

مقایسه پاسخ لاکتات و پروتئین C واکنشی به مصرف مکمل بی کربنات سدیم و فعالیت هوازی وامانده‌ساز در افراد جوان فعال

اصغر توفیقی^۱؛ صابر ساعدموچشی^{۱*}

چکیده

زمینه: رویکرد استفاده از مکمل‌های غذایی در به تأخیر انداختن خستگی ناشی از ورزش، همواره مورد توجه ورزشکاران و مربیان بوده است. هدف از پژوهش حاضر، مقایسه تأثیر دو نوع بارگیری کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت مکمل بی کربنات سدیم به همراه فعالیت هوازی وامانده‌ساز بر شاخص‌های خستگی و عملکردی در مردان جوان فعال بود.

روش‌ها: ۱۰ مرد فعال به‌طور غیرتصادفی، انتخاب و در یک طرح تجربی طی دو مرحله بارگیری کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت، مکمل بی کربنات را مصرف کردند. برای محاسبه لاکتات و CRP خون، نمونه‌های خونی در طول ۴ مرحله در حالت ناشتایی، قبل از شروع تست ورزشی، پس از بارگیری کوتاه‌مدت و بلندمدت مکمل و بلافاصله پس از اجرای تست مربوط به هر مرحله بارگیری گرفته شد. آزمون ورزشی شامل تست بروس تعدیل شده GXT با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه بود.

یافته‌ها: نتایج آماری نشان داد که مصرف بیکربنات در مدل بارگیری طولانی‌مدت به شکل معناداری از افزایش لاکتات خون جلوگیری می‌کند. همچنین این مدل بارگیری در مقایسه با نوع کوتاه‌مدت آن باعث افزایش مدت زمان انجام فعالیت ($P < 0/05$) می‌شود. مصرف بی کربنات در هر دو مدل بارگیری بر میزان پروتئین حاد واکنشگر تأثیری نداشته است ($P > 0/05$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد بارگیری طولانی‌مدت بی کربنات سدیم با افزایش ظرفیت تامپونی بدن باعث افزایش به تأخیر انداختن زمان رسیدن به خستگی و طولانی‌تر شدن مدت زمان انجام فعالیت می‌شود.

کلیدواژه‌ها: بیکربنات سدیم، بارگیری کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت، پروتئین C واکنشی، لاکتات

«دریافت: ۱۳۹۱/۶/۱۹ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۲۶»

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه ارومیه

* عهده‌دار مکاتبات: کردستان، شهرستان کامیاران، بخش موجش، پلاک ۵۲۲، تلفن: ۰۹۱۸۹۹۹۵۱۴۸

Email: saedsaber384@gmail.com

* این مقاله منتج از پایان‌نامه دانشجویی آقای صابر ساعد موچشی جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد از دانشکده تربیت بدنی دانشگاه ارومیه می‌باشد.

مقدمه

افراد شرکت‌کننده در رویدادهای ورزشی به دنبال کسب بهترین نتایج و رتبه‌های عالی در مسابقات می‌باشند. این افراد سعی می‌کنند که بهترین اجرای خود را به نمایش بگذارند و در این میان عوامل متعددی از بروز عملکرد ایده‌آل آن‌ها جلوگیری می‌کند (۱). از جمله سازوکاری که عملکرد ورزشی افراد را کاهش داده و از ادامه آن جلوگیری می‌کند افزایش عوامل

خستگی در بدن است که این سازوکار سبب ایجاد خستگی و کوفتگی بدن و عضلات درگیر در ورزش می‌شود (۲). خستگی به عنوان «ناتوانی در حفظ برون‌ده توانی معین یا مورد انتظار» تعریف شده است (۳ و ۴). اغلب یافته‌ها در بیان علل خستگی و محل بروز آن، به مواردی نظیر دستگاه‌های انرژی (ATP-CP)، گلیکولیز و اکسیداسیون هوازی، تجمع فرآورده‌های جانبی متابولیسم، سیستم عصبی و اختلال در سازوکار انقباضی

متمرکز شده است (۵).

