

PERBEDAAN KADAR TRIGLISERIDA ANTARA ANGGOTA SENAM *BODY LANGUAGE* DENGAN ANGGOTA SENAM *HIGH IMPACT* SETELAH PEMBERIAN ASUPAN MAKANAN YANG SEBELUMNYA MELAKUKAN SENAM *BODY LANGUAGE* DAN SENAM *HIGH IMPACT*

Dewi Kurniawati^{1,2}, Ambrosius Purba³, Nur Siti Fatimah³

¹Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar, Fakultas Kedokteran, Universitas Padjadjaran

²Fakultas Pendidikan Olahraga Dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia

³Departemen Anatomi Fisiologi dan Biologi Sel, Fakultas Kedokteran, Universitas Padjadjaran

Abstract

The majority of studies has found that aerobic exercise can reduce the increment of triglyceride postprandial in plasma. Therefore, the author is doing this research to know the difference of triglyceride concentration in plasma between group who joint high impact exercise and group who joint body language exercise after given the same amount and dietary composition which had done high impact and body language exercise before. Twenty men (19-39 years old) did high impact or body language exercise for 1 hour. Two hours later, they were given dietary composition with carbohydrate 60% and fat 25%. Then the triglyceride postprandial concentrations were measured 3, 5, and 6 hours after the given dietary food. The result showed that the trygliceride concentration of high impact group was higher than body language group 3 hours after given dietary food (122.167 ± 17.11627 vs 111.67 ± 7.86554 mg/dL) and there were no difference between high impact and body language group 5 hours (96.167 ± 7.25029 vs 94.0 ± 16.66133 mg/dL) and 6 hours after given dietary food (77.5 ± 8.8261 vs 78.167 ± 14.27469 mg/dL). In conclusion, the trygliceride concentration of high impact group was higher than body language group 3 hours after given the same amount and dietary composition. But, there were no difference between trygliceride concentration of body language group and high impact group 5 and 6 hours after given the same amount and dietary composition which had done high impact and body language exercise before.

Keywords: *body language exercise, high impact exercise, triglyceride postprandial*

Korespondensi: Dewi Kurniawati, E-mail: kurniawatidewi113@gmail.com , Departemen Anatomi, Fisiologi, dan Biologi Sel, Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran. Jalan Raya Jatinangor Km 21, Sumedang, Jawa Barat, Indonesia.

PENDAHULUAN

Dislipidemia merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit jantung koroner. Tanda dari Dislipidemia, yaitu: hiperkolesterolemia, hipertrigliseridemia, kadar *Low-density Lipoprotein* (LDL) yang tinggi dan kadar *High-density Lipoprotein* (HDL) yang rendah (Hultman, Harris dan Spriet, 1999). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rapp dkk. (1994) menunjukkan adanya lipoprotein yang kaya akan trigliserida yang terdeposit pada plak aterosklerosis (Karpe, 1997). Oleh karena itu, saat ini diduga bahwa kadar trigliserida *postprandial* berhubungan dengan terjadinya penyakit jantung koroner.

Kadar trigliserida *postprandial* dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain olahraga dan asupan makanan. Penurunan kadar trigliserida *postprandial* saat berolahraga dipengaruhi oleh peningkatan aktivitas enzim *Lipoprotein Lipase* (LPL) yang dirangsang saat berolahraga (Zhang, Thomas, Ball, 1998). Enzim LPL merupakan enzim yang menghidrolisis trigliserida dalam plasma. Seip dkk. (1997) menemukan bahwa olahraga satu kali dengan intensitas sedang selama 80-95 menit menunjukkan peningkatan aktivitas enzim LPL. Jumlah enzim LPL tidak meningkat segera setelah olahraga, namun meningkat sebanyak 53% setelah 4 jam, 93% setelah 8 jam, dan baru menurun setelah 20 jam. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan maksimum aktifitas LPL terjadi dalam 8-20 jam setelah berolahraga (Hardman dan Herd, 1998).

Aktivitas LPL juga dipengaruhi oleh kadar insulin. Insulin menurunkan aktivitas LPL pada otot yang tidak berolahraga, namun tidak memiliki pengaruh pada otot yang berolahraga. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kiens (1989), didapatkan bahwa pada pemberian insulin, aktivitas LPL pada otot yang berolahraga tidak terpengaruh, sedangkan aktivitas LPL pada otot yang tidak berolahraga menurun (Hardman dan Herd, 1998). Insulin juga menyebabkan inhibisi lipolisis simpanan trigliserida pada sel adiposa oleh *Hormone Sensitive Lipase* (HSL) (Watford dan Goodridge, 2000). Namun pada keadaan setelah berolahraga, di mana terjadi peningkatan katekolamin, aktivitas HSL meningkat. Akibatnya penyediaan asam lemak ke dalam plasma untuk oksidasi asam lemak meningkat (Kiens, 2006).

