

Volume 2, Nomer 1, Januari 2017

ISSN: 2577-9580

JENDELA OLAHRAGA

JENDELA OLAHRAGA

PERBANDINGAN PEMBELAJARAN PENJAS DENGAN MODEL PERMAINAN SEPAKBOLA "STOP PASSING, EKO'S, GAWANG TIANG TUNGGAL" TERHADAP ASPEK PSIKOMOTOR SISWA SD KELAS V"

- Pandu Kresnapati

AEROBIC GYMNASISTICS SEBAGAI PEMBELAJARAN AKTIVITAS RITMIK PADA PENDIDIKAN JASMANI OLAHRAGA DAN KESEHATAN

- Tubagus Herlambang

HAKIKAT DAN SIGNIFIKANSI PERMAINAN

- Nugroho Susanto

STRES OKSIDATIF DAN STATUS ANTIOKSIDAN PADA LATIHAN FISIK

- Fafa Nurdyansyah

KEPRIBADIAN ATLET DAN NON ATLET

- Setiyawan

HUBUNGAN LENGKUNG TELPAK KAKI DENGAN KELINCAHAN (Studi pada Siswa SD Negeri Duren 1 Bandungan, Kabupaten Semarang)

- Sahri, Sugiarto dan Yiki Widianoro

PENGEMBANGAN MODEL LATIHAN SHOOTING DALAM PERMAINAN SEPAKBOLA DI SEKOLAH SEPAKBOLA INDONESIA MUDA (IM) MALANG

- Yulianto Dwi Saputro

STRATEGI PENINGKATAN KETERAMPILAN GERAK UNTUK ANAK USIA DINI TAMAN KANAK-KANAK B

- Galih Dwi Pradipta

SISTEM PENYELENGGARAAN DAN PENGELOLAAN MAKANAN BAGI ATLET SEPAK BOLA

- Umar, Setiyowati, Nur Widiatmi, Fahmi, Zulafa Noor dan Siti Aminah

PROFIL KONDISI FISIK SISWA SEKOLAH DASAR DALAM PELAKSANAAN KURIKULUM 2013 DI KABUPATEN PEMALANG

- Donny, Bertika, Maftukin, Galih

PENGARUH PENERAPAN METODE HYPNOTEACHING TERHADAP KEMAMPUAN RENANG GAYA DADA MAHASISWA SEMESTER 3 PJKR UPGRIS 2016/2017

- Maftukin Hudah



**PENDIDIKAN JASMANI, KESEHATAN DAN REKREASI
FAKULTAS PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL DAN KEOLAHRAGAAN
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

ISSN : 2527-9580

JENDELA OLAHRAGA

Volume 2, Nomer 1, Januari 2017

Terbit dua kali setahun pada bulan Januari-Juli, berisi naskah hasil penelitian, gagasan konseptual, kajian dan aplikasi teori tentang pendidikan jasmani, olahraga, dan kesehatan.

Pembina

Dr. Muhdi, SH.,M.Hum

Penasehat

Dr. Titik Haryati, M.Si

Penanggung Jawab

Agus Wiyanto, S.Pd., M.Pd
Donny Anhar Fahmi, S.Sc.,M.Pd

Ketua Penyunting

Fajar Ari Widiyatmoko, S.Pd., M.Pd

Wakil Ketua Penyunting

Ibnu Fatkhu Royana, S.Pd., M.Pd

Penyunting Pelaksana

Maftukin Hudah, S.Pd., M.Pd
Galih Dwi Pradipta, S.Pd., M.Or
Bertika Kusuma, S.Pd., M.Or
Buyung Kusumawardhana S.Pd., M.Kes
Nur Azis Nurmansyah S.Pd., M.Or
Setiawan S.Pd., M.Or

Ketatausahaan

Suyadi, SE
Lalu Ardhani, SE

Jurnal JENDELA OLAHRAGA : diterbitkan oleh Program Studi Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial dan Keolahragaan Universitas PGRI Semarang

Publikasi Naskah : Penyunting menerima naskah / artikel yang belum pernah diterbitkan dalam jurnal lain (Petunjuk bagi penulis: baca pada bagian halaman berikutnya)

