

**JOINT POSITION STATEMENT****ABSTRAK**

Suatu ketentuan yang dibuat oleh Asosiasi Susunan Diet Amerika, Penata Diet dari Canada (American Dietetic, Dietitians of Canada), dan the American College of Sports Medicine bahwa aktifitas sosial, athletic performance, dan pemulihan meningkat dengan mengkonsumsi nutrisi yang optimal. Organisasi-organisasi ini merekomendasikan untuk memilih makanan dan cairan yang tepat, waktu pemasukkan, dan pilihan suplemen untuk kesehatan dan melakukan exercise performance yang optimum. Naskah posisi yang sudah diperbaharui ini merangkai suatu analisa yang tepat, sistematis, berdasarkan fakta dari nutrisi dan performance-specific literature dengan data ilmiah yang mutakhir sehubungan dengan kebutuhan-kebutuhan energy, penilaian komposisi badan, strategi untuk perubahan beban, kebutuhan nutrisi dan cairan, kebutuhan khusus akan bahan nutrisi pada saat latihan dan pertandingan, pemakaian suplemen dan ergogenic aids, rekomendasi nutrisi untuk atlet vegetarian, serta peran dan tanggung jawab dari penata diet olahraga (sports dietitian). Kebutuhan akan Energy dan macronutrient, terutama karbohidrat dan protein, harus dipenuhi pada saat melakukan aktifitas fisik tinggi untuk memelihara berat badan, melengkapi penyimpanan glycogen, dan menyediakan protein yang cukup untuk membangun dan memperbaiki jaringan. Pemasukkan lemak harus cukup untuk memberi asam lemak yang essential (essential fatty acids) dan lemak yang dapat larut (fat-soluble), vitamins dan untuk memberi kontribusi kepada energy untuk pemeliharaan bobot. Walaupun exercise performance dapat dipengaruhi oleh bobot dan komposisi tubuh, pengukuran fisik ini tidak seharusnya menjadi suatu standard untuk performance olahraga dan tidak disarankan untuk menimbang berat badan setiap hari. Makanan dan cairan cukup harus dikonsumsi sebelum, pada saat, dan sesudah melakukan exercise untuk membantu memelihara konsentrasi glukosa darah pada saat melakukan exercise memaksimalkan exercise performance, dan memperbaiki waktu pemulihan. Atlet harus dihidrasi dengan baik sebelum melakukan exercise dan meminum cukup cairan pada saat dan sesudah melakukan exercise untuk mengimbangi kehilangan cairan. Minuman olahraga yang berisi karbohidrat dan electrolytes dapat dikonsumsi sebelum, pada saat, dan sesudah melakukan exercise untuk membantu memelihara konsentrasi glukosa darah, memberi fuel

untuk otot, dan mengurangi resiko dehidrasi dan hyponatremia. Suplemen Vitamin dan mineral tidak dibutuhkan jika ada energy yang cukup untuk memelihara berat badan yang dikonsumsi dari suatu variasi makanan. Namun demikian, para atlet yang membatasi pemasukkan energi, melakukan praktik pengurangan berat badan dengan keras, mengurangi satu atau lebih grup makanan dari diet mereka atau mengkonsumsi diet yang tidak seimbang dengan kepadatan micronutrient yang rendah kemungkinan membutuhkan suplemen. Karena peraturan-peraturan yang spesifik terhadap nutritional ergogenic aids diselenggarakan secara buruk mereka harus digunakan dengan hati-hati dan hanya setelah evaluasi produk dilakukan dengan hati-hati untuk keamanan, kemanjuran, potensi, dan legalitas. Suatu sports dietitian yang berkualitas dan khususnya, Dewan Pengurus dengan Sertifikasi Khusus susunan Diet Olahraga (the Board Certified Specialist in Sports Dietetics) di Amerika Serikat, harus memberi petunjuk dan nasihat mengenai pemberian nutrisi individu setelah memberikan penilaian yang luas mengenai nutrisi.

Pernyataan posisi bersama ini ditulis oleh the American Dietetic Association (ADA), Dietitians of Canada (DC), dan American College of Sports Medicine (ACSM). Isinya dalam bentuk ADA style. Catatan ini dicetak bersama-sama di *Medicine & Science in Sports & Exercise* dan di the *Journal of the American Dietetic Association*, dan the *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*. Pengenalan nama individu direfleksikan pada pengakuan dibawah Statement.

0195-9131/09/4103-0709/0  
MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE  
Copyright © 2009 by the American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada.  
DOI: 10.1249/MSS.0b013e318190eb86

**POSISI PERNYATAAN**

Asosiasi dari American Dietetic, Dietitians of Canada, dan the American College of Sports Medicine menentukan sikap bahwa aktifitas fisik, athletic performance, dan pemulihan setelah melakukan latihan gerak badan yang meningkat bisa didapat dengan mengkonsumsi nutrisi yang optimum.

Organisasi-organisasi ini merekomendasikan untuk memilih makanan dan cairan yang tepat, waktu pemasukan, dan pilihan untuk mengkonsumsi suplemen kesehatan yang optimum dan performance latihan gerak badan.

Penentuan sikap dari ADA menggunakan Proses Fakta Analisa dari ADA dan informasi dari Perpustakaan Bukti Analisa ADA (ADA Evidence Analysis Library (EAL)). Informasi yang sama juga bisa didapat dari DC's Practice-based Evidence in Nutrition (PEN). Pendekatan berdasarkan fakta memberi manfaat tambahan yang penting terhadap metode dari peninjauan yang telah dilakukan sebelumnya. Manfaat utama dari pendekatan ini adalah mendapatkan suatu standardisasi yang lebih tepat dari criteria peninjauan, yang mengurangi kemungkinan peninjau menjadi bisa dan menambah kemudahan dimana bisa dilakukan perbandingan terhadap artikel yang berbeda. Untuk mendapatkan deskripsi mengenai metode yang dipakai pada proses analisa fakta, dapatkan Process Analisa Fakta ADA (ADA's Evidence Analysis Process) di <http://adaeal.com/eaprocess/>.

Konklusi dari Pernyataan-pernyataan yang diberikan oleh seorang ahli yang memberi nilai berdasarkan analisa sistematis dari evaluasi yang dilakukan mengenai fakta hasil penelitian yang ditunjang: nilai I/grade I = baik/good, nilai II = sedang/fair, nilai III = terbatas/limited, nilai IV = hanya opini seorang ahli/expert opinion, dan nilai V = suatu angka yang tidak ditentukan karena tidak ada faktor untuk menunjang atau menolak konklusi tersebut.

Informasi berdasarkan fakta untuk topik ini dan yang lainnya dapat ditemukan di [www.adaevidencelibrary.com](http://www.adaevidencelibrary.com) dan [www.dieteticsatwork.com/pen](http://www.dieteticsatwork.com/pen) dan subscriptions untuk non-ADA members bisa dibeli di <https://www.adaevidencelibrary.com/store.cfm>. Subskripsi untuk DC dan non-DC members bisa didapat untuk PEN at [http://www.dieteticsatwork.com/pen\\_order.asp](http://www.dieteticsatwork.com/pen_order.asp)

**KUNCI UTAMA**

Petunjuk utama berikut memberi ringkasan mengenai energy mutakhir, bahan gizi dan rekomendasi cairan untuk orang-orang dewasa yang aktif dan atlet yang bertanding. Rekomendasi umum ini dapat disesuaikan oleh para ahli nutrisi olahraga untuk mengakomodasi keprihatinan yang unik dari para individu atlet mengenai kesehatan, olahraga, kebutuhan bahan gizi, preferensi makanan, dan berat badan dan gol komposisi tubuh.

- Para atlet butuh untuk mengkonsumsi energy yang cukup pada waktu-waktu intensitas tinggi dan/atau masa latihan yang lama untuk menjaga berat badan dan kesehatan dan memaksimalkan efek dari latihan. Pemasukkan energy yang rendah dapat mengakibatkan kehilangan massa otot; gangguan fungsi menstruasi; kehilangan atau kegagalan untuk mendapatkan kepadatan tulang; suatu peningkatan resiko kelelahan, cedera dan penyakit; dan suatu proses pemulihan yang memanjang.
- Beban tubuh dan komposisi seharusnya tidak digunakan sebagai satu-satunya standar untuk bisa partisipasi dalam olahraga: tidak dianjurkan untuk melakukan penimbangan berat badan setiap hari. Tingkat lemak tubuh yang optimal tergantung dari sex, umur, dan keturunan atlet dan bisa juga sport-specific. Teknik-teknik penilaian lemak tubuh telah dilekati oleh keragaman dan keterbatasan. Lebih sesuai jika kehilangan berat badan (kehilangan lemak) terjadi pada saat off-season atau sebelum musim pertandingan dan melibatkan seorang ahli diet olahraga yang berkualitas.
- Rekomendasi karbohidrat untuk atlet berkisar dari 6 to 10 g/kg<sup>1</sup>. Beban tubuh<sup>1</sup> (2.7–4.5 g/lb<sup>1</sup> beban tubuh<sup>1</sup>). Karbohidrat mempertahankan tingkat glukosa darah pada saat melakukan latihan olahraga dan mengganti glycogen otot. Jumlah yang dibutuhkan tergantung dari jumlah pemakaian energy sehari-hari, tipe dari olahraga, sex dan kondisi situasi lingkungan.
- Rekomendasi Protein untuk atli yang dilatih endurance dan Strength berkisar dari 1.2 hingga 1.7 g/kg<sup>1</sup> berat badan<sup>1</sup> (0.5–0.8 g/lb<sup>1</sup> berat badan<sup>1</sup>). Rekomendasi untuk pemasukkan protein ini secara umum bisa dicapai hanya dengan melakukan diet, tanpa pemakaian protein atau suplemen amino acid. Kecukupan pemasukkan Energy diperlukan untuk memelihara berat badan untuk pemakaian protein yang optimum dan performance.
- Pemasukkan lemak harus berkisar dari 20% hingga 35% Dari jumlah total pemasukkan energy. Mengkonsumsi  $\leq 20\%$  energy dari lemak tidak memberi manfaat kepada performance. Lemak, adalah sumber dari energy, vitamin lemak yang dapat larut dan fatty acids yang essential, adalah penting untuk dimasukkan kedalam diet atlet. Atlet tidak direkomendasikan untuk melakukan diet lemak yang tinggi.
- Atlet yang membatasi jumlah pemasukkan energy atau melakukan praktek program menurunkan berat badan yang berat, menghilangkan satu atau lebih grup makanan dari diet mereka, atau melakukan diet dengan mengkonsumsi karbohidrat yang tinggi atau rendah dari kepadatan micronutrient berada dalam resiko yang lebih tinggi dari kekurangan micronutrient. Atlet haru mengkonsumsi diet yang memberi setidaknya Rekomendasi atas diet yang diperkenankan (the recommended dietary allowance (RDA)) untuk seluruh micronutrients.
- Dehidrasi (kekurangan air lebih dari 2–3% massa tubuh) mengurangi performance latihan gerak badan; dengan demikian, pemasukkan cairan yang cukup sebelum, pada saat, dan sesudah latihan gerak badan adalah penting bagi kesehatan dan performance yang optimal. Gol dari minum adalah untuk mencegah terjadinya dehidrasi pada saat melakukan latihan gerak badan dan individu individu tersebut tidak boleh minum lebih dari tingkat berkeringat. Sesudah melakukan latihan olahraga: kira-kira 16–24 oz (450–675 mL) cairan untuk setiap pound (0.5 kg) dari berat badan yang hilang pada saat melakukan latihan olahraga.
- Sebelum melakukan latihan olahraga, suatu makanan atau snack bisa memberi cukup banyak cairan untuk memelihara hidrasi, dengan ukuran lemak cukup rendah, dan serat untuk memudahkan pengosongan gastric dan mengurangi penderitaan gastrointestinal, cukup tinggi dalam karbohidrate untuk memaksimalkan pemeliharaan glukose darah, cukup protein, menyusun makanan-makanan yang familiar, dan bisa ditoleransi dengan baik oleh atlet.
- Pada saat melakukan latihan olahraga, gol utama untuk konsumsi kebutuhan akan nutrisi adalah untuk mengganti kehilangan cairan dan memberikan karbohidrat (kira-kira 30–60 g/lh<sup>1</sup>) untuk pemeliharaan tingkat glukosa darah. Petunjuk nutrisi ini adalah khususnya penting untuk daya tahan pada pertandingan-pertandingan yang berakhir lebih lama dari satu jam pada saat atlet belum mengkonsumsi cukup makanan atau cairan sebelum latihan olahraga atau pada saat atlet sedang melakukan latihan olahraga pada suatu lingkungan yang ekstrim (panas, dingin, atau altitude tinggi).
- Sesudah melakukan latihan olahraga, gol melakukan diet adalah untuk memberi kecukupan cairan, electrolytes, energy, dan karbohidrat untuk menggantikan glycogen otot dan memastikan penyembuhan yang cepat. Suatu pemasukkan karbohidrat dari kira-kira 1.0–1.5 g/kg<sup>1</sup> berat badan (0.5–0.7 g/lb<sup>1</sup>) pada 30 menit pertama dan lagi setiap 2 jam untuk 4–6 jam adalah cukup untuk mengganti penyimpanan glycogen. Protein yang dikonsumsi sesudah melakukan latihan olahraga akan member amino acids untuk membangun dan memperbaiki jaringan otot.
- Secara umum, jika seorang atlet sedang mengkonsumsi energy yang cukup dari beragam makanan tidak memerlukan vitamin dan suplemen mineral untuk memelihara berat badan. Rekomendasi Supplementasi yang tidak ada hubungannya dengan latihan gerak badan, seperti folic acid untuk wanita yang berpotensi hamil, harus diikuti. Suatu multivitamin/suplemen mineral bisa tepat jika seorang atlet sedang melakukan diet, secara habit menghilangkan makanan atau grup makanan, sedang sakit atau dalam penyembuhan dari cedera, atau mempunyai suatu kekurangan micronutrient yang spesifik. Suplemen Single-nutrient bisa tepat untuk suatu spesifik medis atau alasan nutrisi (contoh, suplemen besi (iron) untuk membetulkan kekurangan besi anemia).
- Atlet harus diberi nasihat mengenai pemakaian tepat dari ergogenic aids. Produk demikian hanya harus dipakai sesudah melakukan evaluasi hati-hati untuk keamanan, kemanjuran, potensi, dan legalitas.
- Atlet Vegetarian kemungkinan berisiko untuk pemasukkan energy, protein, lemak, yang rendah dan kunci dari micronutrients seperti zat besi, kalsium, vitamin D, riboflavin, zinc, dan vitamin B12. Direkomendasikan untuk melakukan konsultasi dengan seorang sports dietitian untuk mencegah masalah-masalah nutrisi ini.

## ANALISA DENGAN BASIS FAKTA-FAKTA

Penelitian yang dilakukan dalam perkembangan posisi naskah ini diidentifikasi dari the PubMed database yang di pelihara oleh the National Library of Medicine dan CENTRAL database, juga melalui penelitian artikel dan meninjau literatur .

Lima topik-pertanyaan spesifik diidentifikasi untuk analisa dengan menggunakan basis fakta (Gambar 1) dan digabungkan kedalam posisi ini. Memperbaharui posisi sebelumnya mengenai nutrisi dan performance (1). Search terms yang dipakai adalah atlet, performance, power, strength, endurance, atau competition dan macronutrient, makanan, carbohydrate, lemak, protein, atau energy. Untuk tujuan analisa ini, criteria pencantuman adalah dewasa umur 18–40 th; seluruh sport settings; dan atlet yang dilatih, atlet yang berlatih, atau para individu yang berolahraga secara teratur. Karena sistim penilaian yang dipakai memberi kelonggaran untuk pertimbangan studi desain, analisa dengan basis fakta tidak terbatas untuk melakukan percobaan pengontrolan yang dilakukan secara random. Preferensi mengenai studi desain dirandom secara percobaan yang dikuasai (controlled trials) atau studi mengenai klinis yang dikuasai (clinical controlled studies); observasi studi yang tidak dilakukan random (nonrandomized observational studies) yang luas; dan kelompok studi case-control. Seluruh ukuran contoh dimasukkan dan angka dropout study tidak bisa melebihi 20%. Jarak Publikasi untuk melakukan analisa dengan basis fakta dalam jangka waktu 1995-2006. Jika seorang penulis tidak dimasukkan didalam lebih dari satu review article atau primary research articles yang sama isinya, naskah yang paling baru diterima, dan versi awalnya ditolak. Namun, jika seorang penulis dimasukkan dalam lebih dari satu review article atau primary research article dimana isinya berbeda, lalu kedua review dapat diterima untuk dilakukan analisa.

Kriteria pengeluaran berikut diaplikasikan ke seluruh Studi yang diidentifikasi:

- Dewasa lebih tua dari 40 th, dewasa lebih muda dari 18 th, bayi, anak-anak, dan masa remaja
- Setting tidak ada hubungannya dengan olahraga
- Non-atlet
- Penyakit kritis dan penyakit dan kondisi lain
- Drop out rates 920%

— Publikasi sebelum 1995

— Studi yang dilakukan oleh penulis yang sama, di mana isinya sama

— Artikel tidak dalam bahasa Inggris

Topic	Question
Energy balance and body composition	What is the relationship between energy balance/imbalance, body composition, and/or weight management and athletic performance?
Training	What is the evidence to support a particular meal timing, caloric intake, and macronutrient intake for optimal athletic performance during training?
Competition	What is the evidence to support a particular meal timing, caloric intake, and macronutrient intake for optimal athletic performance during competition during the 24 hours prior to competition?
	What is the evidence to support a particular meal timing, caloric intake, and macronutrient intake for optimal athletic performance during competition?
Recovery	What is the evidence to support a particular meal timing, caloric intake, and macronutrient intake for optimal athletic performance during recovery?

GAMBAR 1—Topik Khusus dan pertanyaan yang berhubungan digunakan untuk bukti seksi analisa dari nutrisi dan projek athletic performance.

Kesimpulan diformulasi dengan meringkas kekuatan fakta sehubungan dengan masing-masing pertanyaan (Gambar 1). Kekuatan Fakta dinilai dengan menggunakan elemen-elemen berikut: Kualitas, konsisten, konsekwen terhadap semua studi, kuantitas, dan pengeneralisan. Sebuah penjelasan yang lebih rinci mengenai methodology yang dipakai untuk analisa dengan basis fakta ini bisa didapat di "The American Dietetic Association's Website at [www.eatright.org/cps/rde/xchg/ada/hs.xsl/8099\\_ENU\\_HTML.html](http://www.eatright.org/cps/rde/xchg/ada/hs.xsl/8099_ENU_HTML.html)."

## METABOLISME ENERGI

Pemakaian Energy harus sama dengan pemasukkan energy untuk mendapatkan keseimbangan energy. Sistem energy yang dipakai saat melakukan latihan gerak badan untuk bekerjanya otot (muscular work) termasuk phosphagen dan glycolytic (keduanya anaerobic) dan oxidative (aerobic) pathways. System phosphagen yang dipakai untuk pertandingan-pertandingan yang selesai tidak lebih dari beberapa detik dan dengan intensitas tinggi. Adenosine triphosphate (ATP) dan creatine phosphate menyediakan energy yang siap pakai berada didalam otot. Jumlah dari ATP yang ada di otot kerangka ( $\approx 5 \text{ mmol/kg}$  wet weight) tidak cukup untuk memberi persediaan energy yang terus menerus, terutama pada saat melakukan latihan gerak badan dengan intensitas tinggi. Creatine phosphate adalah suatu ATP dicadangkan di otot yang siap untuk dirubah untuk memperpanjang aktifitas selama  $\approx 3-5$  menit (2). Jumlah dari creatine phosphate yang tersedia di otot kerangka adalah kurang lebih empat kali lebih besar dari ATP dan, dengan demikian, fuel utama yang dipakai untuk intensitas tinggi, aktifitas jangka pendek seperti 'clean dan jerk' dalam angkat beban atau 'the fast break' pada basketball.

Jalan kecil (pathway) dari anaerobic glycolytic menggunakan otot glycogen dan glucose yang dimetabolisasi dengan cepat secara anaerobic melalui glycolytic cascade. Pathway ini menunjang pertandingan yang berlangsung selama 60–180s. Kurang lebih 25%–35% dari total penyimpanan otot glycogen digunakan pada saat suatu single 30-s sprint atau resistance exercise bout. Tidak satupun dari phosphagen atau glycolytic pathway dapat meneruskan laju ketetapan dari energy agar otot dapat melakukan kontraksi dengan kecepatan yang sangat tinggi pada saat pertandingan berlangsung yang berakhir lebih lama dari  $\approx 2-3$  menit.

