فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی و تکوین جانوری
شماره پیاپی ۲۴، جلد ۷، شماره ۱، زمستان۹۲، صفحه ۳۱ تا ۳۹

تاثیر مصرف مکمل کولین بر سطح اسیدهای چرب آزاد و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما در طول یک جلسه فعالیت ورزشی بلند مدت

مهدی رضا قلی زاده[۱]، الهام کرمی[۲]، محمد رضا چنگیزی[۲]، مسعود محمدیان[۳]
۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان استادیار گروه تربیت بدنی، زنجان،ایران. mahdi_rezagholizadeh@yahoo.com
۲- کارشناسی ارشد تربیت بدنی، گروه قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران.
۳- دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان گروه میکروبیولوژی، زنجان،ایران.

تاریخ دریافت:۹۲/۹/۱۳ تاریخ پذیرش:۹۲/۱۱/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: هرگونه راهبرد تمرینی و دستکاری رژیم غذائی که بتواند باعث افزایش اکسایش چربی‌ها و صرفه جوئی در مصرف کربوهیدرات‌ها گردد، می تواند برای ورزشکاران استقامتی سودمند باشد. هدف از این مطالعه تأثیر مصرف مکمل کولین، بر تغییرات اسیدهای چرب آزاد و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما و سوخت و ساز چربی‌ها در طول یک جلسه فعالیت بلند مدت می باشد.

روش کار: نه مرد نخبه رشته سه گانه، در قالب طرح تحقیق انتقالی یک سویه کور، دو جلسه فعالیت ۱۲۰ دقیقه ای دویدن را بر روی نوارگردان با شدت ۵۹ تا ٦٤ ٪ VO_2MAX اجرا نمودند. آزمودنی‌ها یک ساعت قبل از فعالیت جلسه اول، دارونما و یک ساعت قبل از فعالیت جلسه دوم، مکمل کولین بیتارترات مصرف نمودند. قبل و بعد از فعالیت‌ها، نمونه گیری خون برای اندازه گیری اسیدهای چرب آزاد و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما به‌عمل آمد، برای اندازه گیری این مشخصه ها از روش رنگ سنجی استفاده گردید. داده ها به-وسیله آزمون تحلیل واریانس مکرر در سطح معنی داری ($P\leq ۰/۰۵$)، تجزیه و تحلیل گردید.

یافته ها: مقایسه نتایج دو فعالیت نشان داد که سطح اسیدهای چرب آزاد پلاسما در انتهای فعالیت همراه با مکمل کولین به‌طور معنی داری از مقدار مشابه در فعالیت همراه با دارونما پائین‌تر و سطح بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسما در انتهای فعالیت همراه با مکمل کولین به‌طور معنی داری از مقدار مشابه در فعالیت همراه با دارونما بالاتر بود.

نتیجه گیری: مصرف مکمل کولین، از طریق افزایش برداشت اسیدهای چرب آزاد پلاسما و نیز افزایش سطح بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما، می تواند فرآیند اکسایش چربی‌ها را طی فعالیت‌های ورزشی بلند مدت افزایش دهد.

واژه های کلیدی: مکمل کولین، اسیدهای چرب آزاد، بتاهیدروکسی بوتیرات، فعالیت بلند مدت، رشته ورزشی سه گانه.

مقدمه

ذخایر چربی بدن بزرگ‌ترین ذخایر انرژی بدن می باشند و مقادیر کلی انرژی ذخیره شده در قالب تری گلیسیرید بدن بیش از ۶۰ برابر مقادیر انرژی ذخیره‌ای به‌صورت گلیکوژن است(۱۱). نشان داده شده است که افزایش قابلیت اکسایش اسیدهای چرب درحین فعالیت ورزشی استقامتی موجب تأخیر در شروع تخلیه گلیکوژن عضلات و کبد، کاهش قند خون و در نتیجه تأخیر در بروز خستگی و تداوم فعالیت می شود(۱۱) و هرگونه راهبرد تمرینی و دستکاری رژیم غذائی که بتواند باعث افزایش اکسایش چربی‌ها و صرفه جوئی در مصرف کربوهیدرات‌ها گردد، می تواند برای ورزشکاران استقامتی سودمند باشد(۱۲، ۶). نشان داده شده است که سهم نسبی چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها در فرآیند تولید انرژی به عواملی نظیر شدت فعالیت، مدت فعالیت، سطح آمادگی جسمانی، VO2MAX، جنسیت و نوع رژیم غذایی فرد بستگی دارد(۱۲). در مورد شدت ایده آل برای اکسایش چربی‌ها، تأیید شده است که حداکثر اکسایش چربی‌ها در افراد تمرین کرده بین ۵۹ تا ۶۴ ٪