بافرها از جمله مکمل‌هایی هستند که امروزه مصرف آن‌ها در بین ورزشکاران به منظور حفظ انقباض عضلانی و به تأخیر انداختن خستگی رایج شده است (۶ و ۷). امروزه به دلیل وسعت کاربرد مواد کمکی نیروزا، تحقیقات مختلفی در این زمینه انجام شده است. از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه سیستم‌های تامپونی فسفات، پروتئین، سیترات سدیم و به ویژه بی‌کربنات سدیم اشاره کرد. گرچه برای سالیان متمادی، عوامل کمکی نیروزا مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است اما هنوز در مورد تأثیر آن‌ها شک و تردید وجود دارد (۸). بی‌کربنات سدیم به عنوان یکی از این عوامل معرفی شده است که عمل آن خنثی کردن یون‌های هیدروژن برای تشکیل دی‌اکسیدکربن و آب است اما آثار آن بر عملکرد بی‌هوازی و لاکتات خون به طور قطعی روشن نشده است (۹). این مکمل تاکنون از سوی سازمان‌های بین‌المللی ورزشی به عنوان یک ماده شیمیایی غیرقانونی معرفی نشده است و مصرف آن به منظور بهبود عملکرد ورزشی، در بین ورزشکاران رشته‌های مختلف شایع شده و توجه بسیاری از پژوهشگران را نیز به خود جلب کرده است (۱۰ و ۱۱). برخی تحقیقات، افزایش در توان بی‌هوازی و مدت زمان اجرا را بعد از مصرف این مکمل گزارش کرده‌اند (۱۲ و ۱۳). با این حال بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده، اثر حاد مصرف بی‌کربنات سدیم را تنها به دنبال یک تکرار انجام آزمون بررسی کرده‌اند. به عنوان مثال درباره اثر این مکمل بر لاکتات خون بعد از یک جلسه فعالیت تناوبی شدید، گزارش‌ها نشان می‌دهد که به دنبال بهبود عملکرد، میزان تجمع این شاخص نیز به طور معناداری زیاد می‌شود (۱۴). عوامل التهابی نیز با شروع ورزش افزایش پیدا می‌کنند و به تدریج انباشته شده و سبب درد در عضلات درگیر در ورزش می‌شوند. یکی از این عوامل، پروتئین c واکنشی می‌باشد که به محض انجام فعالیت، شروع به افزایش می‌کند (۱۵). دانشمندان به

