

PENGARUH LATIHAN FISIK ANAEROBIK INTERMITEN SELAMA 4 DAN 12 MINGGU TERHADAP KADAR LAKTAT DARAH TIKUS WISTAR JANTAN

oleh :

Susy Olivia Lontoh¹, Puspita Eka Wuyung², Dewi Irawati³, Minarma Siagian⁴

ABSTRACT

Blood lactate level in Wistar rats after four and twelve weeks intermittent anaerobic training

Anaerobic exercise is any short-duration exercise dan high intensity. That is powered primarily by metabolic pathways that do not use oxygen, producing lactic acid which results in increased blood lactate levels. Anaerobic training can be done not only continuously, but also intermittently. However, until recently, little studies about intermittent anaerobic training and blood lactate levels had been done. This study aimed to measure blood lactate levels in Wistar rats after 4 and 12 weeks of intermittent anaerobic trainin. 16 Wistar rats were divided into two groups, control and anaerobic group. Every group was divided into two subgroups, 4-week and 12-week subgroup. Anaerobic group performed training using T-6000 treadmill with a speed of 35 m/minute for 15 minutes, with resting period for 90 seconds every 5 minute. Measurements of lactate level was done with L-lactate (PAP) Randox kit (LC2389). Blood lactate levels in anaerobic physical training intermitten after 4 weeks was increase significantly ($p=0.000$; $p<0.05$) compare control group 4 weeks ($4.04\pm 0.09\text{mmol/L}$ vs $1.53\pm 0.16\text{mmol/L}$). Blood lactate levels in anaerobic physical training intermitten after 12 weeks was increase significantly ($p=0.000$; $p<0.05$) compare group control 12 weeks ($3.91\pm 0.03\text{mmol/L}$ vs $2.53\pm 0.03\text{mmol/L}$, $\Delta=1,38\text{mmol/L}$). This study showed anaerobic training intermitten after 4 and 12 weeks cause 12 change blood lactate level in Wistar rats.

Keywords: anaerobic training, blood lactate level, Wistar rats

ABSTRAK

Pengaruh latihan fisik anaerobik intermiten selama 4 dan 12 minggu terhadap kadar laktat darah tikus wistar jantan

Latihan fisik anaerobik merupakan jenis latihan fisik berdurasi singkat dengan intensitas tinggi. Latihan fisik anaerobik tidak menggunakan oksigen sebagai sumber energi. Keadaan anaerobik menghasilkan asam laktat sehingga terjadi peningkatan kadar laktat darah. Latihan fisik anerobik selain dilakukan secara kontinu, juga dapat dilakukan secara intermiten. Tetapi, hingga saat ini, sedikit penelitian mengenai latihan fisik anerobik yang dilakukan secara intermiten dan kadar laktat darah. Penelitian ini bertujuan mengukur kadar laktat darah tikus Wistar setelah latihan fisik anaerobik intermiten selama 4 dan 12 minggu. Enam belas tikus Wistar dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok kontrol dan perlakuan anaerobik. Tiap kelompok perlakuan anaerobik dibagi menjadi dua subgrup, yaitu subgrup 4-minggu dan 12-

minggu. Pada kelompok anaerobik dilakukan latihan fisik menggunakan treadmill T-6000 dengan kecepatan 35 m/menit selama 15 menit, dan setiap 5 menit diistirahatkan selama 90 detik. Pengukuran kadar laktat dilakukan dengan kit L-lactate (PAP) Randox (LC 2389).

Kadar laktat darah kelompok perlakuan latihan fisik anaerobik intermiten selama 4 minggu mengalami peningkatan yang bermakna ($p=0.000$; $p<0.05$) dibandingkan kelompok kontrolnya (4.04 ± 0.09 mmol/L dibanding 1.53 ± 0.16 mmol/L). Kadar laktat darah *post exercise* kelompok perlakuan anaerobik intermiten selama 12 minggu mengalami peningkatan bermakna ($p=0.000$; $p<0.05$) dibandingkan kelompok kontrol 12 minggu (3.91 ± 0.03 mmol/L dibanding 2.53 ± 0.03 mmol/L, $\Delta=1,38$ mmol/L). Penelitian ini menunjukkan latihan fisik anaerobik intermiten selama 4 maupun 12 minggu menyebabkan perubahan kadar laktat darah tikus Wistar.

