onset muscle soreness*

Andika Triansyah*, Mimi Haetami

Program Studi Pendidikan Jasmani, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi Pontianak 78124, Indonesia.

* Corresponding Author. Email: andika.triansyah@fkip.untan.ac.id

Received: 8 January 2020; Revised: 10 May 2020; Accepted: 15 May 2020

Abstrak: Tujuan dalam penelitian ini adalah: (1) untuk mengetahui apakah ada perbedaan efektivitas *Active Isolated Stretching* dan *Passive Activity* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi; (2) Untuk mengetahui apakah ada perbedaan efektivitas antara *VO2Max* tinggi dan *VO2Max* rendah dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi; (3) Untuk mengetahui apakah ada interaksi antara *Active Isolated Stretching* dan *Passive Activity* dengan *VO2Max* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Bentuk penelitian menggunakan rancangan *faktorial 2x2*. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan rumus dari Issac & Michael, sehingga didapat sampel sebanyak 40 orang. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa: (1) tidak ada perbedaan efektivitas *Active Isolated Stretching* dan *Passive Activity* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi. (2) Tidak ada perbedaan efektivitas antara *VO2Max* tinggi dan *VO2Max* rendah dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi. (3) Tidak ada interaksi antara *Active Isolated Stretching*, *Passive Activity* dengan *VO2Max* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi.

Kata Kunci: *Active Isolated Stretching*, *Passive Activity*, *Delayed Onset Muscle Soreness*

Effectiveness stretching, passive activity and VO2 max prevent the delayed onset muscle soreness

Abstract: *The objectives of this study are: (1) To determine whether there are differences in the effectiveness of Active Isolated Stretching and Passive Activity in preventing the delayed onset of muscle soreness after high-intensity exercise; (2) To find out whether there is a difference in effectiveness between high VO2Max and low VO2Max in preventing the delayed onset of muscle soreness after high-intensity exercise; (3) To determine whether there is an interaction between Active Isolated Stretching and Passive Activity with VO2Max in preventing the delayed onset of muscle soreness after high-intensity exercise. The method used in this research is an experiment. The research uses 2x2 factorial design. Based on the results of research and discussion that the authors do in this study, it can be concluded that: (1) there was no difference in the effectiveness of Active Isolated Stretching and Passive Activity in preventing Delayed Onset Muscle Soreness after high-intensity exercise. (2) There was no difference in effectiveness between high VO2Max and low VO2Max in preventing Delayed Onset Muscle Soreness after high-intensity exercise. (3) There was no interaction between Active Isolated Stretching, Passive Activity with VO2Max in preventing Delayed Onset Muscle Soreness after high-intensity exercise.*

Keywords: *Active Isolated Stretching*, *Passive Activity*, *Delayed Onset Muscle Soreness*

How to Cite: Triansyah, A., & Haetami, M. (2020). Efektivitas stretching, passive activity dan VO2max dalam mencegah terjadinya delayed onset muscle soreness. *Jurnal Keolahragaan*, 8(1), 88-97. doi:<https://doi.org/10.21831/jk.v8i1.29487>



PENDAHULUAN

Manfaat olahraga bagi kesehatan manusia jelas sangat banyak dan bisa dirasakan oleh setiap orang, tidak bisa dihindari bahwa olahraga menjadi salah satu gaya hidup yang dilakukan setiap orang



untuk membuat tubuhnya tetap sehat dan bugar. Sebagai sebuah kegiatan untuk mendapatkan kebugaran jasmani dan kesehatan, olahraga atau aktivitas fisik harus dilakukan secara rutin. Fox (Suharjana, 2013) menyatakan aktivitas jasmani atau olahraga akan berpengaruh terhadap peningkatan fungsi organ tubuh seperti otot, saraf, jantung, pembuluh darah, alat-alat pernafasan, maupun biokimia tubuh. Artinya dengan berolahraga seseorang akan mendapatkan manfaat kesehatan dari aktivitas tersebut, selain itu kemampuan kerja otot juga akan meningkat. Hal tersebut disebabkan oleh perubahan fisiologis yang terjadi pada *system neuromuscular*. Sasaran utama dari olahraga atau aktivitas fisik adalah untuk meningkatkan kualitas kebugaran energi (*energy fitness*) dan kebugaran otot (*muscular fitness*) (Adam, 2018; Sukadiyanto & Muluk, 2011).

Dampak positif olahraga bagi kesehatan dan kebugaran tubuh sudah tidak terbantahkan lagi, namun disisi lain efek yang dapat ditimbulkan dari olahraga dapat menimbulkan kelelahan. Studi yang dilakukan, mengungkapkan akibat dari olahraga berlebihan, dikutip dari Dewi (2015) studi yang dilakukan oleh University of Utah di Salt Lake City yang telah mengidentifikasi reaksi biokimia yang menyebabkan rasa sakit pada otot dan rasa lelah saat berolahraga. Rasa sakit pada otot yang berkelanjutan adalah salah satu tanda bahwa olahraga yang dilakukan melebihi dari yang seharusnya. Sendi, tulang, dan anggota tubuh kemungkinan akan mulai terasa sakit ketika ada otot-otot yang digunakan secara berlebihan.

