

دانشور

پژوهشی

آثار یک هفته مکمل یاری بی تارترات کولین بر تعادل و برخی متغیرهای عملکرد شناختی مردان فعال

نویسندگان: حمید اراضی*^۱، کاکو حسینی^۲، محمد زاهد ابوالحسینی^۳

۱. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه گیلان،
رشت، ایران

E-mail: hamidarazi@yahoo.com

* نویسنده مسئول: حمید اراضی

چکیده

مقدمه و هدف: کولین، پیش‌ساز یکی از مهم‌ترین انتقال‌دهنده‌های عصبی کولینرژیک است که با تحریک ره‌ایش کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی، سبب انقباض عضلانی می‌شود. هدف از این پژوهش، بررسی آثار مکمل‌یاری بی‌تارترات کولین بر حافظه، زمان واکنش، پرتاب دارت و تعادل در مردان فعال بود.

مواد و روش‌ها: ۳۰ مرد واجد شرایط (سن ۲۵/۸±۴/۳۴ سال، قد ۱۷۲/۱±۷/۲۴ سانتی‌متر، وزن ۷۶/۹±۱۰/۱۷ کیلوگرم) در طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون، به صورت تصادفی و دوسوی کور به دو گروه مکمل و دارونما تقسیم شدند. ابتدا آزمودنی‌ها، آزمون پرتاب دارت، تعادل را به وسیله آزمون لکلک، زمان واکنش با برنامه رایانه‌ای سنچس زمان واکنش و حافظه را به وسیله برنامه رایانه‌ای سنچس حافظه (Memory 2000) اجرا کردند. پس از یک هفته مکمل‌یاری، به‌طور مجدد آزمون‌ها با همان ترتیب تکرار شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و آزمون t همبسته و مستقل استفاده شد.

نتایج: زمان واکنش و عملکرد حافظه در گروه مکمل به صورت معناداری بهبود یافت ($P < 0/05$); در حالی که امتیاز پرتاب دارت و تعادل در هر دو گروه، تفاوتی معنادار میان جلسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون نداشت ($P > 0/05$).

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان‌داد یک هفته مکمل‌یاری بی‌تارترات کولین می‌تواند موجب بهبود حافظه و زمان واکنش شود؛ اما بر عملکرد تعادل و پرتاب دارت تأثیری ندارد. برای اظهار نظرهای دقیق‌تر در خصوص اثربخشی مکمل‌یاری کولین بر عملکرد ورزشی، نیاز به پژوهش‌هایی بیشتر در این زمینه احساس می‌شود.

واژگان کلیدی: استیل کولین، انتقال‌دهنده عصبی، کولین، عملکرد شناختی

دوماهنامه علمی-پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال بیست‌ویکم-شماره ۱۱۰
اردیبهشت ۱۳۹۳

دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲۳
آخرین اصلاح‌ها: ۱۳۹۳/۰۱/۱۶
پذیرش: ۱۳۹۳/۰۱/۱۸

مقدمه

کولین، ریزمغذی مهمی برای همه، از افراد غیرفعال تا ورزشکاران نخبه است (۱). در سال ۱۹۹۸ آکادمی ملی علوم آمریکا به دلیل نقش حیاتی کولین در عملکرد طبیعی بدن، این ماده را به‌عنوان ماده غذایی ضروری برای انسان معرفی و مقادیر لازم دریافتی روزانه آن را تعیین کرد (۲)؛ به دلیل اهمیت این ماده، در سال ۲۰۰۴، انجمن غذای آمریکا، محتوای کولین مواد غذایی معمول در رژیم غذایی شهروندان آمریکایی را محاسبه کرده‌است (۳).

این ماده مجموعه‌ای از اعمال گوناگون را در بدن انسان برعهده‌دارد که برخی از آنها عبارت‌اند از: متابولیت مهم برای انتقال پیام‌های سلولی و حفظ ساختار غشای تمام سلول‌ها (۲)؛ تأثیرگذار در تنظیم بیان ژن (۴)؛ از دیگر کارکردهای مهم فیزیولوژیک کولین می‌توان به نقش آن در تکامل مغزی جنین (۱ و ۵) و انسان (۶ و ۷) و همچنین بهبود عملکرد شناختی در انسان اشاره کرد (۸). در پژوهشی، نوزادان موش در دو هفته اول زندگی، مکمل کولین دریافت کردند که با تغییر در عملکرد مغزشان همراه بود و به افزایش حافظه در طول عمرشان منجر شد (۲). لازم به یادآوری است که رژیم کولین مادر بر میزان تولید و مرگ سلول‌های عصبی در مرکز حافظه مغز (hippocampus) نوزاد اثرگذار است؛ بنابراین گزارش شده که عملکرد حافظه در موش‌های مسن، تا اندازه‌ای با تغذیه مادرشان مرتبط است (۲).