Fuel dari pertandingan-pertandingan oxidative pathway berlangsung lebih lama dari 2–3 min. Dasar utama termasuk otot dan glycogen hati, intramuscular, darah, dan adipose tissue triglycerides dan jumlah amino dari otot yang tidak ada artinya, darah, hati, dan usus. Contoh dari pertandingan dimana fuel pathway utama adalah oxidative pathway termasuk pertandingan dari suatu 1500-m lari, marathon, half-marathon, dan endurance cycling atau Q1500-m berenang. Pada saat oxygen menjadi lebih siap untuk otot yang bekerja (working muscle), tubuh menggunakan lebih banyak aerobic (oxidative) pathways dan lebih sedikit anaerobic (phosphagen dan glycolytic) pathways. Hanya aerobic pathway dapat memproduksi lebih banyak ATP sesudah beberapa waktu via Krebs cycle dan sistim electron transport. Ketergantungan yang lebih tinggi terhadap aerobic pathways tidak terjadi dengan tiba-tiba, tidak juga satu pathway pernah tergantung secara exclusive. Intensitas, durasi, frekwensi, tipe dari aktifitas, sex, dan tingkat kebugaran dari individu, juga pemasukkan bahan gizi dan energy sebelum disimpan, menentukan kapan penyebrangan pemakaian dari primarily aerobic menjadi anaerobic pathways terjadi (2).

Perubahan sumber sumber energy sesudah beberapa waktu. Kurang lebih 50%–60% dari energy pada saat 1–4 h dari exercise yang dilakukan terus menerus pada 70% dari kapasitas maximal oxygen diperoleh dari karbohidrat dan sisa dari free fatty acid oxidation (3).

Suatu jumlah proporsi energy yang lebih besar berasal dari oksidasi asam lemak yang bebas (oxidation of free fatty acids), terutama, yang berasal dari otot triglycerides karena intensitas dari exercise berkurang (3). Melakukan latihan tidak merubah jumlah keseluruhan dari jumlah keseluruhan energy yang digunakan tetapi malah proporsi energy yang diperoleh dari karbohidrat dan lemak (3). Akibat dari latihan aerobic, energy yang diperoleh dari bertambahnya lemak dan dari karbohidrat yang berkurang. Seorang individu yang terlatih menggunakan persentase lemak lebih banyak daripada seseorang yang tidak terlatih dengan beban yang sama (2). Rantai panjang dari fatty acids berasal dari muscle triglycerides yang disimpan adalah fuel yang diutamakan untuk melakukan aerobic exercise untuk individu-individu yang terlibat dalam exercise yang dilakukan secara intensitas yang ringan hingga sedang (4).

### KEBUTUHAN AKAN ENERGI

Memenuhi kebutuhan energy adalah suatu prioritas nutrisi bagi para atlet. Optimum athletic performance didapat dengan pemasukkan energy yang cukup. Seksi ini akan memberi informasi yang dibutuhkan untuk menentukan keseimbangan energy untuk seorang individu. Keseimbangan Energy terjadi pada saat pemasukkan energy (jumlah dari energy dari makanan, cairan, dan suplemen produk) sama dengan pemakaian energy atau jumlah energy yang dipakai sebagai basal metabolic rate (BMR), efek thermic dari makanan, efek dari aktifitas thermic (the thermic effect of activity (TEA)), dimana energy dipakai pada aktifitas fisik yang terencana, dan aktifitas nonexercise thermogenesis (5). Aktifitas fisik yang spontan juga termasuk didalam TEA.

Para atlet butuh mengkonsumsi energy yang cukup untuk memelihara komposisi berat dan tubuh yang tepat sambil melakukan latihan olahraga sport (6). Walaupun pemasukkan energy yang biasanya didapat oleh kebanyakan para atlet wanita yang melakukan latihan intensitas sesuai dengan jumlah para atlet pria per kilogram berat badan, sebagian atlet wanita mengkonsumsi energy lebih sedikit daripada pemakaian mereka. Pemasukkan sedikit energy (e.g., 1800–2000 kcal/d<sup>1</sup>)

untuk atlet wanita adalah suatu keprihatinan yang utama karena kondisi gigit dari keseimbangan energy negatif bisa mengakibatkan kehilangan berat badan dan disrupsi dari fungsi endocrine (7–10).

Pemasukkan energy yang tidak cukup sehubungan dengan pemakaian energy mengkompromasikan performance dan meniadakan manfaat dari latihan. Dengan pemasukkan energy yang terbatas, jaringan lemak dan tidak berlemak akan dipakai oleh tubuh sebagai Energy. Hilangnya massa jaringan tanpa lemak mengakibatkan hilangnya kekuatan dan pertahanan (strength and endurance), juga fungsi immune, endocrine, and musculoskeletal yang disetujui bersama (11). Sebagai tambahan, pemasukkan energy dalam jangka waktu yang lama mengakibatkan pemasukan bahan gizi yang buruk, khususnya dari micronutrient dan mungkin mengakibatkan disfungsi metabolik sehubungan dengan kekurangan bahan gizi juga menurunkan kecepatan metabolik yang tetap (resting metabolic rate (RMR)). Konsep terbaru dari persediaan energy, mendefinisikan sebagai pemasukkan dietary dikurangi pemakaian energy gerak badan dibuat normal hingga bebas massa lemak (fat-free mass (FFM)), adalah jumlah dari energy yang tersedia untuk tubuh untuk melakukan seluruh fungsi yang lain sesudah dikurangi pemakaian latihan gerak badan. Banyak para peneliti yang memberi saran bahwa 30 kcal/kg<sup>1</sup>. FFM/d<sup>1</sup> mungkin adalah ambang energy terendah yang tersedia untuk para wanita (12–15).

Estimasi dari kebutuhan energy para atlet dan individu yang aktif dapat dilakukan dengan menggunakan suatu variasi metode.

Pemasukkan Referensi Dietary (The Dietary Reference Intakes (DRI)) (15,17) dan petunjuk Dietary (Dietary Guidelines) 2005 (16) ([http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/report/HTML/D3\\_Disccalories.htm](http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/report/HTML/D3_Disccalories.htm)) memberi rekomendasi energy untuk pria dan wanita yang sedikit aktif hingga sangat aktif, dimana berdasarkan persamaan prediksi yang berkembang dengan menggunakan teknik air yang diberi label dua kali yang juga bisa dipakai untuk memperkirakan kebutuhan energy dari para atlet (Gambar 2).

Pemakaian Energy untuk beberapa tipe olahraga yang berbeda tergantung dari durasi, frekwensi, dan intensitas dari olahraga, alat kelamin dari atlet, dan status nutrisi sebelumnya. Keturunan, umur, ukuran badan, dan FFM juga mempengaruhi pemakaian energy. Lebih banyak energy yang dipakai dalam suatu aktifitas, lebih banyak kalori yang dibutuhkan untuk mendapatkan keseimbangan energy.

Fasilitas laboratorium yang tipikal biasanya tidak dilengkapi dengan syarat syarat untuk menentukan pemakaian total energy. Dengan demikian, prediksi persamaan seringkali digunakan untuk memperkirakan BMR atau RMR. Kedua persamaan prediksi adalah persamaan Cunningham (Cunningham equation) (1980) (18) dan Harris–Benedict equation (19). Karena Cunningham equation menetapkan bahwa massa tubuh yang langsing agar diketahui, bahwa secara tipikal sports dietitians memakai persamaan Harris–Benedict. Untuk mengestimasi pemakaian total energy, BMR atau RMR lalu dikali dengan factor aktifitas tepat dari 1.8–2.3 (mewakili tingkat aktifitas sedang hingga sangat berat, khususnya) Petunjuk numerik seperti ini (8) hanya untuk memberikan suatu aproksimasi dari energy rata-rata yang dibutuhkan dari seorang atlet individu. Suatu metode alternatif untuk mengestimasi pemakaian energy olahraga adalah menggunakan metabolic equivalents (METs) yang direkam pada saat 24-h(20). Salah satu dari metode ini dapat digunakan untuk mengestimasi pemakaian energy untuk menentukan kebutuhan pemasukkan energy dan memberi sports dietitian suatu dasar untuk memberi bimbingan kepada atlet atau individu yang aktif untuk mencapai kebutuhan energy mereka.

### KOMPOSISI TUBUH

Komposisi tubuh dan berat badan adalah dua dari banyak faktor yang memberi kontribusi terhadap optimal exercise performance. Jika dilakukan keduanya, faktor-faktor kemungkinannya menghasilkan potensi kesuksesan seorang atlet untuk sport manapun yang dilakukan. Berat badan dapat mempengaruhi speed, endurance, dan power seorang atlet, sementara, komposisi tubuh dapat menghasilkan strength, agility (kecerdasan), dan penampilan seorang atlet. Sebuah tubuh yang langsing, contoh, dengan otot/ratio lemak lebih besar, seringkali menguntungkan dalam olahraga dimana dilibatkan kecepatan (speed).

Athletic performance tidak dapat di prediksi secara akurasi hanya dari dasar berat badan dan komposisi karena banyak faktor yang berakibat terhadap komposisi tubuh (21). Sebagian olahraga menentukan bahwa atlet dapat membuat perubahan dalam berat badan dan komposisi badan yang kemungkinannya bukanlah hal yang terbaik untuk Individu atlet. Atlet yang berpartisipasi dalam olahraga “weight-class” —seperti wrestling atau lightweight rowing— mengharuskan adanya pengurangan atau penambahan beban agar bisa mendapat kualifikasi kategory beban yang spesifik. Para atlet yang berpartisipasi dalam olahraga kesadaran tubuh (body-conscious sports), seperti dance, gymnastics, figure skating, atau diving, kemungkinan akan ditekan untuk mengurangi beban dan lemak tubuh untuk mendapatkan suatu fisik yang langsing, walaupun beban yang dilakukan saat ini untuk kesehatan dan melakukan performance adalah tepat. Dengan melakukan restriksi terhadap energy yang ekstrim, kehilangan keduanya yaitu otot dan massa lemak kemungkinan akan merugikan terhadap performance seorang atlet.

The DRI method for estimating energy requirements of an adult male – $662 - 9.53(\text{age, yrs}) + \text{FA} [15.91(\text{weight in kg}) + 539.4(\text{height in meters})]$	
For an adult female estimated energy requirements – $354 - 6.91(\text{age, yrs}) + \text{FA} [9.36(\text{weight in kg}) + 726(\text{height in meters})]$	
Physical activity (FA) is defined below:	
1.0-1.39	Sedentary, typical daily living activities (e.g., household tasks, walking to bus)
1.4-1.59	Low active, typical daily living activities plus 30-60 min of daily moderate activity (e.g., walking at 5-7 km/h)
1.6-1.89	Active, typical daily living activities plus 60 min of daily moderate activity
1.9-2.5	Very active, typical daily activities plus at least 60 min of daily moderate activity plus an additional 60 min of vigorous activity or 120 min of moderate activity.

Gambar 2—Metode Pemasukkan Referensi (Dietary Reference Intake) (DRI) Untuk estimasi kebutuhan energy untuk orang dewasa (17).

Penilaian Individu atas komposisi tubuh seorang atlet dan berat badan atau bentuk badan mungkin menguntungkan bagi perbaikan athletic performance. Umur, alat kelamin, genetika, dan syarat dari olahraga adalah faktor-faktor yang mempengaruhi komposisi tubuh atlet individu. Suatu bobot badan secara optimum bersaing dan lemak badan yang bersangkutan harus ditentukan pada saat seorang atlet sehat dan melakukan yang terbaik.

Metodologi dan alat untuk melakukan penilaian terhadap komposisi tubuh harus bisa dicapai dan dengan harga yang murah. Seorang pelaksana tidak dapat mencapai kriteria semua metode. Sebagai tambahan, para atlet dan pelatih harus mengetahui bahwa ada kesalahan sehubungan dengan seluruh teknik komposisi tubuh dan tidak tepat untuk menentukan suatu gol persentase dari lemak tubuh yang spesifik. Sebaliknya, persentasi kisaran target dari nilai lemak tubuh harus direkomendasikan.

**Assessment methodology.** Tiga tingkat teknik penilaian (levels of assessment techniques) digunakan untuk menilai Komposisi tubuh (22). Penilaian langsung yang berdasarkan analisa dari mayat, walaupun tidak dipakai dalam praktek klinis, didesain sebagai teknik Tingkat I. Kedua tingkat dari teknik tersebut adalah indirect assessments (Tingkat II) dan doubly indirect assessments (Tingkat III). Hydrodensitometry, atau underwater weighing, dual-energy x-ray absorptiometry (DXA), dan air displacement Plethysmography adalah teknik Tingkat II, dan pengukuran skinfold dan bioelectrical impedance analysis (BIA) adalah Teknik Tingkat III. Teknik Tingkat II dan III dipraktikkan oleh sports dietitians.

Penimbangan berat badan didalam air (Underwater weighing), sesudah mempertimbangkan standar dari criterion, tidak lagi umum. DXA, yang semulanya dikembangkan untuk menilai mineral tulang, dapat dipakai untuk analisa komposisi tubuh. (21). Walaupun DXA cukup tepat, cepat, (fairly accurate, quick), dan noninvasi, harga dari dan biaya jalan masuk ke instrument membatasi pemakaian prakteknya. Air displacement plethysmography (BodPod; Life Measurement, Inc, Concord, CA) juga dipakai untuk menentukan komposisi tubuh dari kepadatan tubuh (22), dan persentase dari lemak tubuh dihitung dengan menggunakan persamaan (equation) dari salah satu Siri (23) or Brozek (24). Walau metode ini memberikan penilaian yang valid dan dapat diandalkan terhadap komposisi tubuh, hal tersebut mungkin merendahkan lemak tubuh yang berada di orang dewasa dan anak-anak dengan 2%–3% (25).

Dua dari metode Tingkat III yang paling sering digunakan adalah skinfold measurements dan BIA. Sebagai tambahan, pengukuran dari berat badan, ketinggian, pergelangan tangan dan ukuran lilitan lingkaran, dan pengukuran skinfold secara rutin dipakai untuk sports dietitians untuk melakukan penilaian terhadap komposisi tubuh. Biasanya, tujuh tempat skinfold dipakai termasuk abdominal, biceps, front thigh, medi al calf, subscapular, supraspinale, dan triceps. Standard dari teknik dan definisi dari masing-masing tempat ini diberikan oleh Heymsfield et al. (22) dan Marfell-Jones et al. (26).

Prediksi persamaan menggunakan pengukuran skinfold untuk menentukan isi dari lemak tubuh adalah dalam jumlah banyak (22). Terdapat keterangan yang memuaskan dari kurang lebih 50%–70% perbedaan kepadatan tubuh. Sebagai tambahan, perbedaan populasi membatasi kemampuan untuk bertukar tempat antara persamaan prediksi dan Standardisasi dari tempat skinfold dan teknik yang berbeda dari investigator ke investigator. Walaupun jangka lengkung skinfold (skinfold caliper) adalah suatu sumber dari perubahan (variability) (22). Walaupun masalah yang sudah melekat dari pengukuran skinfold, teknik ini tetap menjadi suatu metode dari pilihan karena hal ini sangat tepat dan tidak mahal. The US Olympic Committee (USOC) menggunakan teknik the International Society for Advances in Kinanthropometry (ISAK) (26) karena usaha usaha sedang berlangsung untuk mengstandardisasi pengukuran diseluruh dunia. The USOC menganjurkan memakai jumlah dari tujuh skinfolds (mm) berdasarkan ISAK landmarks, menandai tempat skinfold di tubuh, melaporkan pengukuran duplikasi, dan mengkomunikasikan hasilnya sebagai suatu kisaran, daripada sebagai persentasi dari lemak tubuh.

BIA adalah berdasarkan prinsip bahwa menggunakan suatu signal listrik lebih mudah dilakukan dengan menggunakan jaringan tidak berlemak daripada lemak atau tulang (22). Massa lemak diestimasi dengan mengurangi BIA yang menentukan estimasi FFM dari total massa tubuh. Keseluruhan perlawanan tubuh hingga aliran arus listrik yang dilakukan melalui tubuh oleh elektroda yang berada di pergelangan tangan dan pergelangan kaki dapat memberi cukup akurasi estimasi dari total air dalam tubuh dan FFM (22).

Analisa Bioelectrical impedance tergantung beberapa factor yang dapat mengakibatkan error pada pengukuran dan harus dipikirkan untuk mendapatkan suatu estimasi yang cukup akurasi. Status dari hidrasi adalah faktor yang paling penting yang mungkin merubah estimasi dari persentasi lemak tubuh.

Prediksi yang tepat dari BIA sama dengan penilaian yang dilakukan terhadap skinfold, tetapi BIA mungkin lebih sesuai karena tidak memerlukan skill teknik sehubungan dengan pengukuran skinfold (27). Belum lama ini, alat impedance (alat yang memperlambat atau mencegah progress) bagian atas dan bawah tubuh telah dikembangkan tetapi belum dilakukan evaluasi pada populasi athletic.

**Komposisi tubuh dan sports performance.** Persentasi lemak tubuh dari atlet berbeda tergantung dari alat kelamin dari tubuh atlet dan olahraganya. Estimasi tingkat minimum dari lemak tubuh sesuai dengan kesehatan adalah 5% untuk pria dan 12% untuk wanita (22); Namun demikian, persentasi dari lemak tubuh yang optimum untuk seorang individu atlet kemungkinan jauh lebih tinggi daripada minimum ini dan harus ditentukan pada dasar dari seorang individu. Jumlah ISAK dari tujuh skinfolds memberi indikasi bahwa jarak nilai untuk populasi athletic adalah 30–60 mm untuk pria dan 40–90 mm untuk wanita (26). Analisa komposisi tubuh tidak harus dipakai sebagai suatu standard untuk memilih atlet untuk tim athletic. Intervensi dari weight management harus didisain dengan hati-hati untuk menghindari hasil yang merusak dengan menghargai secara spesifik atas performance, juga komposisi tubuh (contoh kehilangan massa tubuh tanpa lemak). Lihat Gambar 3 untuk tuntunan praktis untuk weight management dari para atlet.

**Kesimpulan Pernyataan.** Empat studi memberi laporan mengenai penemuan yang tidak menyakinkan sehubungan dengan efek dari energy dan pembatasan protein terhadap athletic performance, tetapi pembatasan carbohydrate terlihat mengganggu.

Untuk atlet weight-class, dua studi menunjukkan bahwa kehilangan beban yang mendahului pertandingan athletic kemungkinan tidak punya efek yang signifikan terhadap pengukuran performance, tergantung dari protocol refeeding. (Evidence Grade III = Limited). ([www.adaevidence-library.com/conclusion.cfm?conclusion\\_statement\\_id=250448](http://www.adaevidence-library.com/conclusion.cfm?conclusion_statement_id=250448)).

## KEBUTUHAN MACRONUTRIENT UNTUK GERAK BADAN/ EXERCISE

Atlet tidak membutuhkan suatu diet yang pada pokoknya lain dari Petunjuk Dietary yang direkomendasikan untuk orang Amerika (Dietary Guidelines for Americans) (16) dan Makan makanan baik dengan Bimbingan Makanan Canda (Eating Well with Canada's Food Guide) (28). Walaupun diet dengan karbohidrat tinggi (lebih dari 60% dari pemasukkan energy) yang telah dianjurkan pada masa lalu, direkomendasikan agar penguasaan proporsi spesifik sebagai suatu basis dari rencana makan untuk atlet dilakukan dengan hati-hati. Sebagai contoh, pada saat pemasukkan energy adalah 4000–5000 kcal/d, walau suatu diet uang berisi 50% dari energy dari carbohydrate akan memberi 500–600 g carbohydrate (atau kurang lebih 7–8 g/kg (3.2–3.6 g/lb)) untuk suatu 70-kg (154 lb) atlet), suatu jumlah cukup untuk merawat penyimpanan muscle glycogen dari hari ke hari (29). Demikian pula, jika pemasukkan protein untuk renana ini adalah 10% dari pemasukkan energy, pemasukkan protein sepenuhnya (100–125 g/d) dapat melebihi pemasukkan protein yang direkomendasi untuk atlet (1.2–1.7 g/kg/d or 84–119 g dalam Suatu 70-kg athlete).

### Setting and monitoring goals

- Set realistic weight and body composition goals. Ask the athlete:
  - What is the maximum weight that you would find acceptable?
  - What was the lowest weight you maintained without constant dieting?
  - How did you derive your goal weight?
  - At what weight and body composition do you perform best?
- Encourage less focus on the scale and more on healthful habits such as stress management and making good food choices.
- Monitor progress by measuring changes in exercise performance and energy level, the prevention of injuries, normal menstrual function, and general overall well-being.
- Help athletes to develop lifestyle changes that maintain a healthful weight for themselves—not for their sport, for their coach, for their friends, for their parents, or to prove a point.

