

# PENGARUH LATIHAN AEROBIK RINGAN DAN SEDANG TERHADAP KADAR INTERLEUKIN 8 DAN JUMLAH NETROFIL PADA REMAJA

Huldani

S2 Imunologi Universitas Airlangga Surabaya

Email Korespondensi : [huldani@yahoo.com](mailto:huldani@yahoo.com)

**Abstract:** *Aerobic exercise with mild to moderate intensity will improve health and fitness. Aerobic exercise stimulates an increase in the concentration of IL-8 and will attract neutrophils out of circulation and infiltrate into the damaged tissue for physical activity. To determine the effect of mild and moderate aerobic exercise on levels of interleukin 8 and the number of neutrophils in adolescents, semi-experimental research laboratory with the entire population of male students of SMAN I Banjarbaru. Determination of the sample with inclusion and exclusion criteria obtained 31 samples (9 mild aerobic exercise, moderate aerobic exercise 12 and 10 as a control). The implementation of data collection (blood plasma) immediately after the sample is finished doing aerobic exercise. Blood plasma samples were analyzed by flowcytometri to see the number of neutrophils and elisa to see the levels of Interleukin 8 (IL-8). The results showed that mean plasma levels of IL-8 in mild aerobic group ( $605.69 \pm 123.28$ ) and moderate ( $718.75 \pm 132.55$ ) is lower than the control group ( $720.80 \pm 213.11$ ). Kruskal Wallis statistic test in the three groups no significant difference with  $p = 0.320$ . The average number of neutrophils mild aerobic exercise group ( $52.42 \pm 8.29$ ) and moderate ( $63.60 \pm 8.73$ ) was higher than the control group ( $50.11 \pm 5.55$ ), which means that there is an increase in the number of neutrophils after aerobic exercise, with one-way ANOVA statistical test showed different significant with  $p = 0.001$ . LSD test found significant differences between mild and moderate aerobic group with  $p = 0.003$ , 95% CI. There is no difference between the control group mild aerobic with  $p = 0.519$ . There are differences between the groups of moderate aerobic and control with  $p = 0.000$ . It can be concluded that mild and moderate aerobic exercise did not affect the increased plasma levels of interleukin-8 in adolescents. Mild aerobic exercise had no effect on the increase in the number of neutrophils in adolescents. Moderate aerobic exercise influence on the increase in the number of neutrophils in adolescents.*

**Keywords :** *Aerobic exercise, Interleukin 8, Neutrophyl*

**Abstrak:** **Latihan aerobik dengan intensitas ringan sampai sedang akan meningkatkan kesehatan dan kebugaran tubuh.** Latihan aerobik merangsang peningkatan konsentrasi IL-8 dan akan menarik netrofil dari sirkulasi dan menyusup ke jaringan yang rusak karena aktivitas fisik. Untuk mengetahui pengaruh latihan aerobik ringan dan sedang terhadap kadar interleukin 8 dan jumlah netrofil pada remaja, dilakukan penelitian semi eksperimental laboratorik dengan populasi seluruh pelajar laki-laki SMAN I Banjarbaru. Penentuan besarnya sampel dengan kriteria inklusi dan eksklusi didapatkan 31 sampel (9 latihan aerobik ringan, 12 latihan aerobik sedang, dan 10 sebagai kontrol). Pelaksanaan pengambilan data (plasma darah) segera setelah sampel selesai melakukan latihan aerobik. Plasma darah sampel dianalisa dengan *flowcytometri* untuk melihat jumlah netrofil dan pemeriksaan elisa untuk melihat kadar Interleukin 8 (IL-8). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kadar IL-8 plasma pada kelompok aerobik ringan ( $605,69 \pm 123,28$ ) dan sedang ( $718,75 \pm 132,55$ ) lebih rendah dari kelompok kontrol ( $720,80 \pm 213,11$ ). Secara uji statistik Kruskal Wallis ketiga kelompok tidak ada perbedaan bermakna dengan nilai  $p = 0,320$ . Jumlah rerata netrofil kelompok latihan aerobik ringan ( $52,42 \pm 8,29$ ) dan sedang ( $63,60 \pm 8,73$ ) lebih tinggi daripada kelompok kontrol ( $50,11 \pm 5,55$ ), artinya ada peningkatan jumlah netrofil setelah latihan aerobik. Dengan uji statistik ANOVA satu arah didapatkan hasil yang bermakna berbeda dengan nilai  $p = 0.001$ . Uji LSD didapatkan perbedaan bermakna antara kelompok aerobik ringan dan sedang dengan nilai  $p = 0,003$ , IK 95 % . Tidak terdapat perbedaan antara kelompok aerobik ringan dengan kontrol dengan nilai  $p = 0,519$ . Terdapat perbedaan antara kelompok aerobik sedang dan