Keluhan sakit di otot atau rasa nyeri yang timbul akibat berolahraga dikenal dengan istilah *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)*. Akibat dari *DOMS* adalah rasa sakit yang muncul beberapa saat (tertunda) setelah melakukan olahraga. Rasa sakit yang ditandai dengan nyeri akibat dari *DOMS* akan muncul pada saat akan beraktivitas namun jika sedang beristirahat rasa nyeri tersebut tidak terasa. Semua orang dapat mengalami *DOMS*, baik itu pemula atau bahkan atlet profesional dapat merasakan nyeri otot setelah latihan. Gejala-gejala akan sering muncul dalam 24 jam setelah latihan dan biasanya menghilang setelah 3-4 hari (Hilbert et al., 2003; Wardana et al., 2018)

Perasaan nyeri yang timbul setelah berolahraga tersebut dapat mengganggu aktifitas sehari-hari, tubuh tidak dapat melakukan gerakan secara bebas karena adanya rasa nyeri di otot, ini dapat menjadi permasalahan terhadap aktifitas yang akan dilakukan, bagi pekerja tentu hal ini dapat mengganggu produktifitas kerja, bagi pelajar atau mahasiswa dapat menimbulkan perasaan malas dengan terbatasnya gerak yang dirasakan, bahkan lebih jauh dapat mengakibatkan muncul persepsi negatif tentang olahraga sehingga menyebabkan orang tidak mau untuk melakukan olahraga dengan intensitas tinggi.

Pada saat berolahraga sering ditemui orang yang mengabaikan tahapan pemanasan dan pendinginan dalam rangkaian olahraga ataupun melakukannya dengan asal-asalan, hal tersebut dapat disebabkan karena belum diketahui pentingnya pemanasan dan pendinginan dalam olahraga atau memang sengaja mengabaikan tahapan tersebut belum diketahui secara pasti. Selain itu juga persepsi setiap orang dapat mengalami *DOMS* baik orang yang tidak terlatih maupun atlet profesional sekalipun membantu memperlemah manfaat dari tahapan pemanasan maupun pendinginan.

DOMS adalah suatu fenomena yang sering ditemui dan terdokumentasi dengan baik, sering terjadi sebagai akibat dari latihan eksentrik yang tidak lazim atau intensitas tinggi (Connolly et al., 2003). *DOMS* sering dialami oleh semua individu yang melakukan aktivitas fisik tanpa melihat tingkat kebugarannya dan ini adalah respon fisiologis normal untuk meningkatkan penggunaan tenaga dan sebagai pengenalan terhadap aktivitas fisik yang tidak dikenal sebelumnya.

Menurut Szymanski (2001), *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 rasa nyeri yang didapati 12-24 jam setelah olahraga dan memuncak dalam waktu 24-48 jam setelah olahraga. *DOMS* adalah sensasi ketidak nyamanan atau nyeri pada otot-otot yang terjadi setelah melakukan latihan yang tidak biasa dilakukan atau dengan intensitas tinggi. Proses terjadinya *DOMS* dapat dihubungkan dengan pembentukan asam laktat dalam otot pasca olahraga yang intens namun sekarang terbukti bahwa ternyata asumsi tersebut tidak berhubungan langsung dengan kejadian *DOMS*. *DOMS* sering ditimbulkan terutama oleh gerakan eksentrik. Berbagai jenis olahraga menyebabkan deformitas sel membran otot sehingga akan diawali terjadinya respon inflamasi yang menyebabkan pembentukan produk-produk sampah metabolik, untuk berperan sebagai stimulus kimiawi kepada ujung saraf. Kontraksi eksentrik terjadi saat otot yang aktif sedang memanjang hal tersebut dapat berhubungan adanya peningkatan yang terlambat pada tingkat serum dari enzim spesifik otot seperti *creatin kinase (CK)* sehingga memicu kerusakan serabut otot. Gejala-gejala yang menyertai meliputi pemendekan otot, peningkatan kekakuan terhadap gerak pasif,

bengkak, penurunan kekuatan dan daya ledak otot, sakit lokal, dan rasa posisi sendi/*proprioception* yang terganggu (Szymanski, 2001).

Karena itu olahraga yang menyebabkan kerusakan otot/*exerciseinduced muscle damage*, dapat dihubungkan dengan adanya inflamasi *aseptic*, yang didukung beberapa bukti bahwa permukaan otot yang mengalami nyeri dan bengkak. Nyeri yang terjadi merupakan rangsangan yang berasal dari jaringan otot dan arteri, kapiler darah, serta tendon yang mengalami cedera. Inflamasi merupakan proses awal penyembuhan *DOMS* yang terjadi segera setelah beberapa menit setelah perdarahan. Indikator inflamasi dapat dilihat dengan terjalinya peningkatan konsentrasi CK antara 1-7 hari setelah latihan. Selain CK indikator lain yang dapat menjadi penanda inflamasi adalah jumlah leukosit, neutrofil, monosit dan basofil yang mengalami perubahan ketika cedera terjadi. CK (*creatinin kinase*) merupakan salah satu indikator terjadinya permeabilitas enzim pada membran yang terjadi pada otot skeletal dan otot jantung (Connolly et al., 2003).

Dalam aktifitas fisik terdapat dua jenis kontraksi otot, bergantung pada perubahan panjang otot selama berkontraksi, yaitu kontraksi isometrik dan kontraksi isotonik. Kontraksi isometrik adalah kontraksi otot yang tidak disertai dengan perubahan panjang otot. Contoh kontraksi isometrik adalah kontraksi otot pada saat mendorong tembok. Kontraksi isotonik adalah kontraksi otot yang disertai dengan perubahan panjang otot dengan tegangan tetap/konstan (Lhaksana, 2011; Siregar, 2016; Suharjana, 2013). Contoh dari kontraksi isotonik adalah kontraksi otot biceps pada saat mengangkat beban berat misalnya barbel. Kontraksi isotonik dibagi menjadi dua yaitu kontraksi konsentrik (otot memendek) dan kontraksi eksentrik (otot memanjang).