### Suggestions for food intake

- Low-energy intake will not sustain athletic training. Instead, decreases in energy intake of 10% to 20% of normal intake will lead to weight loss without the athlete feeling deprived or overly hungry. Strategies such as substituting lower-fat foods for whole-fat foods, reducing intake of energy-dense snacks, portion awareness and doing activities other than eating when not hungry can be useful.
- If appropriate, athletes can reduce fat intake but need to know that a lower-fat diet will not guarantee weight loss unless a negative energy balance (reduced energy intake and increased energy expenditure) is achieved. Fat intake should not be decreased below 15% of total energy intake, because some fat is essential for good health.
- Regularize increased intake of whole grains and cereals, and legumes.
- Five or more daily servings of fruits and vegetables provide nutrients and fiber.
- Dieting athletes should not skip on protein and need to maintain adequate calcium intake. Accordingly, use of low-fat dairy products and lean meats, fish, and poultry is suggested.
- A variety of fluids—especially water—should be consumed throughout the day, including before, during, and after exercise. Dehydration as a means of reaching a body-weight goal is contraindicated.

### Other weight management strategies

- Advise athletes against skipping meals (especially breakfast) and allowing themselves to become overly hungry. They should be prepared for times when they might get hungry, including keeping nutritious snacks available for those times.
- Athletes should not deprive themselves of favorite foods or eat restrictive dietary rules or guidelines. Instead, dietary goals should be flexible and achievable. Athletes should remember that all foods can fit into a healthful lifestyle. Developing list of “good” and “bad” food is discouraged.
- Help athletes identify their own dietary weaknesses and plan strategies for dealing with them.
- Remind athletes that they are making lifelong dietary changes to sustain a healthful weight and optimal nutritional status rather than going on a short-term “diet”.

Gambar 3—Strategi Weight management untuk athletes. Dimodifikasi dengan izin dari : Manore MM. Berdiet dengan cara kronis pada wanita yang aktif: Apakah konsekwensi kesehatannya? Masalah Kesehatan Wanita 1996;6:332–41.

Sebaliknya, jika pemasukkan energy kurang dari 2000 kcal/d, suatu diet yang memberi 60% energy dari carbohydrate kemungkinannya tidak cukup untuk merawat penyimpanan carbohydrate atlet yang optimal (4–5 g/kg atau 1.8–2.3 g/lb) dalam suatu 60-kg (132 lb).

**Protein.** Protein metabolisme pada saat dan sesudah exercise terpengaruh oleh alat kelamin, umur, intensitas, durasi dan tipe dari exercise, pemasukkan energy, dan tersedianya carbohydrate. Review yang lebih rinci mengenai faktor ini dan hubungan dengan protein metabolisme dan kebutuhan dari seorang individu yang aktif dapat ditemukan ditempat lain (30,31). Rekomendasi terbaru dari dibolehkannya suatu diet (recommended dietary Allowance) (RDA) adalah 0.8 g/kg berat badan dan jarak dari pembagian macronutrient (macronutrient distribution range) (AMDR) Untuk pemasukkan protein bagi orang dewasa lebih tua dari 18 th adalah 10%–35% dari total calories (15). Karena tidak ada bukti adanya suatu tubuh yang kuat yang mendokumentasikan bahwa penambahan dietary protein dibutuhkan oleh orang dewasa yang sehat yang melakukan endurance atau resistance exercise, DRI yang terbaru untuk protein dan amino acids tidak mengenal secara spesifik kebutuhan unik dari individu yang aktif secara rutin dan atlet yang bertanding. Namun, merekomendasikan pemasukkan protein lebih dari RDA untuk memelihara performance fisik secara optimum prakteknya dilakukan seperti biasa.

**Endurance athletes.** Suatu kenaikan dari protein oxidation pada saat melakukan endurance exercise, bersama dengan nitrogen balance studies, menjadi dasar untuk merekomendasikan kenaikan dari pemasukkan protein untuk pemulihan dari latihan endurance yang intensif (32). Nitrogen balance studies menyarankan kegunaan untuk memasukkan dietary protein untuk menunjang keseimbangan nitrogen pada endurance yang berkisar dari 1.2 hingga 1.4 g/kg/d (29–31). Rekomendasi ini tetap tidak berubah, Walaupun studi yang baru-baru ini dilakukan menunjukkan Bahwa mempertimbangkan protein kemungkinannya

Menjadi lebih efisien sehubungan dengan latihan endurance exercise (29,32). Ultra-endurance athletes yang melakukan aktifitas terus menerus selama beberapa jam atau pada hari-hari berurutan dari gerak badan yang dilakukan sebentar-sebentar harus juga mengkonsumsi protein dengan jumlah atau sedikit diatas 1.2–1.4 g/kg/d (32). Keseimbangan energy, atau mengkonsumsi kalori yang cukup, khususnya carbohydrates, untuk mengganti yang apa yang telah dikeluarkan, adalah penting untuk protein metabolisme sehingga amino acids disediakan bagi protein synthesis dan tidak dioksidasi untuk membantu mencapai kebutuhan energy (33,34). Sebagai tambahan, diskusi dilanjutkan dengan apakah perbedaan alat kelamin dalam hal protein yang berkaitan dengan respons metabolik sehubungan dengan protein terhadap gerak badan ada (35,36).

**Strength athletes.** Resistance exercise mungkin butuh pemasukkan protein lebih dari RDA, sama dengan apa yang dibutuhkan untuk endurance exercise, karena penambahan protein, khususnya essential amino acids, dibutuhkan bersamaan dengan energy yang cukup untuk menunjang pertumbuhan otot (30,31). Ini khususnya benar pada fase awal dari strength training ketika memperoleh ukuran otot yang paling signifikan. Jumlah dari protein yang dibutuhkan untuk memelihara massa otot kemungkinannya lebih rendah untuk para individu yang secara rutin melakukan latihan resistance karena pemakaian protein yang lebih efisien (30,31). Pemasukkan protein yang irekomendasikan untuk para atlet yang dilatih strength berkisar dari kira-kira 1.2 hingga 1.7 g/kg/d (30,32).

**Suplemen protein dan amino acid,** diet dengan protein tinggi telah terkenal selama sejarah berlangsung. Walaupun investigasi yang dilakukan sebelumnya pada daerah ini melibatkan suplementasi dengan individu amino acids (37,38), namun lebih banyak pekerjaan yang belum lama dilakukan menunjukkan bahwa protein yang lengkap dengan kualitas tinggi seperti whey, casein, atau soy dipakai secara efektif untuk pemeliharaan, reparasi, dan repair, dan synthesis skeletal muscle proteins sehubungan dengan latihan (39).

Protein atau amino acids yang dikonsumsi sebelum melakukan strength and endurance exercise dapat mempertinggi pemeliharaan dari, dan perolehan yang menguntungkan dalam, otot kerangka (skeletal muscle) (39,40). Karena suplemen protein atau amino acid belum menunjukkan memberi hasil yang positif terhadap athletic performance (41,42), rekomendasi mengenai suplementasi protein adalah konservatif dan ditujukan untuk mengoptimalkan respons latihan dan waktu pemulihan sesudah melakukan exercise. Dari perspektif yang praktis, penting untuk memberi penilaian khusus terhadap nutrisi secara mendalam khususnya terhadap gol atlet sebelum memberi rekomendasi suplemen protein powders dan amino acid kepada para atlet.

**Lemak.** Lemak adalah suatu komponen yang dibutuhkan dari suatu diet yang normal, memberi energy dan elemen essential dari selaput sel dan bahan gizi yang ada hubungannya seperti vitamins A, D, dan E. Kisaran dari distribusi Macronutrient distribution (AMDR) atau lemak adalah 20%–35% dari pemakaian energy (17). Petunjuk dari Dietary untuk orang Amerika (16) dan Makan dengan baik dengan Canada's FoodGuide (28) membuat rekomendasi bahwa proporsi dari energy asam lemak 10% saturated, 10% polyunsaturated, 10% monounsaturated, dan termasuk sumber sumber asam lemak esensial. Para atlet harus mengikuti rekomendasi umum ini. Evaluasi mengenai studi yang dilakukan dengan hati-hati menyarankan bahwa suatu efek yang positif dari mengkonsumsi diet dimana lemak memberikan Q70% dari pemasukkan energy terhadap performance athletic (43,44) tidak menunjang konsep ini (45).

## VITAMIN DAN MINERAL

Micronutrients memerankan peranan penting dalam produksi energy, hemoglobin synthesis, memelihara kesehatan tulang, fungsi immune yang cukup, dan perlindungan terhadap tubuh melawan kerusakan oksidatif. Mereka membantu dengan menggunakan synthesis dan perbaikan jaringan otot pada saat pemulihan dari exercise dan cedera. Exercise menekankan banyak dari metabolic pathways di mana micronutrients diperlukan, dan exercise training kemungkinannya menghasilkan adaptasi muscle biochemical yang meningkatkan kebutuhan akan micronutrient. Exercise yang dilakukan secara rutin juga kemungkinan untuk meningkatkan pergantian dan kehilangan micronutrients dari tubuh. Akibatnya pemasukkan yang lebih besar dari micronutrients mungkin dibutuhkan untuk menutupi kebutuhan yang meningkat untuk membangun, dan memelihara massa tubuh tanpa lemak pada atlet(46).

Vitamin dan mineral yang paling umum ditemukan sebagai kekhawatiran dalam diet atlet adalah calcium dan vitamin D, vitamin-vitamin B, iron, zinc, magnesium, juga sebagian dari antioksidants seperti vitamins C and E, A-carotene, dan selenium (46–50). Para atlet yang memiliki resiko lebih tinggi terhadap status dari micronutrient yang buruk adalah mereka yang membatasi pemasukkan energy atau mengalami praktek kehilangan berat badan yang sangat berat, yang menghilangkan satu atau lebih dari grup makanan dari diet mereka, atau yang mengkonsumsi diet yang tidak seimbang dan micronutrient yang rendah kepadatannya. Para atlet ini kemungkinan akan mendapat manfaat dari suplemen multivitamin-and-mineral. Pemakaian suplemen vitamin dan mineral tidak memperbaiki performance pada individu yang mengkonsumsi diet nutrisi yang cukup (46–48, 50).

### **B Vitamins:Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B<sub>6</sub>, Pantothenic Acid, Biotin, Folate, Vitamin B<sub>12</sub>**

Pemasukkan vitamin B yang cukup penting untuk memastikan produksi energy yang optimum dan pembangunan serta perbaikan dari jaringan otot (48,51).

Vitamin B-complex mempunyai dua fungsi utama secara langsung berhubungan dengan exercise. Thiamin, riboflavin, niacin, pyridoxine (B<sub>6</sub>), pantothenic acid, dan biotin terlibat dalam produksi energy pada saat melakukan exercise (46,51), di mana folate dan vitamin B<sub>12</sub> dibutuhkan untuk produksi sel darah merah, untuk protein synthesis, dan dalam jaringan perbaikan dan pemeliharaan termasuk CNS. dari vitamin-vitamin B, riboflavin, pyridoxine, folate, dan vitamin B<sub>12</sub> pada diet alit wanita seringkali rendah, terutama mereka yang vegetarian atau mempunyai pola makan yang tidak teratur (47,48).

Penelitian terbatas telah dilakukan untuk memeriksa apakah exercise menambah kebutuhan akan vitamin B-complex (46,48). Sebagian data memberi usul bahwa exercise mungkin akan sedikit meningkatkan kebutuhan akan vitamin-vitamins ini sebanyak dua kali lipat dari jumlah yang direkomendasikan belum lama ini (48); namun demikian, kebutuhan umum ini yang meningkat ini dapat dipenuhi secara umum dengan pemasukkan energy yang lebih tinggi. Walaupun kekurangan vitamin B dalam margin jangka pendek belum pernah diamati akan mempengaruhi performance dari kekurangan sangat berat terhadap vitamin B<sub>12</sub>, folate, atau keduanya mungkin mengakibatkan anemia dan mengurangi endurance performance (46,47,52). Dengan demikian, adalah penting untuk seorang atlet mengkonsumsi jumlah cukup dari micronutrients ini untuk menunjang usaha mereka untuk mendapatkan performance yang optimal dan kesehatan.

### **Vitamin D**

Vitamin D dibutuhkan untuk penyerapan calcium yang cukup, peraturan dari serum calcium dan tingkat phosphorus, dan memperoleh kenaikan dari kesehatan tulang. Vitamin D juga mengatur perkembangan dan homeostasis (keseimbangan) dari susunan urat syaraf dan otot kerangka (53–55). Para atlet yang tinggal di garis lintang bagian utara atau yang berlatih utamanya didalam ruangan (indoors) selama tahun berjalan, seperti gymnasts dan figure skaters, memiliki resiko untuk status vitamin D yang buruk, terutama jika mereka tidak mengkonsumsi makanan diperkuat dengan benteng vitamin D (50,56,57). Para atlet ini akan mendapat manfaat dari suplementasi dengan vitamin D pada tingkat DRI (5 Kgd<sub>1</sub> or 200 IU untuk umur 19–49 yr) (54,56,58–61). Suatu jumlah yang meluas dari para ahli yang menganjurkan bahwa RDA untuk vitamin D tidak cukup (53,62,63).

### **Antioxidants: Vitamins C and E, A-Carotene, dan Selenium**

Bahan gizi antioxidant, vitamins C dan E, A-carotene, dan selenium, memainkan peranan penting dalam melindungi selaput sel dari kerusakan oxidative. Karena exercise dapat meningkatkan konsumsi oxygen dengan 10- hingga 15-lipatan, telah dilakukan hipotesa bahwa exercise yang dilakukan dalam jangka waktu yang lama memproduksi suatu tekanan oxidative yang terus menerus terhadap otot dan sell sell lain (49) mengakibatkan selaput peroksida lipid (suatu bahan campuran biologis yang tidak dapat larut dalam air, contoh, lemak dsb.). Walaupun exercise jangka pendek kemungkinan meningkatkan Tingkat dari lipid peroksida dengan hasil sambilan (64), exercise Yang dilakukan secara habit menunjukkan hasil didalam sistim antioxidant yang diperbesar dan mengurangi lipid peroksida (50,65). Dengan demikian, seorang atlet yang dilatih dengan baik kemungkinannya mempunyai suatu system daripada orang yang tidak melakukan apa-apa. Apakah dengan melakukan exercise dapat meningkatkan kebutuhan akan bahan gizi antioxidant masih kontroversi. Ada sedikit bukti bahwa suplemen antioxidant meningkatkan Performance fisik (49,50,64,66).

Para atlet Athletes yang mempunyai resiko lebih besar untuk memasukkan antioxidant yang buruk adalah mereka yang mengikut suatu diet dengan lemak rendah, membatasi pemasukkan energy, atau membatasi pemasukkan dietary dari buah-buahan, sayur-sayuran, dan butir padi-padian yang utuh (whole grains) (29,66).

Tetap tidak jelas mengenai bukti adanya suatu kombinasi antioxidants atau single antioxidants seperti vitamin E yang kemungkinannya akan membantu mengurangi inflamasi dan sakitnya otot pada saat pemulihan dari exercise yang dilakukan dengan intensitas (42,67). Walaupun potensi ergogenic dari vitamin E mengenai physical performance belum didokumentasikan secara jelas, para endurance athletes kemungkinannya mempunyai kebutuhan yang lebih tinggi terhadap vitamin ini. Tentu saja suplementasi vitamin E telah menunjukkan mengurangi lipid peroksidasi pada saat melakukan exercise aerobic/endurance dan mempunyai efek yang terbatas dengan strength training (66). Ada bukti bahwa vitamin E dapat melemahkan exercise yang menyebabkan kerusakan DNA dan meningkatkan pemulihan pada individu tertentu yang aktif; namun demikian, dibutuhkan lebih banyak lagi penyelidikan (66). Para atlet seharusnya diberitahu untuk tidak melebihi tingkat pemasukkan bagian atas yang dapat di toleransi (upper intake levels) (UL) untuk antioxidants karena dosis yang lebih tinggi dapat di prooksidasi dengan efek negative yang positif (46,64,68).

Supplemen Vitamin C kelihatannya tidak mempunyai efek ergogenic jika diet nya menyediakan jumlah bahan gizi yang cukup. Karena exercise yang dilakukan dengan penuh tekanan dan diperpanjang menunjukkan kenaikan akan kebutuhan terhadap vitamin C, performance fisik dapat dikompromikan dengan status tipis atau kekurangan vitamin C. Para atlet yang mengikuti exercise penuh tekanan yang diperpanjang, harus mengkonsumsi 100–1000 mg vitamin C setiap hari (47,69,70)

#### **Minerals: Calcium, Iron, Zinc, dan Magnesium**

Minerals yang utama, rendah dalam diet para atlet, terutama atlet wanita, adalah calcium, iron, zinc, dan magnesium (47). Pemasukkan rendah dari minerals ini seringkali terjadi karena pembatasan Energy atau menghindari produk hewan (70).

**Calcium.** Calcium terutama penting untuk pertumbuhan, pemeliharaan, dan perbaikan jaringan tulang, pemeliharaan tingkat calcium darah, regulasi dari kontraksi otot, konduksi urat syaraf, dan penggumpalah darah yang normal. Kekurangan dietary calcium dan vitamin D meningkatkan resiko kepadatan mineral pada tulang bawah dan tekanan patah (stress fractures). Para atlet wanita mempunyai resiko terbesar dari kepadatan mineral tulang yang rendah jika pemasukkan energy rendah, produk susu dan makanan lain yang kaya akan calcium tidak cukup atau menghilangkan dari diet, dan disfungsi menstruasi terjadi (47,52,55,71–73).

Suplementasi dengan calcium dan vitamin D harus ditentukan sesudah penilaian terhadap nutrisi. Rekomendasi terkini untuk para atlet dengan cara makan yang kacau, amenorrhea (mens yang absent), dan resiko terjadinya osteoporosis awal adalah 1500 mg dari elemental calcium dan 400–800 IU dari vitamin D per hari (50,72,73).

**Besi.** Iron/besi dibutuhkan untuk formasi oxygen yang membawa protein, hemoglobin dan myoglobin, dan untuk enzymes yang terlibat dalam produksi energy (50,74). Oxygen yang membawa kapasitas perlu untuk endurance exercise juga sebagai fungsi normal dari perasaan gugup, sikap, dan sistim immune (64,74). Kekurangan besi (penyimpanan besi yang rendah) adalah salah satu dari kekurangan bahan gizi yang paling umum diamati diantara para atlet terutama wanita (75). Kekurangan besi, dengan atau tanpa anemia, dapat merusak fungsi otot dan membatasi kapasitas kerja (47,58,75,76).

Kebutuhan besi untuk endurance athletes, terutama pelari jarak (distance runners), ditambah kira-kira 70% (58,74). Para atlet yang vegetarian atau donor darah harus mempunyai tujuan untuk memasukkan besi yang lebih besar daripada masing-masing RDAny (contoh 18 mg dan 8 mg, untuk masing-masing pria dan wanita).

Seringnya terjadi penitipisan besi diantara para atlet biasanya dihubungkan dengan pemasukkan energy yang tidak cukup. Faktor-faktor lain yang dapat berakibat pada status besi termasuk diet vegetarian dengan persediaan besi yang buruk, waktu pertumbuhan yang cepat, melakukan latihan pada altitude yang tinggi, peningkatan kehilangan besi pada keringat, kotoran (feces), kencing (urine), darah menstruasi, intravascular hemolysis, foot-strike hemolysis, donasi darah yang teratur, atau cedera (50,75,77). Para atlet terutama wanita, pelari jarak jauh, anak dewasa, dan vegetarians harus disaring secara berkala untuk menilai dan monitor status dari besi (75,77,78).

Karena pengembalian kekurangan besi anemia (reversing iron deficiency anemia) bisa membutuhkan waktu 3–6 bulan, akan menguntungkan untuk memulai intervensi Nutrisi sebelum kekurangan besi anemia berkembang (47,75). Walaupun terjadinya penipisan penyimpanan besi (low serum ferritin) lebih lazim pada atlet wanita, kekurangan besi anemia pada atlet adalah sama dengan yang dialami oleh populasi nonathlete wanita (50,75,77). Kekurangan besi yang kronis, dengan atau tanpa anemia, akibat dari pemasukkan besi yang buruk yang dilakukan terus menerus, pemasukkan besi yang buruk dapat memberi hasil negative terhadap kesehatan, secara fisik, dan mental performance dan memerlukan intervensi medis yang cepat dan monitoring (76,78).

Sebagian para atlet kemungkinan mengalami pengurangan sementara pada serum ferritin dan hemoglobin pada permulaan latihan karena hemodilution sesudah suatu peningkatan pada volume plasma yang dikenal sebagai “dilutional” atau “sports anemia” dan mungkin tidak merespon terhadap intervensi nutrisi. Perubahan-perubahan ini kelihatannya adapsi yang menguntungkan bagi latihan aerobic, yang tidak ada pengaruh negatif terhadap performance (50).

