

حرکت

شماره ۲۵ - ص ص : ۱۳۳ - ۱۱۳

تاریخ دریافت : ۱۳/۰۶/۲۱

تاریخ تصویب : ۱۳/۰۷/۱۹

تأثیر مکمل‌های غذایی کولین، عصاره مریم گلی، اسیدهای آمینه شاخه‌دار و گلوکز بر خستگی و عملکرد عضلانی بازیکنان فوتبال مرد بزرگسال طی دوهای شدید متناوب خاص فوتبال

دکتر محمدرضا بیات^۱ - دکتر ابراهیم جوادی - دکتر منوچهر قوجاچی - دکتر توراندخت
امینیان - دکتر شاهین آخوندزاده - دکتر سید عبدالحمید احمدی
استادیار دانشگاه تهران - عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات غدد و متابولیسم دانشگاه علوم
پزشکی تهران - عضو هیأت علمی سازمان انرژی اتمی - استادیار دانشگاه تهران - دانشیار دانشگاه
علوم پزشکی تهران - عضو هیأت علمی جهاد دانشگاهی

چکیده

در این تحقیق تأثیر مصرف مکمل‌های کولین، عصاره گیاه سیب، اسیدهای آمینه شاخه‌دار و گلوکز بر
عملکرد عضلانی و برخی از مکانیسم‌ها و محل‌های احتمالی ایجاد و بروز خستگی محیطی و راهبردهای
پیشگیری از آن در بازیکنان فوتبال مرد بزرگسال طی انجام برنامه ورزشی دوهای شدید متناوب خاص
فوتبال مورد بررسی قرار گرفته است. آزمودنی‌ها برنامه ورزشی خاص فوتبال یا دوهای رفت و برگشت
شدید متناوب تا خستگی را انجام دادند. طی سه مرحله قبل از مصرف مکمل‌ها، نیمه اجرای برنامه ورزشی
و بلافاصله بعد از اتمام برنامه ورزشی سه بار از سیاهرگ بازویی آزمودنی‌ها هر بار ۵ سی‌سی نمونه خونی
گرفته شد. در همان فاصله‌های زمانی، آزمودنی‌ها تست POMS را انجام دادند که میزان احساس خستگی و
توانمندی را اندازه‌گیری می‌کند. زمان فعالیت تا بروز خستگی و میزان درک فشار کار نیز در مرحله آخر
برنامه ورزشی اندازه‌گیری شد. یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد مصرف مکمل‌های کولین و عصاره گیاه
سیب ضمن ممانعت از کاهش میزان کولین پلاسما نسبت به میزان اولیه، موجب افزایش سطوح کولین و
استیل کولین و فعالیت ترون‌های کولینرژیک و در نتیجه حفظ توان انفجاری بی‌هوازی، کاهش میزان
احساس خستگی، افزایش میزان احساس توانمندی، افزایش زمان فعالیت بدنی تا بروز خستگی و کاهش
درک فشار کار (فعالیت بدنی) بازیکنان فوتبال مرد بزرگسال می‌شود.

واژه‌های کلیدی

خستگی محیطی، مکمل‌های غذایی، کولین، مریم گلی، اسیدهای آمینه شاخه‌دار، گلوکز، درک فشار
کار، احساس خستگی، احساس توانمندی.

مقدمه

خستگی بدن حین فعالیت عضلانی ارادی، پدیده‌ای پیچیده است که سیستم‌های عصبی و عضلانی را در برمی‌گیرد. خستگی عضلانی (محیطی) به عنوان یکی از عوامل مهمی که موجب بروز اختلال در اجرا و عملکرد ورزشی ورزشکار می‌شود، شناخته شده است. در مورد خستگی محیطی عوامل نرونی، مکانیکی و انرژی‌زا به عنوان عواملی که می‌توانند مانع توسعه تنش یا انقباض عضلانی شوند، مطرح‌اند. اجزا و مکانیسم‌هایی که با خستگی دستگاه عضلانی ارتباط دارند عبارتند از: اتصال عصب - عضله، سارکولما، سیستم مجاری T، شبکه سارکوپلاسمیک، پروتئین‌های انقباضی، متابولیسم انرژی و تخلیه میانجی‌های تحریکی (ACh) انتهای آکسون‌ها که در محدود کردن فعالیت سلول عضلانی نقش مهمی دارد. کاهش سریع و جزئی ACh می‌تواند عملکرد اتصال عصب - عضله را مختل کند (۹، ۱ و ۲۰).

خستگی در داخل اتصال عصب - عضله به عوامل و دلایل مختلفی از جمله کاهش‌هایی یا سنتز استیل کولین، فعالیت بیش از حد معمول کولین استراز و کاهش میزان طبیعی استیل کولین، فعالیت کمتر از حد معمول کولین استراز و تجمع بیش از حد استیل کولین، آستانه تحریک زیاد غشای تار عضلانی، رقابت برخی مواد با استیل کولین برای اشغال رستپورهای موجود در غشای عضلانی، خروج پتاسیم از فضای درون سلولی عضله منقبض و کاهش پتانسیل غشا بستگی دارد (۱ و ۲).