Alamat Penyunting : Jl. Sidodadi Timur No. 24 Semarang, e-mail : pjkr.upgris@gmail.com.
Telp (024) 8316377 Fax.(024) 8448217. Homepage : www.pjkr.upgris.ac.id

1	PERBANDINGAN PEMBELAJARAN PENJAS DENGAN MODEL PERMAINAN SEPAKBOLA "STOP PASSING, EKO'S, GAWANG TIANG TUNGGAL" TERHADAP ASPEK PSIKOMOTOR SISWA SD KELAS V" <i>Pandu Kresnapati</i>	85 – 91
2	AEROBIC GYMNASTICS SEBAGAI PEMBELAJARAN AKTIVITAS RITMIK PADA PENDIDIKAN JASMANI OLAHRAGA DAN KESEHATAN <i>Tubagus Herlambang</i>	92 – 98
3	HAKIKAT DAN SIGNIFIKANSI PERMAINAN <i>Nugroho Susanto</i>	99 – 104
4	STRES OKSIDATIF DAN STATUS ANTIOKSIDAN PADA LATIHAN FISIK <i>Fafa Nurdiyansyah</i>	105 – 109
5	KEPRIBADIAN ATLET DAN NON ATLET <i>Setiyawan</i>	110 – 119
6	HUBUNGAN LENGKUNG TELAPAK KAKI DENGAN KELINCAHAN (Studi pada Siswa SD Negeri Duren 1 Bandungan, Kabupaten Semarang) <i>Sahri, Sugiarto dan Viki Widiartoro</i>	120 – 128
7	PENGEMBANGAN MODEL LATIHAN SHOOTING DALAM PERMAINAN SEPAKBOLA DI SEKOLAH SEPAKBOLA INDONESIA MUDA (IM) MALANG <i>Yulianto Dwi Saputro</i>	129 – 139
8	STRATEGI PENINGKATAN KETERAMPILAN GERAK UNTUK ANAK USIA DINI TAMAN KANAK-KANAK B <i>Galih Dwi Pradipta</i>	140 – 147
9	SISTEM PENYELENGGARAAN DAN PENGELOLAAN MAKANAN BAGI ATLET SEPAK BOLA <i>Umar, Setiyowati, Nur Widiatmi, Fahmi, Zulafa Noor dan Siti Aminah</i>	148 – 154
10	PROFIL KONDISI FISIK SISWA SEKOLAH DASAR DALAM PELAKSANAAN KURIKULUM 2013 DI KABUPATEN PEMALANG <i>Donny, Bertika, Maftukin, Galih</i>	155 – 160
11	PENGARUH PENERAPAN METODE HYPNOTEACHING TERHADAP KEMAMPUAN RENANG GAYA DADA MAHASISWA SEMESTER 3 PJKR UPGRIS 2016/2017 <i>Maftukin Hudah</i>	161 - 169

STRES OKSIDATIF DAN STATUS ANTIOKSIDAN PADA LATIHAN FISIK

Fafa Nurdyansyah

Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Semarang

Jalan Sidodadi Timur No 24 Dr. Cipto Semarang

fa2_2009@yahoo.com

Abstrak

Aktivitas fisik memicu terjadinya *reactive oxygen species* (ROS), yang menghasilkan kerusakan pada sel. Latihan fisik juga meningkatkan produksi peroksidasi lipid yang ditandai dengan terbentuknya *malondialdehyde* (MDA). Pembentukan radikal bebas dalam tubuh pada seseorang yang sedang beraktivitas fisik dapat berasal dari jenis aktivitas fisik yang dilakukan seperti pada latihan aerobik (berlari, bersepeda, dan renang). Besaran stress oksidatif diukur berdasarkan kemampuan jaringan dalam menetralkan ROS oleh antioksidan dalam jaringan. Latihan fisik berat akan memicu peroksidasi lipid pada beberapa jaringan termasuk otot rangka, hati, jantung, eritrosit dan plasma. Latihan fisik baik level ringan maupun berat akan memicu terbentuknya radikal bebas yang dihasilkan oleh tubuh sebagai hasil samping metabolit sekunder proses metabolisme. Latihan fisik berat akan memicu stress oksidatif terutama menimbulkan kerusakan oksidatif jaringan terutama jaringan otot rangka. Suplementasi antioksidan baik yang berasal dari diet dan suplemen antioksidan mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan jaringan pada latihan fisik.