DOMS sering ditimbulkan terutama oleh latihan eksentrik seperti lari menuruni bukit atau *down-hill running*, *plyometrics*, dan latihan dengan tahanan. Pada dasarnya setiap gerakan yang tidak biasa dilakukan akan menimbulkan nyeri otot, khususnya gerakan yang membuat otot berkontraksi memanjang. Contoh kegiatan yang menyebabkan kontraksi otot yang seperti ini antara lain naik-turun tangga, *jogging*, menurunkan berat badan (seperti pada latihan *bicep curl*, *squat*, dan *push-up*). Berbagai latihan ini menyebabkan kerusakan pada sel membran otot sehingga akan memulai terjadinya respon inflamasi, menyebabkan pembentukan produk-produk sampah metabolik, yang berperan sebagai stimulus kimiawi kepada ujung saraf atau *nerve endings*. Latihan beban merupakan olahraga dengan intensitas yang tinggi, sehingga masalah utama yang sering dialami oleh para olahragawan adalah kelelahan atau ketidakmampuan untuk memulihkan rasa lelah dari satu latihan ke latihan berikutnya. Kelelahan otot adalah penurunan performa otot akibat aktivitas fisik. Hal ini menyebabkan kapasitas kekuatan maksimal otot berkurang (Perez & Jakeman, 2010). Selain mengurangi kapasitas kekuatan maksimal, akumulasi dari sisa metabolit akibat dari aktivitas fisik menyebabkan sensasi terbakar dan nyeri pada otot yang akan semakin bertambah seiring waktu dan mencapai puncaknya pada 1-2 hari setelah latihan (Sirait et al., 2015).

DOMS selalu dikaitkan dengan keadaan yang tidak biasa, kerja otot yang berlebihan dan kontraksi eksentrik dapat memicu terjadinya *DOMS*. Kontraksi otot eksentrik dapat dilihat dari adanya perpanjangan otot selama otot berkontraksi. *Muscle soreness* terjadi ketika *muscle fiber* mengalami robekan, dan otot beradaptasi untuk menjaga kekuatannya. *Muscle strain* terjadi karena akibat dari *overtraining* yang terjadi pada sebagian besar *muscle fiber* yang berpengaruh terhadap derajat gerak dan tendon (Connolly et al., 2003).

Tingkat kerusakan dan nyeri dapat disebabkan beberapa faktor misalnya pada tingkat profesional dapat disebabkan karena dosis latihan dan intensitas dari latihan yang diberikan. Bila pada seseorang yang bukan atlet kerusakan dapat disebabkan karena aktifitas otot melebihi dari kemampuan dalam melakukan aktifitas dan gerakan yang salah. Faktor yang lain adalah *stiffness*, kecepatan kontraksi, lelah otot, dan sudut pada saat akan melakukan gerakan. Dengan memperhatikan teori dan ilmu dasar pada mekanisme *injury*, penanganan untuk *DOMS* akan bisa meminimalkan kerusakan pada jaringan dan menghindarkan dari latihan otot yang berlebihan. *DOMS* dapat diklasifikasikan sebagai cedera pada otot tipe I dan dapat diketahui dengan adanya nyeri tekan dan *spasme* pada saat dilakukan palpasi dan gerakan. Nyeri tekan dapat terlokalisasi pada bagian distal otot dan dapat bertambah nyeri dalam waktu 24-48 jam setelah melakukan latihan. Rasa nyeri tersebut dapat menggambarkan tingginya *receptor* pada jaringan lunak dan pada tendon otot (Cheung et al., 2003). Melakukan latihan yang tidak terprogram dengan latihan eksentrik dapat menyebabkan terjadinya cedera karena pemberian latihan yang berulang-ulang. Jika latihan yang dilakukan secara *overload* maka akan menimbulkan cedera pada otot dan akan menyebabkan terjadinya kerusakan otot karena efek latihan yang berat. Latihan yang tidak

dikontrol dengan baik tersebut dapat menyebabkan timbulnya kerusakan otot, peradangan, dan nyeri serta menurunnya lingkup gerak sendi. Adanya gangguan pada komponen kontraktile otot terutama pada *Z-line* pada latihan eksentrik. Karakteristik lesi mikroskopik meluas dan akan terjadi kerusakan total myofibril pada *Z-line*, dan akan meluas pada kerusakan sarkomer. Ini merupakan salah satu penyebab ketegangan atau nyeri pada semua area otot yang akan mengurangi keterlibatan motor unit pada saat kontraksi eksentrik. *Nociceptor* pada jaringan ikat pada daerah arteri, kapiler dan struktur jaringan otot dan tendon akan terjadi atau timbul sensasi nyeri (Cheung et al., 2003). Berdasarkan penjelasan di atas, dalam mencegah terjadinya *DOMS* perlu dilakukan penelitian komparasi untuk meyakinkan manfaat tahapan pemanasan/pendinginan dan kemampuan kapasitas aerobik seseorang. Sehingga peneliti menetapkan judul efektifitas *Active Isolated Stretching*, *Passive Activity* dan *VO2Max* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Bentuk penelitian menggunakan rancangan *faktorial 2x2* yang melibatkan 2 variabel yaitu: (1) Variabel bebas/*independent* berupa efektifitas *Active Isolated Stretching (AIS)* dan *Passive Activity* serta variabel moderator berupa kemampuan *VO2Max* tinggi dan *VO2Max* rendah. (2) Variabel terikat/*dependent* berupa mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi. Eksperimen faktorial adalah eksperimen yang hampir semua faktor dikombinasikan atau disilangkan dengan tiap faktor lainnya yang ada dalam eksperimen. Sehingga desain penelitian faktorial 2 x 2 dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Desain Penelitian Faktorial 2 x 2

	<i>Treatment A1</i>	<i>AIS (A1)</i>	<i>Passive Activity (A2)</i>
<i>VO2Max A2</i>			
<i>VO2Max</i> tinggi (B1)		A1B1	A2B1
<i>VO2Max</i> rendah (B2)		A1B2	A2B2

Keterangan:

A1B1 = *Treatment AIS* dengan kemampuan *VO2Max* tinggi.