این یافته دست پیدا کردند که ارتباط بالایی بین این عامل و بیماری‌های قلبی عروقی وجود دارد (۱۵). اخیراً نیز دانشمندان گزارش دادند که می‌توان با استفاده از مکمل‌های غذایی این عامل را به طور معناداری کاهش داد (۱۶). به دنبال فعالیت بدنی، تولید سایتوکاین‌های التهابی نظیر TNF- α ، اینترلوکین ۶ و پروتئین c واکنشی افزایش می‌یابد (۲۴). اینترلوکین-۶ که توسط کبد تولید می‌شود محرک تولید پروتئین c واکنشی می‌باشد (۱۷) و التهاب، درد عضلانی و خستگی از علائم پاتولوژیکی پس از فعالیت جسمانی می‌باشد که با محدود کردن حرکتی، ضعف عملکردی و کاهش قدرت همراه می‌باشد. فعالیت‌های بدنی منظم از عوامل کاهش بسیاری از بیماری‌های قلبی عروقی به شمار می‌روند. در این راستا نیز مدارکی وجود دارد که ورزش سبب پاسخ التهابی کوتاه‌مدت و تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود (۱۹ و ۲۰). در پژوهش‌های انجام‌شده دو مدل بارگیری کوتاه‌مدت و بلندمدت برای مکمل بی‌کربنات سدیم تعریف شده است. مدل بارگیری کوتاه‌مدت در حدود ۹۰-۶۰ دقیقه قبل از فعالیت ورزشی و بارگیری طولانی مدت آن ۶-۵ روز به طول می‌انجامد (۱۵). نتایج پژوهشی نشان می‌دهد که هر دو مدل بارگیری این مکمل سبب افزایش کار انجام‌شده از ۹ به ۲۱ درصد و افزایش توان اوج عملکردی از ۵/۳ به ۸/۷ درصد می‌شود (۱۰ و ۱۱). اغلب تحقیقات انجام‌گرفته به تأثیرات ارگونومیک این مکمل متمرکز شده و تحقیقات کمی در مورد مقایسه بین دو مدل بارگیری کوتاه‌مدت و طولانی مدت و برتری هر کدام انجام گرفته است. در تنها تحقیقی که به مقایسه دو مدل بارگیری و اثر آن بر میزان بهبود کار پرداخته، تفاوت معناداری بین دو مدل بارگیری گزارش نشده است (۱۳). در این تحقیق سعی شد تا علاوه بر مقایسه بین دو مدل بارگیری، اثر استفاده از این مکمل بر شاخص‌های خستگی، عملکرد و التهاب بدن نیز مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بود و با یک گروه تجربی انجام شد. هدف از انتخاب یک گروه، مقایسه بین دو بارگیری مکمل و میزان اثربخشی این دو بارگیری به شکل میدانی و به صورت پیش‌آزمون- پس‌آزمون بود. این تحقیق طی دو جلسه جداگانه با فاصله ده روزه انجام شد. این دوره ده روزه به خاطر ممانعت تأثیر بارگیری کوتاه مدت مکمل و دوره تمرینی بر بارگیری طولانی مدت آن و آزمون ورزشی مربوط به این مرحله بود (۹). ۴۵ دانشجوی رشته تربیت بدنی ورودی ۱۳۸۷ دانشگاه ارومیه به صورت فراخوان برای شرکت در تحقیق داوطلب شدند. پس از گرفتن رضایت‌نامه از آنها، با توجه به شرایط تحقیق، ۱۰ نفر (سن $23/3 \pm 1/3$ ، قد $175 \pm 2/8$ سانتی‌متر و وزن $65 \pm 2/4$ کیلوگرم) شاخص توده بدنی $21/24 \pm 1/4$ به صورت غیر تصادفی به عنوان نمونه انتخاب شدند. به دلیل مصرف بیکربنات سدیم، آزمودنی‌ها از افرادی بودند که سابقه بیماری دستگاه گوارشی، قلبی-عروقی، تنفسی و بیماری خاصی نداشتند. این دارو در آلکالوز متابولیک یا تنفسی، کاهش یون کلرور ناشی از استفراغ یا تخلیه مداوم دستگاه گوارش و کمی کلسیم خون نباید مصرف شود. مصرف همزمان بی‌کربنات سدیم با متنامین، به علت قلیایی شدن ادرار ناشی از بی‌کربنات سدیم ممکن است اثربخشی متنامین را با مهار تبدیل این دارو به فرمالدئید کاهش دهد. همچنین در بیماران در معرض اریتمی قلبی نیز مصرف این مکمل می‌تواند موجب بروز کمی پتاسیم خون شود. دو روز قبل از آزمون، افراد به منظور آشنایی با پروتکل ورزشی در محل اجرای آزمون جمع شده و با نحوه کار بر روی دستگاه آشنا شدند. بارگیری مکمل در دو مرحله کوتاه مدت و طولانی مدت به نمونه‌ها داده شد. در مرحله کوتاه مدت $0/3$ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بی‌کربنات سدیم که در 250 میلی‌لیتر آب حل شده بود 90 دقیقه قبل از شروع تست و در مرحله

طولانی مدت $0/5$ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در طی 4 مرحله در روز و به مدت 5 روز مصرف شد (6 و 7). در روز آزمون مکمل مصرف نشد. برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، عمل خونگیری در طول 4 مرحله در حالت ناشتایی، قبل از شروع تست ورزشی، پس از بارگیری کوتاه مدت و بلندمدت مکمل و بلافاصله پس از اجرای تست مربوط به هر مرحله بارگیری گرفته شد. بدین منظور در حالت استراحت، 5 میلی‌لیتر خون گرفته شد و نمونه‌ها برای اندازه‌گیری CRP و لاکتات مورد استفاده قرار گرفت. لاکتات سرم با استفاده از روش الایزا و توسط کیت آزمایشگاهی ساخت شرکت پارس و CRP خون نیز به روش نفلومتری توسط دستگاه الایزا اندازه‌گیری شد. نمونه‌های لاکتات می‌بایست به محض اخذ شدن به آزمایشگاه ارجاع داده می‌شدند، چون به محض گذشت 15 دقیقه از عمل خونگیری خود پلاسما نیز شروع به تولید لاکتات می‌کرد. آزمون ورزشی شامل آزمون بیشینه GXT با استفاده از بروس تعدیل شده با شدت 75 درصد ضربان قلب برای شروع تست و ماندن ساز بیشینه پیش‌بینی شده بود. در طی این آزمون، ضربان قلب به طور مداوم اندازه‌گیری می‌شد و از مقیاس بورک در تعیین شدت تمرینات و رسیدن به خستگی ارادی استفاده شد.