VO2MAX و در افراد تمرین نکرده بین ۴۷ تا ۵۲ ٪ VO2MAX اتفاق می افتد(۱۲). امروزه در زمینه رشته های استقامتی و فوق استقامتی مکمل‌های مختلفی به منظور بهبود عملکرد و تأخیر در بروز خستگی به کار برده می شود. کولین از جمله این مکمل‌ها است که دارای اثرات ممتاز عصبی - عضلانی، سوخت وسازی، ذهنی و ساختاری بی شماری در بدن پستانداران می باشد(۲۱)، اخیراً توسط گروه غذا و تغذیه انستیتو پزشکی آمریکا، جزء مواد مغذی اساسی برای انسان طبقه بندی شده است(۲۰). با توجه به‌این‌که این ماده پیش ساز سنتز میانجی عصبی عضلانی استیل کولین می باشد، در مطالعات متعددی اثر کولین بر عملکرد ورزشی با تأکید بر نقش آن بر سازوکار خستگی عصبی عضلانی مورد تأیید قرار گرفته است(۱۸، ۱۷، ۸، ۷)، اما کولین در عین حال مهم‌ترین ماده لیپوتروپیک بدن پستانداران نیز می باشد(۲۰). مواد لیپوتروپیک موادی هستند که به تجزیه و شکسته شدن چربی‌ها درجریان سوخت وساز بدن کمک می کنند و خروج چربی از کبد را افزایش داده و برای حفظ سلامت کبد و نیز سوختن چربی خارج شده از کبد ضروری می باشند(۴). در مطالعات گذشته گزارش شده، مشخص شده که تأثیر کولین به‌عنوان یک ماده لیپوتروپیک بر فرآیند سوخت و ساز چربی‌ها درجریان فعالیت ورزشی کمتر مورد توجه قرار گرفته است و در مطالعات محدودی تأثیر مصرف بلند مدت مکمل کولین بر شاخص های چربی و سوخت و ساز چربی بدن در حیوانات و افراد غیر ورزشکار مورد بررسی قرار گرفته است(۱۵، ۱۴، ۱۰). از شاخص های مطالعه شده، تغییرات میزان اسیدهای چرب آزاد و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما، در مصرف بلند مدت مکمل کولین می باشد. تحقیقات نوبوکو و ساچان(۲۰۰۰) نشان داده است که مصرف بلند مدت ترکیبات کافئین، کارنیتین و کولین در موش‌ها، از طریق تأثیر کولین بر میزان نفوذپذیری غشاء پلاسمائی سلول‌های عضلانی، موجب افزایش برداشت اسیدهای چرب آزاد توسط این سلول‌ها موجب افزایش ذخایر تری گلیسیرید درون سلول‌های عضلانی و کاهش سطح تری گلیسیرید و اسیدهای چرب آزاد پلاسما در انتهای دوره مکمل سازی کولین می شود. این تغییرات با کاهش شاخص‌های چربی بدن مانند لایه چربی زیر پوستی همراه است(۱۵). تحقیقات دایلی و ساچان(۱۹۹۵) و نیز نوبوکو و ساچان(۲۰۰۳)، نشان داده که مصرف بلند مدت مکمل کولین در انسان‌ها، موجب افزایش ذخایر کارنیتین عضلانی و افزایش سطح بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما در انتهای دوره گردید که با توجه به نقش کلیدی کارنیتین در فرآیند اکسایش میتوکندریائی چربی‌ها، این تغییرات را در جهت افزایش اکسایش چربی‌ها دانستند، ولی به‌دلیل این‌که این تغییرات با کاهش نسبت مبادله تنفسی همراه نبود، نتیجه گرفتند که مصرف مکمل کولین موجب افزایش ظرفیت اکسایش ناقص چربی‌ها می‌گردد، دلیل این نتیجه گیری هم ظهور گروه‌های استیل ناشی از بتااکسیداسیون چربی‌ها، به‌صورت بتاهیدروکسی بوتیرات در پلاسما بود(۱۴، ۱۰). اما تأثیر مصرف مکمل کولین بر تغییرات شاخص‌های سوخت وساز چربی‌ها در یک جلسه فعالیت بلند مدت ورزشی، مسئله ای است که بدان پرداخته نشده است. بنابراین، این مطالعه در نظر دارد تأثیر یک جلسه فعالیت بلند مدت، که شدت و مدت آن برای حداکثر اکسایش چربی‌ها ایده آل می باشد، را بر تغییرات اسیدهای چرب آزاد و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما در انتهای این فعالیت در ورزشکاران رشته ورزشی سه گانه، مورد توجه قرار دهد و بدین ترتیب، تأثیر مصرف مکمل کولین را بر سوخت و ساز چربی‌ها مورد ارزیابی قرار دهد.