A1B2 = *Treatment AIS* dengan kemampuan *VO2Max* rendah.

A2B1 = *Passive Activity* dengan kemampuan *VO2Max* tinggi.

A2B2 = *Passive Activity* dengan kemampuan *VO2Max* rendah.

Penelitian ini dilakukan di lapangan Kampus 3 Ilmu Keolahragaan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tanjungpura (FKIP Untan). Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah sebanyak 40 orang mahasiswa prodi pendidikan jasmani FKIP Untan angkatan 2017. Dari 40 orang sampel selanjutnya ditentukan 20 orang dengan *VO2Max* tinggi dan 20 orang dengan *VO2Max* rendah, Kemudian dari 40 orang juga dibagi menjadi 4 kelompok/sel (sel pada faktorial 2x2) sehingga dalam setiap kelompok/sel di isi oleh 10 orang.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik tes dan pengukuran. Teknik tes digunakan untuk mengukur *VO2Max*, Untuk menentukan kemampuan *VO2Max* digunakan instrumen *multi stage fitness test (bleep test)* dengan satuan ml/kg/menit. sedangkan teknik pengukuran digunakan untuk mengukur *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)*. Data pengukuran *DOMS* yang diambil ialah data sesudah perlakuan yang diberikan 24 jam dan 48 jam sesudahnya. Gejala *DOMS* yang diukur adalah nyeri gerak dan penambahan lingkaran otot paha (bengkak). Setelah 24 jam pasca olahraga intensitas tinggi, nyeri diukur dengan *Visual Analogue Scale (VAS)* (Lau et al., 2013).

Analisis data dilakukan dengan teknik *analysis of variance (anova)* dengan bantuan SPSS 20.00 for windows. Jika nilai signifikansi (*2-tailed*) lebih kecil dari 0.05, maka H_0 diterima, artinya (1) Ada perbedaan efektifitas *Active Isolated Stretching* dan *Passive Activity* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi; (2) Ada perbedaan efektifitas antara *VO2Max* tinggi dan *VO2Max* rendah dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi; (3) Ada interaksi antara *Active Isolated Stretching* dan *Passive Activity* dengan *VO2Max* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini hasil analisis data meliputi karakteristik sampel, distribusi nilai *VO2Max*, distribusi nilai nyeri 24 jam setelah latihan berdasarkan *VO2Max*, distribusi perubahan lingkaran paha sebelum dan 24 jam sesudah latihan serta hasil uji hipotesis. Tabel 2 merupakan hasil penelitian yang meliputi karakteristik sampel:

Tabel 2. Karakteristik Sampel

Karakteristik	Jumlah	Presentasi
Jenis Kelamin		
Laki-laki	31	77.5%
Perempuan	9	22.5%
<i>Stretching</i>		
<i>AIS</i>	20	50%
<i>Pasif</i>	20	50%
<i>VO2Max</i>		
Tinggi	20	50%
Rendah	20	50%

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat karakteristik sampel penelitian berjenis kelamin laki-laki dengan jumlah 32 orang (80%), sedangkan jumlah subjek penelitian berjenis kelamin perempuan berjumlah 8 orang (20%). Selain itu pada tabel 2 nilai *VO2Max* dari 40 responden menunjukkan 20 orang (50%) memiliki kategori *VO2Max* Tinggi dan 20 orang (50%) menunjukkan memiliki *VO2Max* Rendah.

Distribusi AIS dan Pasif Activity terhadap DOMS

Selanjutnya dipaparkan data distribusi *AIS* dan *Pasif activity* terhadap *DOMS* setelah olahraga intensitas tinggi.

Tabel 3. Distribusi AIS dan Pasif activity Terhadap DOMS

Siklus	<i>Jenis Aktivitas</i>	
	<i>AIS</i>	<i>Passive Activity</i>
24 Jam setelah latihan		
Tidak nyeri	0 (0%)	1 (5%)
Nyeri ringan	12 (60%)	13 (65%)
Nyeri sedang	4 (20%)	6 (30%)
Nyeri berat	4 (20%)	0 (0%)
Nyeri sangat berat	0 (0%)	0 (0%)
Total	20 (100%)	20 (100%)
48 Jam setelah latihan		
Tidak nyeri	3 (15%)	3 (15%)
Nyeri ringan	13 (65%)	14 (70%)
Nyeri sedang	2 (10%)	2 (10%)
Nyeri berat	2 (10%)	1 (5%)
Nyeri sangat berat	0 (0%)	0 (0%)
	20 (100%)	20 (100%)

Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat lima tingkatan nyeri yaitu tidak nyeri, sedikit nyeri, lebih nyeri, sangat nyeri dan nyeri sangat berat. Data dikelompokkan kedalam dua jenis aktivitas sebelum dan sesudah latihan yaitu *Active Isolated Stretching* dan *Passive Activity* dan dibagi menjadi dua waktu yaitu efek 24 jam setelah latihan dan 48 jam setelah latihan. Pada sampel yang melakukan *Active Isolated Stretching* 24 jam setelah latihan, sebanyak 13 orang (65%) mengalami nyeri ringan, 3 orang (15%) yang mengalami nyeri sedang, dan 4 orang (20%) mengalami nyeri berat. Sedangkan dari data rasa nyeri setelah 48 jam dengan sampel yang sama didapatkan hasil 2 orang (10%) tidak nyeri, 13 orang (65%) nyeri ringan, 3 orang (15%) mengalami nyeri sedang dan 2 orang (10%) mengalami nyeri berat. Hasil berbeda didapatkan pada responden yang melakukan *Passive Activity*. Dalam waktu 24 jam setelah latihan 1 orang (5%) tidak merasakan nyeri, 13 orang (65%) mengalami nyeri ringan dan 4 orang (20%) mengalami nyeri sedang, 2 orang (10%) mengalami nyeri berat. Sedangkan pada 48 jam setelah latihan, sampel yang melakukan *Passive Activity* 3 orang (15%) tidak merasakan nyeri, 12 orang (60%) mengalami nyeri ringan, 4 orang (20%) mengalami nyeri sedang dan 1 orang (5%) mengalami nyeri berat.