Kata Kunci: radikal bebas, antioksidan, latihan fisik, *stress oksidatif*.

PENDAHULUAN

Aktivitas fisik baik ringan maupun berat dapat menyebabkan terjadinya peningkatan *reactive oxygen species* (ROS) yang dapat memicu terjadinya peningkatan radikal bebas dalam tubuh. Selama aktivitas fisik akan terjadi peningkatan pembentukan *malondialdehyde* (MDA) pada darah serta pentane pada pernafasan. Secara umum pembentukan radikal bebas dalam tubuh pada seseorang yang sedang beraktivitas fisik dapat berasal dari jenis aktivitas fisik yang dilakukan seperti pada latihan aerobik (berlari, bersepeda, dan renang). Hasil-hasil penelitian telah banyak menunjukkan bahwa latihan fisik digunakan sebagai model untuk mempelajari mekanisme pengaturan fungsi

fisiologi terhadap stress. Kemampuan fisiologis seseorang didasarkan pada kemampuannya dalam menggunakan oksigen atmosfer dalam jangka waktu tertentu setiap kilogram berat badan, hal ini dapat disebut sebagai kapasitas aerobik.

Latihan fisik menyebabkan terjadinya peningkatan pengikatan oksigen sebesar 10-20 kali oleh tubuh. Pada latihan fisik berat dapat menyebabkan kerusakan oksidatif pada lipid berbagai jaringan (Dillard and Koppler, 1978). Davies *et al.* (2005) melaporkan hasil risetnya menggunakan *electron spin resonance* atau *electron paramagnetic resonance* (ESR/EPR) untuk mendeteksi adanya radikal bebas pada jaringan, hal ini menunjukkan bahwa latihan fisik

berat akan menyebabkan peningkatan sebanyak 2-3 kali radikal bebas yang terdapat pada jaringan otot dan hati pada hewan percobaan yang diberikan latihan fisik berat berupa *treadmill*.

Selama latihan fisik (terutama latihan fisik berat) pembentukan ROS akan semakin meningkat dan sebagai aksi pertahanan tubuh akan dilawan oleh sistem antioksidan endogen yang ada dalam tubuh (Atsumi *et al.*, 1999), hal ini biasa disebut sebagai stress oksidatif. Besaran stress oksidatif diukur berdasarkan kemampuan jaringan dalam menetralkan ROS oleh antioksidan dalam jaringan (Wilson and Jhonson, 2000). Antioksidan yang diproduksi oleh tubuh akan bekerjasama dengan antioksidan eksogen yang berasal dari luar (diet makanan) dalam melindungi jaringan dari kerusakan yang disebabkan oleh ROS maupun dari spesies nitrogen (*reactive nitrogen species/RNS*) (Sen, 1995).

Stress oksidatif mencerminkan ketidakseimbangan antara oksidan yang diproduksi dengan antioksidan dalam tubuh. Setiap individu memiliki mekanisme keseimbangan yang berbeda, tergantung pada banyak faktor seperti pola makan, gaya hidup (merokok, konsumsi alkohol, latihan fisik, dan lain-lain), umur, serta faktor genetik (Sen *et al.*, 2000). Pembentukan radikal bebas selama aktivitas fisik dapat disebabkan oleh beberapa tahapan antara lain : 1) peningkatan ephinephrin dan beberapa catecholamins yang dapat menyebabkan terbentuknya radikal bebas jika dimetabolisme dalam bentuk inaktif; (2) produksi asam laktat yang akan mengubah senyawa radikal yang lemah (*superoxide*) menjadi senyawa radikal yang lebih kuat (*hydroxyl*); (3) respon inflamasi sebagai akibat dari kerusakan otot sekunder yang terjadi pada aktivitas berat (Kanter, 1998).

Tujuan dari review ini yaitu untuk menyelidiki hubungan antara stress oksidatif

dan status antioksidan (endogen dan eksogen), serta kejadian stress oksidatif pada individu yang melakukan latihan fisik.