مواد و روش ها

آزمودنی‌ها

تعداد نه نفر از ورزشکاران مرد رشته ورزشی سه گانه استان زنجان که حداقل در سه سال گذشته دارای تمرینات منظم در این رشته بوده و دارای مقام‌های برتر در سطح استانی، ملی، بین المللی و آسیائی بوده اند، به‌صورت نمونه گیری داوطلبانه، در این مطالعه شرکت نمودند. مشخصات عمومی و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ ارائه گردیده است.

جدول ۱- مشخصات عمومی و فیزیولوژیکی نمونه مورد مطالعه(n = ۹)

مشخصات عمومی و فیزیولوژیکی	میانگین ± انحراف معیار
سن (سال)	۲۱/۴۴ ± ۲/۸۳
وزن (کیلوگرم)	۵۴/۷۱ ± ۵/۳۴
درصد چربی بدن (٪)	۱۲/۴۳ ± ۳/۶۴
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۶۷ ± ۱/۹۶
ضربان قلب بیشینه (تعداد)	۱۹۵ ± ۵/۸۱
VO2MAX (میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	۷۱/۲۵ ± ۴/۳۶

طرح تحقیق

این طرح به صورت طرح تحقیق انتقالی یک سویه کور اجرا گردید. این طرح تحقیقی مستلزم اجرای دو نوبت فعالیت بلند مدت جداگانه با شدت و مدت تعریف شده بود، فعالیت بلند مدت مورد نظر، عبارت بود از ۱۲۰ دقیقه دویدن بر روی نوارگردان با شدت ۵۹ تا ۶۴ درصد VO2MAX (معادل ۷۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب). این شدت فعالیت مناسب‌ترین شدت برای حداکثر اکسایش چربی می باشد(۱۲). بین اجرای دو جلسه فعالیت یک هفته فاصله زمانی وجود داشت و قبل از اجرای فعالیت های اول و دوم سه روز استراحت فعال برای آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد. یک ساعت قبل از شروع فعالیت اول، ۲۵۰ میلی لیتر دارونما (آب پرتقال) و یک ساعت قبل از شروع فعالیت دوم، مکمل کولین بیتارترات(محصول شرکت Life Extension,USA) به‌میزان ۰/۰۵ گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن آزمودنی‌ها در قالب ۲۵۰ میلی لیتر آب پرتقال مصرف گردید. به منظور اندازه گیری اسیدهای چرب آزاد و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما، دقیقاً در ابتدا و انتهای هر دو جلسه فعالیت از آزمودنی‌ها نمونه خون تهیه شد (جدول ۲).

اندازه گیری ویژگی‌های فیزیولوژیک آزمودنی‌ها

یک هفته قبل از اجرای فعالیت استقامتی اول، VO2MAX آزمودنی‌ها، با استفاده از آزمون نوارگردان بروس اندازه گیری شد و ضربان قلب بیشینه آزمودنی‌ها در زمان قطع آزمون بروس و در سر حد خستگی مفرط آزمودنی‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای این منظور از دستگاه نوارگردان (Cosmed,T170, Italy) استفاده گردید و ضربان قلب بیشینه نیز توسط نمایشگر این دستگاه ثبت شد. برای اندازه گیری شاخص توده بدن و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها از دستگاه اندازه

گیری ترکیب بدن (Fortex,6100/XL,China) استفاده گردید.

جدول ۲-نگاره طرح تحقیق

زمان	طی سه روز قبل از فعالیت	دقیقا" قبل از شروع فعالیت	۱۲۰ دقیقه	دقیقا" پس از اتمام فعالیت
هفته اول	ثبت برنامه غذائی	نمونه گیری خون (پیش آزمون)	فعالیت بلند مدت	نمونه گیری خون (پس آزمون ۱)
هفته دوم	تکرار برنامه غذائی ثبت شده	نمونه گیری خون (پیش آزمون)	فعالیت بلند مدت	نمونه گیری خون (پس آزمون ۱)

کنترل رژیم غذایی

جهت حذف اثر رژیم غذائی بر نتایج تحقیق، در طی یک جلسه توجیهی از آزمودنی‌ها خواسته شد تا رژیم غذائی خود را در طی ۷۲ ساعت قبل از فعالیت همراه با دارونما ثبت نمایند و سپس از آن‌ها خواسته شد که رژیم غذائی ثبت شده را در طی ۷۲ ساعت قبل از فعالیت همراه با مکمل کولین تکرار نمایند. لازم به‌ذکر است که آزمودنی‌ها پس از مصرف دارونما در فعالیت اول و نیز پس از مصرف مکمل در فعالیت دوم و در زمان اجرای فعالیت‌ها، هیچ نوع ماده مغذی را مصرف ننمودند.