Penelitian yang dilakukan Ziogas (1997) menyatakan bahwa olahraga senam aerobik mengurangi peningkatan kadar trigliserida plasma setelah makan makanan tinggi lemak (Zhang, Thomas, Ball, 1998). Adapun olahraga senam aerobik memiliki beberapa variasi yaitu : *Low Impact*, *High Impact*, dan *Step*. Olahraga senam

aerobik *High Impact* merupakan gerakan aerobik yang terdapat gerakan-gerakan dengan kedua kaki tidak menyentuh tanah. Olahraga ini menggunakan unsur gerakan-gerakan melompat. Olahraga senam *Body Language*, merupakan pengembangan dari senam aerobik *Low Impact*, adalah salah satu bentuk olah tubuh yang memadukan gerak tari dan teknik pernapasan asal Cina. Gerakan-gerakannya halus, sederhana, bahkan cenderung lamban tanpa unsur lompatan.

Sebagian besar penelitian yang telah dilakukan untuk menentukan efek olahraga terhadap kadar trigliserida *postprandial*, menggunakan asupan makanan tinggi lemak (>60% total energi). Hal ini memperbesar efek penurunan kadar trigliserida *postprandial* akibat olahraga (Petridoudkk., 2004). Namun penelitian yang dilakukan oleh Koutsari dan Hardman (2001), menemukan bahwa olahraga yang dilakukan secara rutin dapat menghambat peningkatan kadar trigliserida *postprandial* setelah pemberian asupan makanan tinggi karbohidrat. Penelitian lain yang dilakukan oleh Kolifa, Petridou, dan Mougios (2004) menemukan bahwa olahraga yang dilakukan 14 jam sebelum pemberian asupan makanan tinggi karbohidrat, menurunkan kadar trigliserida *postprandial* (Kolifa, Petridou, dan Mougios, 2004). Adapun komposisi makanan masyarakat Indonesia yang direkomendasikan oleh Pedoman Umum Gizi Seimbang (PUGS) tahun 2002, yang disesuaikan dengan hasil Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VI tahun 1998, yaitu untuk karbohidrat sebesar 60% dari kebutuhan energi dan lemak tidak melebihi 25% dari kebutuhan energi (Bina Kesehatan Masyarakat, 2002).

Pengaruh jenis olahraga aerobik pada kadar trigliserida plasma setelah pemberian asupan makanan sesuai dengan rekomendasi PUGS (2002) belum diketahui. Dari latar belakang tersebut, penulis melakukan penelitian tentang Perbedaan Kadar Trigliserida Antara Anggota Senam *Body Language* dengan Anggota Senam *High Impact* Setelah Pemberian Asupan Makanan yang Sebelumnya Melakukan Senam *Body Language* dan Senam *High Impact*.

Pada penelitian ini subjek akan diberikan asupan makanan sesuai rekomendasi Pedoman Umum Gizi Seimbang (PUGS) tahun 2002, yaitu untuk karbohidrat sebesar 60% dari kebutuhan energi dan lemak tidak melebihi 25% dari kebutuhan energi (Bina Kesehatan Masyarakat, 2002).

METODE

Subjek

Subjek penelitian dipilih secara acak sebanyak 20 orang pria berdasarkan perhitungan besaran

sampel. Kemudian sampel dibagi dua kelompok secara random. Adapun kriteria inklusi: pria, 19–39 tahun, IMT normal, normotriasilgliserolemia, tekanan sistolik <120 mmHg dan diastolik <80 mmHg dan kriteria eksklusi memiliki penyakit jantung dan gangguan metabolisme, menggunakan obat-obatan yang mempengaruhi metabolisme lemak dan karbohidrat, merokok, dan olahragawan.