kontrol dengan nilai  $p = 0,000$ . Dapat disimpulkan bahwa latihan aerobik ringan dan sedang tidak berpengaruh terhadap peningkatan kadar Interleukin-8 plasma pada remaja. Latihan aerobik ringan tidak berpengaruh terhadap peningkatan jumlah netrofil pada remaja. Latihan aerobik sedang berpengaruh terhadap peningkatan jumlah netrofil pada remaja.

**Kata Kata Kunci :** Latihan Aerobik, Interleukin 8, Netrofil

## PENDAHULUAN

Aktivitas fisik dapat memberikan pengaruh terhadap berbagai aspek kehidupan seperti psikologis, sosial, ekonomi, budaya, politik dan fungsi biologis<sup>1,2</sup>. Manfaat aktivitas fisik bila dilakukan dalam keadaan sehat secara teratur dan menyenangkan, dengan intensitas ringan sampai sedang (latihan aerobik) akan meningkatkan kesehatan dan kebugaran tubuh. Latihan aerobik yang demikian akan memperbaiki dan memperlambat proses penurunan fungsi organ tubuh, serta dapat meningkatkan ketahanan tubuh terhadap infeksi<sup>3</sup>. Latihan aerobik merangsang peningkatan dari moderat sampai besar konsentrasi yang beredar dari interleukin (IL) -6, IL-8, IL-10, IL-1 antagonis reseptor, granulosit-colony stimulating factor, dan peningkatan kecil di tumor necrosis factor- $\alpha$ , monosit chemotactic protein-1, IL-1 $\beta$ , *brain derived neurotrophic factor* (BDNF), IL-12p35 / p40 dan IL-15<sup>4</sup>.

Latihan aerobik akan merangsang kerusakan otot yang disebabkan peradangan lokal sehingga otot mengalami degenerasi dan regenerasi di sekitar jaringan ikat. Netrofil akan digerakkan menuju sirkulasi setelah aktivitas fisik, dan segera menyusup ke jaringan yang rusak. Netrofil akan ditarik oleh *chemoattractant* seperti komplemen 5a (C5a) dan interleukin (IL)-8 dari kerusakan sel akibat aktivitas fisik. Netrofil berada di dalam otot satu hari sesudah latihan fisik, dan sesudah infiltrasi netrofil, makrofag akan menggantikan dan berada di otot 1-14 hari setelah aktivitas fisik<sup>5</sup>.

Latihan aerobik yang sesuai untuk remaja sebagai berikut<sup>6</sup> :  
Kegiatan ringan : hanya memerlukan sedikit tenaga dan biasanya tidak menyebabkan perubahan dalam pernapasan atau ketahanan (*endurance*). Contoh : berjalan kaki, menyapu lantai, mencuci baju/piring, mencuci kendaraan, berdandan, duduk, les di sekolah, les di luar sekolah, mengasuh adik, nonton TV, aktivitas main *play station*, main komputer, belajar di rumah, nongkrong. Kegiatan sedang : membutuhkan tenaga intens atau terus menerus, gerakan otot yang berirama atau kelenturan (*flexibility*). Contoh: berlari kecil, tenis meja, berenang, bermain dengan hewan peliharaan, bersepeda, bermain musik, jalan cepat.

Berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh latihan aerobik ringan dan sedang terhadap kadar IL 8 dan jumlah netrofil pada remaja.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah semi eksperimental laboratorik menggunakan rancangan acak kontrol post test. Populasi sampel penelitian adalah seluruh pelajar laki laki SMAN I Banjarbaru.

Tiga Puluh Satu sampel terdiri dari 9 sampel latihan aerobik ringan, 12 sampel aerobik sedang dan 10 orang sebagai kontrol diambil sesuai dengan kriteria inklusi : bersedia menjadi subjek penelitian, jenis kelamin laki-laki, usia 15-18 Tahun, sehat jasmani (artinya pada waktu penelitian probandus tidak sakit atau infeksi dan tidak mempunyai riwayat penyakit jantung, paru dan alergi), melakukan olahraga minimal 1 kali seminggu minimal lari lari kecil selama 30 menit, kooperatif (subjek penelitian dapat diajak kerjasama untuk melakukan prosedur penelitian), tidak merokok, tidak minum obat-obatan yang mempengaruhi jumlah netrofil dan kadar IL8 minimal 2 hari sebelum pengambilan darah, mempunyai indeks massa tubuh (IMT) normal (20-25), mempunyai nilai VO2 max  $\geq$  38,4. Kriteria eksklusi : mengalami tanda-tanda kelelahan pada saat latihan sehingga tidak mampu menyelesaikan latihan. Pelaksanaan pengambilan data (plasma darah) segera setelah sampel selesai melakukan latihan aerobik ringan (60-69 % denyut nadi maksimal atau DNM) dan sedang (70-79 % DNM) selama 30 menit, 3 kali seminggu selama 2 minggu dengan target DNM sesuai rumus Tanaka yaitu  $208 - (0,7 \times \text{umur})$ . Plasma darah sampel dianalisa dengan *flowcytometri* untuk melihat jumlah netrofil dan pemeriksaan elisa untuk melihat kadar Interleukin 8 (IL-8).

Analisis data dengan komputerisasi dengan tingkat kepercayaan 95 % dengan metode uji ANOVA satu arah bila data berdistribusi normal dan homogen, kalau tidak berdistribusi normal dan homogen dilakukan uji non parametrik Kruskal Wallis untuk melihat pengaruh latihan aerobik ringan dan sedang terhadap kadar IL-8 dan jumlah netrofil pada remaja.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 31 orang pelajar laki laki dengan usia sampel 15 tahun sebanyak 17 orang dan usia 16 tahun

sebanyak 14 orang, target denyut nadi maksimal sesuai rumus Tanaka untuk latihan aerobik ringan adalah antara 119 – 136 kali permenit dan latihan aerobik sedang 138 – 155 kali permenit.

Tabel 1. Rerata karakteristik seluruh sampel

	Minimum	maksimum	Mean ± SD
Umur	15	16	15,45 ± 0,51
Berat badan	52	7	60,81 ± 6,11
Tinggi badan	180	156	165,79 ± 5,99
Indeks massa tubuh	20.05	24.75	22,34 ± 1,64
VO <sub>2</sub> maksimal	39.2	54.8	48,74 ± 5,68

Tabel 2. Rerata Kadar IL-8 pada setiap kelompok

Kelompok	Kadar IL-8 (ng/L)	± SD
Aerobic ringan	605,69	123,28
Aerobic sedang	718,75	132,55
Kontrol	720,80	213,11

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kadar IL-8 plasma pada kelompok aerobik ringan dan sedang lebih rendah dari kelompok kontrol. Uji normalitas data kadar IL-8 menggunakan shapiro wilk pada kelompok latihan aerobik ringan  $p = 0,000$ , aerobik sedang  $p = 0,520$ , dan kontrol  $p = 0,300$ . Karena data tidak berdistribusi normal dilakukan transformasi data dengan LG 10 didapatkan distribusi data masih tidak normal maka dilakukan uji non parametrik Kruskal Wallis, diperoleh nilai  $p = 0,320$ , oleh karena nilai  $p > 0,05$  menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna (signifikan) antara kadar IL-8 pada kelompok aerobik ringan, kelompok aerobik sedang, dan kontrol.