Pada para atlet yang kekurangan besi, suplementasi besi tidak hanya memperbaiki pengukuran biochemical darah dan status dari besi tetapi juga meningkatkan kapasitas kerja seperti yang dibuktikan oleh penambahan oxygen yang cepat, mengurangi kecepatan jantung, dan mengurangi konsentrasi lactate pada saat melakukan exercise (47). Ada beberapa bukti bahwa para atlet yang kekurangan besi tetapi tidak mempunyai anemia kemungkinan akan mendapat manfaat dari suplementasi besi (50,75). Penemuan baru ini memberi tunjangan tambahan untuk performance yang membaik (contoh berkurangnya kelelahan pada otot kerangka) pada saat suplementasi besi ditentukan sebagai 100-mg ferrous sulfate selama 4–6 mg (76).

Memperbaiki kapasitas kerja dan daya tahan, menambah kemampuan oxygen, mengurangi konsentrasi lactate dan mengurangi penatnya otot adalah manfaat dari status besi yang membaik (50).

**Zinc.** Zinc memainkan suatu peranan dalam pertumbuhan, membangun dan memperbaiki jaringan otot, produksi energy, dan status dari immune. Diet yang rendah dalam protein hewan, tinggi serat dan diet vegetarian, secara khusus, dihubungkan dengan pemasukkan zinc yang dikurangi (50,52). Status Zinc telah terlihat secara langsung mempengaruhi tingkat thyroid hormone, BMR, dan pemakain protein, di mana pada waktunya secara negative mempengaruhi kesehatan dan performance terhadap fisik (50).

Survey data memberi indikasi bahwa jumlah yang besar dari orang Amerika Utara memasukkan zinc dibawah tingkat yang direkomendasikan (74,75,79). Para atlet, secara khusus wanita, juga berada pada resiko kekurangan zinc (79). Pengaruh dari memasukkan zinc yang rendah terhadap status Zinc adalah sukar untuk diukur karena criteria penilaian yang jelas belum pernah dibuat dan konsentrasi plasma zinc kemungkinannya tidak memberi refleksi terhadap perubahan dalam Status zinc diseluruh tubuh (47,79). Pengurangan dalam fungsi cardiorespiratory, kekuatan otot, dan daya tahan dicatat dengan status zinc yang buruk (47). UL untuk zinc adalah 40 mg (74). Para atlet harus berhati-hati melawan suplemen satu dosis zinc karena mereka sering melebihi jumlah ini dan suplemen zinc yang tidak perlu kemungkinan mengakibatkan HDL kolesterol yang rendah dan ketidak seimbangan bahan gizi dengan mencampuri penyerapan dari bahan gizi yang lain seperti besi dan tembaga (47). Lebih jauh lagi, manfaat dari suplemen zinc hingga performance fisik belum pernah ada.

**Magnesium.** Magnesium memainkan peranan yang bervariasi dalam metabolisme sell (cellular metabolism) (glycolysis, lemak, dan protein metabolisme) dan regulasi stabilitas selaput dan neuromuscular cardiovascular, immune, dan fungsi hormonal (47,55). Kekurangan Magnesium merusak performance daya tahan (endurance performance) dengan meningkatkan kebutuhan akan oxygen untuk menyelesaikan submaxima exercise. Para atlet dari olahraga kelas bebas weight-class and sadar akan tubuhnya (body-conscious), seperti wrestling, ballet, gymnastics, dan tennis, telah dilaporkan mengkonsumsi magnesium dietary yang tidak cukup. Para atlet harus diberi edukasi mengenai sumber makanan yang baik dari magnesium. Status magnesium yang rendah seorang atlet, bisa menguntungkan (47).

#### **Sodium, Chloride, and Potassium**

Sodium adalah suatu electrolyte yang kritis, khususnya untuk para atlet yang kehilangan keringat (80–83). Banyak endurance athletes membutuhkan lebih banyak UL untuk sodium (2.3 g/d<sub>1</sub>) dan chloride (3.6 g/d<sub>1</sub>). Minuman Sports yang berisi sodium (0.5–0.7 g/L<sub>1</sub>) dan potassium (0.8–2.0 g/L<sub>1</sub>), juga carbohydrate, direkomendasikan untuk para atlet terutama pada pertandingan daya tahan (endurance events) (92 h) (50,80,82,83).

Potassium penting untuk keseimbangan cairan dan electrolyte, transmisi syaraf, dan alat transport yang aktif. Pada saat melakukan exercise dengan intensitas, konsentrasi plasma potassium cenderung mundur menjadi berkurang daripada sodium. Suatu diet kaya akan variasi sayur-sayuran yang segar, buah-buahan, kacang/biji-bijian, makanan susu/dairy foods, daging tanpa lemak dan whole grains biasanya dipertimbangkan cukup untuk memelihara status potassium yang normal diantara para atlet (32,83).

#### **HIDRASI**

Pertimbangan untuk memiliki hidrasi yang baik adalah penting untuk performance exercise yang optimum. Karena dehidrasi meningkatkan resiko potensial terkena cedera kepanasan yang mengancam kehidupan seperti heat stroke, atlet harus berusaha untuk euhydration sebelum, pada saat, dan sesudah melakukan exercise. Dehidrasi (kehilangan 92% berat badan) dapat berkompromi dengan performance exercise aerobic exercise, khususnya pada waktu udara panas, dan bisa merusak performance mental/cognitive (83).

The American College of Sports Medicine's (ACSM) dengan Memegang posisi pada exercise untuk penggantian cairan (83) melakukan tinjauan yang komprehensif terhadap peninjauan dan rekomendasi untuk memelihara hldrasi sebelum, pada saat dan sesudah melakukan exercise. Sebagai tambahan ACSM telah mempublikasikan position stands yang spesifik Untuk kondisi lingkungan yang khusus (84,85). Pokok-pokok utama dari position stands ini adalah dasar untuk rekomendasi berikut.

- **Sebelum Exercise**

**Rekomendasi Cairan dan Electrolit** sebelum melakukan exercise sekurangnya 4 h sebelum melakukan exercise, para individu harus meminum kurang lebih j<sub>1</sub> 5–7 mL/kg<sub>1</sub> berat badan (E2–3 mL/lb ) dari air atau minuman sport. Ini menyediakan waktu cukup untuk mengoptimasikan status hidrasi dan untuk pengeluaran setiap kelebihan dari cairan melalui urine. Huperhidrasi dengan cairan yang mengembangkan ruang ruang ekstra dan intracellular (contoh air dan glycerol solutions) akan lebih banyak meningkatkan resiko untuk void pada saat pertandingan (83) dan tidak memberi manfaat fisiologi yang jelas atau performance daripada euhydration. Praktek ini harus dikurangi (83).

- **Pada saat melakukan exercise**

Para atlet menghamburkan panas yang diproduksi pada saat melakukan aktifitas fisik dengan radiasi, konduksi, konveksi dan paporisasi dari air. Pada lingkungan yang panas, kering evaporasi bertanggung jawab atas lebih dari 80% kehilangan metabolic heat. Jumlah keringat pada aktifitas apapun akan bervariasi sesuai dengan temperatur yang ambient (pada tempat sekitarnya), kelembaban berat badan, genetika, kondisi penyesuaian terhadap panas dan efisiensi metabolic. tergantung dari olahraga dan kondisi, jumlah keringat dapat berkisar dari sedikit seperti 0.3 hingga sebanyak 2.4 L/h<sub>1</sub> (83). Sebagai tambahan dari air, keringat juga berisi jumlah sodium yang banyak tetapi bervariasi. Konsentrasi rata rata dari sodium dalam keringat adalah kurang lebih 50 mmol/L<sub>1</sub> atau kurang lebih 1 g/L<sub>1</sub> (walau konsentrasi bervariasi secara luas) ada jumlah yang sedang dari potassium dan jumlah kecil dari minerals seperti magnesium dan chloride yang hilang bersama keringat.

Tujuan minum pada saat melakukan exercise adalah untuk mencegah kehilangan air karena kelebihan 2% berat badan. Jumlah dan angka penggantian cairan tergantung dari jumlah keringat individu atlet, durasi dari exercise, dan kesempatan untuk minum (83). Pembaca dirujuk ke position stand dari ACSM untuk mendapat rekomendasi spesifik sehubungan dengan ukuran tubuh, jumlah keringat, tipe pekerjaan, dsbnya, dan didorong untuk melakukan protocol hidrasi individu jika memungkinkan (83).

Mengkonsumsi minuman berisi electrolytes dan carbohydrates dapat membantu menahan cairan dan keseimbangan dan endurance exercise performance (83). Tipenya, intensitas dan durasi dari exercise dan kondisi lingkungan akan merubah kebutuhan atas cairan dan electrolytes. Cairan yang berisi sodium dan potassium membantu mengganti kehilangan keringat electrolyte, dimana sodium memberi stimulasi haus dan penyimpanan cairan dan carbohydrates memberi energy. Minuman yang berisi 6%–8% carbohydrate direkomendasikan untuk pertandingan exercise yang berlangsung lebih lama dari 1 h (83).

Keseimbangan pada saat melakukan exercise tidak selalu memungkinkan karena jumlah keringat maksimum melebihi maksimum jumlah pengosongan gastric yang pada waktunya membatasi penyerapan cairan, dan seringkali, jumlah cairan yang diminum oleh para atlet pada saat melakukan exercise jumlahnya menurun yang bisa dikosongkan dari perut dan diserap oleh usus. Pengosongan gastric dimaksimalkan pada saat jumlah cairan di perut tinggi dan dikurangi dengan cairan hypertonic atau jika konsentrasi carbohydrate lebih besar dari 8%.

Gangguan keseimbangan cairan dan electrolyte yang bisa terjadi pada atlet termasuk dehidrasi, hipohidrasi, dan hiponatremia (83). Exercise yang menyebabkan terjadinya dehidrasi berkembang karena kehilangan cairan yang melebihi pemasukkan cairan.

Walaupun sebagian individu mulai melakukan exercise euhdrated dan dehydrate selama durasi yang diperpanjang, para atlet dari sebagian sport bisa memulai latihan atau bertanding dalam keadaan dehidrasi karena interval antara sesi-sesi exercise tidak cukup untuk rehidrasi penuh (82). Faktor lain yang bisa mempengaruhi seroang atlet menjadi dehidrasi adalah membuat beban sebagai suatu prasyarat untuk suatu sport yang spesifik atau pertandingan. Hipohidrasi, suatu praktek dari sebagian atlet yang bertanding dalam weight-class sports (contoh wrestling, boxing, lightweight crew, martial arts, dsb.), dapat terjadi pada saat atlet mengalami sendiri dehidrasi sebelum memulai suatu pertandingan. Hipohidrasi dapat berkembang dengan batasan cairan, beberapa praktek exercise, pemakaian diuretic atau sauna eksposur sebelum suatu pertandingan, sebagai tambahan, kekurangan cairan bisa mengakibatkan latihan untuk atlet yang ikut serta dalam sesi hari-hari yang beragam dan diperpanjang dalam keadaan kepanasan (84).

Hyponatremia (serum sodium concentration kurang dari 130 mmol/L<sub>1</sub>) dapat disebabkan oleh keringat yang lama dan banyak dengan kegagalan mengganti sodium, atau memasukkan air yang berlebihan. Hyponatremia lebih cenderung berkembang pada orang yang baru dalam marathon yang tidak langsing, yang berlari perlahan, yang keringatnya sedikit, atau yang mengkonsumsi air berlebihan sebelum, pada saat, atau setelah suatu pertandingan (83).

Kram yang terjadi pada otot kerangka dihubungkan dengan dehidrasi, kekurangan electrolyte, dan kepanasan otot. Pemain football dari America yang menyesuaikan diri dengan udara yang tidak panas secara umum mengalami dehidrasi dan otot yang kram khususnya pada sesi praktek yang dilakukan sebelum musim yang formal pada musim panas yang akan berakhir. Para atlet yang berpartisipasi dalam pertandingan-pertandingan tennis, balap sepeda yang panjang, triathlons pada musim akhir, soccer, dan beachvolleyball juga rawan terhadap dehidrasi dan otot yang mengalami kram. Kram pada otot juga terjadi pada atlet winter-sport seperti para pemain ski cross-country dan pemain ice hockey. Otot yang kram adalah hal umum pada orang-orang yang berkeringat dengan banyak yang mengalami kehilangan sodium keringat yang banyak (83).

- Sesudah melakukan exercise

Karena banyak atlet tidak mengkonsumsi cairan yang cukup pada saat melakukan exercise untuk menyeimbangkan kehilangan cairan, mereka menyelesaikan sesi exercise mereka dalam keadaan dehidrasi hingga beberapa tingkat. Dengan waktu yang cukup, pemasukkan dari makanan dan minuman yang normal akan memperbaiki status hidrasi dengan mengganti hilangnya cairan dan electrolytes pada saat melakukan exercise. Pemulihan yang cepat dan complete dari dehidrasi yang berlebihan dapat dicapai dengan minum sekurangnya 16–24 oz (450–675 mL) dari cairan untuk setiap pound (0.5 kg) dari hilangnya berat badan pada saat melakukan exercise. Dengan mengkonsumsi minuman rehidrasi dan makanan asin pada waktu makan/snacks akan membantu penggantian cairan dan electrolyte yang hilang (83).

### Kondisi Lingkungan yang Khusus

**Lingkungan yang panas dan lembab.** Resiko untuk dehidrasi dan cedera kena panas meningkat secara dramatis pada lingkungan yang panas dan lembab. (84). Pada saat temperature disekitar daerah melebihi temperature tubuh, panas tidak dapat dihamburkan oleh radiasi. Lebih lagi, potensi untuk menghambur panas dengan cara evaporasi dari keringat dikurangi secara besar-besaran pada saat temperature dan kelembaban keduanya tinggi.

Ada resiko sangat tinggi untuk mengalami penyakit panas pada saat temperature dan kelembaban keduanya tinggi. Jika pertandingan berlangsung dengan kondisi ini, tindakan pencegahan harus diambil untuk memastikan bahwa para atlet dihidrasi dengan baik, memiliki akses banyak atas cairan, dan dimonitor jika sakit karena pengaruh panas.

**Lingkungan yang dingin.** Ada kemungkinan bahwa dehidrasi terjadi pada udara yang dingin (85). Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap adanya dehidrasi pada lingkungan yang dingin termasuk kehilangan cairan pernapasan dan kehilangan keringat yang terjadi pada saat baju yang disekat sobek pada saat melakukan exercise yang intens. Dehidrasi juga dapat terjadi karena jumlah cairan yang dikonsumsi rendah. Jika seorang atlet kedinginan dan cairan yang ada dingin, insentif untuk minum dapat dikurangi. Akhirnya, pindahkan baju yang berlapis-lapis karena untuk melakukan urinasi mungkin tidak mudah dan sulit untuk seorang atlet, terutama wanita, dan mereka dengan suka rela membatasi pemasukkan cairan yang terbatas(86).

**Ketinggian.** Kehilangan cairan melebihi yang berhubungan dengan exercise manapun dapat terjadi pada ketinggian 92500 m (8200 ft) dengan konsekuensi terhadap mandatory diuresis dan kehilangan air keringat, dibarengi dengan berkurangnya nafsu makan. Kehilangan air keringat kemungkinan nya setinggi 1900 mL/d<sub>1</sub> (1.9 L/d<sub>1</sub>) pada pria dan 850 mL/d<sub>1</sub> (0.85 L/d<sub>1</sub>) wanita (87,88). Jumlah pemasukkan cairan pada ketinggian tinggi mendekati 3–4 L/d<sub>1</sub> untuk menaikkan fungsi ginjal yang optimum dan memelihara pengeluaran urine pada 1.4 L di orang dewasa (87).

### LATIHAN DIET

Perbedaan yang dasar antara diet seorang atlet dan yang dilakukan oleh populasi umum adalah bahwa para atlet membutuhkan penambahan cairan untuk menutupi kehilangan keringat dan tambahan energy untuk memberi fuel terhadap aktifitas fisik. Seperti yang telah didiskusikan sebelumnya, jumlahnya tepat sebagai tambahan energy untuk disuplai sebagai carbohydrate. Kenaikan yang proporsional pada kebutuhan energy terlihat melebihi kenaikan proporsional pada kebutuhan untuk sebagian bahan gizi yang lain. Dengan demikian, pada saat kebutuhan akan energy meningkat, atlet harus lebih dahulu mempunyai tujuan untuk mengkonsumsi jumlah maksimum dari porsi yang tepat untuk kebutuhan mereka akan grup makanan dengan dasar carbohydrate (roti, cereals dan grains, legumes, susu/alternative, sayur-sayuran dan buah-buahan). Kebutuhan energi untuk banyak atlet akan melebihi jumlah dari energy (kcal/d<sub>1</sub>) pada kisaran bagian atas dari porsi grup makanan ini. Sebaliknya, para atlet yang kecil dan/atau memiliki kebutuhan energy yang lebih rendah membutuhkan untuk memberi perhatian yang lebih banyak terhadap makanan padat akan bahan gizi sebagai pilihan untuk mendapat carbohydrate, protein, essential fats, dan micronutrients yang cukup.

Sehubungan dengan waktu dari makan dan snack, pikiran sehat mengdikte bahwa pemasukkan makanan dan cairan di sekitar latihan yang dilakukan ditentukan berdasarkan individu seseorang dengan pertimbangan untuk karakteristik gastrointestinal dari para atlet juga durasi dan intensitas dari latihan. Sebagai contoh, seorang atlet bisa mentoleransi suatu snack yang berisi susu dan sepotong sandwich 1 h sebelum suatu latihan intensitas rendah tetapi akan menjadi tidak nyaman jika makanan yang sama dikonsumsi sebelum suatu usaha yang sangat keras. Para atlet yang sedang melakukan latihan berat atau melakukan latihan harian yang beragam memerlukan untuk makan lebih dari tiga porsi dan tiga kali snack sehari dan harus mempertimbangkan setiap kesempatan yang memungkinkan untuk makan.

Para atlet ini harus mempertimbangkan makan pada saat latihan hampir selesai, memiliki lebih dari satu waktu snack di sore hari, atau makan snack dengan jumlah besar sebelum tidur.

**Pernyataan Kesimpulan.** Duapuluh tiga investigasi studi dilakukan terhadap konsumsi dari suatu kisaran komposisi macronutrient pada waktu latihan dilakukan evaluasi performance athletic. Sembilan studi melaporkan bahwa mengonsumsi diet carbohydrate tinggi (960% dari energy) pada waktu latihan dan minggu sebelum hasil pertandingan pada konsentrasi glycogen otot yang membaik dan/atau perbaikan yang signifikan dalam performance athletic. Dua studi melaporkan bahwa tidak ada tambahan manfaat performance pada saat tingkat konsumsi di atas 6g carbohydrates/kg<sup>1</sup> dari berat badan. Dua studi melaporkan perbedaan alat kelamin; para wanita mungkin kurang kemampuannya untuk meningkatkan konsentrasi glycogen otot melalui konsumsi carbohydrate yang meningkat, terutama pada saat memasukkan energy tidak cukup. Satu studi yang dilakukan berdasarkan konsumsi dari diet lemak tinggi (965% dari energy) untuk 10 d dilanjutkan dengan diet carbohydrate yang tinggi (965% dari energy) untuk 3 d dilaporkan terdapat suatu kenaikan yang signifikan terhadap performance athletic. Sembilan studi melaporkan efek yang significant dari komposisi atas Performance athletic pada waktu latihan dan seminggu sebelum Pertandingan. (Evidence Grade II = Fair). ([www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion\\_statement\\_id=250447](http://www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion_statement_id=250447)).

### Makanan Sebelum Latihan

Makan sebelum melakukan exercise, berlawanan dengan melakukan exercise dalam keadaan berpuasa, telah dibuktikan memperbaiki performance (89,90). Makan atau snack yang dimakan sebelum pertandingan atau suatu latihan yang intensif harus membuat para atlet siap untuk aktifitas yang akan datang dan meninggalkan para individu tidak lapar atau tanpa ada makanan dalam perut yang tidak dicerna. Dengan demikian, bimbingan umum berikut untuk makan dan snack harus dipakai: cairan cukup harus dikonsumsi untuk memelihara hidrasi, makanan harus secara relative rendah lemak dan serat untuk memfasilitasi pengosongan gastric dan mengurangi penderitaan gastrointestinal, tinggi dalam karbohidrat untuk memelihara glukosa darah dan memaksimalkan penyimpanan glycogen, protein yang sedang, dan para atlet yang terbiasa. Ukuran waktu dari makan sebelum melakukan exercise bersangkut-paut. Karena sebagian atlet tidak suka untuk bertanding dalam keadaan perut kenyang, makan lebih sedikit harus dilakukan mendekati pertandingan untuk mengosongkan gastric, di mana makan dengan jumlah yang lebih besar bisa dilakukan jika waktunya cukup sebelum melakukan exercise atau pertandingan. Jumlah dari carbohydrate yang terlihat untuk meningkatkan performance harus berkisar dari kurang lebih 200 hingga 300 g dari carbohydrate untuk makan yang dilakukan 3–4 h sebelum melakukan exercise. Studi melaporkan bahwa apakah tidak ada efek atau efek yang bermanfaat dari makan sebelum melakukan pertandingan terhadap performance (91–98). Data tidak jelas mengenai apakah indeks glikemik dari karbohidrat pada saat melakukan exercise sebelum makan memberi pengaruh kepada performance (92,99–102).