Desain Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental tanpa *matching*. Subjek penelitian dibagi ke dalam kelompok senam *Body Language* dan kelompok senam *High Impact* secara random. Subjek penelitian datang ke tempat penelitian pukul 07.00 setelah berpuasa semalam selama 10 jam. Subjek pada kedua kelompok dilakukan pengukuran kadar trigliserida (*baseline*). Setelah dilakukan pengukuran trigli-serida, kelompok A melakukan olahraga aerobik *High Impact* selama 1 jam dan kelompok B melakukan olahraga senam *Body Language* selama 1 jam. Dua jam setelah olahraga selesai, subjek diberi makanan dengan komposisi karbohidrat 60%, lemak 25%. Setelah 3 jam, 5 jam, dan 6 jam pemberian makanan, subjek diukur kembali kadar trigliserida postprandial. Selama pengukuran tersebut, subjek hanya diperbolehkan minum air mineral.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan untuk pengukuran kadar trigliserida post-prandial menggunakan etilendiamintetraasetat (EDTA). Alat yang digunakan untuk pengukuran kadar trigliserida post-prandial adalah tabung sampel darah, jarum suntik, pipet, alat sentrifugasi. Alat-alat lainnya yang digunakan dalam penelitian adalah stop watch, timbangan badan, meteran, stetoskop, tensimeter.

Analisis Data

Pada data hasil pengukuran kadar trigliserida (mg/dL) 3jam, 5jam, dan 6 jam setelah pemberian asupan makanan, dilakukan uji normalitas dengan Kolmogorov-Smirnov untuk mengetahui rerata data sampel berdistribusi normal atau tidak normal. Bila data berdistribusi normal, dilakukan uji-*t* tidak berpasangan untuk mengetahui perbedaan kadar

trigliserida postprandial pada tiap kelompok. Bila data tidak berdistribusi normal, maka dilakukan uji non parametrik dengan uji Mann Whitney.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2008, di Pusat Kebugaran Universitas Padjadjaran Bandung.

HASIL

Karakteristik fisik fisiologis berupa usia (tahun), berat badan (kg), tinggi badan (cm), indeks massa tubuh (kg/m²), kadar trigliserida *baseline* (mg/dL), asupan kalori per hari berdasarkan *Food Recall* (kal), presentase asupan karbohidrat per hari (%), presentase asupan lemak per hari (%) dan aktifitas fisik pada kelompok subjek yang mengikuti latihan senam *Body Language* dan pada kelompok yang mengikuti latihan senam *High Impact* tercantum pada tabel 1.

Hasil pengukuran kadar trigliserida antara anggota senam *Body Language* dan anggota senam *High Impact* 3, 5, dan 6 jam setelah pemberian asupan makanan dengan jumlah dan komposisi sama yang sebelumnya melakukan senam *Body Language* dan senam *High Impact* tercantum pada tabel 2. Untuk mengetahui perbedaan kadar trigliserida antara anggota senam *Body Language* dan anggota senam *High Impact* tersebut dilakukan uji-*t* tidak berpasangan.

Hasil dari uji-*t* tidak berpasangan pada tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar trigliserida antara anggota senam *Body Language* dan anggota senam *High Impact* 3 jam setelah pemberian asupan makanan dengan jumlah dan komposisi sama yang sebelumnya melakukan senam *Body Language* dan senam *High Impact* (111.67 ± 7.86554 vs 122.8333 ± 16.3758 mg/dL), namun tidak terdapat perbedaan kadar trigliserida antara anggota senam *Body Language* dan anggota senam *High Impact* 5 jam (96.167 ± 7.25029 vs 95.0 ± 15.8871 mg/dL) dan 6 jam setelah pemberian asupan makanan dengan jumlah dan komposisi sama yang sebelumnya melakukan senam *Body Language* dan senam *High Impact* (77.5 ± 8.8261 vs 79.6667 ± 13.83715 mg/dL).

Tabel 1 Karakteristik fisik fisiologis subjek penelitian

	Kelompok A (senam <i>Body Language</i>) $\bar{x} \pm SD$	Kelompok A (senam <i>High Impact</i>) $\bar{x} \pm SD$
Umur (tahun)	19.6667 \pm 0.8165	20.00 \pm 0.63246
Berat Badan (BB) (kg)	62.00 \pm 7.9465	60.6667 \pm 6.80196
Tinggi Badan (TB) (cm)	167.8333 \pm 5.91326	169.8333 \pm 8.20772
Indeks Massa Tubuh (IMT) (kg/m ²)	21.95 \pm 1.91485	20.9883 \pm 1.21177
Kadar Trigliserida (TG) <i>baseline</i> (mg/dL)	79.1667 \pm 19.61037	81.8333 \pm 5.23132
Asupan energi per hari berdasarkan <i>Food Recall</i> (FR) (kcal)	2657.6717 \pm 442.01085	2287.5383 \pm 357.64284
Presentasi asupan karbohidrat (KH) per hari (%)	65.2217 \pm 5.73292	70.7217 \pm 9.37275
Presentasi asupan lemak per hari (%)	21.445 \pm 5.25007	17.2217 \pm 8.29882
Indeks aktifitas fisik	9.0233 \pm 1.24699	9.2517 \pm 1.48366