کولین، پیش‌ساز استیل‌کولین (یکی از مهم‌ترین انتقال‌دهنده‌های عصبی کولینرژیک) است. استیل‌کولین توسط آنزیم کولین استیل ترانسفراز (choline acetyltransferase) در سیتوپلاسم ساخته می‌شود (۹) و پتانسیل الکتریکی را از نرون به سلول عضلانی انتقال می‌دهد و به ره‌ایش کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی و انقباض عضلانی می‌انجامد (۱۰). نشان داده شده،

مکمل‌یاری کولین موجب افزایش سطوح کولین پلازما (۱۱) و افزایش آزادسازی استیل‌کولین در پیوندگاه عصبی-عضلانی (neuromuscular junction) می‌شود (۱۱)؛ علاوه‌برآن، کولین در فسفولیپیدهایی مانند فسفاتیدیل کولین (phosphatidylcholine) و اسفینگومیلین (sphingomyelin) (نوعی مایع موجود در غشاهای سلول شوان که می‌تواند عایق‌کاری غلاف اطراف آکسون عصبی را فراهم کند) یافت می‌شود (۹). به‌واسطه این ویژگی‌ها، کولین به‌عنوان یک مکمل غذایی یا کمک نیروزا (ergogenic aid) استفاده می‌شود (۱۲).

مطالعات تجربی در حیوانات پیشنهاد می‌کنند که کمبود این میانجی عصبی-عضلانی در بروز واماندگی هنگام تحریک مداوم الکتریکی یا فعالیت ورزشی نقش دارد (۱۳). فعالیت ورزشی شدید، سطوح کولین پلازما را کاهش می‌دهد و ممکن است به واماندگی بر اثر دسترسی ناکافی به استیل‌کولین منجر شود (۱۰)؛ از طرفی، ممکن است افزایش سطح کولین پلازما به‌واسطه مصرف کولین، به افزایش استیل‌کولین و در نتیجه، کاهش واماندگی بینجامد (۱۰). اعتقاد بر این است که مکمل‌های کولین می‌توانند بر انتقال عصبی و افزایش قدرت عضلانی مؤثر باشند (۱۰)؛ همچنین، نشان داده شده‌است که کمبود کولین در رژیم غذایی با نقص عصبی (۱۴)، آسیب عضلانی (افزایش کراتین فسفوکیناز) (۱۵) یا مرگ سلول‌های عضلانی در انسان ارتباط دارد (۱۶). اسپکتور^۱ و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند، مصرف ۲/۴۳ گرم بی‌تارتات کولین ۱ ساعت پیش از فعالیت، تغییری در زمان خستگی یا کار انجام شده در ۲۰ دوچرخه‌سوار مرد به‌وجود نمی‌آورد (۱۷). در مطالعه دوسوی کور واربر^۲ و همکاران (۲۰۰۰)، مصرف ۸/۴۲۵ گرم مکمل کولین پیش و در میانه ورزش، بر زمان رسیدن به واماندگی و عملکرد

1. Spector

2. Warber

عملکردی به‌ویژه در حیطه فیزیولوژی ورزشی انجام‌دهد، در منابع در دسترس پژوهشگران، مطالعاتی که آثار مکمل‌یاری کولین را بر شاخص‌های حافظه، تعادل و عملکرد شناختی بررسی کرده‌باشند یافت نشد؛ لذا با توجه به «معرفی کولین به‌عنوان یکی از شش مکمل نوین شناخته‌شده (۲۱)، رواج استفاده از آن در میان ورزشکاران (۲۱)، نقش اثبات‌شده کولین در فرایندهای فیزیولوژیک در سطح مغز و اعصاب کولینرژیک و ازطرفی، پژوهش‌های اندک و ضدونقیض درخصوص تأثیر مکمل‌یاری کولین بر عملکرد بدنی (۱۰ و ۲۱)»، پژوهش حاضر با هدف بررسی آثار مصرف یک هفته مکمل‌یاری بی‌تارتات کولین بر حافظه، زمان واکنش، هماهنگی عصبی-عضلانی و تعادل مردان فعال تفریحی انجام‌شد؛ براساس نکات یادشده درخصوص مجموعه آثار احتمالی کولین، فرضیه مبنایی پژوهشگران در این پژوهش، «تأثیر مثبت احتمالی مکمل‌یاری بی‌تارتات کولین بر این متغیرهای وابسته به عملکرد عصبی، در مردان فعال بود.

روش تحقیق

آزمودنی‌ها: پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی است. داوطلبان در طرحی دوسوی کور، به‌صورت تصادفی در دو گروه مکمل و دارونما (هر گروه، ۱۵ نفر) در جلسه‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون شرکت کردند. جامعه آماری پژوهش حاضر را مردان فعال تفریحی شهرستان بوکان تشکیل می‌دادند که نمونه‌ای ۳۰ نفری از آنها با سن $25/8 \pm 4/34$ سال، قد $172/1 \pm 7/24$ سانتی‌متر، وزن $76/9 \pm 10/17$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $26/06 \pm 0/15$ کیلوگرم بر مترمربع، به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. در جلسه توجیهی، همه شرکت‌کنندگان برگه رضایت‌نامه و پرسش‌نامه سلامت عمومی را برای اطمینان از عدم ابتلا به مشکلات قلبی و جسمانی، پیش از آغاز مطالعه تکمیل کردند. پس از تشریح اهداف طرح