Walaupun bimbingan diatas aman dan efektif, kebutuhan Individu atlet harus ditekankan.

Sebagian atlet mengonsumsi dan menikmati makan banyak (contoh pancakes, jus, dan telur orak-arik) 2–4 h sebelum melakukan exercise atau pertandingan; namun, yang lain dapat mengalami kesukaran yang amat hebat pada gastrointestinal sesudah makanan tersebut dan ketergantungan terhadap makanan cair. Atlet harus selalu memastikan bahwa mereka mengetahui dapat yang terbaik untuk mereka dengan melakukan eksperimen dengan makanan-makanan dan minuman-minuman baru pada saat mempraktekan sesi dan berencana kedepan untuk memastikan bahwa mereka akan mendapat akses terhadap makanan-makanan ini pada waktu yang tepat.

**Pernyataan Kesimpulan.** Sembilan studi yang menginvestigasi konsumsi dari suatu kisaran komposisi macronutrient pada saat 24 h sebelum dilakukan evaluasi terhadap pertandingan dari performance athletic. Dari delapan studi, enam dilaporkan tidak ada efek yang signifikan dengan mengonsumsi 90 menit hingga 4 jam sebelum dilakukan percobaan terhadap athletic performance, walaupun hyperglycemia, hyperinsulinemia, meningkatkan oksidasi karbohidrat dan mengurangi persediaan dari bebas asam lemak. Variasi dari methodology penelitian terhadap indeks glikemik yang dikonsumsi sebelum pertandingan menyebabkan adanya penemuan tanpa bukti yang meyakinkan. (Evidence Grade II = Fair). ([www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion\\_statement\\_id=250452](http://www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion_statement_id=250452)).

### Pada saat melakukan Latihan

Penelitian yang dilakukan baru-baru ini menunjang manfaat dari konsumsi karbohidrat dalam jumlah yang diberikan pada minuman sport (6%–8%) terhadap endurance performance pada pertandingan-pertandingan yang berlangsung 1 h atau kurang (103–105), terutama pada atlet yang melakukan exercise pada pagi hari sesudah berpuasa malam pada saat tingkat glikogen hati dikurangi. Dengan memberi karbohidrat dari luar organ (exogenous carbohydrate) pada saat melakukan exercise membantu memelihara tingkat glukosa dan memperbaiki performance (106).

Untuk pertandingan yang lebih lama, mengonsumsi 0.7g carbohydrates/kg<sup>1</sup>body weight/hj<sup>1</sup> (approximately 30–60 g/hj<sup>1</sup>) telah menunjukkan performance dengan jelas adanya daya tahan yang diperpanjang (107,108). Menonsumsi karbohidrat pada saat melakukan exercise lebih penting lagi dalam situasi dimana atlet tidak diisi dengan karbohidrat, tidak mengonsumsi makanan sebelum melakukan exercise atau memasukkan energy yang terbatas untuk tujuan hilang berat badan memasukkan karbohidrat harus dimulai sesudah permulaan dari aktifitas; Dengan mengonsumsi suatu jumlah karbohidrat yang di berikan dalam bentuk bolus (bentuk bulat khususnya untuk dikunyah) sesudah 2 jam exercise tidak seefektif dengan mengonsumsi jumlah yang sama pada 15–hingga 20-menit interval selama melakukan aktifitas 2 h (109). Karbohidrat yang dikonsumsi harus menghasilkan glukosa utama; fructose sendiri tidak seefektif dan mungkin akan mengakibatkan diare, walaupun campuran dari glukosa dan fruktosa, gula lain yang sederhana dan other simple sugars and maltodextrins, kelihatannya efektif (107). Jika jumlah keseluruhan dari karbohidrat dan cairan yang dikonsumsi, bentuk dari karbohidrat tidak terlihat bermasalah. Sebagian atlet mungkin memilih untuk memakai minimum sport, dimana yang lain mungkin memilih untuk mengonsumsi suatu karbohidrat snack atau dan mengonsumsi air. Seperti yang digambarkan ditempat lain dalam dokumen ini, memasukkan cairan yang tepat juga esensial untuk memelihara endurance performance.

**Pernyataan Kesimpulan.** Tiga puluh enam studi yang menginvestigasi konsumsi dari kisaran suatu komposisi macronutrient pada saat pertandingan athletic performance dievaluasi. Tujuh studi berdasarkan konsumsi karbohidrat pada saat melakukan exercise berlangsung kurang dari 60 menit menunjukkan hasil yang membingungkan terhadap athletic performance. Namun demikian, dari 17 studi yang dilakukan berdasarkan konsumsi karbohidrat pada saat melakukan exercise berlangsung lebih lama dari 60 menit 5 dilaporkan memperbaiki response metabolik dan 7 dari 12 studi dilaporkan adanya perbaikan dalam athletic performance. Bukti mengenai penambahan dari protein ke karbohidrat pada saat melakukan exercise athletic performance tidak jelas. Tujuh studi yang dilakukan berdasarkan konsumsi dari makanan sebelum melakukan exercise sebagai tambahan dari konsumsi karbohidrate pada saat melakukan exercise menunjukkan athletic performance yang meningkat. (Evidence Grade II = Fair). ([www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion\\_statement\\_id=250453](http://www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion_statement_id=250453)).

### Pemulihan

Waktu dan komposisi dari makanan atau snack sesudah pertandingan atau sebelum melakukan exercise tergantung dari kepanjangan dan intensitas dari sesi exercise (contoh, apakah terjadi penipisan dari glikogen) dan kapan latihan intensif yang lain akan terjadi. Sebagai contoh, sebagian para atlet akan menyelesaikan suatu marathon dengan penyimpanan glikogen yang menipis, dimana penipisan tersebut berkurang sesudah melakukan 90-menit latihan berlari. Karena para atlet yang bertanding dalam suatu marathon kemungkinannya tidak melakukan perlombaan lain atau kerja keras dalam satu hari. Waktu dan komposisi dari makanan sesudah melakukan exercise tidak terlalu kritis untuk para atlet ini. Sebaliknya, seorang triathlete ikut serta dalam suatu lari yang dilakukan selama a 90-menit dipagi hari dan suatu 3 jam latihan balapan di sore hari membutuhkan pemulihan antara sesi sesi latihan. Makanan sesudah latihan menjadi sangat penting dalam pencapaian gol ini.

Waktu memasukkan karbohidrat sesudah melakukan exercise mempengaruhi glycogen synthesis sesudah jangka pendek (110). Konsumsi karbohidrat selama 30 menit sesudah melakukan exercise (1.0–1.5 g carbohydrate/kg<sup>1</sup> ada 2 jam intervals hingga 6 h seringkali direkomendasikan) menghasilkan tingkat glikogen yang lebih tinggi sesudah melakukan exercise daripada pada saat penundaan penkonsumsian untuk 2 jam (111). Ini adalah sesi latihan yang intensif untuk mempraktekkan waktu pemberian bahan gizi menggantikan glikogen agar dapat memberi karbohidrat yang cukup untuk dikonsumsi pada saat masa 24-h sesudah masa exercise yang pendek (112). Namun demikian, menkomsumsi suatu makanan atau snack diakhir exercise mungkin menjadi penting untuk para atlet untuk mencapai karbohidrat harian dan gol energy.

Tipe dari karbohidrat yang dikonsumsi juga mempengaruhi postexercise glycogen synthesis. Pada saat melakukan perbandingan gula yang sederhana glukosa dan sukrosa terlihat sama-sama efektif pada saat dikonsumsi dengan kisaran 1.0–1.5 g/kg<sup>1</sup> berat badan selama 2 jam; fructose, sendiri tidak terlalu efektif (113). Sehubungan dengan konsumsi makanan penuh karbohidrat dengan indeks glisemik yang tinggi menghasilkan tingkat glikogen otot yang lebih tinggi 24 jam sesudah melakukan exercise glikogen yang menipis seperti perbandingan yang dilakukan dengan jumlah karbohidrat yang sama yang diberikan sebagai makanan dengan indeks glisemik yang rendah (114). Namun demikian pengaplikasian dari penemuan-penemuan ini, harus dipertimbangkan sehubungan dengan diet keseluruhan atlet.

Pada saat jumlah isocaloric dari karbohidrat atau karbohidrat ditambah protein dan lemak yang diberikan sesudah latihan endurance (daya tahan) (115) atau resistance (perlawanan) (116), angka glycogen synthesis sama, termasuk protein dalam suatu makanan sesudah melakukan exercise, namun dapat memberikan kebutuhan amino acids untuk perbaikan protein otot dan meningkatkan suatu profile hormone yang lebih bersifat anabolic hormonal (33).

**Pernyataan Kesimpulan.** Dua puluh lima studi yang melakukan investigasi terhadap konsumsi dari suatu tingkat komposisi macronutrient pada saat masa pemulihan dievaluasi. Sembilan studi melaporkan bahwa konsumsi diet dengan karbohidrat yang lebih tinggi (96% carbohydrate atau 0.8–1.0 g carbohydrates/kg<sup>1</sup>berat badan/body weight/h<sup>1</sup>) pada saat masa pemulihan meningkatkan plasma glucose dan konsentrasi insulin dan meningkatkan muscle glycogen resynthesis. Asal saja pemasukkan karbohidrat cukup, empat studi menunjukkan tidak ada manfaat yang signifikan dari penambahan masukan protein dan dua studi menunjukkan tidak ada efek signifikan dari waktu makan terhadap otot glycogen resynthesis pada saat waktu pemulihan. Studi yang memfokus pada konsumsi karbohidrat pada saat masa pemulihan dari 4 jam atau lebih banyak perbaikan yang diusulkan terhadap athletic performance. (Evidence Grade II = Fair). ([www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion\\_statement\\_id=250451](http://www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion_statement_id=250451)).

### SUPLEMEN DIET DAN SUPLEMEN BANTUAN ERGOGENIC

Jumlah yang banyak dan peningkatan dari persediaan sports supplements memberi suatu tantangan yang terus menerus untuk para praktisi dan atlet untuk tetap mengetahui mengenai validnya suatu claim dan bukti secara scientific. Walaupun suplemen dietary dan nutritional ergogenic aids, seperti produk-produk nutrisi yang meningkatkan performance, sangat terkenal, namun fakta tetap ada bahwa sangat sedikit yang memperbaiki performance (117–119) dan sebagian mungkin dapat mengakibatkan kekhawatiran.

Di Amerika Serikat, Undang-undang 1994 mengenai pendidikan Dietary Supplements and Kesehatan membuat claim kesehatan mengenai efek dari produk terhadap struktur atau fungsi tubuh tetapi bukan claim yang dapat menyembuhkan untuk melakukan diagnosa untuk meringankan, merawat, menyembuhkan, atau mencegah suatu penyakit tertentu atau keadaan medis (117,120). Selama suatu label dari suplemen tertentu memberi indikasi atas aktifnya ingredient dan seluruh daftar ingredient diberikan, klaim untuk meningkatkan performance dapat dibuat, apakah itu berlaku atau tidak. Namun, Undang-undang membuat FDA bertanggung jawab untuk melakukan evaluasi dan memberlakukan keamanan. Pada tahun 2003, Kesatuan Unit US/FDA pada Kesehatan Konsumen (US/FDA Task Force on Consumer Health). Informasi untuk Nutrisi yang lebih baik memberi usulan sistim untuk melakukan evaluasi terhadap claim kesehatan yang menggunakan suatu model berdasarkan fakta dan ditujukan untuk membantu para konsumen menentukan efektifnya ergogenic aids dan suplemen dietary agar lebih dihandalkan (117). Walaupun seluruh pabrik diminta oleh FDA untuk melakukan analisa terhadap identitas, kemurnian, dan kekuatan dari seluruh produk ingredient, namun mereka tidak diminta untuk mengdemonstrasikan keamanan dan kemujaraban dari produk produk mereka.

Kanada meregulasikan suplemen sebagai obat atau sebagai produk kesehatan alami (natural health products (NHP)). Produk-produk yang diregulasikan di Kanada sebagai NHP harus tunduk dengan Regulasi Produk Kesehatan Alami (2003) dan pabrik diperbolehkan untuk membuat bermacam macam claim (struktur/fungsi, mengurangi resiko, perawatan, pencegahan) seperti yang ditunjang oleh bukti ilmiah (117).

Di Kanada, suplemen olahraga seperti minuman sport, protein powders, energy bars, dan produk/minuman pengganti makanan diregulasi oleh Agen Inspeksi Makanan Kesehatan Kanada (Health Canada's Canadian Food Inspection Agency), dimana minuman energy, vitamin/mineral dan suplemen herbal, air yang memberi vitamin, dan suplemen amino acid berada dibawah regulasi NHP. Anabolic steroids dipertimbangkan sebagai obat-obatan dan diregulasi secara ketat dibawah Undang undang "Controlled Drugs & Substances".

Sports dietitians harus mempertimbangkan faktor berikut dalam melakukan evaluasi terhadap ergogenic aids sehubungan dengan nutrisi: Berlakunya claims sehubungan dengan nutrisi ilmiah dan exercise, kualitas dari bukti tunjangan yang di berikan (double-blinded, placebo-controlled scientific studies vs testimonials), dan kesehatan dan konsekwensi hukum dari claim (121,122). Keamanan dari ergogenic aids tetap menjadi tanda tanya. Kemungkinan kontaminasi dari suplemen dietary dan ergogenic aids dengan zat yang dilarang atau tidak diperbolehkan tetap menjadi suatu masalah untuk dipikirkan. Dengan demikian, sports dietitians dan para atlet harus meneruskan dengan hati-hati pada saat mempertimbangkan penggunaan dari tipe tipe produk ini. Pada akhirnya, para atlet bertanggung jawab terhadap produk yang mereka konsumsi dan setiap konsekwensi berikutnya. Suplemen dietary atau ergogenic aids tidak akan menggantikan susunan genetika, tahun-tahun melakukan latihan, dan nutrisi yang optimum.

Kedua pihak nasional [National Collegiate Athletic Association (NCAA; www.ncaa.org), United States Anti-Doping Agency (www.usantidoping.org)] dan international sports organizations [World Anti-Doping Agency (WADA; (www.wada-ama.org)] Membatasi pemakaian dari ergogenic aids tertentu dan mewajibkan test urine secara random dari para atlet dilakukan untuk memastikan bahwa produk-produk tertentu tidak dikonsumsi. Di Kanada, the Canadian Centre for Ethics in Sport (www.cces.ca) adalah suatu organisasi yang melakukan pengecekan terhadap zat-zat yang dilarang.

Penggunaan etis dari zat yang meningkatkan performance adalah suatu pilihan dan tetap kontroversial (117). Dengan demikian, penting bahwa para professional nutrisi olahraga yang berkualitas tetap membuka pikiran pada saat bekerja dengan elit atlet agar secara efektif dapat memberi penilaian, rekomendasi, pendidikan dan memonitor para atlet yang mempertimbangkan untuk menggunakan atau secara aktif mengkonsumsi suplemen dietary dan / atau ergogenic aids (117). Informasi yang dapat dipercaya dan dipertanggung jawabkan mengenai pemakaian produk produk ini harus dibuat oleh para professional kesehatan yang berkwalifikasi seperti Dewan Pengurus Specialist yang Mempunyai Certificate Sports Dietetics (CSSD). Ssecara hati-hati melakukan evaluasi terhadap risk-benefit ratio, termasuk suatu penilaian diet yang lengkap.

Adalah di luar bidang artikel ini untuk menandai bermacam-macam ergogenic aids yang dipakai para atlet di Amerika utara. Dilihat dari suatu perspektif yang praktis. Namun, ergogenic aids dapat diklasifikasikan kedalam salah satu dari empat kategori: 1. mereka yang melakukan apa yang mereka tuntut; 2. mereka yang mungkin melakukan apa yang dituntut dimana tidak terdapat bukti yang cukup atas kemanjurannya pada saat ini; 3. Mereka yang tidak melakukan apa yang mereka tuntut; dan 4. Mereka yang berbahaya, dilarang, atau tidak legal dan, dengan demikian, tidak boleh dipakai (122).

## 1. Ergogenic aids yang melakukan seperti yang dituntut

**Creatine.** Creatine saat ini adalah ergogenic aid yang paling banyak dipakai diantara para atlet yang ingin membangun otot dan meningkatkan pemulihan (118,123-125). Creatine telah menunjukkan efektifitas dalam hal ledakan singkat yang berulang dalam aktifitas sports dengan intensitas tinggi yang mendapat energy utamanya dari sistim ATP-CP energy seperti lari cepat (sprinting) dan angkat beban (weight lifting) tetapi bukan untuk Olahraga ketahanan (endurance sports) seperti distance running(32,117,126-128). Sebagian besar dari penelitian yang dilakukan atas creatine telah dilakukan pada sebuah laboratory setting dengan para atlet pria.

Efek umum yang paling merugikan dari suplementasi creatine adalah tambahannya beban (cairan dan gas) (fluid), terjadinya kram, muak, dan diare (32,117,129). Walau mendapat perdebatan luas, creatine secara umum dipertimbangkan sebagai aman untuk orang dewasa yang sehat, walaupun terdapat laporan yang bersifat anekdot mengenai dehidrasi, ketegangan otot/retak, dan kerusakan ginjal (130-132). Walaupun efek dari pemakaian creatin dalam jangka yang panjang tetap tidak diketahui, sampai saat ini studi yang dilakukan tidak memperlihatkan efek apapun yang merugikan pada orang dewasa yang sehat dari penggunaan suplementasi creatine (133). Namun demikian, para professional yang merawat kesehatan harus secara hati-hati melakukan penyaringan terhadap para atlet yang memakai creatine terhadap resiko disfungsi hati atau ginjal atau, pada contoh yang jarang terjadi, anterior compartment syndrome.

**Caffeine.** Potensi efek ergogenic dari caffeine mungkin lebih ada hubungannya dengan perannya sebagai suatu stimulan CNS dan sehubungan dengan persepsi atas usaha yang berkurang seperti yang bertentangan dengan perannya dalam menjalankan free fatty acids dan penghematan otot glycogen (117,134). Pada tahun 2004, WADA memindahkan caffeine dari daftar yang dilarang ke program monitoringnya. Namun demikian, caffeine masih tetap merupakan suatu zat yang dilarang oleh NCAA, di mana test positif atas doping adalah tingkat urine dari caffeine adalah 915 KglmL<sup>-1</sup>. Bukti yang baru menunjukkan bahwa caffeine, jika digunakan secara moderat, tidak mengakibatkan dehidrasi atau ketidak seimbangan electrolyte (135-138). Namun, jika hidrasi yang cepat dibutuhkan, para atlet harus tergantung pada minuman yang tidak ada caffeine dan tanpa alkohol.

Pemakaian minuman energy tinggi yang berisi caffeine bisa ergolytic dan berpotensi membahayakan jika digunakan berlebihan atau dikombinasikan dengan stimulant atau alcohol atau herbal lain yang tidak tercatat dan harus diputuskan semangatnya (32,117,139-141). Efek yang merugikan dari caffeine adalah kegelisahan, kegugupan, detak jantung yang cepat, menderita gastrointestinal, dan insomnia, dan bisa ergolytic untuk pemakai baru (134,142). Terdapat bukti yang sedikit untuk mempromosikan penggunaan caffeine sendiri sebagai suatu bantuan kehilangan beban (weightloss aid) (118).

**Minuman olahraga, gels, dan bars.** Digunakan secara umum sebagai suplemen dietary yang sesuai atau ergogenic aids untuk para atlet yang sibuk dan orang-orang yang aktif. Penting untuk para profesional nutrisi yang berkwalitas untuk memberi pendidikan terhadap konsumen mengenai pembacaan label, komposisi produk, dan pemakaian tepat atas produk-produk, dan pemakaian tepat dari produk produk ini (sebelum, saat, dan sesudah latihan dan pertandingan).

*Sodium bicarbonate*. Sodium bicarbonate bisa menjadi suatu ergogenic aid yang efektif sebagai suatu penahan darah (peran dalam keseimbangan acid-base dan pencegahan terhadap fatigue), tetapi pemakaiannya tidak tanpa efek kerugian yang tidak menyenangkan seperti diare (117,143).

*Protein dan suplemen amino acid*. Bukti terbaru memberi indikasi bahwa protein dan suplemen amino acid tidak lebih atau tidak kurang efektif daripada makanan pada saat energy cukup untuk mencapai massa tubuh tanpa lemak yang cukup (30,31,117). Walaupun dipakai secara luas, protein powders dan suplemen amino acid adalah sebuah sumber yang potensial untuk zat-zat yang tidak legal seperti nandrolone, yang mungkin tidak terdaftar pada label ingredient (144,145).