Tabel 2 Hasil pengukuran dan uji-*t* tidak berpasangan

	Rata-rata dan Simpangan baku		T	P
	<i>Body Language</i>	<i>High Impact</i>		
TG 3jam	111.67 \pm 7.86554	122.8333 \pm 16.3758	-1.506	0.0875
TG 5jam	96.167 \pm 7.25029	95.0 \pm 15.8871	0.164	0.4375
TG 6jam	77.5 \pm 8.8261	79.6667 \pm 13.83715	-0.323	0.377

Keterangan: p \leq 0.1 : signifikan (bermakna) pada taraf kekeliruan 10%
 p \leq 0.05 : signifikan (bermakna) pada taraf kekeliruan 5%
 p > 0.05 : tidak bermakna
 TG: Kadar Trigliserida

DISKUSI

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar trigliserida anggota senam *High Impact* lebih tinggi dari anggota senam *Body Language* 3 jam setelah pemberian asupan makanan dengan jumlah dan komposisi sama. Pada umumnya, olahraga *Body Language* dilakukan pada intensitas sedang. Total penggunaan energi yang berasal dari oksidasi lemak pada olahraga intensitas sedang paling tinggi bila dibandingkan dengan olahraga intensitas rendah dan tinggi. Olahraga *High Impact*, di mana pada umumnya dilakukan pada intensitas yang tinggi, menggunakan glukosa sebagai sumber energi. Keadaan tinggi glukosa dalam plasma akan menyebabkan peningkatan malonyl-coA yang merupakan inhibitor dari CPT1. Akibatnya proses transportasi asam lemak ke dalam mitokondria terhambat, yang pada akhirnya menghambat oksidasi lemak. Sidossis (2001) juga menyatakan bahwa pada olahraga intensitas tinggi (>65% VO₂max), glukosa menjadi sumber bahan bakar energi utama untuk oksidasi, sedangkan pada olahraga intensitas sedang (30-65% VO₂max), peran

glukosa sebagai sumber energi menurun dan oksidasi dari asam lemak meningkat (Sidossis, 2001).

Namun hasil pengukuran pada 5 jam setelah pemberian asupan makanan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan kadar trigliserida anggota senam *High Impact* dan anggota senam *Body Language*. Analisis mengenai tidak adanya perbedaan tersebut dapat ditinjau dari berbagai hal. Penggunaan asam lemak sebagai energi pada olahraga melalui beberapa proses. Proses yang pertama yaitu penyediaan asam lemak sebagai sumber energi. Asam lemak sebagai sumber energi berasal dari VLDL, simpanan triasilgliserol dalam sel adiposa dan simpanan triasilgliserol dalam sel otot. Berbagai penelitian telah menyatakan bahwa pada olahraga intensitas tinggi (>65% VO₂max), glukosa menjadi sumber bahan bakar energi utama untuk oksidasi, sedangkan pada olahraga intensitas sedang (30-65% VO₂max), peran glukosa sebagai sumber energi menurun dan oksidasi dari asam lemak meningkat. Namun terdapat penelitian yang dilakukan oleh Romijn, Coyle dan Sidossis (1993),

ditemukan bahwa tidak terdapat perbedaan indeks lipolisis pada olahraga intensitas sedang (65% VO_2max) dan intensitas tinggi (85% VO_2max) (Horowitz dan Klein, 2000). Kiens (2006) juga menyatakan bahwa kecepatan lipolisis dipengaruhi oleh aktifitas fisik seseorang (*trained/ untrained*) dan pola diet, bukan oleh intensitas dari olahraga. Pada individu dengan aktifitas yang tinggi atau terlatih, terjadi peningkatan mikro-sirkulasi pada area serabut otot, sehingga semakin luas *binding site* untuk LPL. Peningkatan mikrosirkulasi tersebut juga menyebabkan peningkatan perfusi jaringan dan penurunan kecepatan difusi yang menyebabkan waktu kontak yang lebih lama antara VLDL dan LPL. Akibatnya aktifitas LPL meningkat (Kiens, 2006). Adapun subjek pada kedua kelompok senam memiliki tingkat aktifitas yang sama tinggi, sehingga kedua kelompok memiliki aktifitas LPL yang sama. Selain itu aktifitas LPL mencapai aktifitas maksimum pada 8–20 jam setelah olahraga. Oleh karena itu, tidak terdapatnya perbedaan kadar trigliserida anggota senam *High Impact* dan anggota senam *Body Language* lebih jelas tampak sekitar 8 jam setelah olahraga (pada penelitian ini 5 – 6 jam setelah pemberian asupan makanan).