آزمون اسکات اثری نداشت (۱۲). دی‌یوستر^۱ و همکاران (۲۰۰۲)، در مطالعه دوسوی کور خود نشان‌دادند که مکمل‌یاری کولین، بر عملکرد شناختی و جسمانی سربازان اثر ندارد (۱۸)؛ در این مطالعات، سطح فعالیت آزمودنی‌ها بیان‌نشده‌است؛ البته این احتمال وجود دارد که به دلیل سطح فعالیت بالای آزمودنی‌ها و سازگاری آنها به فعالیت‌های بدنی سنگین میزان کولین آزاد پلاسمای آنها به‌دنبال فعالیت و امانده‌ساز کاهشی نشان‌دهد و در نتیجه، تفاوتی میان دو گروه کنترل و دارونما در اثرپذیری از مصرف کولین مشاهده نشود.

از عوامل مرتبط با سنجش عملکرد شناختی و عصبی-عضلانی می‌توان به حافظه، زمان واکنش انتخابی، پرتاب دارت و تعادل ایستا اشاره کرد. تعادل، یکی از مهم‌ترین توانایی‌های ورزشکار است و به‌طور تقریبی در هر شکلی از فعالیت درگیر می‌شود. اجرا و حفظ تعادل، مستلزم تولید نیرو در عضلات و تعامل پیچیده دستگاه عصبی-عضلانی است (۱۹). زمان واکنش، شاخصی برای اندازه‌گیری پردازش سریع و دقیق اطلاعات در اجرای ماهرانه حرکات ورزشی به‌شمار می‌آید (۲۰)؛ در این شاخص، نقش دستگاه عصبی، بیش از دستگاه عضلانی است.

نگاهی اجمالی به مجموعه مطالعات درخصوص آثار مکمل‌یاری کولین نشان می‌دهد که غالب آنها در جامعه حیوانی و بیشتر روی جوانان انجام‌شده‌اند و شاخص‌های صرف عصبی بدون توجه به مقوله فعالیت بدنی و سطح فعالیت آزمودنی‌ها در حیطه‌های آزمایشگاهی و نه میدانی، آن هم به شکل محدود انجام‌شده‌است (۲، ۴ و ۵)؛ همچنین، در بیشتر پژوهش‌ها، مکمل به‌صورت حاد پیش از فعالیت بدنی مصرف‌شده‌است؛ ازسوی دیگر، با توجه به سیاهه اعمال مهم فیزیولوژیکی که کولین می‌تواند در هماهنگی‌های عصبی-عضلانی و به‌طبع، بهبود جلوه‌های فیزیکی و

^۱. Deuster

قرارگرفت؛ در این آزمون، آزمودنی دست‌ها را روی کمر قرارداده، روی یک پا (پای مورد آزمون) می‌ایستاد؛ پای دیگر روی کناره داخلی زانوی پای اتکا قرارمی‌گرفت. زمانی که فرد در این وضعیت به ثبات می‌رسید، زمان‌سنج آغاز به کار کرده، زمان فرد را تازمانی که تعادل وی برهم‌نخورده‌است، ثبت می‌کرد.

مدت زمانی که آزمودنی می‌توانست خود را در این حالت نگاه‌دارد به‌عنوان امتیاز او محسوب می‌شد (۲۳). برای ثبت زمان واکنش انتخابی، از برنامه رایانه‌ای سنجش زمان واکنش (طراحی شده توسط عباس معمارباشی، پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی) استفاده شد؛ در این برنامه، پس از اعلام آمادگی آزمودنی، یک کادر آبی رنگ در فواصل زمانی تصادفی در وسط صفحه نمایشگر رایانه نمایان شده، آزمودنی می‌بایست به محض مشاهده کادر، توسط موش‌واره رایانه به سرعت روی آن کلیک‌کند. زمان واکنش در هر اجرا توسط رایانه محاسبه شده، درنهایت، میانگین ده اجرای آزمودنی به‌عنوان رکورد زمان واکنش وی محسوب می‌شد. به‌منظور بررسی حافظه، از برنامه رایانه‌ای سنجش حافظه (Memory 2000، طراحی شده توسط شرکت FlashOutlet) استفاده شد؛ این برنامه، شامل چهار دایره سبز، زرد، آبی و قرمز رنگ بود. ابتدا چند رنگ با تناوب‌های تصادفی ظاهر می‌شدند و آزمودنی ترتیب ظاهر شدن رنگ‌ها را به خاطر می‌سپرد؛ در مرحله بعد، آزمودنی همان رنگ‌ها را با همان تناوب ظاهر شده در مرحله پیشین علامت می‌زد؛ درنهایت، امتیاز کلی فرد با توجه به میزان پاسخ‌های درست وی، توسط برنامه رایانه‌ای محاسبه می‌شد.