Hal ini menunjukkan bahwa latihan aerobik ringan dan sedang tidak berpengaruh terhadap kadar IL-8 di dalam plasma. Kemungkinan ini terjadi karena IL-8 hanya meningkat di serat otot rangka dan sedikit saja ke dalam sirkulasi darah.

Sesuai dengan penelitian Akerstrom *et.al*, 2011 terjadi pelepasan sementara dalam jumlah kecil IL-8 dari otot bekerja ditemukan pada 1,5 jam latihan lutut ekstensor. Namun, pelepasan kecil IL-8 dari otot tidak mengakibatkan peningkatan konsentrasi plasma sistemik IL-8, menunjukkan bahwa IL-8 dari otot mungkin memainkan peran lokal, misalnya di angiogenesis<sup>7</sup>

Menurut Peake *et al.* (2015), banyak dari IL-8 di ekspresikan dalam otot rangka tidak semua dilepaskan ke dalam sirkulasi selama latihan. Sebaliknya, beberapa sitokin yang ada dalam sirkulasi tidak ekspresikan dalam

otot rangka setelah latihan (4). Menurut penelitian Frydelund *et al* (2007), latihan merangsang peningkatan interleukin-8 (IL-8) mRNA dan ekspresi protein dalam serat otot rangka. IL-8 subfamili dari CXC kemokin mengandung Glu-Leu-Arg (ELR). IL-8 bertindak sebagai faktor angiogenik pada sel endotel mikrovaskuler manusia dengan mengikat reseptor CXC 2 (CXCR2). IL-8 yang berasal otot dapat bertindak secara lokal untuk merangsang angiogenesis melalui signaling reseptor CXCR2<sup>8</sup>.

Hirose *et al* (2004) melakukan penelitian terhadap 10 subjek laki-laki terlatih dilakukan dua latihan eksentrik melibatkan fleksor siku (6 set 5 pengulangan) yang dipisahkan oleh empat minggu. Darah sampel sebelum, setelah, 1 jam, 3 jam, 6 jam, 24 jam (1 hari), 48 jam (2 hari), 72 jam (3 hari), 96 jam (4 hari). Setelah latihan pertama dan kedua konsentrasi IL-8 menunjukkan penurunan yang signifikan dibandingkan dengan nilai-nilai sebelum latihan. Hasil ini menunjukkan bahwa kerusakan otot akibat olahraga eksentrik tidak terkait dengan pelepasan yang signifikan dari sitokin ke dalam sirkulasi sistemik. Meskipun ada bukti kerusakan otot yang parah setelah latihan eksentrik, kerusakan otot ini tidak disertai dengan perubahan besar dalam konsentrasi sitokin plasma. Perubahan kecil konsentrasi sitokin sistemik ditemukan dalam penelitian ini mungkin menggambarkan pembersihan lebih cepat dari sirkulasi, atau tidak adanya kebutuhan metabolisme atau oksidatif yang signifikan selama pola latihan tertentu<sup>9</sup>.

Duran *et al* (2015) melakukan penelitian terhadap 11 anak-anak dengan Prader-Willi Syndrome (PWS) ( $11 \pm 2$  y,  $45,4 \pm 9,5\%$  lemak tubuh), 12 anak-anak dengan obesitas (OB) ( $9 \pm 1$  y,  $39,9 \pm 6,8\%$  lemak tubuh), dan 12 anak-anak ramping (LN) ( $9 \pm 1$  y,  $17,5 \pm 4,6\%$  lemak tubuh). Anak-anak menyelesaikan sepuluh rangkaian bersepeda dua menit dengan intensitas kuat, dipisahkan oleh satu menit istirahat. Sampel darah dikumpulkan pra latihan, segera pasca latihan, dan 15, 30, dan 60 menit pada saat pemulihan untuk menganalisis kemungkinan perubahan dalam sitokin. Tidak ada perbedaan respon antara anak-anak dengan PWS yang latihan akut dan kontrol terhadap peningkatan konsentrasi IL-8<sup>10</sup>.