Sejauh ini belum banyak diketahuinya penelitian terkait pengaruh *stretching* dan *VO2Max* terhadap *DOMS* secara langsung. Namun terdapat beberapa penelitian yang menghubungkan antara fleksibilitas dengan resiko terjadinya *muscle strain* dan *muscle injury*. *DOMS* ini merupakan *mikroruptur* yang terjadi pada struktur otot, hampir sama dengan *muscle strain*. Sehingga penelitian tersebut dianggap bisa dijadikan acuan dalam pembahasan. (Witvrouw et al., 2003) di Ghent University Belgium telah melakukan penelitian tentang fleksibilitas otot sebagai faktor resiko peningkatan cedera otot pada pemain sepak bola profesional Belgia. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa fleksibilitas otot hamstring yang kurang dari 90° dapat dianggap sebagai otot yang kaku karena pemain ini memiliki resiko lebih tinggi untuk cedera. Oleh karena itu berdasarkan hasil penelitian tersebut, pemain sepak bola dengan fleksibilitas otot *hamstring* kurang dari 90° harus didorong untuk peregangan secara intensif untuk mengurangi resiko terjadinya cedera otot. Dari sebanyak 67 responden yang mengalami cedera, sebanyak 46,2% mengalami cedera hamstring. Pada pemain tersebut ditemukan memiliki tingkat fleksibilitas secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan kelompok yang tidak mengalami cedera. Temuan tersebut sejalan dengan pendapat para pakar kesehatan olahraga di Belgia bahwa fleksibilitas otot memainkan peranan penting dalam upaya pencegahan *muscle strain* dan *muscle injury* lainnya.

Distribusi *VO2Max* terhadap *DOMS*

Selanjutnya akan disajikan data *VO2Max* terhadap *DOMS* hasil yang didapat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Distribusi *VO2 Max* terhadap *DOMS*

Siklus	<i>VO2Max</i>	
	Tinggi	Rendah
24 Jam setelah latihan		
Tidak nyeri	1 (5%)	0 (0%)
Nyeri ringan	12 (60%)	13 (65%)
Nyeri sedang	5 (25%)	5 (25%)
Nyeri berat	2 (10%)	2 (10%)
Nyeri sangat berat	0 (0%)	0 (0%)
Total	20 (100%)	20 (100%)
48 Jam setelah latihan		
Tidak nyeri	4 (20%)	2 (10%)
Nyeri ringan	12 (60%)	15 (75%)
Nyeri sedang	3 (15%)	1 (5%)
Nyeri berat	1 (5%)	2 (10%)
Nyeri sangat berat	0 (0%)	0 (0%)
	20 (100%)	20 (100%)

Dari data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat lima tingkatan nyeri yaitu tidak nyeri, sedikit nyeri, lebih nyeri, sangat nyeri dan nyeri sangat berat. Data dikelompokkan ke dalam dua jenis yaitu kemampuan *VO2Max* tinggi dan *VO2Max* rendah serta dibagi menjadi dua waktu yaitu efek 24 jam setelah latihan dan 48 jam setelah latihan. Pada sampel yang memiliki *VO2Max* tinggi 24 jam setelah latihan, sebanyak 1 orang (5%) merasakan tidak nyeri, 12 orang (60%) mengalami nyeri ringan, 5 orang (25%) yang mengalami nyeri sedang, dan 2 orang (10%) mengalami nyeri berat. Sedangkan dari data rasa nyeri setelah 48 jam dengan kemampuan sampel yang sama didapatkan hasil, 13 orang (65%) nyeri ringan, 5 orang (25%) mengalami nyeri sedang dan 2 orang (10%) mengalami nyeri berat.

Hasil berbeda didapatkan pada sampel yang memiliki kemampuan *VO2Max* rendah. Dalam waktu 24 jam setelah latihan 4 orang (20%) tidak merasakan nyeri. 12 orang (60%) mengalami nyeri ringan dan 3 orang (15%) mengalami nyeri sedang, 1 orang (5%) mengalami nyeri berat. Sedangkan pada 48 jam setelah latihan, sampel yang memiliki karakteristik yang sama 2 orang (10%) tidak merasakan nyeri, 15 orang (75%) mengalami nyeri ringan, 1 orang (5%) mengalami nyeri sedang dan 2 orang (10%) mengalami nyeri berat. Hasil dari penelitian ini juga sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh (Szymanski, 2001) *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)* mempunyai tipikal gangguan yang menyebabkan kekakuan, bengkak, penurunan kekuatan dan nyeri pada otot. *DOMS* adalah gangguan berupa pegal otot yang terjadi akibat latihan yang tidak lazim yang menyebabkan kerusakan pada membran sel otot sehingga menyebabkan terjadinya respon inflamasi. *DOMS* sering dialami oleh semua individu yang melakukan aktivitas fisik tanpa melihat tingkat kebugarannya dan ini adalah respon

fisiologis normal untuk meningkatkan penggunaan tenaga dan sebagai pengenalan terhadap aktivitas fisik yang tidak dikenal sebelumnya.

Untuk hasil data selanjutnya yaitu penyebaran hasil penelitian lingkaran paha antara 24 Jam dan 48 Jam setelah olahraga.