روش آماری:

از آمار توصیفی برای تعیین شاخص‌های میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های آزمودنی‌ها از لحاظ سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی، از نرم‌افزار excel برای رسم نمودار و از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ برای تحلیل آماری استفاده شد؛ همچنین، برای مقایسه نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون آزمودنی‌ها، آزمون آماری t

برای آزمودنی‌ها، انتظارهای پژوهشگر شامل رعایت برخی نکات از جمله عدم فعالیت جسمانی سنگین در مدت دست‌کم ۴۸ ساعت پیش از آغاز دوره، عدم مصرف احتمالی کافئین و مکمل‌های ورزشی و ادامه رژیم غذایی معمول، در طول دوره پژوهش مورد تأکید قرارگرفت.

روش اجرا:

براساس برنامه، پس از جلسه توجیهی، آزمون‌های پرتاب دارت، تعادل، زمان واکنش انتخابی و حافظه در جلسه پیش‌آزمون در ساعت ۱۲ ظهر انجام شد؛ سپس داوطلبان به صورت تصادفی به دو گروه مکمل و دارونما تقسیم شدند؛ گروه مکمل، مکمل بی‌تارت‌رات کولین (ساخت شرکت VITA SECRETS، انگلستان) را به صورت یک کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی و گروه دارونما یک کپسول حاوی نشاسته را در ساعت ۱۰ صبح هر روز و به مدت یک هفته دریافت کردند. پس از یک هفته، مکمل‌یاری بی‌تارت‌رات کولین، آزمون‌های پرتاب دارت، تعادل، زمان واکنش و حافظه در جلسه پس‌آزمون در ساعت ۱۲ ظهر انجام شد.

ابزار اندازه‌گیری:

پیش از آغاز آزمون‌گیری، آزمودنی‌ها برنامه گرم کردن را که شامل ۵ دقیقه حرکات کششی عضلات بزرگ بالاتنه و پایین تنه (هر کشش ۲۰ ثانیه و زمان استراحت میان هر کشش ۱۰ ثانیه) می‌شد، انجام دادند. ابتدا آزمون پرتاب دارت انجام شد؛ به این منظور از یک تابلوی دایره‌ای امتیازبندی شده که دارای ده حلقه بود استفاده شد؛ به طوری که خارجی‌ترین حلقه، دارای ۱۰ امتیاز و داخلی‌ترین حلقه دارای ۱۰۰ امتیاز بود. آزمودنی‌ها از فاصله ۳ متری به تابلوی مدور که ۲/۱۵ متر از زمین ارتفاع داشت، سه مرتبه پرتاب را انجام می‌دادند و امتیاز آنها به‌عنوان رکورد مورد نظر ثبت می‌شد. آزمودنی‌ها اجازه نداشتند حین انجام آزمون، بالاتنه خود را به جلو خم کرده یا پای خود را از زمین بردارند (۲۲). به‌منظور اندازه‌گیری تعادل، آزمون تعادل لک‌لک مورد استفاده

فرضیات $P=0/05$ در نظر گرفته شد.

همبسته و برای مقایسه تغییرهای میان دو گروه، آزمون t مستقل به کار گرفته شدند. سطح معناداری در تمامی

یافته‌ها

پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه دارونما و مکمل در جدول ۲ ارائه شده است.

ویژگی‌های آزمودنی‌های دو گروه در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج آزمون‌های t همبسته و مستقل در خصوص مقایسه میانگین نتایج آزمودنی‌ها در

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های افراد مورد مطالعه

گروه	سن (سال)	وزن بدن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	BMI (کیلوگرم بر مترمربع)
مکمل	$26/8 \pm 5/10$	$72/3 \pm 8/49$	$174/3 \pm 5/98$	$23/9 \pm 5/35$
دارونما	$25/8 \pm 4/34$	$76/9 \pm 10/17$	$172/1 \pm 7/24$	$24/6 \pm 6/27$

اندازه‌گیری شده، تغییر معنی‌داری نداشت ($P>0/05$): درحالی‌که عملکرد حافظه و زمان واکنش در گروه مکمل، تفاوتی معنادار میان دو جلسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان داد ($P<0/05$). نتایج آزمون t مستقل بیانگر افزایش (بهبود) معنادار عملکرد حافظه و زمان واکنش در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما بوده است ($P<0/05$).

در ابتدا، از آزمون کلموگروف- اسمیروئف برای اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها استفاده شد؛ پس از اطمینان، عدم اختلاف معنادار میان میانگین دو گروه مکمل و دارونما آزمون شد که بیانگر عدم معنادار بودن اختلاف میان میانگین دو گروه بود. با توجه به داده‌های ارائه شده در جدول ۲، نتایج آزمون t همبسته نشان دادند که میانگین نتایج آزمودنی‌های گروه دارونما در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هیچ‌یک از متغیرهای

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای اندازه‌گیری شده در جلسات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه

مکمل و دارونما

متغیر	گروه	پیش‌آزمون (M±SD)	پس‌آزمون (M±SD)
زمان واکنش (ثانیه)	دارونما	$0/28 \pm 0/05$	$0/27 \pm 0/04$
	مکمل	$0/33 \pm 0/06$	$0/30 \pm 0/04$
دارت (امتیاز)	دارونما	$36 \pm 18/04$	$35/33 \pm 13/02$
	مکمل	$36 \pm 17/23$	$36/66 \pm 14/96$
حافظه (امتیاز)	دارونما	$8/53 \pm 3/09$	$8/20 \pm 2/48$
	مکمل	$7/66 \pm 2/63$	$8/73 \pm 2/81$
تعادل (ثانیه)	دارونما	$10/63 \pm 2/33$	$10/64 \pm 1/54$
	مکمل	$11/38 \pm 2/43$	$11/62 \pm 2/11$

* نمایانگر تفاوت معنی‌دار میان مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون، # نمایانگر تفاوت معنی‌دار میان گروه مکمل و دارونما در سطح $P<0/05$ است.