نمونه گیری خون

برای اندازه گیری اسیدهای چرب آزاد و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما، در هر دو فعالیت (فعالیت با دارونما و فعالیت با مکمل کولین) به‌صورت پیش آزمون (دقیقاً قبل از فعالیت) و پس آزمون (دقیقاً پس از فعالیت)، از آزمودنی‌ها نمونه گیری خون به‌عمل آمد. برای این منظور پنج میلی لیتر از خون وریدی دست راست آزمودنی‌ها در حالت نشسته، توسط متخصص آزمایشگاه و به داخل لوله همولیز منتقل شد. جهت جداسازی سرم از لخته با لوله های همولیز با دور ۴۰۰(rpm) به‌مدت ۴ دقیقه سانتریفیوژ و سرم تشکیل شده به‌عنوان نمونه به داخل دو میکروتیوپ با حجم دو میلی لیتر منتقل و جهت نگهداری به دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید تا بدین ترتیب از فرآیند (Freeze &Thaw) سرم‌ها که باعث کاهش دقت و صحت تجزیه و تحلیل نمونه ها می شود، جلوگیری به‌عمل آید. روش سنجش اسیدهای چرب آزاد و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما، روش رنگ سنجی (Colorimetric Assay) بود که با استفاده از کیت‌های شرکت Biovision (Biovision Research Product,USA) اندازه گیری شد. اندازه گیری‌های مربوط به اسیدهای چرب آزاد پلاسما (cat≠k612-100) در طول موج ۵۷۰ نانومتر و اندازه گیری بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما(cat≠k632-100) در طول موج ۴۵۰ نانومتر انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تلخیص اطلاعات جمع‌آوری شده و شناخت بیشتر جامعه از روش‌های آمار توصیفی استفاده شد و نیز از آزمون تحلیل واریانس مکرر جهت یافتن اختلاف معنی دار بین میانگین گروه های مورد مطالعه برای هر متغیر استفاده و در صورت وجود اختلاف معنی دار بین گروه-ها ($P\leq ۰/۰۵$)، آزمون تعقیبی LSD برای آزمون فرضیه های تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. هم‌چنین مقدار($P\leq ۰/۰۵$)، برای رد یا قبول فرضیه‌ها، مد نظر گرفته شد و کلیه محاسبات آماری این طرح به‌وسیله نرم افزار رایانه ای SPSS 18 انجام گرفت.

نتایج

برای مطالعه تأثیر مصرف مکمل کولین بر میزان اسیدهای چرب آزاد و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما در یک

جلسه فعالیت طولانی مدت، میزان این دو شاخص در ابتدا و انتهای دو فعالیت جداگانه همراه با دارونما و مکمل کولین اندازه گیری شد. در جدول ۳ و نمودارهای ۱ و ۲ سطوح اسیدهای چرب آزاد و بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسمای آزمودنی‌ها، در شرایط مختلف تحقیق مورد مقایسه قرار گرفته است. مقایسه سطح اسیدهای چرب آزاد پلاسمای پیش آزمون و پس آزمون در فعالیت همراه با دارونما نشان داد که پس از ۱۲۰ دقیقه فعالیت، اسیدهای چرب آزاد پلاسما افزایش معنی داری یافت($P\leq ۰/۰۵$). در حالی‌که در فعالیت همراه با مکمل کولین، میزان اسیدهای چرب آزاد پلاسمای پس آزمون نسبت به پیش آزمون، تفاوت معنی داری نشان نداد($P\leq ۰/۰۵$)، (جدول ۳، نمودار ۱). مقایسه میزان اسیدهای چرب آزاد پلاسمای پس آزمون دو فعالیت نشان داد که در فعالیت همراه با مکمل کولین، اسیدهای چرب آزاد پلاسما به‌طور معنی داری پائین‌تر بود($P\leq ۰/۰۵$)، (جدول ۳ و نمودار ۱). در فعالیت همراه با دارونما و نیز فعالیت همراه با مکمل کولین، میزان بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسمای پس آزمون‌ها، نسبت به مقادیر پیش آزمون هر فعالیت، تغییر معنی داری را نشان نداد(جدول ۳، نمودار ۲). ولی در مقایسه دو گروه مشاهده شد میزان بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسما در پیش آزمون و پس آزمون فعالیت همراه با مکمل کولین از مقادیر مشابه خود در فعالیت همراه با دارونما، به‌طور معنی داری بالاتر بود($P\leq ۰/۰۵$)، (جدول ۳، نمودار ۲).