Kata-kata kunci: latihan fisik anaerobik, laktat darah, tikus Wistar

PENDAHULUAN

Latihan fisik merupakan aktifitas fisik yang dilakukan secara teratur dengan intensitas, durasi dan jangka waktu tertentu serta dapat menimbulkan respons fisiologis terhadap tubuh. Latihan intermiten adalah latihan fisik yang dilakukan dengan perulangan latihan dalam durasi tertentu, setiap periode diselingi dengan masa istirahat ataupun intensitas dikurangi selama beberapa waktu. Masa istirahat minimal selama 30 detik dan paling lama 6 menit.¹⁻³

Pada latihan fisik anaerobik terjadi peningkatan intensitas latihan yang membutuhkan energi tinggi dalam waktu singkat dan oksigen tidak dapat

memenuhi kebutuhan energi tersebut, maka sumber energi berasal dari sistem ATP-PC dan sistem glikolisis anaerobik.⁴⁻⁷ Laktat merupakan hasil akhir dari proses glikolisis anaerobik yang dihasilkan oleh sel otot yang aktif. Pada aktifitas fisik yang berat, proses pembentukan energi menggunakan metabolisme anaerobik dan keadaan ini menyebabkan peningkatan kadar laktat darah.⁸⁻¹⁰

Dengan adanya keterbatasan penelitian asam laktat pada manusia, maka sebagian besar penelitian yang melibatkan latihan fisik menggunakan hewan laboratorium, terutama tikus. Konsentrasi laktat darah pada

¹ **Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara,** dr. Susy Olivia Lontoh,

² **Departemen Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia,** dr. Puspita Eka Wuyung

³ **Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia,** dr. Dewi Irawati

⁴ dr. Minarma Siagian
Correspondence to:
dr. Susy Olivia Lontoh,
Department of
Physiology Faculty of
Medicine Tarumanagara
University
Jl. S. Parman No. 1
Jakarta

hewan percobaan digunakan untuk penentuan intensitas latihan. Jenis latihan yang sering dilakukan untuk menilai evaluasi metabolisme pada tikus menggunakan alat *treadmill*.^{8,9}

Pillis dkk menganalisis konsentrasi laktat darah pada tikus selama latihan *treadmill* multistage secara kontinu dan menghitung ambang anaerobik. Hasil penelitian Pillis dkk menunjukkan kadar laktat darah tikus menunjukkan pola yang sama dengan yang dijelaskan pada manusia dan anaerobik *threshold* terjadi pada kecepatan 25 m/menit, dengan konsentrasi laktat darah 4,0 mmol/L. Hingga saat ini, sedikit penelitian mengenai latihan fisik anerobik yang dilakukan secara intermiten.^{8,9} Penelitian ini bertujuan mengetahui perubahan kadar laktat darah akibat latihan fisik anaerobik intermiten selama 4 dan 12 minggu pada tikus Wistar.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental *in vivo* dilakukan di laboratorium Departemen Biokimia dan Biologi Molekuler dan Departemen Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

Subjek

16 Tikus jantan dewasa muda yang sehat galur Wistar (*Rattus norvegicus*), usia 8 minggu pada awal penelitian, dengan berat badan berkisar antara 90-153 gram. Tikus dibagi secara acak menjadi dua kelompok utama yaitu

kelompok kontrol dan kelompok perlakuan latihan fisik anaerobik. Kelompok kontrol adalah kelompok yang tidak diberi latihan fisik anaerobik, dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok kontrol empat dan 12 minggu. Kelompok perlakuan latihan fisik anaerobik dibagi menjadi kelompok perlakuan latihan fisik anaerobik 4 minggu dan 12 minggu.

Protokol Latihan

Sebelum dan selama perlakuan, kesehatan tikus dijaga, serta tikus diberi makanan standar termasuk vitamin dan minuman secara *ad libitum*. Suhu lingkungan sekitar kandang $23 \pm 1^\circ\text{C}$, kandang dijaga kebersihannya serta dilakukan pengaturan 12 jam terang dan 12 jam gelap. Pada hewan coba dilakukan adaptasi selama 1 minggu untuk penyesuaian tikus dengan kondisi lingkungan tempat penelitian dan adaptasi ini dilakukan pada semua kelompok. Protokol latihan ini telah lolos kaji etik dari komisi etik penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia dengan nomor 153/PT02.FK/ETIK/2011.