STRESS OKSIDATIF DAN RADIKAL BEBAS

Stres oksidatif merupakan keadaan dimana terjadi ketidakseimbangan jumlah oksidan (radikal bebas) dengan jumlah antioksidan dalam tubuh sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan beruntun yang dimulai dari sel hingga tingkatan yang lebih tinggi. Stres oksidatif dapat menyebabkan kerusakan sel dan merupakan dasar patogenesis bagi proses penyakit kronik seperti kardiovaskuler, autoimun, pulmoner, gangguan metabolik dan *Aging* (penuaan) (Halliwell dan Gutteridge, 2007). Radikal bebas adalah suatu gugus molekul atom atau ion yang mempunyai satu elektron yang tidak berpasangan. Radikal bebas merupakan molekul yang tidak stabil dan sangat reaktif yang memiliki kecenderungan untuk menangkap elektron dari molekul lain (oksidasi) (Rimbach *et al.*, 1999). Beberapa radikal bebas dalam tubuh merupakan derivat nitrogen yang disebut *reactive nitrogen species* (RNS) dan derivat oksigen yang disebut *reactive oxygen species* (ROS).

ROS bisa terdapat dalam bentuk O₂, radikal hidroksil (OH), asam hipoklorit (HOCL), radikal alkoksil dan radikal peroksil. ROS dapat merusak sel dengan merusak membran lipid melalui serangkaian reaksi kimia yang disebut peroksidasi lipid. Hal ini terjadi karena membran sel mengandung asam lemak tak jenuh ganda (*Polyunsaturated Fatty Acid – PUFA*) dalam jumlah tinggi. Peroksidasi membran lipid akan menyebabkan perubahan pada sel, seperti peningkatan permeabilitas membran, penurunan transport kalsium dalam retikulum sarkoplasma, gangguan fungsi mitokondria (Halliwell and Gutteridge, 2007).

LATIHAN FISIK DAN PEMICU STRESS OKSIDATIF

Latihan fisik (ringan hingga berat) baik secara aerobik maupun anaerobik akan memicu terbentuknya radikal bebas dalam tubuh. Adanya *Polyunsaturated fatty acid* (PUFA) akan menyebabkan semakin rentan terserang oleh ROS dan kerusakan oksidatif pada sel maupun jaringan. Kerusakan oksidatif yang bersifat autokatalitik dan tidak terkontrol pada PUFA yang biasa disebut sebagai peroksidasi lipid, dimulai ketika ROS memiliki energi yang cukup untuk menangkap atom H dari gugus metilen (-CH₂) dari rantai PUFA (Sen, 2001).

Dillard *et al.* (1978) dalam Sen (2001) melaporkan bahwa individu yang melakukan latihan fisik dengan pengikatan oksigen maksimal 75% (VO_{2max}) meningkatkan level pentane, produk samping yang mungkin dihasilkan dari peroksidasi lipid, meningkat 1,8 kali dibanding individu tidak melakukan aktivitas (istirahat). Latihan fisik berat akan memicu peroksidasi lipid pada beberapa jaringan termasuk otot rangka, hati, jantung, eritrosit dan plasma (Sen, 2001). Oksidasi protein terjadi baik pada individu yang melakukan aktivitas fisik maupun dalam keadaan istirahat. Protein yang mengalami kerusakan akibat ROS akan rentan terkena degradasi proteolitik.

Reznick *et al.* (1992) melaporkan bahwa latihan fisik secara mendalam dapat memicu terjadinya oksidasi protein pada otot rangka pada tikus. Kadar protein karbonil pada *red gastrocnemius muscles* lebih besar 3 kali lipat pada tikus yang diberikan aktivitas fisik berat. Pada hasil studi lain menyebutkan bahwa latihan fisik berupa renang dengan intensitas rata-rata 10-15 menit dapat menghasilkan oksidasi pada sel eritrosit protein membran (Sen, 1997).