بحث

یک هفته مکمل‌یاری بی‌تارتات کولین به صورت معناداری، زمان واکنش و حافظه را بهبودمی‌بخشد؛ اما بر تعادل و پرتاب دارت تأثیر ندارد. درخصوص اثر مکمل‌یاری کولین بر زمان واکنش، تنها پژوهش

پژوهش حاضر، اولین مطالعه‌ای است که به بررسی آثار مصرف یک هفته مکمل‌یاری بی‌تارتات کولین بر حافظه، زمان واکنش، پرتاب دارت و تعادل مردان فعال تفریحی می‌پردازد. یافته‌های این پژوهش نشان دادند که

کولین در دوره حساس تکامل مغزی جنین، موجب افزایش حافظه و عملکرد یادگیری می‌شود و در طول عمر ماندگار است (۲۶)؛ ازسوی دیگر، کمبود کولین در این دوره، موجب آسیب دیدن عملکرد مغز و حافظه می‌شود (۲۶)؛ این رخدادها موجب تغییرهایی برگشت‌ناپذیر در عملکرد هیپوکامپ می‌شوند که با آسیب حافظه و رفتار، خود را آشکار می‌کنند و تا بزرگسالی ادامه می‌یابند (۲۶). در پژوهش‌های صورت‌گرفته روی موش‌ها ثابت شده، دردسترس بودن کولین برای تکامل هیپوکامپ بسیار ضروری است (۲). هیپوکامپ، منطقه کوچکی از مغز است که مرکز حافظه مغز به‌شمار می‌آید (۲).

همان‌طور که نتایج این پژوهش نشان دادند، مکمل‌یاری بی‌تارتات کولین، اثری معنادار بر پرتاب دارت و تعادل نداشت. مطالعه ۵۹۱۸ نفر زن و مرد نشان داد غلظت کم کولین پلاسما به‌صورت معناداری با سطوح بالای اضطراب مرتبط است (۲۷)؛ ازسوی دیگر، سطح بالای اضطراب می‌تواند عملکرد شناختی را کاهش دهد؛ بنابراین، پژوهشگران در این مطالعه فرض کردند یک هفته مکمل‌یاری کولین، با جلوگیری از کاهش کولین پلاسما و حتی افزایش آن به سطوح بیشینه، به‌احتمال بر کاهش سطح اضطراب افراد و در نتیجه، بهبود عملکرد شناختی آنها تأثیر می‌گذارد؛ اما از آنجاکه عوامل متعدد فردی و اجتماعی بر سطح اضطراب افراد اثرگذارند، این احتمال وجود دارد که حتی با سطوح بالای کولین پلاسما پس از مکمل‌یاری، اضطراب در افراد بالا باشد و به‌دنبال آن، عملکرد شناختی نیز بهبودی نشان ندهد. در مطالعاتی بیان شده است، زمانی که سلول عضلانی از کولین محروم باشد، به دلیل نقص عملکرد میتوکندری، انتشار رادیکال‌های آزاد و تحریک مرگ برنامه‌ریزی شده سلول‌ها (apoptosis)، از بین می‌رود (۲۸)؛ همچنین، مطالعاتی در انسان‌های بزرگسال وجود دارند که نشان می‌دهند افرادی که کولین بیشتری از رژیم غذایی

دردسترس، مطالعه هافمن^۱ و همکاران (۲۰۱۰) است؛ در این مطالعه، اثر حاد و دوره چهار هفته‌ای مکمل‌یاری ترکیبی از چند مکمل (آلفا-گلیسرو فسفوکولین α -glycerophosphocholine)، بی‌تارتات کولین و چندین ماده دیگر) بر حفظ عملکرد زمان واکنش، هوشیاری و تمرکز دانشجویان سالم پس از یک وهله ۱۰ دقیقه‌ای فعالیت وامانده‌ساز بررسی شد (۲۴). نتایج نشان دادند که مصرف حاد مکمل نام‌برده می‌تواند زمان واکنش را به‌دنبال ۱۰ دقیقه فعالیت وامانده‌ساز حفظ کند؛ درحالی‌که گروه کنترل، کاهش معنادار را در زمان واکنش پس از ۱۰ دقیقه فعالیت وامانده‌ساز تجربه کرد؛ باوجود این، پس از چهار هفته مکمل‌یاری، زمان واکنش در هر دو گروه به‌صورت معناداری کاهش یافت؛ در هر صورت، عواملی مانند نوع مکمل مصرف‌شده، مدت دوره مکمل‌یاری و ارزیابی زمان واکنش پس از ۱۰ دقیقه فعالیت وامانده‌ساز و همچنین تفاوت در نوع آزمون اندازه‌گیری زمان واکنش، هرگونه مقایسه را با نتایج پژوهش حاضر، محدود و دشواری‌سازد. سازوکارهایی شناخته‌شده برای افزایش زمان واکنش از طریق مکمل‌یاری کولین دردسترس نیست (۲۴). کولین در ساخت فسفولیپیدهای غشای سلول نقش دارد. احتمال دارد که افزایش حفاظت عصبی از طریق ایجاد مصونیت بیشتر از یکپارچگی غشای سلول به‌وسیله کولین، یکی از سازوکارهای ممکن باشد (۲۵).