Alat yang digunakan untuk melakukan latihan anaerobik adalah *animal treadmill* (T-6000) dengan kapasitas untuk 6 ekor setiap *treadmill*. Dilakukan adaptasi alat pada kelompok perlakuan latihan fisik anaerobik, tikus diperkenalkan dengan alat *treadmill*, selanjutnya tikus dilatih untuk berlari di *treadmill* setiap hari dengan kecepatan dan waktu yang bertahap ditingkatkan.

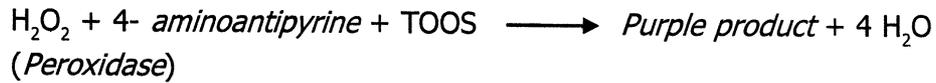
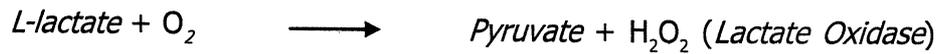
Proses adaptasi dilakukan dengan cara, hari ke-1 tikus diletakkan di *animal treadmill* selama 5 menit dengan alat dimatikan, hari ke-2 tikus diletakkan di *animal treadmill* selama 5 menit dengan alat dihidupkan dalam kecepatan 5 m/menit, hari ke-3 tikus diletakkan di *animal treadmill* selama 10 menit dengan alat dihidupkan dalam kecepatan 10 m/menit serta dilakukan istirahat 90 detik tiap 5 menit berlari, hari ke-4 tikus diletakkan di *animal treadmill* selama 10 menit dengan alat dihidupkan dalam kecepatan 15 m/menit serta dilakukan istirahat 90 detik tiap 5 menit berlari. Hari ke-5 tikus diletakkan di *animal treadmill* selama 10 menit dengan alat dihidupkan dalam kecepatan 20 m/menit, hari ke-6 tikus diletakkan di *animal treadmill* selama 10 menit dengan alat dihidupkan dalam kecepatan 25 m/menit serta dilakukan istirahat 90 detik tiap 5 menit berlari dan hari-7 tikus diletakkan di *animal treadmill* selama 10 menit dengan alat dihidupkan dalam kecepatan 30 m/menit serta dilakukan istirahat 90 detik tiap 5 menit berlari.

Setelah dilakukan adaptasi alat selama satu minggu, kelompok perlakuan anaerobik dilatih menggunakan *animal treadmill* dengan kecepatan 35 m/mnt selama 15 menit dan diberi selang waktu istirahat selama 90 detik setiap 5 menit berlari. Latihan ini dilakukan secara teratur dengan frekuensi latihan 5 kali/minggu selama empat minggu dan 12 minggu.

Pengukuran Kadar Laktat

Pada akhir perlakuan semua hewan coba dimatikan dengan dekapitasi. Tikus didekapitasi dengan cara otot leher ditarik dilakukan torakotomi (pemo-tongan tulang rawan iga di *midsternum*), setelah rongga dada terbuka dilakukan identifikasi jantung tikus. Darah diambil dari vena *cava* inferior di rongga atrium kanan baik pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

Pada kelompok perlakuan latihan anerobik darah diambil segera setelah latihan fisik anaerobik dihentikan (*post-exercise*). Darah diambil dengan menggunakan *sprit* 3 cc yang telah diberi antikoagulan heparin iodoasetat 10%. Darah disimpan di suhu 4°C dan dilakukan pemeriksaan kadar laktat darah. Darah disentrifugasi dengan kecepatan 3.500 rpm selama 10 menit dan plasma dipisahkan dari endapan darah. Untuk membuat *reagent blank*, 10 µl larutan H₂O dicampur dengan 1000 µl larutan reagent ke dalam kuvet, selanjutnya 10 µl larutan standar dicampur dengan 1000 µl larutan reagent ke dalam kuvet, akhirnya 10 µl larutan sampel dicampur dengan 1000 µl reagent ke dalam kuvet. Selanjutnya diinkubasi pada suhu ruangan selama 10 menit dan dilakukan pembacaan absorban sampel, blanko dan standar menggunakan spektrofotometri dengan panjang gelombang 550 nm. Kadar laktat diukur dengan menggunakan *L-Lactate* (PAP) Radox (LC 2389) didasarkan pada prinsip reaksi sebagai berikut:



Konsentrasi kadar laktat darah diukur dengan rumus :

$$\frac{\text{AbU}-\text{AbB}}{\text{AbS}-\text{AbB}} \times \text{konsentrasi standard (4,4 mMol/L)}$$

Keterangan :