## 2. Ergogenic aids yang dapat bertindak sebagai yang diminta tetapi tidak ada bukti yang cukup untuk hal tersebut.

Ergogenic aids yang memiliki claims sebagai kesehatan dan mempertinggi performance termasuk glutamine, A-hydroxymethylbutyrate, colostrum, dan ribose (117). Studi awal mengenai ergogenic aids tidak meyakinkan sebagai peningkat performance. Zat-zat ini tidak dilarang dari penggunaan oleh para atlet ([www.wada-ama.org/en/prohibitedlist.ch2](http://www.wada-ama.org/en/prohibitedlist.ch2)).

## 3. Ergogenic aids yang tidak melakukan apa yang dituntut

Mayoritas dari ergogenic aids di pasaran baru-baru ini berada dalam kategori ini (122). Ini termasuk amino acids, bee pollen, branched chain amino acids, carnitine, chromium picolinate, cordyceps, coenzyme Q10, conjugated linoleic acid, cytochrome C, dihydroxyacetone, F-oryzanol, ginseng, inosine, medium-chain triglycerides, pyruvate, oxygenated water, dan vanadium. Daftar ini pada umumnya tidak berarti lengkap, dan kemungkinannya bahwa zat-zat lain lebih baik ditempatkan dalam kategori ini. Hal yang sama, mungkin bahan campuran ini pada akhirnya pindah dari kategori ini ke kategori lain sesudah melakukan penyelidikan ilmiah yang tepat dan evaluasi. Namun, sampai saat ini tidak satu dari produk produk menunjukkan peningkatan dalam performance dan banyak memiliki efek yang merugikan (122).

## 4. Ergogenic aids yang membahayakan, dilarang atau tidak legal

Ergogenic aids pada kategori ini tidak boleh dipakai dan dilarang oleh WADA. contoh adalah androstenedione, dehydroepiandrosterone, 19-norandrostenedione, 19-norandrostenediol, and other anabolic, androgenic steroids, Tribulus terrestris, ephedra, strychnine, dan human growth hormone. Karena ini adalah bidang yang berkembang, para sports dietitians perlu untuk mempertimbangkan secara konsisten status dari beberapa nutritional ergogenic aids.

### Atlet yang Vegetarian

Pernyataan Posisi dari the American Dietetic Association and Dietitians of Canada mengenai diet vegetarian (2003) memberi bimbingan mengenai diet yang tepat untuk atlet vegetarian. Artikel ini memberi pertimbangan tambahan untuk para vegetarian yang mengikuti exercise.

Diet yang dilakukan dengan perencanaan baik terlihat secara Efektif menunjang parameter yang mempengaruhi athletic performance, walaupun studi yang dilakukan terhadap populasi ini terbatas (31,146). Diet yang dilakukan dengan memakai dasar tanaman dengan serat tinggi mungkin akan mengurangi persediaan energy. Melakukan monitor terhadap berat badan dan komposisi tubuh adalah cara yang sesuai untuk menentukan apakah energy yang dibutuhkan tercapai. Sebagian individu, terutama wanita, mungkin akan pindah menjadi vegetarianism sebagai cara untuk menghindari daging merah dan/atau memasukkan energy yang dibatasi untuk mendapai suatu komposisi tubuh tanpa lemak yang disenangi pada sebagian olahraga. Seringkali, ini bisa menjadi bendera merah untuk makan tidak teratur dan meningkatkan resiko terhadap female athlete triad (72,73). Karena hubungan ini, coaches, trainers/pelatih, dan para professional kesehatan yang lain harus waspada pada saat seorang atlet menjadi seorang vegetarian dan harus memastikan bahwa beban tepat diperlihatkan.

Walaupun sebagian dari atlet vegetarian mencapai atau melewati rekomendasi untuk memasukkan jumlah protein, seringkali diet mereka memberi protein yang kurang dari mereka yang bukan vegetarians (31). Dengan demikian, sebagian dari individu mungkin membutuhkan lebih banyak protein untuk mencapai kebutuhan latihan dan pertandingan (31). Kualitas dari protein dengan diet berdasarkan tanaman harus diberikan dengan cukup suatu variasi dari makanan yang menyediakan energy cukup untuk dikonsumsi (31). Kualitas Protein adalah suatu kekhawatiran yang potensial untuk individu yang menghindar dari seluruh protein binatang seperti susu dan daging (contoh vegans). Diet mereka mungkin membatasi lysine, threonine, tryptophan atau methionine (39).

Karena protein tanaman tidak terlalu bagus untuk dicerna daripada protein binatang, suatu pemasukkan yang meningkat dari kurang lebih 10% protein disarankan(15). Dengan demikian, rekomendasi protein untuk atlet vegetarian adalah kurang lebih 1.3-1.8 g/kg1d1 (52). Para Vegetarians yang secara relatif memasukkan energy rendah harus memilih makanan secara bijaksana untuk memastikan bahwa pemasukkan protein konsisten dengan rekomendasi ini.

Para atlet vegetarian kemungkinan berisiko untuk memasukkan rendah dari energy, fat, vitamins B12, riboflavin, dan D, calcium, iron, dan zinc, yang siap tersedia dari protein hewan. Iron (besi) adalah suatu perhatian khusus karena rendahnya persediaan bio dari sumber tanaman nonheme. Penyimpanan besi untuk vegetarians secara umum lebih rendah dari omnivores (52). Para atlet Vegetarian, terutama wanita, kemungkinannya berada dalam resiko lebih besar untuk pengembangan kekurangan besi atau anemia. Memonitor secara rutin atas status dari besi direkomendasikan untuk atlet vegetarian, terutama pada masa pertumbuhan yang pesat ( contoh masa remaja dan kehamilan). Diet yang sangat rendah atau menghindari semua protein hewan dapat mengakibatkan suatu kekurangan dari essential fatty acids. Para Sport dietitians harus mendidik atlet vegetarian yang baru mulai mengenai sumber sumber untuk perencanaan menu, memasak, dan belajar khususnya kombinasi dari protein dari tanaman yang berkualitas tinggi dan sumber binatang yang dapat diterima (contoh, makanan susu (dairy) dan susu) juga makanan yang kaya akan atau dikuatkan oleh bahan gizi utama (calcium, vitamins D, B12, dan riboflavin, iron, dan zinc) (52).

## Peran dan Tanggung Jawab dari Sports Dietitian

Dengan berkembangnya informasi mengenai nutrisi dalam kuantitas dan kompleksitasnya, para atlet dan individu yang aktif diperkenalkan dengan pilihan dan keputusan yang banyak sekali tentang nutrisi yang tepat dan efektif untuk aktifitas dan performance. Ditambah lagi, para atlet dan individu yang aktif mencari para professional untuk membimbing mereka membuat pilihan makanan dan cairan yang optimum. Walaupun banyak dari para atlet dan individu yang aktif melihat kemenangan atau membuat suatu pertandingan sebagai bukti yang terakhir dari keefektifan atau aturan hidup mereka, sports dietitians harus memusatkan perhatiannya terhadap kombinasi gol dari kesehatan dan kebugaran, meningkatkan kapasitas untuk melatih, dan athletic performance yang optimum. Dengan demikian, sports dietitians harus bersaing dalam bidang-bidang berikut:

### Peran

- Melakukan penilaian yang luas mengenai nutrisi dan konsultasi.
- Mendidik dalam pemilihan makanan, membeli, dan persiapan.
- Memberi terapi nutrisi medis dalam praktek privat, perawatan kesehatan, dan tempat latihan olahraga.
- Lakukan identifikasi dan perlakukan masalah nutrisi yang mempengaruhi kesehatan dan performance.
- Perhatikan keseimbangan energy dan pengelolaan beban.
- Perhatikan tantangan nutrisi terhadap performance (gangguan pada Gastrointestinal, penipisan pada besi/ iron depletion, makan tidak teratur, female athlete triad, alergi terhadap makanan, dan pemakaian suplemen)
- Awasi dan catat hasil takaran dari layanan nutrisi.
- Tingkatkan penyembuhan terhadap luka dan cedera
- Mengawasi perencanaan dan desain dari menu, termasuk sebelum dan sesudah pertandingan dan perjalanan.
- Kembangkan dan awasi kebijaksanaan dan prosedur dari nutrisi.
- Evaluasi terhadap literatur ilmiah dan berikan bukti dengan dasar penilaian dan aplikasi.

### Tanggung Jawab

- Aplikasikan ilmiah nutrisi olahraga untuk memberi fuel terhadap kebugaran dan performance
- Kembangkan strategi nutrisi dan hidrasi yang dibuat sesuai dengan ukuran nutrisi tertentu dan strategi hidrasi.
- Beri saran atas suplemen dietary, ergogenic aids, makanan dan produk pengganti cairan, minuman olahraga, bars dan gels
- Evaluasi suplemen dietary makanan olahraga untuk Legalitas, kemananan dan kemanjuran
- Berikan strategi nutrisi untuk memperlambat kepenatan pada saat melakukan exercise dan mempercepat pemulihan dari latihan
- Bantu meningkatkan kapasitas latihan athletic dan performance

- Ikut serta dalam melakukan identifikasi dan mengobati pola makan tidak teratur
- Berikan strategi nutrisi untuk mengurangi resiko terkena penyakit/cedera dan memudahkan pemulihan.
- Majukan panjangnya usia karier atlet dari universitas dan profesional dan seluruh individu yang aktif.
- Rekrut dan pelihara praktek para klien dan atlet
- Berikan nutrisi olahraga sebagai anggota dari tim yang bergerak dalam ilmu berbeda/medis/perawatan kesehatan
- Berikan penggantian layanan (terapi nutrisi medis diabetes)
- Desain dan lakukan edukasi terhadap tim olahraga
- Melayani sebagai seorang mentor untuk pengembangan para professional sports dietetics
- Pelihara surat (surat) mandate dengan berhubungan secara aktif dalam profesi yang khusus meneruskan aktifitas pendidikan.

Tanggung jawab yang tersebut sebelumnya harus menjadi pengharapan yang rutin dari organisasi sporting and sports medicine yang memberlakukan sports dietitians dan klien dan atlet yang berkualitas yang mencari informasi dan saran mengenai nutrisi olahraga yang berlaku. Pada tahun 2005, Komisi Pendaftaran Dietetic (Commission on Dietetic Registration (CDR); agen mandate dari American Dietetic Association) membuat suatu mandate khusus untuk para professional makanan dan nutrisi yang bergerak khusus dalam praktek sports dietetic. Mandat dari Dewan Sertifikasi Khusus dalam bidang Sports Dietetics (The Board Certification Specialist in Sports Dietetics) (CSSD) didisain sebagai mandate Nutrisi olahraga professional yang perdana di United States. Para Specialists Sports Dietetics memberi penilaian mengenai nutrisi berdasarkan fakta sebagai aman, efektif, bimbingan, dan memberi penyuluhan untuk kesehatan dan performance untuk para atlet, organisasi olahraga, dan secara fisik para individu dan grup yang aktif. Mandat membutuhkan status dari Dietitian yang Tercatat baru-baru ini (Registered Dietitian (RD) , pemeliharaan dari RD status untuk suatu minimum dari 2 tahun, dan dokumentasi dari 1500 jam praktek olahraga. specialty sebagai seorang RD selama 5 tahun terakhir. untuk mendapatkan informasi lebih banyak, pembaca dirujuk untuk melihat web site berikut: [www.cdrnet.org/whatsnew/Sports.htm](http://www.cdrnet.org/whatsnew/Sports.htm).

Posisi dari ADA/DC/ACSM digunakan oleh Tim Leadership Delegasi ADA House pada tanggal 12 July, 2000 dan menegaskan pada bulan May 25, 2004; disetujui oleh Dietitians of Canada pada bulan July 12, 2000 dan disetujui oleh American College of Sports Medicine Board of Trustees pada bulan Oktober 17, 2000. Asosiasi Pelatih dari Canada mengesahkan naskah posisi ini. Posisi ini berlaku hingga bulan Desember 31, 2012. ADA/DC/ACSM memberi kuasa terhadap republikasi dari posisi ini, secara keseluruhan, asal diberikan kredit yang penuh dan tepat. Para pembaca dapat mengkopi dan mendistribusi artikel ini, asal distribusi tersebut tidak digunakan untuk memberi indikasi suatu endorsemen dari produk atau layanan. Distribusi secara komersial tidak boleh dilakukan tanpa izin dari ADA. Permintaan untuk menggunakan porsi porsi dari posisi tersebut harus dari arahan ADA headquarters dengan telp. 800/877-1600, ext 4835, or [ppapers@eatright.org](mailto:ppapers@eatright.org).

## PENULIS

- Fakultas Kedokteran Olahraga Amerika (American College of Sports Medicine): Nancy R. Rodriguez, PhD, RD, CSSD, FACSM (University of Connecticut, Storrs, CT)
- Asosiasi Dietetik Amerika (American Dietetic Association): Nancy M. DiMarco, PhD, RD, CSSD, FACSM (Texas Woman's University, Denton, TX)
- Dietitians of Canada: Susie Langley, MS, RD, CSSD (69 McGill Street, Toronto, ON, Canada)

## PENINJAU BUKU:

- Asosiasi Dietetik Amerika (American Dietetic Association): Sharon Denny, MS, RD (ADA Knowledge Center, Chicago, IL); Mary H. Hager, PhD, RD, FADA (ADA Government Relations, Washington, DC); Melinda M. Manore, PhD, RD, CSSD (Oregon State University, Corvallis, OR); Esther Myers, PhD, RD, FADA (ADA Scientific Affairs, Chicago, IL); Nanna Meyer, PhD, RD, CSSD (University of Colorado, Colorado Springs, CO); James Stevens, MS, RD (Metropolitan State College of Denver, Denver, CO); Jennifer A. Weber, MPH, RD (ADA Government Relations, Washington, DC)
  - Dietitians of Canada: Rennie Benedict, MSc, RD (Department of Kinesiology & Applied Health, University of Winnipeg, Winnipeg, MB); Marilyn Booth, MSc, RD (Dietitian yang Terdaftar dan Konsultan Exercise (Registered Dietitian and Exercise Consultant), Ottawa, ON); Patricia Chuey, MSc, RD (Manager Nutrition Affairs, Overwaitea Food Group, Vancouver, BC); Kelly Anne Erdman, MSc, RD (University of Calgary Sport Medicine Centre, Calgary AB); Marielle Ledoux, PhD, PDt (Department of Nutrition, Faculty of Medicine, Université de Montreal, QC); Heather Petrie, MSc, PDt (Nutrition Consultant, Halifax, NS); Pamela Lynch, MHE, PDt (Nutrition Counseling Services & Associates; Mount Saint Vincent University, Department of Applied Human Nutrition, Halifax, NS); Elizabeth (Beth) Mansfield, MSc, RD, PhD Candidate (McGill University, Montreal, QC)
  - American College of Sports Medicine:
    - Susan Barr, PhD, RDN (University of British Columbia, Vancouver, BC)
    - Dan Benardot, PhD, DHC, RD (Georgia State University, Atlanta, GA)
    - Jacqueline Berning, PhD, RD (University of Colorado Springs, Colorado Springs, CO)
    - Andrew Coggan, PhD (Washington University School of Medicine, St. Louis, MO)
    - Melinda Manore, PhD, RD (Oregon State University, Corvallis, OR)
    - Brian Roy, PhD (Brock University, St. Catharines, ON)
- Dibantu oleh Lisa M. Vislocky, PhD, University of Connecticut, Storrs, CT, dalam mempersiapkan rujukan-rujukan diketahui.

## GRUP KERJA APC

- Christine M. Palumbo, MBA, RD (chair); Pat M. Schaaf, MS, RD; Doug Kalman, PhD, RD, FACN (Penasihat isi); Roberta Anding, MS, RD, LD, CDE, CSSD (penasihat isi).
- Penulis mengungkapkan terimakasih kepada para peninjau atas komentar dan usulan mereka yang banyak membangun. Para peninjau tidak ditanya untuk melakukan keabsyahan atas posisi ini atau naskah pendukung.

## ADA NUTRITION AND ATHLETIC PERFORMANCE POSITION STAND REFERENCES

1. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc.* 2000;100:1543-56.
2. Mougios V. *Exercise Biochemistry.* Champaign (IL): Human Kinetics; 2006.
3. Coyle E, Jeukendrup A, Wagenmakers A, Saris W. Fatty acid oxidation is directly regulated by carbohydrate metabolism during exercise. *Am J Physiol.* 1997;273:E268-75.
4. Turcotte L. Role of fats in exercise. Types and quality. *Clin Sports Med.* 1999;18:485-98.

5. Donahoo W, Levine J, Melanson E. Variability in energy expenditure and its components. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2004;7:599-605.
6. Thompson JL, Manore MM, Skinner JS, Ravussin E, Spraul M. Daily energy expenditure in male endurance athletes with differing energy intakes. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27:347-54.
7. Beals K, Houtkooper L. Disordered eating in athletes. In: Burke L, Deakin V, editors. *Clinical Sports Nutrition.* Sydney, Australia: McGraw-Hill; 2006. p. 201-26.
8. Gabel KA. Special nutritional concerns for the female athlete. *Curr Sports Med Rep.* 2006;5:187-91.
9. Sundgot-Borgen J, Torstveit MK. Prevalence of eating disorders in elite athletes is higher than in the general population. *Clin J Sport Med.* 2004;14:25-32.
10. Beals K, Manore M. Nutritional considerations for the female athlete. In: *Advances in Sports and Exercise Science Series.* Philadelphia (PA): Elsevier; 2007. p. 187-206.
11. Burke LM, Loucks AB, Broad N. Energy and carbohydrate for training and recovery. *J Sports Sci.* 2006;24:675-85.
12. Deuster PA, Kyle SB, Moser PB, Vigersky RA, Singh A, Schoomaker EB. Nutritional intakes and status of highly trained amenorrheic and eumenorrheic women runners. *Fertil Steril.* 1986;46:636-43.
13. Kopp-Woodroffe SA, Manore MM, Dueck CA, Skinner JS, Matt KS. Energy and nutrient status of amenorrheic athletes participating in a diet and exercise training intervention program. *Int J Sport Nutr.* 1999;9:70-88.
14. Loucks AB, Verdun M, Heath EM. Low energy availability, not stress of exercise, alters LH pulsatility in exercising women. *J Appl Physiol.* 1998;84:37-46.
15. Otten J, Hellwig J, Meyers L, editors. *Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements.* Washington (DC): The National Academies Press; 2006.
16. United States Department of Health and Human Services and United States Department of Agriculture. *Dietary Guidelines for Americans.* Washington (DC): US Government Printing Office; 2005.
17. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids.* Washington (DC): The National Academies Press; 2005.
18. Cunningham JJ. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *Am J Clin Nutr.* 1980;33:2372-4.
19. Harris J, Benedict F. *A Biometric Study of Basal Metabolism in Man.* Philadelphia (PA): F.B. Lippincott Co.; 1919.
20. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(Suppl 9):S498-504.
21. Houtkooper L. Body composition. In: Manore M, Thompson J, editors. *Sport Nutrition for Health and Performance.* Champaign (IL): Human Kinetics; 2000.
22. Heymsfield S, Lohman T, Wang Z, Going S. *Human Body Composition.* 2nd ed. Champaign (IL): Human Kinetics; 2005.
23. Siri W. Gross composition of the body. In: Lawrence J, Cornelius A, editors. *Advances in Biological and Medical Physics.* New York (NY): Academic Press; 1956.
24. Brozek J. Body composition: models and estimation equations. *Am J Phys Anthropol.* 1966;24:239-46.
25. Going S. Optimizing techniques for determining body composition. *Gatorade Sports Sci Exch.* 2006;19:101.
26. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. *International Standards for Anthropometric Assessment.* Potchefstroom (Africa): International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK); 2006.
27. Chumlea W, Sun S. Bioelectric impedance analysis. In: Heymsfield S, Lohman T, Wang Z, Going S, editors. *Human Body Composition.* Champaign (IL): Human Kinetics; 2005.
28. Eating Well With Canada's Food Guide Web site [Internet]. Ontario (Canada): Health Canada; [cited 2008 June 20]. Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/food-guide-aliment/indexeng.php>. Updated December 20, 2007.