جدول ۳- مقایسه سطح اسیدهای چرب آزاد و بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسمای مردان نخبه رشته سه گانه در شرایط مختلف فعالیت بلند مدت(n = ۹)

شرایط / متغیرها	فعالیت همراه با دارونما		فعالیت همراه با مکمل کولین		P۱	P۲	P۳	P٤
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون				
اسیدهای چرب آزاد پلاسما (میلی مول بر لیتر)	۰/۸۷۷ ± ۰/۵۳۰	۵/۴۳ ± ۲/۶۹	۲/۳۸ ± ۲/۹۹	۲/۷۷ ± ۲/۳۴	* ۰/۰۰۱	۰/۸۰۴	۰/۱۹۴	* ۰/۰۱۲
بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسما (میلی مول بر لیتر)	۰/۴۷۵ ± ۰/۱۲۰	۰/۵۶۴ ± ۰/۲۰۵	۰/۹۰۴ ± ۰/۳۴۹	۱/۱۵۶ ± ۰/۵۶۸	۰/۲۷۰	۰/۱۵۱	* ۰/۰۲۸	* ۰/۰۳۱

P ۱ = مقایسه پیش آزمون و پس آزمون در فعالیت همراه با دارونما.

P ۲ = مقایسه پیش آزمون و پس آزمون در فعالیت همراه با مکمل کولین.

P۳ = مقایسه پیش آزمون های فعالیت همراه با دارونما و فعالیت همراه با مکمل کولین.

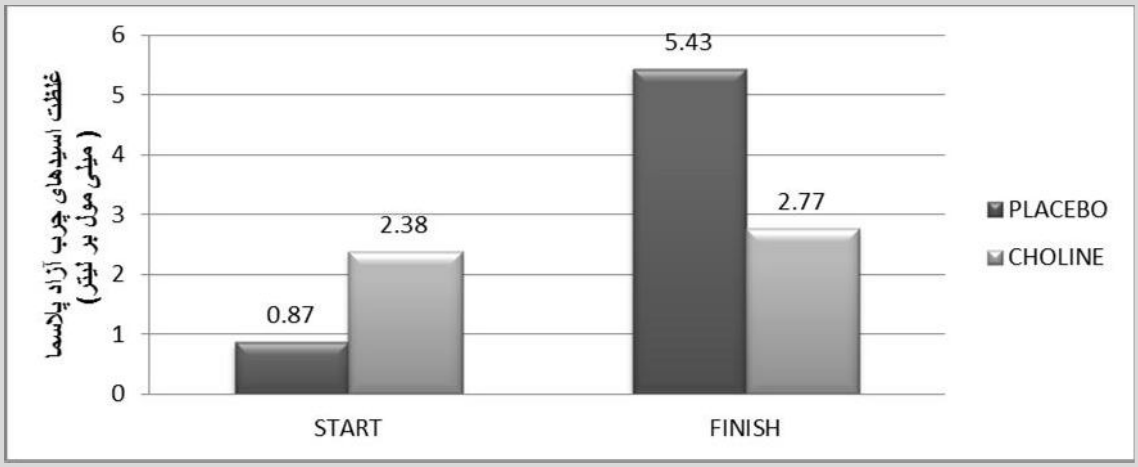
P۴ = مقایسه پس آزمون های فعالیت همراه با دارونما و فعالیت همراه با مکمل کولین.

* معنی داری در سطح ($P\leq ۰/۰۵$).

بحث و نتیجه گیری

با مصرف دارونما در ابتدای یک جلسه فعالیت ۱۲۰ دقیقه ای که با شدت مناسب برای اکسایش چربی، توسط گروهی از ورزشکاران نخبه رشته سه گانه اجرا گردید، اسیدهای چرب آزاد پلاسما، در انتهای فعالیت نسبت به ابتدای آن افزایش معنی دار یافت. وولف و همکاران(۱۹۹۰) در انتهای ۳۰ دقیقه فعالیت دویدن با شدت متوسط(۱۹)، رومین و همکاران(۱۹۹۳) در انتهای فعالیت‌های ۱۲۰ دقیقه‌ای با شدت ۲۵٪ و ۶۵٪ VO2MAX بر روی دوچرخه کارسنج(۱۶)، آچن و

همکاران(۲۰۰۲) درانتهای فعالیت دویدن با شدت ۴۵٪ VO2MAX(۳) و مورتزاکیس و همکاران(۲۰۰۶) در انتهای یک فعالیت دوی سه ساعته با شدت ۴۴ ٪ VO2MAX(۱۳)، افزایش اسیدهای چرب آزاد پلاسما را گزارش نموده اند، که این یافته ها با یافته تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد.