از دیگر نتایج پژوهش حاضر، بهبود عملکرد حافظه به‌واسطه یک هفته مکمل‌یاری بی‌تارتات کولین است. چندین پژوهش به بررسی آثار حاد یک جلسه مکمل‌یاری بی‌تارتات کولین بر حافظه، در انسان (۲) و جوندگان (۵) پرداخته‌اند و اثر معنادار آن را بر بهبود حافظه گزارش کرده‌اند. کولین دریافتی مادران در دوران بارداری و پس از آن، به‌صورت مستقیم بر تکامل مغزی نوزادان، مؤثر است و به تغییرهای همیشگی در عملکرد مغز آنها منجر می‌شود (۲۶). در جوندگان مکمل‌یاری

^۱. Hoffman

وجود دارد که سطوح کولین پلاسما در میان آزمودنی‌های این پژوهش، اختلافی معنادار داشته باشد، زیرا رژیم غذایی آنها از جنبه میزان مصرف کولین روزانه پیش از آغاز مطالعه اندازه‌گیری نشده بود و فقط در دوره پژوهش کنترل غذایی وجود داشت، این احتمال هم وجود داشت که فردی قادر نباشد در بدن خود کولین بسازد؛ در این صورت، حتی با کنترل رژیم غذایی آزمودنی‌ها پیش از آغاز پژوهش نیز، احتمال وجود اختلاف معنادار سطوح کولین پایه در میان افراد وجود داشت؛ همچنین، احتمال داشت با افزایش مقدار (dose) روزانه مکمل‌یاری کولین در این پژوهش، میزان امتیاز آزمون پرتاب دارت و تعادل در پس‌آزمون به صورت معناداری افزایش یابد؛ یکی دیگر از ضروریات پژوهشی که کمتر به آن پرداخته شده است، بررسی اثر مکمل‌یاری کولین بر عملکرد شناختی، پس از یک وهله فعالیت بیشینه یا طولانی مدت است، زیرا در این زمان، منابع استیل‌کولین کاهش یافته‌اند و نیاز به کولین خون افزایش می‌یابد. از آنجاکه مطالعات انسانی درباره آثار کولین بر عملکرد ورزشی، بسیار محدودند و این ماده، عملکردهایی متفاوت را در دستگاه‌های مختلف بدن ایفا می‌کند، پیشنهاد می‌شود در آینده مطالعاتی با رویکرد حذف کاستی‌های مطالعات پیشین و تمرکز بر جامعه ورزشکاران انجام گیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر، بیانگر بهبود عملکرد شناختی و حافظه متعاقب مکمل‌یاری بی‌تارتات کولین است؛ با وجود این، میانگین تعادل و پرتاب دارت، اختلافی معنادار در دو جلسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون نداشتند. با توجه به پژوهش‌های محدود صورت‌گرفته در زمینه مکمل‌یاری کولین بر عملکرد ورزشکاران، به منظور بیان نظرها و پیشنهادها دقیق‌تر، انجام تحقیق‌های بیشتر در این ارتباط ضروری به نظر می‌رسد.