29. Dunford M, editor. *Sports Nutrition: A Practice Manual for Professionals*. 4th ed. Chicago (IL): American Dietetic Association; 2006.
30. Phillips SM, Moore DR, Tang J. A critical examination of dietary protein requirements, benefits, and excesses in athletes. *Int J Sports Nutr Exer Metab*. 2007;17:S58–S76.
31. Tipton KD, Witard OC. Protein requirements and recommendations for athletes: relevance of ivory tower arguments for practical recommendations. *Clin Sports Med*. 2007;26:17–36.
32. Burke L, Deakin V, editors. *Clinical Sports Nutrition*. Sydney, Australia: McGraw-Hill; 2006.
33. Rodriguez NR, Vislocky LM, Gaine PC. Dietary protein, endurance exercise, and human skeletal-muscle protein turnover. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2007;10:40–5.
34. Gaine PC, Pikosky MA, Martin WF, Bolster DR, Maresh CM, Rodriguez NR. Level of dietary protein impacts whole body protein turnover in trained males at rest. *Metabolism*. 2006;55:501–7.
35. Phillips SM, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, MacDougall JD. Gender differences in leucine kinetics and nitrogen balance in endurance athletes. *J Appl Physiol*. 1993;75:2134–41.
36. Tarnopolsky LJ, MacDougall JD, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, Sutton JR. Gender differences in substrate for endurance exercise. *J Appl Physiol*. 1990;68:302–8.
37. Biolo G, Maggi SP, Williams BD, Tipton KD, Wolfe RR. Increased rates of muscle protein turnover and amino acid transport after resistance exercise in humans. *Am J Physiol*. 1995;268:E514–20.
38. Tipton KD, Ferrando AA, Phillips SM, Doyle D Jr, Wolfe RR. Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. *Am J Physiol*. 1999;276: E628–34.
39. Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Aarsland AA, Sanford AP, Wolfe RR. Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2007;292:E71–6.
40. Hartman JW, Tang JE, Wilkinson SB, et al. Timing of aminoacid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2001; 281:E197–206.
41. Ivy JL, Res PT, Sprague RC, Widzer MO. Effect of a carbohydrate-protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *Int J Sport Nutr Exer Metab*. 2003;13:382–95.
42. Van Essen M, Gibala MJ. Failure of protein to improve time trial performance when added to a sports drink. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:1476–83.
43. Muoio DM, Leddy JJ, Horvath PJ, Awad AB, Pendergast DR. Effect of dietary fat on metabolic adjustments to maximal  $\dot{V}O_2$  and endurance in runners. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26: 81–8.
44. Lambert EV, Speechly DP, Dennis SC, Noakes TD. Enhanced endurance in trained cyclists during moderate intensity exercise following 2 weeks adaptation to a high fat diet. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1994;69:287–93.
45. Jeukendrup A, Saris W. Fat as a fuel during exercise. In: *Berning J, Steen S, editors. Nutrition for Sport and Exercise*. Gaithersburg (MD): Aspen Publishers, Inc; 1998.
46. Driskell J. Summary: Vitamins and trace elements in sports nutrition. In: *Driskell J, Wolinsky I, editors. Sports Nutrition. Vitamins and Trace Elements*. New York (NY): CRC/Taylor & Francis; 2006. p. 323–31.
47. Lukaski HC. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition*. 2004;20:632–44.
48. Wolf K, Manore MM. B-vitamins and exercise: does exercise alter requirements? *Int J Sport Nutr Exer Metab*. 2006;16: 453–84.
49. Powers SK, DeRuisseau KC, Quindry J, Hamilton KL. Dietary antioxidants and exercise. *J Sports Sci*. 2004;22:81–94.
50. Volpe S. Vitamins, minerals and exercise. In: *Dunford M, editor. Sports Nutrition: A Practice Manual for Professionals*. Chicago (IL): American Dietetic Association; 2006. p. 61–3.
51. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Thiamine, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic acid, Biotin, and Choline*. Washington (DC): National Academies Press; 2000.
52. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: vegetarian diets. *J Am Diet Assoc*. 2003;103:748–65.
53. Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med*. 2007;357: 266–81.
54. Nakagawa K. Effect of vitamin D on the nervous system and the skeletal muscle. *Clin Calcium*. 2006;16:1182–7.
55. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorous, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride*. Washington (DC): The National Academies Press; 1997.
56. Meier C, Woitge HW, Witte K, Lemmer B, Seibel MJ. Supplementation with oral vitamin D3 and calcium during winter prevents seasonal bone loss: a randomized controlled open-label prospective trial. *J Bone Miner Res*. 2004;19:1221–30.
57. Munger KL, Levin LI, Hollis BW, Howard NS, Ascherio A. Serum 25-hydroxyvitamin D levels and risk of multiple sclerosis. *JAMA*. 2006;296:2832–8.
58. Whiting SJ, Barabash WA. Dietary reference intakes for the micronutrients: considerations for physical activity. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2006;31:80–5.
59. Bischoff-Ferrari HA, Dietrich T, Orav EJ, et al. Higher 25-hydroxyvitamin D concentrations are associated with better lower-extremity function in both active and inactive persons aged 9 or =60 y. *Am J Clin Nutr*. 2004;80:752–8.
60. Heaney RP, Davies KM, Chen TC, Holick MF, Barger-Lux MJ. Human serum 25-hydroxycholecalciferol response to extended oral dosing with cholecalciferol. *Am J Clin Nutr*. 2003;77: 204–10.
61. Vieth R, Chan PC, MacFarlane GD. Efficacy and safety of vitamin D3 intake exceeding the lowest observed adverse effect level. *Am J Clin Nutr*. 2001;73:288–94.
62. Vieth R, Bischoff-Ferrari H, Boucher BJ, et al. The urgent need to recommend an intake of vitamin D that is effective. *Am J Clin Nutr*. 2007;85:649–50.
63. Willis KS, Peterson NJ, Larson-Meyer DE. Should we be concerned about the vitamin D status of athletes? *Int J Sport Nutr Exer Metab*. 2008;18:204–24.
64. Gleeson M, Nieman DC, Pedersen BK. Exercise, nutrition and immune function. *J Sports Sci*. 2004;22:115–25.
65. Watson TA, MacDonald-Wicks LK, Garg ML. Oxidative stress and antioxidants in athletes undertaking regular exercise training. *Int J Sport Nutr Exer Metab*. 2005;15:131–46.
66. Mastaloudis A, Traber M. Vitamin E. In: *Driskell J, Wolinsky I, editors. Sports Nutrition. Vitamins and Trace Elements*. New York (NY): CRC/Taylor & Francis; 2006. p. 183–200.
67. Takanami Y, Iwane H, Kawai Y, Shimomitsu T. Vitamin E supplementation and endurance exercise: are there benefits? *Sports Med*. 2000;29:73–83.
68. Peake JM. Vitamin C: effects of exercise and requirements with training. *Int J Sport Nutr Exer Metab*. 2003;13:125–51.
69. Keith R. Ascorbic acid. In: *Driskell J, Wolinsky I, editors. Sports Nutrition. Vitamins and Trace Elements*. New York (NY): CRC/Taylor & Francis; 2006.
70. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids*. Washington (DC): The National Academies Press; 2000.
71. Nickols-Richardson SM, Beiseigel JM, Gwazdauskas FC. Eating restraint is negatively associated with biomarkers of bone turnover but not measurements of bone mineral density in young women. *J Am Diet Assoc*. 2006;106:1095–101.
72. International Olympic Committee Medical Commission Working Group on Women in Sport. Position stand on the female athlete triad. Available from: [http://multimedia.olympic.org/pdf/en\\_report\\_917.pdf](http://multimedia.olympic.org/pdf/en_report_917.pdf).
73. Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, Sanborn CF, Sundgot-Borgen J, Warren MP. American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:1867–82.
74. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. Washington (DC): The National Academies Press; 2001.

75. Haymes E. Iron. In: Driskell J, Wolinsky I, editors. *Sports Nutrition. Vitamins and Trace Elements*. New York (NY): CRC/Taylor & Francis; 2006. p. 203–16.
76. Brownlie T, Utermohlen V, Hinton PS, Haas JD. Tissue iron deficiency without anemia impairs adaptation in endurance capacity after aerobic training in previously untrained women. *Am J Clin Nutr*. 2004;79:437–43.
77. Benardot D. *Advanced Sports Nutrition*. Champagne (IL): Human Kinetics; 2006.
78. Cowell BS, Rosenbloom CA, Skinner R, Summers SH. Policies on screening female athletes for iron deficiency in NCAA division I-A institutions. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2003;13:277–85.
79. Micheletti A, Rossi R, Rufini S. Zinc status in athletes: relation to diet and exercise. *Sports Med*. 2001;31:577–82.
80. Kenney W. Dietary water and sodium requirements for active adults. *Gatorade Sports Sci Exch*. 2004;17:1–6. Gatorade Sports Science Institute Web site [Internet]. 2004 [cited 2008 June 20]. Available from: [http://www.gssiweb.com/Article\\_Detail.aspx?articleid=667](http://www.gssiweb.com/Article_Detail.aspx?articleid=667).
81. Bergeron MF. Heat cramps: fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. *J Sci Med Sport*. 2003;6:19–27.
82. Palmer MS, Spriet L. Sweat rate, salt loss, and fluid intake during an intense on-ice practice in elite Canadian male junior hockey players. *Appl Phys Nutr Metab*. 2008;33:267–71.
83. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:377–90.
84. Armstrong LE, Casa DJ, Millard-Stafford M, Moran DS, Pyne SW, Roberts WO. American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:556–72.
85. Castellani JW, Young AJ, Ducharme MB, Giesbrecht GG, Glickman E, Sallis RE. American College of Sports Medicine position stand: prevention of cold injuries during exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:2012–29.
86. Burke L. *Practical Sports Nutrition*. Champaign (IL): Human Kinetics; 2007.
87. Armstrong L. *Performing in Extreme Environments*. Champaign (IL): Human Kinetics; 2000.
88. Butterfield G. Maintenance of body weight at altitude: in search of 500 kcal/day. In: Marriott B, Carlson S, editors. *Nutritional Needs in Cold and High Altitude Environments*. Washington (DC): Committee on Military Nutrition Research; 1996. p. 357–78.
89. Jentjens RL, Cale C, Gutch C, Jeukendrup AE. Effects of preexercise ingestion of differing amounts of carbohydrate on subsequent metabolism and cycling performance. *Eur J Appl Physiol*. 2003;88:444–52.
90. Moseley L, Lancaster GI, Jeukendrup AE. Effects of timing preexercise ingestion of carbohydrate on subsequent metabolism and cycling performance. *Eur J Appl Physiol*. 2003;88:453–8.
91. Schabert EJ, Bosch AN, Weltan SM, Noakes TD. The effect of a preexercise meal on time to fatigue during prolonged cycling exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31:464–71.
92. Wee SL, Williams C, Gray S, Horabin J. Influence of high and low glycemic index meals on endurance running capacity. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31:393–9.
93. Wee SL, Williams C, Tsintzas K, Boobis L. Ingestion of a highglycemic index meal increases muscle glycogen storage at rest but augments its utilization during subsequent exercise. *J Appl Physiol*. 2005;99:707–14.
94. Okano G, Sato Y, Murata Y. Effect of elevated blood FFA levels on endurance performance after a single fat meal ingestion. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30:763–8.
95. Okano G, Sato Y, Takumi Y, Sugawara M. Effect of 4h preexercise high carbohydrate and high fat meal ingestion on endurance performance and metabolism. *Int J Sports Med*. 1996;17:530–4.
96. Cramp T, Broad E, Martin D, Meyer BJ. Effects of preexercise carbohydrate ingestion on mountain bike performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:1602–9.
97. Paul D, Jacobs KA, Geor RJ, Hinchcliff KW. No effect of preexercise meal on substrate metabolism and time trial performance during intense endurance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2003;13:489–503.
98. Whitley HA, Humphreys SM, Campbell IT, et al. Metabolic and performance responses during endurance exercise after high-fat and high-carbohydrate meals. *J Appl Physiol*. 1998; 85:418–24.
99. DeMarco HM, Sucher KP, Cisar CJ, Butterfield GE. Preexercise carbohydrate meals: application of glycemic index. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31:164–70.
100. Kirwan JP, O’Gorman DJ, Cyr-Campbell D, Campbell WW, Yarasheski KE, Evans WJ. Effects of a moderate glycemic meal on exercise duration and substrate utilization. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33:1517–23.
101. Febbraio MA, Stewart KL. CHO feeding before prolonged exercise: effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. *J Appl Physiol*. 1996;81:1115–20.
102. Febbraio MA, Keenan J, Angus DJ, Campbell SE, Garnham AP. Preexercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. *J Appl Physiol*. 2000;89:1845–51.
103. Sugiura K, Kobayashi K. Effect of carbohydrate ingestion on sprint performance following continuous and intermittent exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30:1624–30.
104. Jeukendrup A, Brouns F, Wagenmakers AJ, Saris WH. Carbohydrate–electrolyte feedings improve 1 h time trial cycling performance. *Int J Sports Med*. 1997;18:125–9.
105. Nicholas CW, Williams C, Lakomy HK, Phillips G, Nowitz A. Influence of ingesting a carbohydrate–electrolyte solution on endurance capacity during intermittent, high-intensity shuttle running. *J Sports Sci*. 1995;13:283–90.
106. Jeukendrup A. Carbohydrate supplementation during exercise: does it help? How much is too much? *Gatorade Sports Sci Exch*. 2007;20:1–5. Gatorade Sports Science Institute Web site [Internet]. 2007 [cited 2008 June 20]. Available from: [http://www.gssiweb.com/Article\\_Detail.aspx?articleid=757](http://www.gssiweb.com/Article_Detail.aspx?articleid=757).
107. Coggan AR, Coyle EF. Carbohydrate ingestion during prolonged exercise: effects on metabolism and performance. *Exerc Sport Sci Rev*. 1991;19:1–40.
108. Currell K, Jeukendrup AE. Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40:275–81.
109. McConell G, Kloot K, Hargreaves M. Effect of timing of carbohydrate ingestion on endurance exercise performance. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28:1300–4.
110. Jentjens R, Jeukendrup A. Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. *Sports Med*.
111. Ivy JL, Katz AL, Cutler CL, Sherman WM, Coyle EF. Muscle glycogen synthesis after exercise: effect of time of carbohydrate ingestion. *J Appl Physiol*. 1988;64:1480–5.
112. Burke LM, Collier GR, Davis PG, Fricker PA, Sanigorski AJ, Hargreaves M. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the frequency of carbohydrate feedings. *Am J Clin Nutr*. 1996;64:115–9.
113. Blom PC, Hostmark AT, Vaage O, Kardel KR, Maehlum S. Effect of different post-exercise sugar diets on the rate of muscle glycogen synthesis. *Med Sci Sports Exerc*. 1987;19: 491–6.
114. Burke LM, Collier GR, Hargreaves M. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feedings. *J Appl Physiol*. 1993;75:1019–23.
115. Burke LM, Collier GR, Beasley SK, et al. Effect of coingestion of fat and protein with carbohydrate feedings on muscle glycogen storage. *J Appl Physiol*. 1995;78:2187–92.
116. Roy BD, Tamopolsky MA. Influence of differing macronutrient intakes on muscle glycogen resynthesis after resistance exercise. *J Appl Physiol*. 1998;84:890–6.
117. Dunford M, Smith M. Dietary supplements and ergogenic aids. In: Dunford M, editor. *Sports Nutrition: A Practice Manual for Professionals*. Chicago (IL): American Dietetic Association; 2006. p. 116–41.
118. Williams M. Food drugs and related substances. In: *Nutrition for Health, Fitness and Sport*, 5th Edition. New York (NY): McGraw-Hill; 2006.
119. Bahrke M, Yesalis C. *Performance-Enhancing Substances in Sport and Exercise*. Champaign (IL): Human Kinetics; 2002.
120. US Food and Drug Administration Web site [Internet]. Food and Drug Administration Task Force on Consumer Health Information for Better Nutrition Year. Rockville (MD): US FDA. Posted July 10, 2003 [cited 2008 June 20]. Available from: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/nutftoc.html>.
121. American Dietetic Association. Practice paper of the American Dietetic Association: dietary supplements. *J Am Diet Assoc*. 2005;105:460–70.
122. Burke L. Supplements and sports foods. In: Burke L, Deakin V, editors. *Clinical Sports Nutrition*. Sydney, Australia: McGraw-Hill; 2006. p. 485–579.

123. Bembien MG, Lamont HS. Creatine supplementation and exercise performance: recent findings. *Sports Med.* 2005;35:107–25.
124. Volek JS, Rawson ES. Scientific basis and practical aspects of creatine supplementation for athletes. *Nutrition.* 2004;20:609–14.
125. Rawson E, Clarkson P. Scientifically debatable: is creatine worth its weight? *Gatorade Sports Sci Exch.* 2003;16:1–6. Gatorade Sports Science Institute Web site [Internet]. 2003 [2008 June 20]. Available from: [http://www.gssiweb.com/Article\\_Detail.aspx?articleid=626](http://www.gssiweb.com/Article_Detail.aspx?articleid=626).
126. Branch J, Williams M. Creatine as an ergogenic supplement. In: Bahrke M, Yesalis C, editors. *Performance-Enhancing Substances in Sport and Exercise.* Champaign (IL): Human Kinetics; 2002. p. 175–96.
127. Branch JD. Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2003;13:198–226.
128. Terjung RL, Clarkson P, Eichner ER, et al. American College of Sports Medicine roundtable. The physiological and health effects of oral creatine supplementation. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32:706–17.
129. Juhn MS, Tamopolsky M. Potential side effects of oral creatine supplementation: a critical review. *Clin J Sport Med.* 1998;8: 298–304.
130. Kreider RB, Melton C, Rasmussen CJ, et al. Long-term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes. *Mol Cell Biochem.* 2003;244:95–104.
131. Mayhew DL, Mayhew JL, Ware JS. Effects of long-term creatine supplementation on liver and kidney functions in American college football players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2002;12: 453–60.
132. Poortmans JR, Francaux M. Adverse effects of creatine supplementation: fact or fiction? *Sports Med.* 2000;30:155–70.
133. Groeneveld GJ, Beijer C, Veldink JH, Kalmijn S, Wokke JH, van den Berg LH. Few adverse effects of long-term creatine supplementation in a placebo-controlled trial. *Int J Sports Med.* 2005;26:307–13.
134. Graham T, Moisseley L. Caffeine, creatine and food–drug synergy: ergogenics and applications to human health. In: Thompson L, Ward W, editors. *Food Drug Synergy and Safety.* Boca Raton (FL): CRC Press; 2005.
135. Armstrong LE. Caffeine, body fluid–electrolyte balance, and exercise performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2002;12: 189–206.
136. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride and Sulfate.* Washington (DC): The National Academies Press; 2004.
137. Armstrong LE, Pumerantz AC, Roti MW, et al. Fluid, electrolyte, and renal indices of hydration during 11 days of controlled caffeine consumption. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2005;15:252–65.
138. Armstrong LE, Casa DJ, Maresh CM, Ganio MS. Caffeine, fluid–electrolyte balance, temperature regulation, and exercise heat tolerance. *Exerc Sport Sci Rev.* 2007;35:135–40.
139. Alford C, Cox H, Wescott R. The effects of red bull energy drink on human performance and mood. *Amino Acids.* 2001;21: 139–50.
140. Petrie H. Energy drinks: What you need to know. Gatorade Sports Science Institute and Dietitians of Canada. 2006 [cited 2008 June 20]. Available from: [http://www.coach.ca/admin/pdf\\_admin/pdf/energy-drinks\\_gssi\\_e.pdf](http://www.coach.ca/admin/pdf_admin/pdf/energy-drinks_gssi_e.pdf).
141. Liguori A, Robinson JH. Caffeine antagonism of alcohol-induced driving impairment. *Drug Alcohol Depend.* 2001;63:123–9.
142. Crowe MJ, Leicht AS, Spinks WL. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006;16:528–44.
143. Webster M. Sodium bicarbonate. In: Bahrke M, Yesalis C, editors. *Performance-Enhancing Substances in Sport and Exercise.* Champaign (IL): Human Kinetics; 2002.
144. Maughan RJ. Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport. *J Sports Sci.* 2005;23:883–9.
145. Pipe A, Ayotte C. Nutritional supplements and doping. *Clin J Sport Med.* 2002;12:245–9.
146. Larson-Meyer D. *Vegetarian Sports Nutrition. Food Choices and Eating Plans for Fitness and Performance.* Champaign (IL): Human Kinetics; 2007.
- Burke LM, Hawley JA, Angus DJ, et al. Adaptations to short-term high-fat diet persist during exercise despite high carbohydrate availability. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:83–91.
- Bussau VA, Fairchild TJ, Rao A, Steele P, Fournier PA. Carbohydrate loading in human muscle: an improved 1 day protocol. *Eur J Appl Physiol.* 2002;87:290–5.
- Carey AL, Staudacher HM, Cummings NK, et al. Effects of fat adaptation and carbohydrate restoration on prolonged endurance exercise. *J Appl Physiol.* 2001;91:115–22.
- Casey A, Short AH, Curtis S, Greenhaff PL. The effect of glycogen availability on power output and the metabolic response to repeated bouts of maximal, isokinetic exercise in man. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1996;72:249–55.
- Erlenbusch M, Haub M, Munoz K, MacConnie S, Stillwell B. Effect of high-fat or high-carbohydrate diets on endurance exercise: a metaanalysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2005;15:1–14.
- Fairchild TJ, Fletcher S, Steele P, Goodman C, Dawson B, Fournier PA. Rapid carbohydrate loading after a short bout of near maximal intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:980–6.
- Fleming J, Sharman MJ, Avery NG, et al. Endurance capacity and high-intensity exercise performance responses to a high fat diet. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2003;13:466–78.
- Goedecke JH, Christie C, Wilson G, et al. Metabolic adaptations to a high-fat diet in endurance cyclists. *Metabolism.* 1999;48: 1509–17.
- Hawley JA, Palmer GS, Noakes TD. Effects of 3 days of carbohydrate supplementation on muscle glycogen content and utilisation during a 1-h cycling performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1997;75:407–12.
- Horvath PJ, Eagen CK, Fisher NM, Leddy JJ, Pendergast DR. The effects of varying dietary fat on performance and metabolism in trained male and female runners. *J Am Coll Nutr.* 2000;19:52–60.
- Lambert EV, Goedecke JH, Zyle C, et al. High-fat diet versus habitual diet prior to carbohydrate loading: effects of exercise metabolism and cycling performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2001;11:209–25.
- Pitsiladis YP, Duignan C, Maughan RJ. Effects of alterations in dietary carbohydrate intake on running performance during a 10 km treadmill time trial. *Br J Sports Med.* 1996;30:226–31.
- Pizza FX, Flynn MG, Duscha BD, Holden J, Kubitz ER. A carbohydrate loading regimen improves high intensity, short duration exercise performance. *Int J Sport Nutr.* 1995;5:110–6.
- Reznik Dolins K, Boozer CN, Stoler F, Bartels M, DeMeersman R, Contento I. Effect of variable carbohydrate intake on exercise performance in female endurance cyclists. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2003;13:422–35.
- Rockwell MS, Rankin JW, Dixon H. Effects of muscle glycogen on performance of repeated sprints and mechanisms of fatigue. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2003;13:1–14.
- Roltsch MH, Flohr JA, Brevard PB. The effect of diet manipulations on aerobic performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2002;12:480–9.
- Rowlands DS, Hopkins WG. Effects of high-fat and high-carbohydrate diets on metabolism and performance in cycling. *Metabolism.* 2002; 51:678–90.
- Stepito NK, Carey AL, Staudacher HM, Cummings NK, Burke LM, Hawley JA. Effect of short-term fat adaptation on high-intensity training. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:449–55.
- Tamopolsky MA, Atkinson SA, Phillips SM, MacDougall JD. Carbohydrate loading and metabolism during exercise in men and women. *J Appl Physiol.* 1995;78:1360–8.
- Tamopolsky MA, Zawada C, Richmond LB, et al. Gender differences in carbohydrate loading are related to energy intake. *J Appl Physiol.* 2001;91:225–30.
- Van Zant RS, Conway JM, Seale JL. A moderate carbohydrate and fat diet does not impair strength performance in moderately trained males. *J Sports Med Phys Fitness.* 2002;42:31–7.