نمودار ۱- مقایسه سطح اسیدهای چرب آزاد پلاسمای مردان نخبه رشته سه گانه در شرایط مختلف فعالیت بلند مدت(n = ۹)

نمودار ۲- مقایسه سطح بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسمای مردان نخبه رشته سه گانه در شرایط مختلف فعالیت بلند مدت(n = ۹)

از طرف دیگر این یافته با یافته دیگری از رومین و همکاران مغایرت دارد به‌طوری‌که رومین در شدت‌های کم تا متوسط، افزایش دسترسی به اسیدهای چرب آزاد، ولی در شدت‌های بالا (۸۵ ٪ VO2MAX) کاهش دسترسی را گزارش کرده است(۱۶). اسیدهای چرب، منابع اصلی انرژی در استراحت و در حین فعالیت‌های ورزشی با شدت کم تا متوسط می باشند و یکی از مهم-ترین منابع اسیدهای چرب مورد استفاده در حین فعالیت، اسیدهای چرب آزاد پلاسما می باشند و دلیل اصلی افزایش اکسایش چربی‌ها در هنگام فعالیت‌های ورزشی با شدت متوسط، افزایش دسترسی به اسیدهای چرب آزاد پلاسما عنوان شده است که این افزایش، نتیجه افزایش لیپولیز در بافت چربی، کاهش اشباع مجدد اسیدهای چرب و نیز افزایش جریان خون به بافت چربی می باشد(۱۲). گزارش شده است که عضلات اسکلتی فعال بین ۸۰ تا ۹۰ ٪ اسیدهای چرب برداشته شده از خون را مصرف می کنند(۹،۱۹). بنابراین، افزایش معنی دار و قابل توجه اسیدهای چرب آزاد پلاسما در انتهای فعالیت

همراه با دارونما که برای اکسایش ایده آل چربی‌ها طراحی شده بود، می تواند نشانگر افزایش اکسایش چربی‌ها در این فعالیت باشد. اما سطح اسیدهای چرب آزاد پلاسما در پس آزمون فعالیت همراه با مکمل کولین نسبت به پیش آزمون آن، افزایش معنی داری را نشان نداد. با توجه به این‌که مطالعه ای در مورد اثر مکمل کولین برتغییرات اسیدهای چرب آزاد پلاسما در طی یک جلسه فعالیت ورزشی انجام نشده است، ولی ساچان و نوبوکو(۲۰۰۰) نشان داده اند که میزان اسیدهای چرب آزاد پلاسما در موش‌ها پس از یک دوره چهار هفته ای مصرف مکمل ترکیبی کولین، کافئین و کارنیتین، به‌طور معنی داری کاهش یافت که این امر را به تأثیر مثبت افزایش کولین پلاسما بر نفوذپذیری غشاء تارهای عضلات اسکلتی نسبت به اسیدهای چرب و در نتیجه برداشت بیشتر این مواد توسط سلول‌های عضلانی نسبت دادند(۱۵). در همین ارتباط، در فعالیت همراه با مکمل کولین در تحقیق حاضر، با توجه به غلظت بالاتر اسیدهای چرب آزاد پلاسما در پیش آزمون این فعالیت نسبت به فعالیت دیگر، افزایش کولین پلاسما(در اینجا آورده نشده است)، احتمالاً میزان نفوذ پذیری غشاء پلاسمایی سلول‌های عضلانی درگیر در فعالیت را نسبت به اسیدهای چرب آزاد پلاسما و در نتیجه میزان برداشت اسیدهای چرب آزاد توسط سلول‌های عضلانی را افزایش داده و در نتیجه مانع افزایش غلظت پلاسمایی آن‌ها در پس آزمون فعالیت، نسبت به پیش آزمون شده است. در مقایسه دو فعالیت، میزان اسیدهای چرب آزاد پلاسما در پیش آزمون فعالیت همراه با مکمل کولین نسبت به فعالیت همراه با دارونما، به‌طور غیر معنی دار، بالاتر بود. بنابراین به‌نظر می رسد مکمل کولین امکان دسترسی به اسیدهای چرب آزاد را در ابتدای فعالیت افزایش داده باشد. ساز وکار احتمالی این تأثیر کولین را می توان به خاصیت لیپوتروپیکی آن نسبت داد که خروج چربی‌ها از کبد و نیز تحرک پذیری اسیدهای چرب آزاد و انتقال آن‌ها به محل های تولید انرژی را افزایش می دهد(۴). اما میزان اسیدهای چرب آزاد پلاسما در انتهای فعالیت همراه با مکمل کولین به‌طور معنی داری پائین‌تر از فعالیت همراه با دارونما بود که چنان‌که پیشتر گفته شد این امر را می توان به تأثیر کولین بر نفوذ پذیری غشاء سلول‌های عضلانی نسبت به اسیدهای چرب آزاد و جذب بیشتر آن‌ها و در نتیجه افزایش ظرفیت اکسایش آن‌ها نسبت داد. افزایش معنی دار سطح بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسما در پس آزمون این فعالیت، می تواند این ایده را تأیید کند. سطح بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسما در پس آزمون فعالیت همراه با دارونما نسبت به پیش آزمون این فعالیت افزایش غیر معنی داری داشت. این یافته با یافته های بوردین و همکاران(۱۹۹۲) و کارلسون و همکاران(۱۹۷۱) هم‌خوانی ندارد(۷، ۵). در تحقیق انجام شده توسط بوردین و همکاران، ۹۰ دقیقه فعالیت برروی تردمیل توسط آزمودنی‌های غیر ورزشکار و با شدت ۵۰ تا ۶۰ ٪ VO2MAX موجب افزایش معنی دار سطح بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسما گردیده بود(۵). احتمالاً تفاوت در سطح آمادگی آزمودنی‌ها باعث بروز تناقض در نتایج تحقیق حاضر و تحقیق بوردین گردیده است. در فعالیت همراه با مکمل کولین نیز سطح بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسما در پس آزمون نسبت به پیش آزمون این فعالیت افزایش غیر معنی داری داشت. اما در مورد تأثیر مصرف مکمل کولین قبل از اجرای یک جلسه فعالیت بدنی بر میزان بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسما تحقیقی انجام نشده است. اما با توجه به تحقیقات انجام گرفته توسط ساچان و نوبوکو(۲۰۰۳) در مورد مصرف بلند مدت مکمل کولین بر افزایش بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسما در زنان غیر ورزشکار(۱۴)، انتظار می رفت که این امر محقق شود. در مقایسه دو فعالیت مشاهده گردید که مقادیر بتا هیدروکسی بوتیرات