Tabel 5. Distribusi Lingkaran Paha Antara 24 Jam dan 48 Jam Setelah Olahraga.

Perubahan Lingkaran Paha	Jenis Kelamin		Jumlah
	Laki-laki	Perempuan	
Mengecil	14 (45%)	4 orang (45%)	18 (45%)
Tetap	7 (23)	3 orang (33%)	10 (25%)
Membesar	10 (32 %)	2 orang (22 %)	12 (30%)
Total	31 (100%)	9 (100%)	40 (100%)

Pengujian data yang diperoleh setelah perlakuan *stretching (AIS)*, *Pasif Activity* dan *VO2Max* terhadap *DOMS* dilakukan dengan 3 tahapan, pertama memisahkan data antara *treatment* sampel yang melakukan pemanasan dan pendinginan dengan *stretching (AIS)* dan sampel yang tidak melakukan aktifitas pemanasan dan pendinginan atau *pasif activity*.

Pengaruh AIS dan Passive Activity terhadap DOMS

Rumusan hipotesis pertama yang diajukan adalah terdapat pengaruh yang signifikan *Active Isolated Stretching* dan *Passive Activity* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi. Pada taraf signifikansi 5% ditentukan kriteria pengambil keputusan H_0 ditolak jika nilai signifikansi *P-value* < 0,05.

Tabel 6. Uji Hipotesis 1

Effect	Sig	α	Ket
<i>AIS & Passive Activity</i> terhadap <i>DOMS</i>	0,64	0,05	H_0 diterima

Hasil analisis uji anova diketahui nilai signifikansi *P-value* sebesar 0,64 yang berarti $0,64 > 0,05$, sehingga H_0 yang berbunyi tidak ada perbedaan efektivitas *Active Isolated Stretching* dan *Passive Activity* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi, diterima. Artinya tidak ada perbedaan efektivitas *Active Isolated Stretching* dan *Passive Activity* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi. Tidak ada perbedaan efektivitas tersebut dapat disebabkan karena *DOMS* adalah respon fisiologis normal untuk meningkatkan penggunaan tenaga dan sebagai pengenalan terhadap aktivitas fisik yang tidak dikenal sebelumnya/beban berlebih. Oleh karena itu olahraga dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan kerusakan otot/*exerciseinduced muscle damage* yang dapat dihubungkan dengan adanya inflamasi *aseptic* serta didukung beberapa bukti bahwa permukaan otot yang mengalami nyeri dan bengkak. Nyeri yang terjadi merupakan rangsangan yang berasal dari jaringan otot dan arteri, kapiler darah, serta tendon yang mengalami cedera (Connolly et al., 2003).

Hasil penelitian memang tidak menyatakan ada perbedaan efektivitas *Active Isolated Stretching* dan *Passive Activity* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi namun perlu diperhatikan bahwa fleksibilitas merupakan hal yang penting dalam olahraga. Untuk mendapat derajat fleksibilitas yang baik dapat dilakukan dengan *stretching*. Peregangan (*stretching*) merupakan metode latihan yang digunakan untuk meningkatkan fleksibilitas (Sukadiyanto & Muluk, 2011). Berdasarkan pernyataan tersebut hubungan keduanya sangat erat antara fleksibilitas dan peregangan dimana kelentukan (fleksibilitas) merupakan hasil atau tujuan yang ingin dicapai sedangkan peregangan (*stretching*) merupakan proses atau cara untuk meningkatkan atau mendapatkan kelentukan (fleksibilitas) itu sendiri. Hasil temuan (Lesmana et al., 2018) sirkulasi darah memiliki peran yang penting dalam proses penyembuhan cedera, termasuk *DOMS*. Dengan sirkulasi yang baik maka diharapkan nutrisi, oksigen dan zat lainnya yang berguna untuk penyembuhan akan terdistribusi ke jaringan yang mengalami cedera. Salah satu cara agar sirkulasi darah tetap berjalan dengan baik adalah dengan melakukan *recovery*. *Recovery* aktif dapat membantu proses penyembuhan dengan cara meningkatkan sirkulasi.

Orang yang jarang beraktivitas atau berolahraga akan menyebabkan otot mengalami pemendekan. Pada saat otot memendek, komponen yang ada dalam otot yaitu *myofibril (aktin dan myosin)*, sarkomer serta *fascia* kehilangan ekstensibilitas serta fleksibilitasnya, dimana filamen-filamen aktin dan myosin yang tumpang tindih bertambah dan karena itu jumlah ikatan silang akan bertambah, jumlah sarkomer

berkurang serta terbentuknya abnormal *cross-link* dan adanya taut *band* pada serabut otot yang pada akhirnya membuat otot memendek. Otot yang memendek akan mempengaruhi kekuatan otot dan fleksibilitas otot. Perbaikan dalam fleksibilitas otot akan dapat mengurangi terjadinya cedera pada otot. Otot yang mengalami pemendekan menyebabkan menurunnya fleksibilitas seseorang (Suharjana, 2013). Keadaan ini akan menyebabkan orang mudah terkena *DOMS* jika diberikan latihan eksentrik atau olahraga intensitas tinggi, karena otot yang kehilangan ekstensibilitas dan elastisitasnya akan mudah mengalami ketegangan, terlebih saat diberikan latihan eksentrik atau olahraga dengan intensitas yang melebihi kemampuan fisiknya, sehingga akan mudah mengalami cedera.

Pengaruh *VO2Max* terhadap *DOMS*

Selanjutnya tahapan kedua pengujian dilakukan berdasarkan tingkat kemampuan *VO2Max* sampel yang dibagi menjadi 2 kategori yaitu tinggi dan rendah. Rumusan hipotesis kedua yang diajukan adalah terdapat pengaruh yang signifikan antara *VO2Max* tinggi dan *VO2Max* rendah dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi. Pada taraf signifikansi 5 % ditentukan kriteria pengambil keputusan H_0 ditolak jika nilai signifikansi *P-value* < 0,05.