Della *et al* (2014) mengambil sampel biopsi otot dari vastus lateralis dari delapan orang yang tidak terlatih ( $22 \pm 0,5$  tahun) sebelum dan 2, 4 dan 24 jam setelah tiga set penekanan kaki, ekstensi kaki dan jongkok pada 80% 1-RM. Didapatkan hasil IL-8 secara signifikan meningkat 38 kali setelah 2 jam pasca-latihan, interleukin-8 diekspresikan oleh sel-sel yang berada di ruang interstitial antara serat otot. Menurutnya latihan ketahanan yang intens menyebabkan beban mekanis dari otot rangka, diikuti oleh adaptasi otot dimana faktor kemotaktik mungkin memainkan peran penting dalam proses ini<sup>11</sup>.

Hasil perhitungan jumlah netrofil yang di analisis dengan menggunakan statistik deskriptif dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rerata jumlah netrofil pada setiap kelompok

Kelompok	Kadar IL-8 (ng/L)	$\pm$ SD
Aerobic ringan	52,42	8,29
Aerobic sedang	63,60	8,73
Kontrol	50,1	5,55

Hasil penelitian menunjukkan jumlah rerata netrofil kelompok latihan aerobik ringan dan sedang lebih tinggi daripada kelompok kontrol, artinya ada peningkatan jumlah netrofil setelah latihan aerobik.

Uji Normalitas data jumlah netrofil menggunakan Shapiro Wilk pada kelompok latihan aerobik ringan  $p = 0,492$ , aerobik sedang  $p = 0,920$ , dan kontrol  $p = 0,507$ , karena semua

kelompok perlakuan nilai  $p > 0,05$  ini menunjukkan bahwa data berdistribusi normal. Analisis menggunakan uji ANOVA satu arah bisa dilakukan. Uji homogenitas didapatkan nilai  $p = 0,260$  dimana nilai  $p > 0,05$  dapat diambil kesimpulan bahwa data bersifat homogen. Hasil analisis uji ANOVA satu arah dengan nilai  $p = 0,001$  (nilai  $p < 0,05$ ) menunjukkan terdapat perbedaan jumlah netrofil yang bermakna (signifikan) antara kelompok latihan aerobik ringan, aerobik sedang, dan kontrol.

Untuk mengetahui signifikan perbedaan antar kelompok dilakukan analisis uji LSD. Hasil uji LSD menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna antara kelompok aerobik ringan dan sedang dengan nilai  $p = 0,003$ , IK 95 % . Tidak terdapat perbedaan antara kelompok aerobik ringan dengan kontrol dengan nilai  $p = 0,519$ . Terdapat perbedaan antara kelompok aerobik sedang dan kontrol dengan nilai  $p = 0,000$ .

Hasil ini di dukung Ramel (2004) yang melakukan penelitian terhadap 17 laki-laki (10 laki laki tidak terlatih, 7 laki-laki terlatih) dengan serangkaian latihan resistensi submaksimal (10 latihan; 75% dari maksimum satu pengulangan; mean (SD) waktu latihan, 18,6 (1,1) menit). Sampel darah diambil sebelum dan segera setelah latihan dan didapatkan hasil netrofil meningkat setelah latihan<sup>12</sup>.