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده ابتدا از آمار توصیفی جهت تنظیم داده‌ها و تعیین شاخص‌های گرایش مرکزی و شاخص‌های پراکندگی استفاده شد و سپس برای مقایسه اختلاف موجود در میانگین توزیع شاخص‌های مربوط به دو مدل بارگیری از آزمون t همبسته استفاده شد. تمام مراحل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 انجام شد.

یافته‌ها

نتایج مربوط به اندازه‌گیری لاکتات سرم در دو مدل بارگیری بی‌کربنات سدیم نشان داد که اختلاف معناداری در این شاخص بین دو مدل وجود دارد. در

(جدول ۱) ($P > 0/05$) همچنین نتایج مربوط به اندازه‌گیری مدت‌زمان انجام فعالیت در دو مدل بارگیری نشان داد که بین دو مرحله متفاوت بارگیری تفاوت معناداری وجود دارد. مدت‌زمان انجام فعالیت در مرحله بارگیری طولانی‌مدت نسبت به بارگیری کوتاه‌مدت آن به‌طور معناداری افزایش یافته بود ($P < 0/05$) (جدول ۱).

بارگیری طولانی‌مدت، مکمل لاکتات بیشتری در سرم خون یافت شد. نتایج ناشی از آزمون t وابسته مربوط به اندازه‌گیری CRP خون در دو بارگیری بی‌کربنات سدیم نشان داد که بین دو شرایط متفاوت بارگیری بی‌کربنات سدیم در میزان CRP، تفاوت معناداری وجود ندارد. در هر دو بارگیری مکمل بی‌کربنات سدیم، میزان پروتئین C واکنشی هیچ تغییر معناداری را نشان نداد.

جدول ۱- نتایج آزمون t همبسته در تعیین اختلاف توزیع شاخص‌های آزمون بین دو مدل بارگیری کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت بی‌کربنات سدیم

شاخص	میانگین تغییرات	میانگین خطای استاندارد	۹۵٪ فاصله اطمینان		t محاسبه شده	درجه آزادی	سطح معناداری
			حد پایینی	حد بالایی			
لاکتات	-۱/۰۰۰۰۵	۳/۶۲۷۸۲	-۹/۷۰۶۷۱	۶/۷۰۶۷۱	-۰/۴۱۳	۹	۰/۰۴۹*
CRP	-۰/۴	۰/۲۷۱۸۳	-۱/۰۱۴۹۲	۰/۲۱۴۹۲	-۱/۴۷۲	۹	۰/۱۷۹
مدت‌زمان انجام فعالیت	۰/۴۹	۰/۰۳۰۶۷	۰/۱۴۶۶۳	۰/۲۸۵۳۷	۷/۰۴۳	۹	<۰/۰۰۱

$P < 0/0001$; * $P < 0/05$

بحث

آثار مصرف بی‌کربنات سدیم در طول فعالیت‌های تناوبی، افزایش ظرفیت تامپونی برای یون‌های هیدروژن، افزایش تحمل لاکتات و متعاقب آن افزایش زمان رسیدن به واماندگی گزارش شده‌است (۹ و ۱۲). بنابراین به‌نظر می‌رسد مصرف این مکمل، اثر مثبتی بر عملکرد ورزشی داشته باشد. در تأیید این موضوع پژوهشگران دریافته‌اند که مصرف مکمل بی‌کربنات سدیم موجب بهبود عملکرد شناگران سرعتی می‌شود (۱۳). پژوهشگران بر این باورند که افزایش پروتون‌های بافری می‌تواند خستگی را به تأخیر بیندازد و این کار با بهبود استفاده انرژی سوسترا و حفظ انقباض عضلانی انجام می‌شود (۱۱). همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بارگیری طولانی‌مدت بی‌کربنات سدیم، تأثیر مثبتی بر عملکرد ورزشی و مدت‌زمان انجام فعالیت دارد. این یافته‌ها می‌تواند از اثر ارگوژنیک ناشی از ایجاد شرایط آلکالوز بارگیری بلندمدت مکمل بیکربنات سدیم حکایت داشته‌باشد که ممکن است با افزایش ظرفیت