Proses berikutnya meliputi transportasi asam lemak dari sirkulasi darah ke dalam sitosol. Proses transportasi ini melibatkan aktifitas protein yang mengikat lemak, yaitu *plasma membrane-bound fatty acid binding protein* ($FABP_{pm}$), *fatty acid translocase* (FAT/CD36) dan *fatty acid transport protein* (FATP). Asam lemak yang masuk ke dalam sitosol akan mengalami oksidasi dalam mitokondria atau mengalami resintesis menjadi trigliserida. Adapun aktivitas dari FAT/CD36, salah satu protein yang mengikat lemak, tidak dipengaruhi oleh intensitas dari olahraga. Kiens, Roemen dan Van der Vusse (1999) menemukan bahwa pada intensitas olahraga yang meningkat dari 65% VO_2max menjadi 90% VO_2max , di mana oksidasi asam lemak menurun, kadar asam lemak dalam sel otot tetap meningkat dengan disertai kadar asam lemak yang menurun pada plasma (Kiens, 2006). Hal ini menunjukkan bahwa transportasi asam lemak ke dalam sitosol tidak dipengaruhi oleh intensitas dari olahraga.

Adapun FAT/CD36, salah satu protein yang mengikat lemak, ditemukan lebih banyak terdapat pada serabut otot tipe 1 (*slow twitch*) dibandingkan tipe 2 (*fast twitch*) (Kiens, 2006). Pada penelitian ini, tidak diketahui variasi dari subjek penelitian mengenai jumlah serabut otot yang mendominasi pada tiap subjek penelitian.

Proses yang terjadi selanjutnya adalah proses metabolisme asam lemak dalam mitokondria. Pada olahraga aerobik *High Impact*, metabolisme yang

terjadi merupakan metabolisme aerobik yang menggunakan oksigen untuk menghasilkan energi. Adapun sumber bahan bakar utama untuk metabolisme aerob berasal dari glukosa (yang berasal dari hepar), simpanan glikogen dalam otot serta asam lemak bebas (yang berasal dari simpanan trigliserida pada otot).

Pada umumnya sebagian besar aktivitas dari olahraga aerobik *High Impact* dilakukan pada intensitas yang tinggi, dengan sumber energi utama berasal dari glukosa. Namun pada *prolonged exercise*, ketika simpanan glikogen otot berkurang, oksidasi lemak berperan dalam mempertahankan penyediaan energi dan mencegah terjadinya hipoglikemia. Selain itu Romijn (1995) menyatakan bahwa sulit untuk mempertahankan olahraga tetap pada intensitas 85% VO_2max pada durasi lebih dari 30 menit (Horowitz dan Klein, 2000).

Pada olahraga intensitas tinggi, dengan 75% energi yang berasal dari karbohidrat dengan 80%nya berasal dari simpanan glikogen otot, terjadi deplesi simpanan glikogen otot (Wilson dan Wilson, 2005). Oleh karena itu, pada keadaan di mana oksidasi karbohidrat menurun, olahraga akan meningkatkan aktifitas *AMP-activated protein kinase* (AMPK) yang menyebabkan inaktivasi *acetyl-CoA carboxylase* (ACC), yang pada akhirnya menurunkan pembentukan malonyl CoA (Kiens, 2006). Penurunan malonyl CoA akan menurunkan inhibisi CPT 1 yang pada akhirnya meningkatkan oksidasi lemak (Sidossis, 2001).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Gill, Herd, Tsetsonis dan Hardman (2002) ditemukan bahwa energy expenditure memiliki korelasi yang signifikan dengan kadar trigliserida *postprandial* (Gill dkk., 2005). Adapun energi yang digunakan pada olahraga meningkat sebanding dengan peningkatan intensitas olahraga. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran besar energi yang digunakan dari tiap olahraga yang dilakukan. Diperkirakan bahwa pada olahraga *High Impact*, di mana intensitas olahraga lebih tinggi dibandingkan olahraga *Body Language*, menggunakan energi yang lebih besar pada durasi olahraga yang sama. Hal ini menyebabkan pemakaian sumber energi yang lebih besar yang menyebabkan penurunan kadar trigliserida *postprandial*.