خود دریافت کرده‌اند، عملکرد شناختی بهتری داشته‌اند (۲۹). در توضیح سازوکارهای پیشنهادی در خصوص اثر مکمل‌یاری کولین بر حافظه و عملکرد شناختی باید گفت که استیل‌کولین، انتقال‌دهنده‌ای عصبی است که از ترکیب کولین و استیل‌کوآ به وسیله آنزیم کولین‌استیل ترانسفراز به دست می‌آید (۸) و به صورت تنگاتنگی با شبکه‌های عصبی مرتبط با حافظه پیوندخورده است (۳۰). سلول‌های عصبی از دو مسیر، کولین را به دست می‌آورند: ۱) کولین پلاسما که به طور عمده از رژیم غذایی تشکیل می‌شود و ۲) فرایند تشکیل دوباره (resynthesis) کولین از تجزیه استیل‌کولین. مگیل^۱ و همکاران نشان دادند دریافت کولین در رژیم غذایی به افزایش معنادار غلظت کولین خون و کولین مغز و همچنین استیل‌کولین مغز منجر می‌شود (۳۱). اعتقاد بر این است که غلظت کافی کولین در مغز، آن را در مقابل کاهش عملکرد شناختی ناشی از سن محافظت می‌کند (۳۲)، زیرا غلظت کافی کولین، به صورت ذاتی، این ظرفیت را دارد که سلول‌های عصبی، حجم مغز و جابه‌جایی‌های عصبی را حفظ کند (۸). مطالعاتی هستند که نشان می‌دهند مقادیر دارویی کولین و مشتقات آن می‌توانند آثار بالینی را در درمان بیماران مسن با نقص عملکرد شناختی و ناکارآمدی حافظه داشته باشند (۳۳). مطالعات حیوانی نشان می‌دهند که مکمل‌یاری کولین، محافظی عصبی است (۸)؛ این ویژگی می‌تواند به دلیل اهمیت کولین در یکپارچگی غشای سلول، انتقال کولینریژیک و انتقال پیام (signaling)، طی توسعه سلول‌های عصبی باشد؛ بنابراین، احتمال دارد کولین به عنوان پیش‌ساز استیل‌کولین که برای کارکرد طبیعی مغز و عملکرد شناختی ضروری به نظر می‌رسد (۳۴)، در بهبود حافظه و عملکرد شناختی، مؤثر باشد.

از محدودیت‌های این پژوهش، می‌توان به عدم اندازه‌گیری کولین پلاسما اشاره کرد. این احتمال

^۱. Magil

سپاسگزاری

نویسندگان، مراتب تشکر و سپاس خود را از تمامی
آزمودنی‌های پژوهش که با نهایت لطف در این پژوهش
شرکت کردند، اعلام می‌کنند.

پیشنهاد کاربردی: افرادی که به‌صورت تفریحی به
فعالیت ورزشی می‌پردازند، می‌توانند به‌منظور بهبود
عملکرد شناختی و حافظه خود از مکمل‌یاری
بی‌تارتات کولین، بهره‌مند شوند.