Penelitian Pyne (1994) tentang latihan akut menunjukkan bahwa berolahraga umumnya memunculkan aktivasi awal neutrofil, dibuktikan dengan pelepasan enzim sitoplasma (degranulasi) dengan perubahan sekunder dalam fungsi efektor utama seperti fagositosis dan aktivitas pernapasan yang berlebih. Ada peningkatan jumlah sirkulasi netrofil pada olahraga sebagai akibat dari demargination sel dari jaringan endotel (dimediasi oleh katekolamin) dan sumsum tulang (dimediasi oleh kortisol), atau sebagai bagian dari fagosit dan respon inflamasi dari kerusakan jaringan karena berolahraga<sup>13</sup>.

Selama latihan akut, sel-sel imunokompeten seperti neutrofil dan semua subpopulasi limfosit dikerahkan ke sirkulasi. Jumlah neutrofil meningkat dan terus meningkat pada periode setelah latihan. Terjadi peningkatan sitokin proinflamasi dan anti-inflamasi selama latihan (Bente and Anders, 2000)<sup>14</sup>. Latihan meningkatkan pelepasan netrofil

ke dalam sirkulasi, dan beberapa bukti menunjukkan bahwa netrofil dimobilisasi setelah latihan ketika dirangsang invitro<sup>15</sup>.

Latihan akut dan kronis secara luas diterima bisa mengubah jumlah dan fungsi sistem imunitas bawaan di sirkulasi sel (seperti sel netrofil, monosit, dan natural killer). Hasil latihan akut yang pertama adalah peningkatan jumlah netrofil darah yang sangat cepat, diikuti yang kedua peningkatan hitung netrofil darah beberapa jam kemudian, yang besarnya terkait dengan intensitas dan durasi latihan. Peningkatan awal mungkin karena demarginasi yang disebabkan oleh tegangan geser dan catecholamin, berikutnya rangsangan kortisol yang memobilisasi netrofil dari sumsum tulang, (16,17).

Netrofil dimobilisasi dalam menanggapi rangsangan kerusakan otot pada saat berolahraga, yang dengan cepat diikuti oleh infiltrasi netrofil ke otot yang rusak. Meskipun Perantara proteolitik dan radikal bebas dihilangkan, sel debris dari netrofil dapat menimbulkan kerusakan jaringan sekunder, aktivitas fagositosis dan komunikasi dengan makrofag tampaknya penting untuk perbaikan dan regenerasi luka jaringan otot. Dalam kasus stres selular atau cedera, faktor-faktor intraseluler dapat dilepaskan ke lingkungan ekstraseluler dan memicu "respon inflamasi steril". Secara kolektif, "sinyal bahaya" endogen ini disebut damage-associated molecular patterns (DAMPs). Sejauh ini penjelasan hipotetis Damps, yang berasal dari jaringan otot rangka yang rusak, dikaitkan dengan aktivasi jalur sinyal TLR dalam neutrofil di sirkulasi<sup>18</sup>.

Pada atlet, imunosupresi ringan mungkin mencerminkan kompromi antara upaya tubuh untuk membatasi peradangan dengan tetap menjaga fungsi kekebalan tubuh. Mobilitas leukosit dipengaruhi oleh faktor metabolik dan mekanis selama latihan. Latihan meningkatkan kadar sitokin dalam otot rangka yang rusak dan ekspresi molekul adhesi. Latihan olahraga sedang mungkin memiliki peran dalam merangsang sistem kekebalan tubuh pada penyakit tertentu (misalnya, HIV-infeksi), disfungsi kekebalan tubuh (misalnya, sindrom kelelahan kronis) atau penuaan<sup>19</sup>.