Pada beberapa hasil penelitian yang mendukung bahwa latihan fisik memicu stress oksidatif yaitu menurunnya level antioksidan

dalam jaringan pada saat seseorang melakukan latihan fisik. Dalam pandangan di atas disebutkan bahwa peningkatan stress oksidatif akibat latihan fisik yang dicirikan dengan penurunan kadar antioksidan dalam jaringan sebagai akibat dari respon terhadap aktivitas fisik yang merupakan hasil dari peningkatan penggunaan antioksidan dalam jaringan untuk menetralkan adanya radikal bebas yang terjadi dalam jaringan (Sen, 2001)

Sen *et al.* (1994) melaporkan mengenai latihan fisik dapat menurunkan kadar tokoferol dalam jaringan. Hal tersebut menunjukkan bahwa latihan fisik akan memicu perpindahan asam lemak bebas dari jaringan adiposa yang diikuti dengan kehilangan tokoferol dari dalam jaringan. Sebagai dampaknya kadar tokoferol meningkat dalam darah individu yang melakukan latihan fisik bersepeda. Peningkatan tokoferol bersifat sementara dan akan kembali normal pada fase pemulihan.

RESPON KRONIK LATIHAN FISIK

Respon kronik aktivitas fisik didapat setelah individu melakukan aktivitas fisik secara teratur selama 8 sampai 12 minggu. Beberapa teori menjelaskan bahwa respon kronik aktivitas fisik dapat menurunkan stress oksidatif melalui beberapa mekanisme sebagai berikut:

1. Peningkatan aktivitas proteasome dan aktivitas enzim perbaikan DNA. Proteasome adalah kompleks protein yang terlibat dalam proses proteolitik protein lain yang teroksidasi. Protein teroksidasi berpotensi menjadi prooksidan. Dengan demikian peningkatan proteasome mengakibatkan penurunan jumlah prooksidan. Sedangkan enzim perbaikan DNA yang terkait dengan aktivitas fisik teratur adalah enzim *oxoguanine DNA glycosylase* (OGG1) dan *uracil DNA glycosylase* (UDG). Aktivitas fisik teratur meningkatkan aktivitas kedua enzim ini di inti sel otot dan sel hati sehingga menurunkan

mutasi DNA. Penurunan mutasi DNA menjadikan sel lebih tahan terhadap serangan prooksidan sehingga menurunkan kejadian stres oksidatif (Radack *et al.*, 2008).

2. Peningkatan aktivitas antioksidan enzimatis di sel hati seperti *superoxide dismutase* (SOD) dan *glutathione peroxidase* (GSH-px), sehingga terjadi penurunan stres oksidatif (Gotto *et al.*, 2007).

Beberapa peneliti mengemukakan respon kronis aktivitas fisik teratur, antara lain adalah Vasankari (1998) dan Tessier (1995), yang mengemukakan bahwa pada individu terlatih terdapat penurunan kadar LDL teroksidasi dan peningkatan kadar SOD dan aktivitas GSH-Px. Selain itu penelitian oleh Covas¹⁶ menunjukkan peningkatan kadar SOD dan GSH-Px pada wanita yang melakukan aktivitas rumah tangga secara teratur. Penurunan kadar LDL teroksidasi dan peningkatan kadar SOD serta GSH-Px akan menurunkan stres oksidatif.

EFEK FUNGSIONAL SUPLEMENTASI ANTIOKSIDAN TERHADAP LATIHAN FISIK

Suplementasi antioksidan pada subjek yang dikenai latihan fisik selalu kontradiktif hal ini dikarenakan perbedaan senyawa antioksidan serta pengaruh kuantitas suplemen yang diberikan. Beberapa studi menyebutkan pemberian suplemen antioksidan memberikan pengaruh positif terhadap sistem antioksidan dalam tubuh setelah mengkonsumsi antioksidan *single* (Palazzeti *et al.*, 2003 dan 2004) Namun, beberapa studi menyebutkan suplementasi antioksidan yang dilakukan pada athlete mampu menjaga kesehatan optimal athlete dengan cara mencegah peningkatan kerusakan jaringan akibat stress oksidatif reaksi berantai radikal bebas dalam tubuh. Beberapa antioksidan (seperti vitamin A, E, dan C) mampu melindungi individu yang melakukan aktivitas fisik dari radikal bebas yang merusak jaringan otot selama latihan

fisik (Dawson *et al.*, 2002).