Tabel 7. Uji Hipotesis 2

<i>Effect</i>	<i>Sig</i>	α	<i>Ket</i>
<i>VO2Max</i> tinggi & rendah terhadap <i>DOMS</i>	0,10	0,05	H_0 diterima

Hasil analisis uji anova diketahui nilai signifikansi *P-value* sebesar 0,10 yang berarti $0,10 > 0,05$, sehingga H_0 yang berbunyi tidak ada perbedaan efektivitas antara *VO2Max* tinggi dan *VO2Max* rendah dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi, diterima. Artinya tidak ada perbedaan efektivitas antara *VO2Max* tinggi dan *VO2Max* rendah dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi. Hal ini membuktikan bahwa *DOMS* dapat dialami oleh semua individu yang melakukan aktivitas fisik tanpa melihat tingkat *VO2Max*/kebugarannya dan ini adalah respon fisiologis normal akibat dari olahraga intensitas tinggi atau penggunaan beban berlebih saat berolahraga/latihan.

DOMS adalah suatu fenomena yang sering ditemui dan terdokumentasi dengan baik, sering terjadi sebagai akibat dari latihan eksentrik yang tidak lazim atau intensitas tinggi (Connolly et al., 2003). Gejala-gejala yang menyertai meliputi pemendekan otot, peningkatan kekakuan terhadap gerak pasif, bengkak, penurunan kekuatan dan daya ledak otot, sakit lokal, dan rasa posisi sendi/*proprioception* yang terganggu (Proske & Morgan, 2001). Gejala-gejala akan sering muncul dalam 24 jam setelah latihan dan biasanya menghilang setelah 3–4 hari (Szymanski, 2001). *DOMS* adalah sensasi ketidak nyamanan atau nyeri pada otot-otot yang terjadi setelah melakukan latihan yang tidak biasa dilakukan atau dengan intensitas tinggi. Semua alasan ini didukung dengan berbagai hasil penelitian. Bukti yang paling kuat menyatakan robekan mikroskopik pada otot dan kerusakan pada jaringan konektif yang berhubungan dengan otot adalah faktor utama yang terlibat dalam timbulnya *DOMS* dilaporkan sebagai kejadian yang paling sering terjadi pada peserta lomba lari marathon dan kompetisi angkat besi (Selkar et al., 2009).

Interaksi *AIS*, *Pasif Activity* dan *VO2Max* terhadap *DOMS*

Langkah ketiga yang dilakukan pengujian untuk mencari interaksi antara variabel bebas dan moderat terhadap variabel terikat. Variabel bebas yaitu *AIS* dan *Pasif activity*, variabel moderat yaitu *VO2Max* tinggi dan *VO2Max* rendah, sedangkan variabel terikat yaitu *DOMS*. Rumusan hipotesis ketiga yang diajukan adalah ada interaksi antara *Active Isolated Stretching*, *Passive Activity* dengan *VO2Max* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi. Pada taraf signifikansi 5% ditentukan kriteria pengambil keputusan H_0 ditolak jika nilai signifikansi *P-value* < 0,05.

Tabel 8. Uji Hipotesis 3

<i>Effect</i>	<i>Sig</i>	α	<i>Ket</i>
Interaksi <i>AIS</i> , <i>Passive Activity</i> & <i>VO2Max</i> terhadap <i>DOMS</i>	0,38	0,05	H_0 diterima

Hasil analisis uji terhadap interaksi diketahui nilai signifikansi *P-value* sebesar 0,38 yang berarti $0,38 > 0,05$, sehingga H_0 yang berbunyi tidak ada interaksi antara *Active Isolated Stretching*, *Passive Activity* dengan *VO2Max* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga

intensitas tinggi, ditolak. Artinya tidak ada interaksi antara *Active Isolated Stretching*, *Passive Activity* dengan *VO2Max* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi. Tidak adanya interaksi tersebut disebabkan karena rangkaian dari penjelas sebelumnya yaitu tidak terdapatnya perbedaan efektivitas *Active Isolated Stretching*, *Passive Activity* dengan *VO2Max* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi yang sudah tentu berdampak pada tidak adanya interaksi yang terjadi. Meski hasil penelitian menyatakan tidak terdapat interaksi antara *Active Isolated Stretching*, *Passive Activity* dengan *VO2Max* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi, namun tetap perlu diperhatikan bahwa *DOMS* selalu dikaitkan dengan keadaan yang tidak biasa, kerja otot yang berlebihan dan kontraksi eksentrik dapat memicu terjadinya *DOMS*. Kontraksi otot eksentrik dapat dilihat dari adanya perpanjangan otot selama otot berkontraksi. *Muscle soreness* terjadi ketika *muscle fiber* mengalami robekan, dan otot beradaptasi untuk menjaga kekuatannya. *Muscle strain* terjadi karena akibat karena *overtraining* yang terjadi pada sebagian besar *muscle fiber* yang berpengaruh terhadap derajat gerak dan tendon (Connolly et al., 2003). Tingkat kerusakan dan nyeri dapat disebabkan beberapa faktor misalnya pada tingkat profesional dapat disebabkan karena dosis latihan dan intensitas dari latihan yang diberikan. Bila pada seseorang yang bukan atlet kerusakan dapat disebabkan karena aktifitas otot melebihi dari kemampuan dalam melakukan aktifitas dan gerakan yang salah. Faktor yang lain adalah *stiffness*, kecepatan kontraksi, lelah otot, dan sudut pada saat akan melakukan gerakan. Dengan memperhatikan teori dan ilmu dasar pada mekanisme *injury*, penanganan untuk *DOMS* akan bisa meminimalkan kerusakan pada jaringan dan menghindarkan dari latihan otot yang berlebihan. *DOMS* dapat diklasifikasikan sebagai cedera pada otot tipe I dan dapat diketahui dengan adanya nyeri tekan dan *spasme* pada saat dilakukan palpasi dan gerakan. Nyeri tekan dapat terlokalisasi pada bagian distal otot dan dapat bertambah nyeri dalam waktu 24-48 jam setelah melakukan latihan. Rasa nyeri tersebut dapat menggambarkan tingginya *receptor* pada jaringan lunak dan pada tendon otot (Cheung et al., 2003). *DOMS* dapat terjadi karena nyeri otot yang tertunda yang disebabkan karena kerusakan jaringan otot. Melakukan olahraga intensitas tinggi/latihan eksentrik dengan *overload* maka dapat berpotensi menimbulkan cedera pada otot, peradangan, dan nyeri serta menurunnya lingkup gerak sendi karena efek dari latihan yang berat tersebut. Adanya gangguan pada komponen kontraktil otot terutama pada *Z-line* pada latihan eksentrik. Karakteristik lesi mikroskopik meluas dan akan terjadi kerusakan total myofibril pada *Z-line*, dan akan meluas pada kerusakan sarkomer. Ini merupakan salah satu penyebab ketegangan atau nyeri pada semua area otot yang akan mengurangi keterlibatan motor unit pada saat kontraksi eksentrik. *Nociceptor* pada jaringan ikat pada daerah arteri, kapiler dan struktur jaringan otot dan tendon akan terjadi atau timbul sensasi nyeri (Cheung et al., 2003).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa: (1) tidak ada perbedaan efektivitas *Active Isolated Stretching* dan *Passive Activity* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi; (2) tidak ada perbedaan efektivitas antara *VO2Max* tinggi dan *VO2Max* rendah dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi; (3) tidak ada interaksi antara *Active Isolated Stretching*, *Passive Activity* dengan *VO2Max* dalam mencegah terjadinya *Delayed Onset Muscle Soreness* setelah olahraga intensitas tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, Q. H. (2018). Pemberdayaan masyarakat di Kelurahan Wonosari melalui olahraga. *Dimas: Jurnal Pemikiran Agama Untuk Pemberdayaan*, 18(1), 111. <https://doi.org/10.21580/dms.2018.181.2916>
- Cheung, K., Hume, P. A., & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness. *Sports Medicine*, 33(2), 145–164. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333020-00005>
- Connolly, D. A. J., Sayers, S. P., & Mchugh, M. P. (2003). Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 197. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0197:TAPODO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0197:TAPODO>2.0.CO;2)
- Dewi, K. L. (2015). *Waspadai, 10 efek buruk olahraga berlebihan!* Kompas.Com. <https://health.kompas.com/read/2015/09/28/090100623/Waspadai.10.Efek.Buruk.Olahraga.Berl>

ebihan.?page=all

- Hilbert, J., Sforzo, G., Medicine, T. S.-B. journal of sports, & 2003, U. (2003). The effects of massage on delayed onset muscle soreness. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 72–75. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.1.72>
- Lau, W. Y., Muthalib, M., & Nosaka, K. (2013). Visual analog scale and pressure pain threshold for delayed onset muscle soreness assessment. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 21(4), 320–326. <https://doi.org/10.3109/10582452.2013.848967>
- Lesmana, H. S., Padli, P., & Broto, E. P. (2018). Pengaruh recovery aktif dan pasif dalam. *JOSSAE : Journal of Sport Science and Education*, 2(2), 38. <https://doi.org/10.26740/jossae.v2n2.p38-41>
- Lhaksana, J. (2011). *Taktik & strategi futsal modern*. Be Champion.
- Perez, J. G., & Jakeman, P. M. (2010). Citrulline malate enhances athletic anaerobic performance and relieves muscle soreness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1215–1222. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cb28e0>
- Proske, U., & Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *The Journal of Physiology*, 537(2), 333–345. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.00333.x>
- Selkar, S. P., Ramteke, G. J., & Dongare, A. K. (2009). Effect of eccentric muscle training to reduce severity of delayed onset muscle soreness in athletic subjects. *Electronic Journal of General Medicine*, 6(4), 213–217. <https://doi.org/10.29333/ejgm/82672>
- Sirait, P. A., Abrori, C., & Suswati, E. (2015). Pengaruh pemberian jus semangka terhadap kelelahan otot dan delayed onset muscle soreness setelah latihan beban. *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*, 1(1), 132–135. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPK/article/view/2559>
- Siregar, V. (2016). *Hubungan antara kekuatan otot tungkai dan kelentukan pinggang dengan hasil bowling (melempar bola) di klub Cricket Universitas Negeri Jakarta*. Universitas Negeri Jakarta.
- Suharjana, S. (2013). *Kebugaran jasmani*. Jogja Global Media.
- Sukadiyanto, S., & Muluk, D. (2011). *Pengantar teori dan metodologi melatih fisik*. Lubuk Agung.
- Szymanski, D. J. (2001). Recommendations for the avoidance of delayed-onset muscle soreness. *Strength and Conditioning Journal*, 23(4), 7. <https://doi.org/10.1519/00126548-200108000-00001>
- Wardana, L., Irfan, M., & Ariyanto, A. (2018). *Perbedaan aerobik exercise dengan contract relax stretching dan ice massage terhadap penurunan nyeri delayed onset muscle soreness pada hamstring*. Universitas' Aisyiyah Yogyakarta. <http://digilib2.unisayogya.ac.id/xmlui/handle/123456789/1013>
- Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003). Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, 31(1), 41–46. <https://doi.org/10.1177/03635465030310011801>