AbU : absorban uji

AbB : absorban blanko

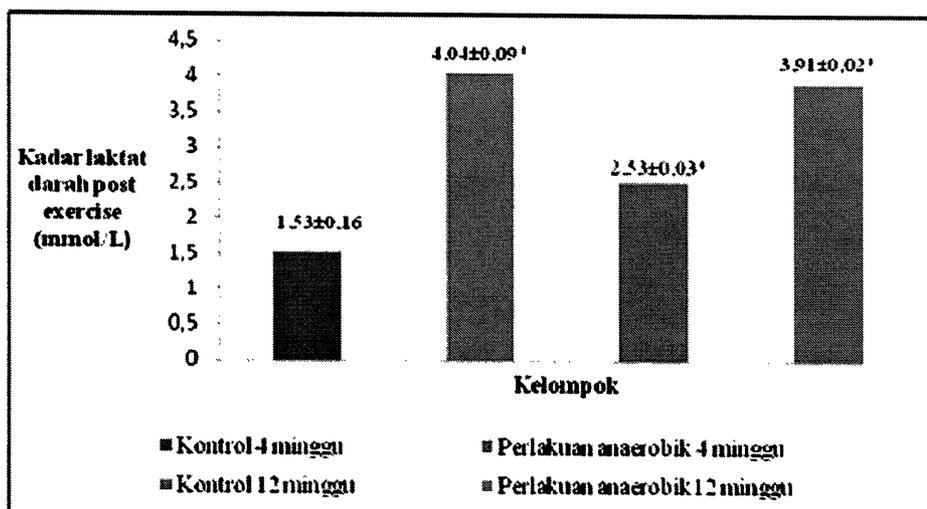
AbS : absorban standard

Analisis

Semua data dianalisis dengan menggunakan uji (*t test*) tidak berpasangan untuk mengetahui perbedaan rerata

antara 2 kelompok berbeda. Batas kemaknaan yang digunakan, bermakna jika $p < 0,05$ dan tidak bermakna jika $p \geq 0,05$.

HASIL



Nilai rerata ± SEM, * perbedaan bermakna dibanding kelompok kontrol ($p < 0.05$, uji t tidak berpasangan)

Perubahan kadar *laktat darah post exercise* kelompok perlakuan anaerobik intermiten dibandingkan kelompok kontrol memperlihatkan peningkatan yang bermakna. Berdasarkan hasil uji t tidak berpasangan nilai rerata kadar laktat darah *post exercise*, kelompok perlakuan latihan fisik anaerobik intermiten setelah 4 minggu mengalami peningkatan yang bermakna ($p=0.000$; $p<0.05$) dibandingkan kelompok kontrolnya (4.04 ± 0.09 mmol/L dibanding 1.53 ± 0.16 mmol/L). Demikian pula nilai rerata kadar laktat darah *post exercise* kelompok perlakuan anaerobik intermiten setelah 12 minggu mengalami peningkatan bermakna ($p=0.000$; $p<0.05$) dibandingkan kelompok kontrol 12 minggu (3.91 ± 0.03 mmol/L dibanding 2.53 ± 0.03 mmol/L, $\Delta=1,38$ mmol/L). Nilai rerata kadar laktat darah kelompok perlakuan latihan fisik anaerobik intermiten setelah 12 minggu mengalami penurunan sedikit ($\Delta=0,13$ mmol/L) dibandingkan kelompok perlakuan anaerobik intermiten setelah 4 minggu.

PEMBAHASAN

Hewan coba pada penelitian ini adalah tikus wistar strain albino species *Rattus Novergicus*. Berat badan tikus Wistar dewasa jantan berkisar 250-300 gram dengan usia dewasa dimulai 8-10 minggu. Tikus Wistar memiliki masa hidup selama 2-3 tahun dan berperilaku lebih aktif dibandingkan tikus dengan strain jenis lain seperti Sprague Dawley. Penelitian ini menggunakan tikus karena

harga serta perawatan tidak terlalu mahal dan karakteristik struktur dan pola pertumbuhan organ mirip dengan manusia, sehingga memiliki parameter yang relevan dari penelitian yang akan diukur terhadap manusia. Dalam menggunakan tikus wistar sebagai hewan coba harus memperhatikan usia, jenis kelamin, strain dan intensitas latihan.^{11,12,13}

Hasil kadar laktat darah *post exercise* latihan fisik intermiten selama 4 minggu adalah 4.04 ± 0.09 mmol/L, kadar laktat darah *post exercise* kelompok perlakuan anaerobik intermiten setelah 12 minggu 3.91 ± 0.03 mmol/L, sehingga latihan *treadmill* menggunakan kecepatan 35 m/menit selama 15 menit dengan selang istirahat 90 detik tiap 5 menit latihan telah mencapai keadaan anaerobik. Keadaan ini menunjukkan terjadi akumulasi kadar laktat darah.