هدف از این پژوهش مقایسه مدل کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت بارگیری مکمل بیکربنات سدیم و تعیین اثربخشی این مدل‌ها بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که به‌دنبال انجام تست هوازی وامانده‌ساز، بارگیری بلندمدت این مکمل در مقایسه با مدل کوتاه‌مدت آن توانست از افزایش معنادار لاکتات استراحتی افراد جلوگیری کند که این نتیجه همسو با نتایج تحقیق مک ناتون و تامسون (۲۰۰۱) است. در بارگیری کوتاه‌مدت این مکمل میزان لاکتات پلاسمایی نسبت به بارگیری طولانی‌مدت افزایش بیشتری نشان داد. بارگیری بلندمدت این مکمل توانست ظرفیت بافری بدن را بالا ببرد (۶). نتایج پژوهشی نشان می‌دهد به‌علت شرایط آلکالوزی که بارگیری طولانی‌مدت این مکمل ایجاد می‌کند میزان لاکتات عضله فعال کاهش می‌یابد و این عامل سبب کاهش انتقال این متابولیت از محیط درون‌عضلانی به داخل پلاسمای خون می‌شود (۹). از

وجود ندارد و از این رو در تحقیقاتی که فعالیت آن‌ها کم‌تر از ۱ دقیقه و یا بیشتر از ۳۰ دقیقه انجام گرفته، تأثیر مثبتی از اثربخشی این مکمل گزارش نشده است (۱، ۸ و ۱۱). در مجموع، پژوهش حاضر نشان داد که بارگیری طولانی مدت مکمل بی‌کربنات سدیم در مقایسه با بارگیری کوتاه مدت آن بعد از یک جلسه فعالیت هوازی وامانده ساز می‌تواند با افزایش ظرفیت بافری بدن از تجمع بیش از حد لاکتات خون جلوگیری کند و موجب طولانی تر شدن مدت زمان انجام فعالیت شود.

نتیجه گیری

بارگیری طولانی مدت مکمل بی‌کربنات سدیم با افزایش انتقال لاکتات از عضله به پلاسما مانع از تجمع آن در عضله، کاهش خستگی ناشی از تجمع لاکتات و به تأخیر انداختن خستگی می‌شود، اما در بارگیری کوتاه مدت، این نتایج مشاهده نگردید و حتی در این بارگیری، عوارض جانبی مانند استفراغ و تهوع نیز دیده شد.

تامپونی در ارتقای سطح عملکرد مؤثر باشد. این یافته‌ها با نتایج برخی از تحقیقات همخوانی دارد. نتایج پژوهشی نشان می‌دهد که مصرف بی‌کربنات سدیم، موجب افزایش معنادار سطوح بی‌کربنات پلاسما نسبت به سطح استراحتی آن می‌شود (۵ و ۱۳). یافته‌های این تحقیق نشان داد که مصرف این مکمل در دو بارگیری بر پروتئین C واکنشی نیز تأثیر معناداری را بر جای نگذاشت. این نتیجه با مطالعه ریکر و همکارانش (۲۰۰۴)، که بر روی کودکان و به شیوه انتخاب شدت فعالیت بر حسب ضربان قلب بیشینه انجام شده همسو است. همچنین با تحقیق ماری و همکارانش (۲۰۰۷) همسو است. پژوهشگران بر این باورند که در زمینه اثر مکمل بی‌کربنات سدیم بر تغییرات شاخص‌های عملکردی، مدت زمان فعالیت تأثیرگذار است. به عنوان مثال گزارش شده است که در فعالیت‌های کم‌تر از ۱ دقیقه، زمان کافی برای متابولیسم گلیکولیز، تولید پروتون، افزایش ظرفیت تامپونی داخل سلولی و در نتیجه ایجاد شیب مثبت بین محیط داخل و خارج سلول