## PENUTUP

Simpulan dari penelitian ini adalah latihan aerobik ringan dan sedang tidak berpengaruh terhadap peningkatan kadar Interleukin-8 plasma pada remaja. Latihan aerobik ringan tidak berpengaruh terhadap peningkatan jumlah netrofil pada remaja. Latihan aerobik sedang berpengaruh terhadap peningkatan jumlah netrofil pada remaja.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Giriwijoyo S., Sidik DZ., 2012. Kebugaran Jasmani dalam Ilmu Faal Olahraga. Remaja Rosdakarya Bandung, hal. 15-33.
2. Harjanto. 2005. Petanda biologis dan faktor yang mempengaruhi derajat stres oksidatif pada latihan olahraga aerobik sesaat. Penelitian Eksperimental Laboratoris.
3. Irianti E. . 2008. Pengaruh Aktivitas Fisik Sedang Terhadap Hitung Leukosit dan Hitung Jenis Leukosit Pada Orang Tidak Terlatih. Tesis. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan
4. Peake JM, Gatta PD, Suzuki K, Nieman DC. 2015. Cytokine Expression and Secretion by Skletal Muscle Cells : Regulatory Mechanisms And Exercise Effect in Exercise Immunology Review. EIR 21 p: 8-25
5. Kazue Kanda, Kaoru Sugama, Jun Sukuma, et al. 2014. Evaluation of serum leaking enzymes and investigation into new biomarkers for exercise-induced muscle damage. Exercise Immunology Review 20 : 39-43.
6. Dhian Permata Sari 2012, Hubungan Pola Makan Siswa Obesitas Kelas XI Dengan Aktivitas Fisik di SMA Islam Sultan Agung 1 Semarang. Digilib.unimus.ac.id, Universitas Muhammadiyah Semarang.
7. Akerstrom T, Steensberg A, Keller P, Keller C et.al. 2011. Abstract : Exercise induces interleukin-8 expression in human skeletal muscle. J Physiol. Jul 1;589(Pt 13):3407.
8. Frydelund-Larsen L, Penkowa M, Akerstrom T et al. 2007. Exercise induces interleukin-8 receptor (CXCR2) expression in human skeletal muscle. Exp Physiol. Jan; 92(1):233-40.
9. Hirose L, Nosaka K, Newton M, et al. 2004. Changes in inflammatory mediators following eccentric exercise of the elbow flexors. Exerc Immunol Rev. 2004;10:75-90.

10. Duran AT, Gertz E, Judelson DA, *et al.* 2015. Cytokine Responses to Acute Intermittent Aerobic Exercise in Children with Prader-Willi Syndrome and Nonsyndromic Obesity. *Pediatr Exerc Sci.* Jul 14
11. Della Gatta PA, Cameron-Smith D, Peake JM. 2014. Acute resistance exercise the expression of chemotactic factors within skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol.* Oct; 114(10) : 2157-67.
12. Ramel A, Wagner KH, Elmadfa I,. 2004. Correlations between plasma noradrenaline concentrations, antioxidants, and neutrophil counts after submaximal resistance exercise in men. *Br J Sports Med.* Oct;38(5):E22.
13. Pyne DB, 1994. Regulation of neutrophil function during exercise. *Sports Med.* Apr;17(4):245-58.
14. Bente Klarlund Pedersen, Anders Dyhr Toft, 2000. Reviews : Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *Br J Sports Med*,34: 246-251
15. Peake J, Suzuki K, 2004. Neutrophil activation, antioxidant supplements and exercise-induced oxidative stress. *Exerc Immunol Rev.* 10:129-41.
16. Trevor I. Gillum, Mathew R. Kuennen, Suzanne Schneider, *et.al.* 2011. A Review of Sex Differences in Immune Fuction after Aerobic Exercise in Exercise Immunology Review. *EIR* 17 p:104-121
17. Neil P. Walsh, Michael Gleeson, Roy J. Shephard *et. al.* 2011. Cellular Innate Immune Fuction and Exercise in Exercise Immunology Review. *EIR* 17 p: 16-21
18. Oliver Neubauer, Surendran Sabapathy, Ross Lazarus, *et al.* 2013. Transcriptome analysis of neutrophils after endurance exercise reveals novel signaling mechanisms in the immune response to physiological stress *Journal of Applied Physiology* Published 15 June Vol. 114 no. 12, 1677-1688
19. Mackinnon LT. 1998. Future directions in exercise and immunology: regulation and integration. *Int J Sports Med.* Jul;19