Lactat threshold merupakan titik di mana mulai terjadi akumulasi laktat darah di atas konsentrasi laktat istirahat, hal ini terjadi selama peningkatan intensitas saat aktifitas fisik dan batas ambang laktat anaerobik adalah 4 mmol/L. Akumulasi laktat di dalam darah terjadi karena produksi laktat darah berlangsung cepat dibandingkan kemampuan tubuh untuk menghilangkannya.^{5,14,15}

Anaerobik threshold menunjukkan transisi dari metabolisme aerobik ke anaerobik. Anaerobik (*threshold*) terjadi dalam kisaran intensitas latihan submaksimal, secara umum antara 50

dan 80% dari beban maksimal dan pada konsentrasi laktat darah sekitar 4.0 mmol/l. Pengukuran anaerobik *threshold* merupakan evaluasi efektivitas pelatihan atlet, dengan asumsi bahwa semakin tinggi ambang batas, semakin besar kemampuan daya tahan. Variasi kadar laktat dalam penelitian tergantung pada pola latihan dan model percobaan.^{6,7,9}

Pada aktifitas fisik yang berat, proses pembentukan energi menggunakan metabolisme anaerob dan keadaan ini menyebabkan peningkatan kadar laktat darah. Saat oksigen tidak tersedia secara adekuat maka piruvat akan diubah menjadi laktat oleh enzim *lactate dehydrogenase* (LDH) untuk menghasilkan kembali NAD^+ yang dibutuhkan untuk mekanisme glikolisis. Pada olahraga dengan intensitas tinggi durasi singkat atau olahraga mendekati maksimal atau kontraksi statis sesuai proses ini maka terjadi gangguan pengangkutan oksigen ke mitokondria dan kemampuan oksigen sebagai akseptor oksigen dirantai pernapasan. Hal ini menyebabkan proses glikolisis banyak menghasilkan $\text{NADH} + \text{H}^+$ dibandingkan kadar oksigen di mitokondria, akibatnya jumlah oksigen untuk mengikat H^+ kurang, maka kadar H^+ akan mengubah asam piruvat menjadi asam laktat.^{3,14,15}

Selama latihan fisik anaerobik, laktat yang terbentuk pada kontraksi otot rangka akan berdifusi keluar dan beredar di sirkulasi darah. Laktat yang berada dalam sirkulasi darah akan

diambil oleh sel jaringan lain (terutama hati, jantung dan otot rangka) dan akan dioksidasi menjadi piruvat. Peningkatan laktat selama latihan fisik dapat juga disebabkan kekurangan O_2 untuk memenuhi kebutuhan energi selama kontraksi otot. Pada aktifitas dengan intensitas tinggi dan durasi singkat banyak menggunakan serat otot cepat (*fast-twitch glycolytic* (FG)). Kontraksi serat otot ini menghasilkan asam laktat, pada serat otot ini terdapat enzim *laktat dehidrogenase* spesifik yaitu LDH isoenzim 4 dan 5 terdapat pada *fast-twitch fiber* dan memfasilitasi perubahan piruvat menjadi laktat.^{3,14,15}

Penelitian yang dilakukan Manchado,dkk (2005) melatih tikus berlari di *treadmill* dengan berbagai kecepatan dan melaporkan semakin tinggi kecepatan *treadmill*, maka kadar laktat darah semakin meningkat dan didapatkan kadar laktat darah pada kecepatan 20 m/menit sekitar 3,9 mmol/L serta sebagian besar hewan percobaan mengalami kelelahan pada menit ke 25 latihan *treadmill*.⁹