#### EAL Conclusion Statement—Training Diet (23 References)

Achten J, Halson SL, Moseley L, Rayson MP, Casey A, Jeukendrup AE. Higher dietary carbohydrate content during intensified running training results in better maintenance of performance and mood state. *J Appl Physiol.* 2004;96:1331–40.

Burke LM, Hawley JA, Schabert EJ, St Clair Gibson A, Mujika I, Noakes TD. Carbohydrate loading failed to improve 100-km cycling performance in a placebo-controlled trial. *J Appl Physiol.* 2000;88:1284–90.

### EAL Conclusion Statement—During Exercise (36 References)

- Anantaraman R, Carmines AA, Gaesser GA, Weltman A. Effects of carbohydrate supplementation on performance during 1 hour of high-intensity exercise. *Int J Sports Med.* 1995;16:461–5.
- Anastasiou CA, Kavouras SA, Koutsari C, et al. Effect of maltose-containing sports drinks on exercise performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004;14:609–25.
- Andrews JL, Sedlock DA, Flynn MG, Navalta JW, Ji H. Carbohydrate loading and supplementation in endurance-trained women runners. *J Appl Physiol.* 2003;95:584–90.
- Ball TC, Headley SA, Vanderburgh PM, Smith JC. Periodic carbohydrate replacement during 50 min of high-intensity cycling improves subsequent sprint performance. *Int J Sport Nutr.* 1995;5: 151–8.
- Below PR, Mora-Rodriguez R, Gonzalez-Alonso J, Coyle EF. Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27:200–10.
- Brundle S, Thayer R, Taylor AW. Comparison of fructose and glucose ingestion before and during endurance cycling to exhaustion. *J Sports Med Phys Fitness.* 2000;40:343–9.
- Burke LM, Claassen A, Hawley JA, Noakes TD. Carbohydrate intake during prolonged cycling minimizes effect of glycemic index of preexercise meal. *J Appl Physiol.* 1998;85:2220–6.
- Carter JM, Jeukendrup AE, Mann CH, Jones DA. The effect of glucose infusion on glucose kinetics during a 1-h time trial. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:1543–50.
- Chryssanthopoulos C, Williams C. Pre-exercise carbohydrate meal and endurance running capacity when carbohydrates are ingested during exercise. *Int J Sports Med.* 1997;18:543–8.
- Chryssanthopoulos C, Williams C, Nowitz A, Kotsiopoulou C, Vleck V. The effect of a high carbohydrate meal on endurance running capacity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2002;12:157–71.
- Chryssanthopoulos C, Williams C, Nowitz A. Influence of a carbohydrate–electrolyte solution ingested during running on muscle glycogen utilisation in fed humans. *Int J Sports Med.* 2002; 23:279–84.
- Claassen A, Lambert EV, Bosch AN, Rodger M, St Clair Gibson A, Noakes TD. Variability in exercise capacity and metabolic response during endurance exercise after a low carbohydrate diet. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2005;15:97–116.
- Clark VR, Hopkins WG, Hawley JA, Burke LM. Placebo effect of carbohydrate feedings during a 40-km cycling time trial. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:1642–7.
- Davis JM, Welsh RS, De Volve KL, Alderson NA. Effects of branched-chain amino acids and carbohydrate on fatigue during intermittent, high-intensity running. *Int J Sports Med.* 1999;20:309–14.
- De Bock K, Richter EA, Russell AP, et al. Exercise in the fasted state facilitates fibre type-specific intramyocellular lipid breakdown and stimulates glycogen resynthesis in humans. *J Physiol.* 2005;564: 649–60.
- Desbrow B, Anderson S, Barrett J, Rao E, Hargreaves M. Carbohydrate–electrolyte feedings and 1 h time trial cycling performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004;14:541–9.
- Earnest CP, Lancaster SL, Rasmussen CJ, et al. Low vs. high glycemic index carbohydrate gel ingestion during simulated 64-km cycling time trial performance. *J Strength Cond Res.* 2004; 18:466–72.
- el Sayed MS, Rattu AJ, Lin X, Reilly T. Effects of active warmdown and carbohydrate feeding on free fatty acid concentrations after prolonged submaximal exercise. *Int J Sport Nutr.* 1996;6: 337–47.
- Febbraio MA, Chiu A, Angus DJ, Arkinstall MJ, Hawley JA. Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. *J Appl Physiol.* 2000;89:2220–6.
- Horowitz JF, Mora-Rodriguez R, Byerley LO, Coyle EF. Substrate metabolism when subjects are fed carbohydrate during exercise. *Am J Physiol.* 1999;276:E828–35.
- Ivy JL, Res PT, Sprague RC, Widzer MO. Effect of a carbohydrate–protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2003;13:382–95.
- Jeukendrup A, Brouns F, Wagenmakers AJ, Saris WH. Carbohydrate–electrolyte feedings improve 1 h time trial cycling performance. *Int J Sports Med.* 1997;18:125–9.
- Jeukendrup AE, Wagenmakers AJ, Stegen JH, Gijsen AP, Brouns F, Saris WH. Carbohydrate ingestion can completely suppress endogenous glucose production during exercise. *Am J Physiol.* 1999; 276:E672–83.
- Kang J, Robertson RJ, Denys BG, et al. Effect of carbohydrate ingestion subsequent to carbohydrate supercompensation on endurance performance. *Int J Sport Nutr.* 1995;5:329–43.
- Kimber NE, Ross JJ, Mason SL, Speedy DB. Energy balance during an Ironman Triathlon in male and female triathletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2002;12:47–62.
- McConnell G, Kloot K, Hargreaves M. Effect of timing of carbohydrate ingestion on endurance exercise performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:1300–4.
- Meyer T, Gabriel HH, Auracher M, Scharhag J, Kindermann W. Metabolic profile of 4 h cycling in the field with varying amounts of carbohydrate supply. *Eur J Appl Physiol.* 2003;88:431–7.
- Millard-Stafford ML, Sparling PB, Roskopf LB, Snow TK. Should carbohydrate concentration of a sports drink be less than 8% during exercise in the heat? *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2005;15: 117–30.
- Nassis GP, Williams C, Chisnall P. Effect of a carbohydrate–electrolyte drink on endurance capacity during prolonged intermittent high intensity running. *Br J Sports Med.* 1998;32:248–52.
- Nicholas CW, Tsintzas K, Boobis L, Williams C. Carbohydrate–electrolyte ingestion during intermittent high-intensity running. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:1280–6.
- Nicholas CW, Williams C, Lakomy HK, Phillips G, Nowitz A. Influence of ingesting a carbohydrate–electrolyte solution on endurance capacity during intermittent, high-intensity shuttle running. *J Sports Sci.* 1995;13:283–90.
- Riddell MC, Partington SL, Stupka N, Armstrong D, Rennie C, Tarnopolsky MA. Substrate utilization during exercise performed with and without glucose ingestion in female and male endurance-trained athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2003;13:407–21.
- Rowlands DS, Hopkins WG. Effect of high-fat, high-carbohydrate, and high-protein meals on metabolism and performance during endurance cycling. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2002;12:318–35.
- Saunders MJ, Kane MD, Todd MK. Effects of a carbohydrate–protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:1233–8.
- Sugiura K, Kobayashi K. Effect of carbohydrate ingestion on sprint performance following continuous and intermittent exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:1624–30.
- Tsintzas OK, Williams C, Wilson W, Burren J. Influence of carbohydrate supplementation early in exercise on endurance running capacity. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:1373–9.

**EAL Conclusion Statement—Pre-exercise Meal  
(19 References)**

- Achten J, Jeukendrup AE. Effects of pre-exercise ingestion of carbohydrate on glycaemic and insulinaemic responses during subsequent exercise at differing intensities. *Eur J Appl Physiol.* 2003;88:466–71. Cramp T, Broad E, Martin D, Meyer BJ. Effects of preexercise carbohydrate ingestion on mountain bike performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:1602–9.
- DeMarco HM, Sucher KP, Cisar CJ, Butterfield GE. Pre-exercise carbohydrate meals: application of glycemic index. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:164–70.
- Diboll DC, Boone WT, Lindsey LR. Cardiovascular and metabolic responses during 30minutes of treadmill exercise shortly after consuming a small, high-carbohydrate meal. *Int J Sports Med.* 1999;20:384–9.
- Febbraio MA, Stewart KL. CHO feeding before prolonged exercise: effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. *J Appl Physiol.* 1996;81:1115–20.
- Febbraio MA, Keenan J, Angus DJ, Campbell SE, Garnham AP. Preexercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. *J Appl Physiol.* 2000;89:1845–51.
- Jentjens RL, Cale C, Gutch C, Jeukendrup AE. Effects of preexercise ingestion of differing amounts of carbohydrate on subsequent metabolism and cycling performance. *Eur J Appl Physiol.* 2003;88:444–52.
- Kirwan JP, Cyr-Campbell D, Campbell WW, Scheiber J, Evans WJ. Effects of moderate and high glycemic index meals on metabolism and exercise performance. *Metabolism.* 2001;50:849–55.
- Kirwan JP, O’Gorman DJ, Cyr-Campbell D, Campbell WW, Yarasheski KE, Evans WJ. Effects of a moderate glycemic meal on exercise duration and substrate utilization. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1517–23.
- Moseley L, Lancaster GI, Jeukendrup AE. Effects of timing of preexercise ingestion of carbohydrate on subsequent metabolism and cycling performance. *Eur J Appl Physiol.* 2003;88:453–8.
- Okano G, Sato Y, Takumi Y, Sugawara M. Effect of 4h preexercise high carbohydrate and high fat meal ingestion on endurance performance and metabolism. *Int J Sports Med.* 1996;17: 530–4.
- Okano G, Sato Y, Murata Y. Effect of elevated blood FFA levels on endurance performance after a single fat meal ingestion. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:763–8.
- Palmer GS, Clancy MC, Hawley JA, Rodger IM, Burke LM, Noakes TD. Carbohydrate ingestion immediately before exercise does not improve 20 km time trial performance in well trained cyclists. *Int J Sports Med.* 1998;19:415–8.
- Paul D, Jacobs KA, Geor RJ, Hinchcliff KW. No effect of preexercise meal on substrate metabolism and time trial performance during intense endurance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2003;13:489–503.
- Schabert EJ, Bosch AN, Weltan SM, Noakes TD. The effect of a preexercise meal on time to fatigue during prolonged cycling exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:464–71.
- Sparks MJ, Selig SS, Febbraio MA. Pre-exercise carbohydrate ingestion: effect of the glycemic index on endurance exercise performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:844–9.
- Wee SL, Williams C, Gray S, Horabin J. Influence of high and low glycemic index meals on endurance running capacity. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:393–9.
- Wee SL, Williams C, Tsintzas K, Boobis L. Ingestion of a highglycemic index meal increases muscle glycogen storage at rest but augments its utilization during subsequent exercise. *J Appl Physiol.* 2005;99:707–14.
- Whitley HA, Humphreys SM, Campbell IT, et al. Metabolic and performance responses during endurance exercise after high-fat and high-carbohydrate meals. *J Appl Physiol.* 1998;85: 418–24.

### **EAL Conclusion Statement—Recovery (25 References)**

- Abt G, Zhou S, Weatherby R. The effect of a high-carbohydrate diet on the skill performance of midfield soccer players after intermittent treadmill exercise. *J Sci Med Sport*. 1998;1:203–12.
- Bloomer RJ, Sforzo GA, Keller BA. Effects of meal form and composition on plasma testosterone, cortisol, and insulin following resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2000;10:415–24.
- Bosher KJ, Potteiger JA, Gennings C, Luebbers PE, Shannon KA, Shannon RM. Effects of different macronutrient consumption following a resistance-training session on fat and carbohydrate metabolism. *J Strength Cond Res*. 2004;18:212–9.
- Burke LM, Collier GR, Beasley SK, et al. Effect of coingestion of fat and protein with carbohydrate feedings on muscle glycogen storage. *J Appl Physiol*. 1995;78:2187–92.
- Burke LM, Collier GR, Davis PG, Fricker PA, Sanigorski AJ, Hargreaves M. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the frequency of carbohydrate feedings. *Am J Clin Nutr*. 1996;64:115–9.
- Burke LM, Collier GR, Broad EM, et al. Effect of alcohol intake on muscle glycogen storage after prolonged exercise. *J Appl Physiol*. 2003;95:983–90.
- Carrithers JA, Williamson DL, Gallagher PM, Godard MP, Schulze KE, Trappe SW. Effects of postexercise carbohydrate–protein feedings on muscle glycogen restoration. *J Appl Physiol*. 2000;88:1976–82.
- Haub MD, Haff GG, Potteiger JA. The effect of liquid carbohydrate ingestion on repeated maximal effort exercise in competitive cyclists. *J Strength Cond Res*. 2003;17:20–5.
- Haub MD, Potteiger JA, Jacobsen DJ, Nau KL, Magee LA, Comeau MJ. Glycogen replenishment and repeated maximal effort exercise: effect of liquid carbohydrate. *Int J Sport Nutr*. 1999;9:406–15.
- Ivy JL, Goforth HW Jr, Damon BM, McCauley TR, Parsons EC, Price TB. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate–protein supplement. *J Appl Physiol*. 2002;93:1337–44.
- Jentjens RL, van Loon LJ, Mann CH, Wagenmakers AJ, Jeukendrup AE. Addition of protein and amino acids to carbohydrates does not enhance postexercise muscle glycogen synthesis. *J Appl Physiol*. 2001;91:839–46.
- Kimber NE, Heigenhauser GJ, Spriet LL, Dyck DJ. Skeletal muscle fat and carbohydrate metabolism during recovery from glycogen-depleting exercise in humans. *J Physiol*. 2003;548:919–27.
- Nicholas CW, Green PA, Hawkins RD, Williams C. Carbohydrate intake and recovery of intermittent running capacity. *Int J Sport Nutr*. 1997;7:251–60.
- Parkin JA, Carey MF, Martin IK, Stojanovska L, Febbraio MA. Muscle glycogen storage following prolonged exercise: effect of timing of ingestion of high glycemic index food. *Med Sci Sports Exerc*. 1997;29:220–4.
- Roy BD, Tarnopolsky MA. Influence of differing macronutrient intakes on muscle glycogen resynthesis after resistance exercise. *J Appl Physiol*. 1998;84:890–6.
- Roy BD, Tarnopolsky MA, MacDougall JD, Fowles J, Yarasheski KE. Effect of glucose supplement timing on protein metabolism after resistance training. *J Appl Physiol*. 1997;82:1882–8.
- Siu PM, Wong SH, Morris JG, Lam CW, Chung PK, Chung S. Effect of frequency of carbohydrate feedings on recovery and subsequent endurance run. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:315–23.
- Stevenson E, Williams C, Biscoe H. The metabolic responses to high carbohydrate meals with different glycemic indices consumed during recovery from prolonged strenuous exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2005;15:291–307.
- Tarnopolsky MA, Bosman M, Macdonald JR, Vandeputte D, Martin J, Roy BD. Postexercise protein–carbohydrate and carbohydrate supplements increase muscle glycogen in men and women. *J Appl Physiol*. 1997;83:1877–83.
- van Hall G, Shirreffs SM, Calbet JA. Muscle glycogen resynthesis during recovery from cycle exercise: no effect of additional protein ingestion. *J Appl Physiol*. 2000;88:1631–6.
- van Loon LJ, Saris WH, Kruijshoop M, Wagenmakers AJ. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. *Am J Clin Nutr*. 2000;72:106–11.
- van Loon LJ, Schrauwen-Hinderling VB, Koopman R, et al. Influence of prolonged endurance cycling and recovery diet on intramuscular triglyceride content in trained males. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2003;285:E804–11.
- Williams MB, Raven PB, Fogt DL, Ivy JL. Effects of recovery beverages on glycogen restoration and endurance exercise performance. *J Strength Cond Res*. 2003;17:12–9.
- Wong SH, Williams C. Influence of different amounts of carbohydrate on endurance running capacity following short term recovery. *Int J Sports Med*. 2000;21:444–52.
- Wong SH, Williams C, Adams N. Effects of ingesting a large volume of carbohydrate–electrolyte solution on rehydration during recovery and subsequent exercise capacity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2000;10:375–93.

**EAL Conclusion Statement—Energy Balance and Sports Performance (8 References)**

- Can F, Yilmaz I, Erden Z. Morphological characteristics and performance variables of women soccer players. *J Strength Cond Res.* 2004;18:480–5.
- Filaire E, Maso F, Degoutte F, Jouanel P, Lac G. Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. *Int J Sports Med.* 2001;22:454–9.
- Finn KJ, Dolgener FA, Williams RB. Effects of carbohydrate refeeding on physiological responses and psychological and physical performance following acute weight reduction in collegiate wrestlers. *J Strength Cond Res.* 2004;18:328–33.
- Jarvis M, McNaughton L, Seddon A, Thompson D. The acute 1-week effects of the Zone diet on body composition, blood lipid levels, and performance in recreational endurance athletes. *J Strength Cond Res.* 2002;16:50–7.
- Mourier A, Bigard AX, de Kerviler E, Roger B, Legrand H, Guezennec CY. Combined effects of caloric restriction and branched-chain amino acid supplementation on body composition and exercise performance in elite wrestlers. *Int J Sports Med.* 1997; 18:47–55.
- Noel MB, VanHeest JL, Zaneteas P, Rodgers CD. Body composition in Division I football players. *J Strength Cond Res.* 2003; 17:228–37.
- Tarnopolsky MA, Cipriano N, Woodcroft C, et al. Effects of rapid weight loss and wrestling on muscle glycogen concentration. *Clin J Sport Med.* 1996;6:78–84.
- Zachwieja JJ, Ezell DM, Cline AD, et al. Short-term dietary energy restriction reduces lean body mass but not performance in physically active men and women. *Int J Sports Med.* 2001;22:310–6.