پلاسما در پیش آزمون و پس آزمون فعالیت همراه با مکمل کولین به‌طور معنی داری از مقادیر مشابه خود در فعالیت همراه با دارونما بالاتر می باشد. همان‌طوری‌که گفته شد، قبلاً تحقیقی در مورد تأثیر مصرف کولین بر تغییرات بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسما در حین یک جلسه فعالیت بدنی صورت نگرفته است. با این وجود، ساچان و نوبوکو(۲۰۰۳)، تأثیر یک دوره ۵ هفته ای مصرف ترکیب کولین و کارنیتین، در زنان غیر ورزشکار، بر میزان بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسما را تأیید کردند و افزایش غلظت پلاسمائی آن را نشانه ای از افزایش روند اکسایش ناقص چربی‌ها در بدن و تبدیل استیل کوآنزیمA حاصل از بتا اکسایش اسیدهای چرب به استواستات و در نهایت بتا هیدروکسی بوتیرات دانسته اند(۱۴). از آن‌جائی‌که اجسام کتونی در شرایط کاهش کربوهیدرات‌های کبد و عضله همانند فعالیت‌های ورزشی استقامتی، یک منبع انرژی مناسب برای بافت-هائی مانند عضلات اسکلتی، مغز، عضله قلب و کلیه ها می باشد، در نتیجه می توانند به حفظ گلوکز خون کمک نمایند(۲). بنابراین بالا بودن سطح بتا هیدروکسی بوتیرات پلاسما در انتهای فعالیت همراه با مکمل کولین نسبت به فعالیت دیگر را می توان نشانه‌ای از افزایش اکسایش چربی‌ها و هم‌چنین کاهش مصرف قند خون و حفظ منابع کربوهیدرات بدن دانست. با توجه به نتایج به-دست آمده در این تحقیق می‌توان گفت که مصرف مکمل کولین، قبل از فعالیت بلند مدت، از طریق افزایش میزان دسترسی و برداشت اسیدهای چرب آزاد پلاسما، ظرفیت اکسایش چربی‌ها را افزایش می‌دهد که این افزایش اکسایش چربی‌ها به‌صورت افزایش سطح بتاهیدروکسی بوتیرات پلاسما در این فعالیت قابل مشاهده می باشد. بدین ترتیب می توان گفت که کولین با افزایش اکسایش چربی‌ها می تواند باعث صرفه جوئی در مصرف منابع کربوئیدراتی بدن در حین اجرای فعالیت‌های بلند مدت گردد.