Pillis,dkk (1993) melaporkan bahwa kecepatan *treadmill* 25m/menit merupakan batas ambang anaerobik (*anaerobic treshold*), dengan kadar laktat 4,0 mmol/L.⁸ Soya,dkk (2007) melaporkan tikus yang berlari di *treadmill* dengan kecepatan 20 m/menit selama 30 menit merupakan batas ambang kadar laktat darah dan kadar laktat darah pada hewan percobaan dapat meningkat sampai 10 mmol/L jika aktifitas fisik yang dilakukan terus

menerus dan kecepatan *treadmill* melebihi 35m/menit.¹⁷

Kadar laktat darah *post exercise* kelompok perlakuan anaerobik intermiten setelah 12 minggu mengalami penurunan sedikit dibandingkan kadar laktat darah *post exercise* kelompok perlakuan anaerobik intermiten setelah 4 minggu, latihan fisik selama 12 minggu merupakan latihan jangka panjang. Aktifitas fisik yang dilakukan secara terus menerus akan menimbulkan penyesuaian pada tubuh. Penurunan kadar laktat darah pada latihan fisik anaerobik selama 12 minggu diduga terjadi adaptasi latihan fisik.^{14,16}

KESIMPULAN

Latihan fisik anaerobik intermiten selama 4 minggu dan 12 minggu mengakibatkan peningkatan kadar laktat darah tikus Wistar

Ucapan terima kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada DPRM UI yang telah membiayai penelitian ini melalui Riset Awal Universitas Indonesia. Dr. dr. Ermita Ilyas, MS, AIFO Ketua Departemen Fisiologi FKUI atas dukungan dan kesempatan yang diberikan kepada saya untuk dapat belajar di bagian Fisiologi FKUI. Dr. Dewi Irawati S.S, Ms yang telah berkenan membagi ide dan pemikiran pada penelitian ini. Dr. Rostika Flora, Skep, MS yang telah berkenan untuk meminjamkan kami *animal treadmill* serta Departemen biokimia dan biologi molekuler FKUI yang telah mengizinkan kami untuk memper-gunakan labotarorium dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Astrand P.O, Rodahl K, Dahl HA. Textbook of work physiology: physiological basis of exercise, 4thed. United States: Mc Graw-Hill; 2003.
2. Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB. Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. *JAMA* 2002; 288: 1994 –2000.
3. Plowman SA, Smith DL. Exercise physiology for health, fitness and performance. 3rded. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2011; 26-94; 322-411.
4. Guyton AC, Hall JE. Textbook of medical physiology. 11th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders 2006; 79-82; 530; 1056-60.
5. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology: energy, nutrition and human performance. 6th ed. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins 2007; 45-174; 313-62; 469-548.
6. Perrino C, Prasad SV, Mao L, Noma T, Yan Z, Kim HS et al. Intermittent pressure overload triggers hypertrophy-independent cardiac dysfunction and vascular rarefaction. *J Clin Invest* 2006;116: 1547-60.

7. Ganong F. Review of medical physiology. 21sted. San Francisco: The McGraw-Hill Companies; 2003.
8. Pillis W, Zarzeczny R, Langfort J, Kaciuba-Uscilko H, Nazar K, Wojtyna J. Anaerobic threshold in rats. *Comp Biochem Physiol* 1993; 106A; 285-9.
9. Manchado FDB, Gobatto CA, Contarteze RVL, Papoti M, Mello ARD. Maximal lactate steady state in running. *J of Exercise Physiol* 2005; Vol 8:4.
10. Craig BW, Martin G, Betts J, Lungren M, Lambret V, Kaiserauer S. The influence of training-detraining upon the heart, muscle and adipose tissue of female rats. *Mech Ageing Dev* 1991; 57: 49-61
11. Kregel CK, Allen DR, Booth FW, Fleshner PR, Henriksen EJ, Musch TT et al. Resource book for the design of animal exercise protocols. *American Physiological Society* 2006.
12. Federer WT. Experimental Design: theory and application. New York: The Macmillan Co; 1995.
13. Wang Y, Wisloff U, Kemi O.J. Animal models in the study of exercise induced cardiac hypertrophy. *Physiol Res*.2010;59:633-44
14. Foss ML, Keteyian SJ. Fox's physiological basis for exercise and sport. 6th ed. Singapore: Mc Graw-Hill; 1998; 16-66; 214-90.
15. Smith C, Marks AD, Lieberman M. Mark's basic medical biochemistry: a clinical approach. 2nded. Philadelphia: Lippincott William&Wilkins; 2005.
16. Brich K, McLaren D, George K. Sport & exercise physiology. 1st ed. United Kingdom: Taylor & Francis British e- Library 2005; 1- 32; 75-101; 129-41.
17. Soya H, Mukai A, Deocaris, Ohiwa N, Nishijima, Fujikawa T et al. Threshold like pattern of neuronal activation on the hypothalamus during treadmill running: Establishment of minimum running stress (MRS) rat model. *Neuroscience research* 2007; 58: 341-8.