Hasil pengukuran pada 6 jam setelah pemberian asupan makanan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan kadar trigliserida anggota senam *High Impact* dan anggota senam *Body Language*. Pada pemeriksaan kadar trigliserida 6 jam setelah pemberian asupan makanan, kadar lipid telah mengalami penurunan mendekati angka *baseline*. Gropper (2005) menyatakan bahwa kadar lipid mencapai puncaknya pada plasma biasanya

dalam 30 menit sampai 3 jam setelah makan, dan kembali mendekati normal dalam 5-6 jam (Gropper, Smith, Groff, 2005).

Oleh karena itu meskipun aktivitas LPL masih berlangsung, tidak terdapat perbedaan kadar trigliserida pada kedua kelompok. Hasil penelitian sejalan dengan analisis di mana tidak terdapat perbedaan kadar trigliserida anggota senam *High Impact* dan anggota senam *Body Language* 6 jam setelah pemberian asupan makanan dengan jumlah dan komposisi sama.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kadar trigliserida anggota senam *High Impact* lebih tinggi dari anggota senam *Body Language* 3 jam setelah pemberian asupan makanan, namun tidak terdapat perbedaan kadar trigliserida 5 jam dan 6 jam setelah pemberian asupan makanan dengan jumlah dan komposisi sama yang sebelumnya melakukan senam *Body Language* dan senam *High Impact*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bina Kesehatan Masyarakat. 2002. *Pedoman Umum Gizi Seimbang*. Jakarta: Bina Kesehatan Masyarakat.
2. Gill JMR, Herd SL, Tsetsonis NV, Hardman AE. 2002. Are the reductions in triacylglycerol and insulin levels after exercise related?. *Clin Sci*. 102 : 223-231.
3. Gropper SS, Smith JL, Groff JL, editors. 2005. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. 4th ed. Belmont : Thomson Wadsworth.
4. Hardman AE, Herd SL. 1998. Exercise and Postprandial Lipid Metabolism. *Proceedings of the Nutri Soc*. 57: 63-72.
5. Horowitz JF, Klein S. 2000. Lipid Metabolism during Exercise. *Am J Clin Nutr*. 72: 558S-63S.
6. Hultman E, Harris RC, Spriet LL. 1999. *Diet in Work and Exercise Performance*. In Shils ME, Olson JA, Shine M, Rose AC, editors. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Maryland : Lippincott Williams & Wilkins. p. 761-782.
7. Karpe F. 1997. Postprandial Lipid Metabolism in relation to Coronary Heart Disease. *Proceedings of the Nutri Soc*. 56: 671-678.
8. Kiens B. 2006. Skeletal Muscle Lipid Metabolism in Exercise and Insulin Resistance. *Physiol Rev*. 86 : 205-243.
9. Kolifa M, Petridou A, Mougios V. 2004. Effect of Prior Exercise on Lipemia after a Meal of Moderate Fat Content. *European J of Clin Nutri*. 58 : 1327-1335.
10. Petridou AL, Gerkos N, Kolifa M, Nikolaidis MG, Simos D, Mougios V. 2004. Effect of Exercise Performed Immediately before a Meal of Moderate Fat Content on Postprandial Lipaemia. *British Jof Nutri*. 91 : 683-687.
11. Sidossis LS. 2001. *Regulation of Lipid Metabolism during Exercise*. In Simopoulos AP, Pavlou KN, editors. *Nutrition and Fitness : Metabolic Studies in Health and Disease*. Basel : Karger. p. 44-54.
12. Watford M, Goodridge AG. 2000. *Regulation of Fuel Utilization*. In Stipanuk MH, editor. *Biochemical and Physiological Aspectsof Human Nutrition*. New York : W.B. Saunders Company. p. 384-410.
13. Zhang JQ, Thomas TR, Ball SD. 1998. Effect of Exercise Timing on Postprandial Lipemia and HDL Cholesterol Subfractions. *J Appl Physiol*. 85 : 1516-1522.