References

1. Jourkesh M, Ahmadi S, Mehdipoor Keikha B, Sadri I, Ojagi A . Effects of six weeks sodium bicarbonate supplementation and high-intensity interval training on endurance performance and body composition. *Annals of Biological Research* 2011;2(2):403-13.
2. Stephens TJ, McKenna MJ, Canny BJ, Snow RJ, McConell GK . Effect of sodium bicarbonate on muscle metabolism during intense endurance cycling. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(4):614-21.
3. McNaughton LR, Thompson D. Acute versus chronic sodium bicarbonate ingestion and anaerobic work and power output. *J Spots Med Phy Fitness*. 2001;41(4):436-62.
4. Boyd JH, Walley KR. Is there a role for sodium bicarbonate in treating lactic acidosis from shock? *Curr Opin Crit Care*. 2008;14(4):379-83.
5. Linderman J, Fahey TD. Sodium bicarbonate ingestion and exercise performance. An update. *Sports Med* 2009;11:71-80
6. Raymer GH, Marsh GD, Kowalchuk JM, Thompson RT. Metabolic effects of induced alkalosis during progressive forearm exercise to fatigue. *J Appl Physiol*. 2004;96:2050-6.
7. Maughan R, Depiesse F, Geyer H. The use of dietary supplements by athletes. *Journal of Sports Sciences* 2007;25:103-13.
8. Bishop D, Claudius B. Effects of induced metabolic alkalosis on prolonged intermittent-sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005;37(5):759-67.
9. Stephens TJ, McKenna MJ, Canny BJ, Snow RJ, McConell GK. Effect of sodium bicarbonate on muscle metabolism during intense endurance cycling. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34:614-21.
10. McKenzie DC, Moutte KD, Mtirling DR, Hhoebe HH, Kuzara G. Maximal work production following two levels of artificially induced metabolic alkalosis. *J Sport Sci*. 1986;4(1):35-8.
11. McNaughton L, Back K, Palmer G, Strange N. Effects of chronic bicarbonate ingestion on the performance of high intensity work. *European Journal of Applied Physiology*. 1999;80:333-6.
12. McNaughton LR, Siegler J, Midgley A. Ergogenic effects of sodium bicarbonate. *Current Sports Medicine Reports*. 2008;7(4):230-6.

13. Artioli GG, Gualano B, Coelho DF, Benatti FB, Gailey AW, Lancha AH Jr. Does sodium-bicarbonate ingestion improve simulated judo performance? *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2007;17(2):206-17.
14. Price M, Moss P, Rance S. Effects of sodium bicarbonate ingestion on prolonged intermittent exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1303-8.
15. Tofighi A, Zolfaghari MR, Najafi Elias Abad S, Assemi A. [Short-term effects of aerobic exercise and vitamin C + E on IL-6, CRP and oxidative stress markers in obese women, sedentary. (Persian)]. *Urmia Medical journal.* 2010;21(3):228-36.
16. Fallon KE. The acute phase response and exercise: the ultramarathon as prototype exercise. *Clin J Sport Med.* 2001;11:38-43.
17. Aronson D, Sheikh-Ahmad M, Avizohar O, Kerner A, Sella R, Bartha P, et al. C-Reactive protein is inversely related to physical fitness in middle-aged subjects. *Atherosclerosis.* 2004;176(1):173-9.
18. Kern PA, Ranganathan S, Li C, Wood L, Ranganathan G. Adipose tissue tumor necrosis factor and interleukin-6 expression in human obesity and insulin resistance. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2001;280(5):E745-51.
19. Ridker PM, Rifai N, Rose L, Buring JE, Cook NR. Comparison of C-reactive protein and low-density lipoprotein cholesterol levels in the prediction of first cardiovascular events. *N Engl J Med.* 2002;347:1557-65.
20. Miles MP, Pearson SD, Andring JM, Kidd JR, Volpe SL. Effect of carbohydrate intake during recovery from eccentric exercise on interleukin-6 and muscle-damage markers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* 2007;17:507-20.