منابع

۱-آزاد، ا.، قراخانلو، ر.، گائینی، ع. ۱۳۸۳. بررسی اثر مکمل کولین بر عملکرد استقامتی و خستگی متابولیکی در دوچرخه سواران ورزیده. نشریه پژوهش در علوم ورزشی. تابستان ۸۴ .شماره هفتم.

۲-گلیسون، م. ن .، گرین هاف، م.، پل، ال.۱۳۸۰. بیوشیمی ورزشی و تمرین‌های ورزشی. ترجمه: مهرانی، حسینعلی و عسگری، علیرضا.. نشر نوپردازان. ص ۹۹-۱۰۰.

3.Achten, J., Gleeson, M., Jeukendrup, AE. (2002). Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. Med Sci Sports Exerc, 34; 92.

4.Best, Ch., Huntsman, M. E. (1932). The effects of the components of lecithin upon the deposition of fat in the liver. J physiol, 75;405-412.

5.Bordin, D., Bottecchia, D., Bettini, V., Aragno, R. (1992). Effect of middle-intensity exercise on carnitine and beta-hydroxybutyrate plasmatic concentration in men and women. Sartorelli LJ Sports Med Phys Fitness, 32(4); 394-9.

6.Buchman, AL., Jenden, D., Roch, M. (2000). Plasma free, phospholipidbound and urinary free choline all decrease during a marathon run and may be associated with impaired performance. J Am Coll Nutr, 18(6);598-601.

7.Carlson, L.A., Ekelund, L., Froberg, S.O. (1971). Concentration of triglycrids, phospholipids and glycogen in scletal muscle and of free fatty acid and β-hydroxybutyrate in blood in man in response to exercise. Europ J Clin Invent, 1; 248-255.

8.Conlay, LA., Sabounjian, LA., Wurtman, RJ. (1992). Exercise and neuromodulators: choline and aacetylcholine in marathon runners. Int J Sports Med, 13; S141-S142.

9.Coyle, F. E. (2000). Physical activity as a metabolic stressor. Am J Clin Nutr, 2000(72); 512S–20S.

10. Daily James, W. Hi., Sachan, S. D. (1995). Choline supplementation alters carnitine homeostasis in humans and guinea pigs. J. Mutr, 125.

11. Horowitz, F. J., Samuel, K. (2000). Lipid metabolism during endurance exercise. Am J Clin Nutr; 72;558S–63S.
12. Juekendrup A., Achten, J. E. (2004). Optimizing fat oxidation through exercise and diet. J Nutrition, 20(7-8); 716-727.
13. Mourtzakis, M., Saltin, B., Graham, T., Pilegaard, H. (2006). Carbohydrate metabolism during prolonged exercise and recovery: interactions between pyruvate dehydrogenase, fatty acids, and amino acids. J Appl Physiol, 100; 1822-1830.
14. Nobuko, H., Sachan, S.D. (2003). Carnitine and choline supplementation with exercise alter carnitine profiles, biochemical markers of fat metabolism and serum leptin concentration in healthy women. J. Nutr, 133; 84– 89.
15. Nobuko, H., Sachan, S. D. (2000). Caffeine, carnitine and choline supplementation of rats decreases body fat and serum leptin concentration as does exercise. J. Nutr, 130; 152–157.
16. Romijn, J.A., Coyle, E.F., Sidossis, L. S. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. AJP - Endocrinology and Metabolism, 265(3) E380-E391.
17. Von, A. HN., Horn, S., Feldheim, W. (1995). The Influence of lecithin on the performance and the recovery process of endurance athletes. In Phospholipids: Characterization, Metabolism, and Novel Biological Applications Edited by: Cevc G, Paltauf F. Champaign: AOCS Press; 319-325.
18. Von A. HN., Horn, S., Kahl, J., Feldheim, W. (1993). The influence of lecithin on plasma choline concentrations in triathletes and adolescent runners during exercise. Eur J Appl Physiol, 67(1); 87-91.
19. Wolfe, R. R., Klein, S., Carraro, F., Weber, J.M. (1990). Role of triglyceride-fatty acid cycle in controlling fat metabolism in humans during and after exercise. Am J Physical, 258; E382.
20. Yao, Z. M., Vance, D. E. (1988). The active synthesis of phosphatidylcholine is required for very low density lipoprotein secretion cultured hepatocytes. J. Biol. Chem, 264; 11373–11380.
21. Zeisel, SH. (1994). Choline and human nutrition. Ann Rev Nutr, 14; 269-271.

.