منابع

1. Penry JT, Manore MM. Choline: an important micronutrient for maximal endurance-exercise performance? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2008; 18: 191-203.
2. Zeisel SH. Choline: needed for normal development of memory. *Journal of the American College of Nutrition* 2000; 19: 528-31.
3. Howe JC, Williams JR, Holden JM, Zeisel SH, Mar M-H. USDA database for the choline content of common foods: US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Beltsville Human Nutrition Research Center, Nutrient Data Laboratory 2004.
4. Zeisel SH, Corbin KD. Choline. In: Erdman Jr JW, MacDonald IA, Zeisel SH, editors. *Present knowledge in nutrition*. 10 th ed. John Wiley and Sons 2012.
5. Tees RC, Mohammadi E. The effects of neonatal choline dietary supplementation on adult spatial and configural learning and memory in rats. *Developmental Psychobiology* 1999; 35: 226-40.
6. Ueland PM. Choline and betaine in health and disease. *Journal of Inherited Metabolic Disease* 2011; 34: 3-15.
7. Zeisel SH, Niculescu MD. Perinatal choline influences brain structure and function. *Nutrition Reviews* 2006; 64: 197-203.
8. Poly C, Massaro JM, Seshadri S, Wolf PA, Cho E, Krall E. The relation of dietary choline to cognitive performance and white-matter hyperintensity in the Framingham Offspring Cohort. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2011; 94: 1584-91.
9. Zeisel SH, Blusztajn JK. Choline and human nutrition. *Annual Review of Nutrition* 1994; 14: 269-96.
10. Jeukendrup AE, Gleeson M. *Sport nutrition: an introduction to energy production and performance*. 1st ed. Translated by Mohebbi H, nuri R, Rohani H. Tehran: Hatmi Publication; 2001. p. 334-335.
11. Haubrich DR, Wedeking PW, Wang PF. Increase in tissue concentration of acetylcholine in guinea pigs in vivo induced by administration of choline. *Life Sciences* 1974; 14: 921-7.
12. Warber JP, Patton JF, Tharion WJ, Zeisel SH, Mello RP, Kemnitz CP, et al. The effects of choline supplementation on physical performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2000; 10: 170-81.
13. Pagala MK, Namba T, Grob D. Failure of neuromuscular transmission and contractility during muscle fatigue. *Muscle & Nerve* 1984; 7: 454-64.
14. Shaw GM, Finnell RH, Blom HJ, Carmichael SL, Vollset SE, Yang W, et al. Choline and risk of neural tube defects in a folate-fortified population. *Epidemiology* 2009; 20: 714-19.
15. Penry JT, Manore MM. Choline: an important micronutrient for maximal endurance-exercise performance? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2008; 18: 191-203.
16. Zeisel SH. Nutrition in pregnancy: the argument for including a source of choline. *International Journal of Women's Health* 2013; 5: 193.
17. Spector SA, Jackman MR, Sabounjian LA, Sakkas C, Landers DM, Willis WT. Effect of choline supplementation on fatigue in trained cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1995; 27: 668-73.
18. Deuster PA, Singh A, Coll R, Hyde DE, Becker WJ. Choline ingestion does not modify physical or cognitive performance. *Military Medicine* 2002; 167: 1020-1025.
19. Gribble PA, Robinson RH, Hertel J, Denegar CR. The effects of gender and fatigue on dynamic postural control. *Journal of Sport Rehabilitation* 2009; 18: 240-57.
20. Sheikh M, Bagherzade F, Shojaie M. The effect of number precued parameters on reaction time of force production task. *Movement* 2003; 18: 25-39.
21. Mason BC, Lavallee ME. Emerging supplements in sports. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* 2012; 4: 142-46.
22. Arazi H, Asadi A, Hoseini K, Mohammad zade salamat K, Piri kord K. The effect of a 30-hour sleep deprivation on reaction time, neuromuscular coordination and aerobic capacity in non-athlete male students ofogh-e-danesh; *Journal of Gonabad University of Medical Sciences* 2011; 17: 14-21.
23. Johnson BL, Nelson JK, editors. *Practical measurements for evaluation in physical education*. 4th Edit. Minneapolis: Burgess 1979.
24. Hoffman JR, Ratamess NA, Gonzalez A, Beller NA, Hoffman MW, Olson M. The effects of acute and prolonged CRAM supplementation on reaction time and subjective measures of focus and alertness in healthy college students. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2010; 7: 39-47.
25. Suchy J, Chan A, Shea TB. Dietary supplementation with a combination of α -lipoic acid, acetyl-L-carnitine, glycerophosphocoline, docosahexaenoic acid, and phosphatidylserine reduces oxidative damage to murine brain and improves cognitive performance. *Nutrition Research* 2009; 29: 70-74.
26. Zeisel SH. The fetal origins of memory: the role of dietary choline in optimal brain development. *The Journal of Pediatrics* 2006; 149: 131-36.
27. Bjelland I, Tell GS, Vollset SE, Konstantinova S, Ueland PM. Choline in anxiety and depression: the Hordaland Health Study. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2009; 90: 1056-60.
28. Albright CD, Costa KA, Craciunescu CN, Klem E, Mar M-H, Zeisel SH. Regulation of choline deficiency apoptosis by epidermal growth factor in CWSV-1 rat hepatocytes. *Cellular Physiology and Biochemistry* 2005; 15: 59-68.
29. Poly C, Massaro JM, Seshadri S, Wolf PA, Cho E, Krall E. The relation of dietary choline to cognitive performance and white-matter hyperintensity in the Framingham Offspring Cohort. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2011; 94: 1584-91.
30. Davies P. Challenging the cholinergic hypothesis in Alzheimer disease. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*. 1999; 281: 1433-34.
31. Magil S, Zeisel S, Wurtman R. Effects of ingesting soy or egg lecithins on serum choline, brain choline and brain acetylcholine. *Journal of Nutrition* 1981; 111: 166-70.
32. Tomimoto H, Ohtani R, Shibata M, Nakamura N, Ihara M. Loss of cholinergic pathways in vascular dementia of the Binswanger type. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders* 2005; 19: 282-88.
33. Conant R, Schauss AG. Therapeutic applications of citicoline for stroke and cognitive dysfunction in the elderly: a review of the literature. *Alternative Medicine Review* 2004; 9: 17-31.
34. Zeisel SH, Blusztajn JK. Choline and human nutrition. *Annual Review of Nutrition* 1994; 14: 269-96

The effect of one-week bitartrate choline supplementation on balance and some variables of cognitive function in active men

Hamid Arazi^{1*}, Kako Hosseini², Mahammad Zahed Abolhasani¹

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

2. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Razi, Kermanshah, Iran.

E-mail: hamidarazi@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: Choline is a precursor for the synthesis of the most important cholinergic neurotransmitter that induce the release of calcium from sarcoplasmic reticulum that finally leads to muscle contraction. The purpose of the current study was to survey the effect of one week choline supplementation on memory, reaction time, throwing darts and balance in recreationally active men.

Materials and Methods: Thirty qualified men (age 25.8 ± 4.34 years old, height 172.1 ± 7.24 cm, weight 76.9 ± 10.17 kg, BMI 26.06 ± 0.15 kg/m²) were randomly and double-blind divided into two groups of supplementation and placebo with a pre- and post-test design. The subjects initially completed throwing darts test, balance by stroke test, reaction time by reaction time computerized evaluation program and memory by memory assessment computerized program (memory 2000). Following one week of supplementation, the tests were repeated with the same sequence. For data analysis, the software SPSS (version 20) and the paired independent t-test were used.

Results: Reaction time and memory performance in the experimental group significantly improved ($p < 0.05$). However, throwing darts and balance scores in both groups were not significant different between the pre and post-test sessions ($p > 0.05$).

Conclusion: The results of the current study indicated that one week bitartrate choline supplementation can improve memory and reaction time with no effect on balance performance and throwing darts. With regard to the effect of choline supplementation on exercise performance, there is a requirement for further research.

Keywords: Acetylcholine, Neurotransmitter, Choline, Cognitive performance

Received: 2014/02/12

Last revised: 2014/04/05

Accepted: 2014/04/07