Baik antioksidan enzimatis dan non-enzimatis memiliki peranan yang penting terhadap pertahanan kerusakan jaringan akibat kerusakan oksidatif berlebih. Peranan antioksidan penting selama proses latihan fisik, yang berasosiasi dengan produksi radikal bebas kaitannya dengan durasi, intensitas, dan status training. Dengan demikian, karena rendahnya asupan makanan yang mengandung antioksidan maka harus dianjurkan untuk pemberian asupan suplemen antioksidan tambahan. Suplementasi antioksidan harus selalu di kontrol terkait dengan komposisi, durasi, serta dosis (tergantung pada asupan gizi) untuk meningkatkan efisiensi kesehatan dan performa athlete (Childs *et al.*, 2001).

SIMPULAN

Secara umum bahwa latihan fisik baik level ringan maupun berat akan memicu terbentuknya radikal bebas yang dihasilkan oleh tubuh sebagai hasil samping metabolit sekunder proses metabolisme. Latihan fisik berat akan memicu stress oksidatif terutama menimbulkan kerusakan oksidatif jaringan terutama jaringan otot rangka. Suplementasi antioksidan baik yang berasal dari diet dan suplemen antioksidan mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan jaringan pada latihan fisik.

DAFTAR PUSTAKA

- Atsumi T, Iwakura I, Kashiwagi Y, *et al.* 1999. Free radical scavenging in the nonenzymatic fraction of human saliva: a simple DPPH assay showing the effect of physical exercise. *Antioxid Redox Signal*; 1: 537-46
- Childs A, Jacobs C, Kaminski T, *et al.* 2001. Supplementation with Vitamin C and N-acetyl-cysteine increases oxidative stress in humans after an acute muscle

- injury induced by eccentric exercise. *Free Radic Biol Med*; 31 (6): 745-53
- Dawson B, Henry GJ, Goodman C, et al. 2002. Effect of vitamin C and E supplementation on biochemical and ultrastructural indices of muscle damage after 21 km run. *Int J Sports Med*; 23: 10-5.
- Dillard CJ, Litov RE, Savin WM, et al. 1978. Effects of exercise, vitamin E, and ozone on pulmonary function and lipid peroxidation. *J Appl Physiol* 45: 927-32
- Davies KJ, Quintanilha AT, Brooks GA, et al. 1982. Free radicals and tissue damage produced by exercise. *Biochem Biophys Res Commun*; 107: 1198-205
- Goto, Sataro et al. 2007. Hormetic effects of regular exercise in aging : correlation with oxidative stres. *Appl Physiol Nutr Metab*. Vol 32.
- Halliwell B & Gutteridge JMC. 2007. Cellular response to oxidative stress : adaptation, damage repair, senescence and death. In *Free Radical in Biology and Medicine*. 4th ed. London, Oxford : University Press : 187 – 267
- Kanter M. Free radicals, exercise and antioxidant supplementation.1998. *Proc Nutr Soc*. 57:9–13.
- Palazzetti S, Richard MJ, Favier A, et al. 2003. Overload training increases exercise-induced oxidative stress and damage. *Can Appl Physiol*; 28 (4): 588-604 174.
- Palazzetti S, Rousseau AS, Richard MJ, et al. 2004. Antioxidant supplementation preserves antioxidant response in physical training and low antioxidant intake. *Br J Nutr* 91: 91-100
- Radak, Zsolt et al. Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. *Free Radical Biology & Medicine* 44 (2008) 153–159. Diunduh dari (20 Oktober 2010) : <http://www.sciencedirect.com>
- Rimbach G, Hohler D, Fischer A. 1999. Methods to assess free radicals and oxidative stress in biological systems. *Arch Tierernahr* 1999; 52 (3): 203-2.
- Reznick AZ, Witt E, Matsumoto M, et al. 1992. Vitamin E inhibits protein oxidation in skeletal muscle of resting and exercised rats. *Biochem Biophys Res Commun* 189: 801-6.
- Sen CK, Atalay M, Agren J. 1997. Fish oil and vitamin E supplementation in oxidative stress at rest and after physical exercise. *J Appl Physiol* : 83 ; 189-95.
- Sen CK, Packer L, Hanninen O, editors. 1994. *Exercise and oxygen toxicity*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.
- Vasankari et al. 1998. Reduced oxidized LDL levels after a 10-month exercise program. *Med. Sci. Sports Exerc*. 30:1496–1501.
- Tessier et al. 1995. Selenium and training effects on the glutathione system and aerobic performance. *Med. Sci. Sports Exerc*. 27:390–396,