کولین به عنوان یک ماده غذایی، سازنده نوروترانسمیتر استیل کولین (نوروترانسمیتر کلیدی در هدایت سیگنال‌های عصبی در داخل مغز، اعصاب محیطی و اتصال عصب - عضله) است و پتانسیل ارگوژنیک آن محسوب می‌شود. تغییر در مصرف کولین می‌تواند موجب ایجاد تغییرات در سنتز و رهایی استیل کولین شود (Wurtman). کولین همچنین در داخل غشای سلول عضلانی می‌تواند به عنوان منبع کولین جایگزین برای سنتز استیل کولین در مواقعی که نقصی در چرخه کولین وجود دارد، عمل کند (Blusztajn, Wurtman) (۴، ۵، ۶ و ۳۰).

در تمرینات ورزشی شدید طولانی مدت، به دلیل استفاده وسیع از مسیر سیگنالی انقباض عضلانی، میزان سطوح کولین پلاسمای خون کاهش می‌یابد. غلظت زیاد کولین شرایطی را فراهم می‌کند تا استیل کولین نیز به نسبت زیادی سنتز و رهایی داشته باشد. کاهش کولین در

طی فعالیت بدنی شدید موجب کاهش آزادسازی استیل کولین می‌شود، در نتیجه بر استقامت و عملکرد تأثیر می‌گذارد. در شرایطی که در آن کولین کم باشد، عملکرد عضلانی بسرعت موجب خستگی عضلات می‌شود (Zeisel) (۲۱، ۳۱ و ۳۲). هنگام فعالیت بدنی، استیل کولین در داخل دستگاه عصبی و عضلانی تجزیه می‌شود و کولین به طور مستقیم توسط اعصاب کولینرژیک از جریان خون برداشته شده و تقریباً بلافاصله برای ساختن استیل کولین مصرف می‌شود. از این رو اعصاب کولینرژیک در همه حال با برداشتن کولین از سرم خون استیل کولین می‌سازند. میزان سنتز استیل کولین به موجودی پیش‌ساز آن یعنی کولین است. Wurtman و همکاران به ارتباط تغییرات غلظت کولین و استیل کولین با مکانیسم‌های محیطی خستگی وابسته توجه بیشتری نموده و این طور مطرح کردند که طی فعالیت‌های بدنی استقامتی تداومی و شدید تناوبی طولانی مدت، غلظت کولین و استیل کولین خون و فعالیت نرون‌های کولینرژیک به منظور حفظ عملکرد عضلانی کاهش یا افزایش می‌یابد (۶، ۷، ۸، ۲۹ و ۳۰).

Sandage و همکاران این فرضیه را مطرح کرده‌اند که جایگزینی کولین از دست رفته در طی تمرینات ورزشی با جلوگیری از کاهش آن می‌تواند بر آزادسازی عصبی استیل کولین تأثیر بگذارد و متعاقب آن در میزان عملکرد ورزشی و خستگی نقشی مؤثر داشته باشد (۲۴).

استفاده ورزشکاران از پیش‌سازهای کولینرژیک، آگونیست‌های کولینرژیک، مهارکننده‌های تجزیه کولینرژیک برای افزایش سنتز و ترشح نوروترانسمیتر استیل کولین، در پیشینه تحقیقات گزارش شده است. همچنین افراد مبتلا به اختلالات نرولوژیک مانند بیماری آلزایمر از بعضی گیاهان دارای خواص تقویت‌کننده اعصاب کولینرژیک مانند مریم‌گلی استفاده می‌کنند. گیاه مریم‌گلی که در این تحقیق برای نخستین بار در این تحقیق به عنوان مکمل غذایی به منظور بررسی تأثیر آن در افزایش سطوح کولین و استیل کولین پلاسما و تقویت‌کننده اعصاب کولینرژیک در ورزشکاران مورد بررسی قرار گرفت (۱۸ و ۲۵). مریم‌گلی در سال ۲۰۰۱ به عنوان گیاه سال شناخته شد. سیب در فهرست فارماکوپه ایالات متحده و انگلستان ثبت شده و به طور سنتی و خانگی نیز به عنوان ادویه، چاشنی، طعم‌دهنده و معطرکننده، هضم‌کننده، تقویت‌کننده، نگه‌دارنده و چای به صورت خام، پخته، دم‌کرده یا همراه با خوراکی‌هایی مثل نان، کباب و سوپ قابل مصرف است. همچنین کاربردهای دارویی و پزشکی از قبیل محرک و مقوی

سیستم عصبی و گوارشی، ضد عفونی کننده، ضد التهاب، قابض مجاری ترشحاتی، محرک کبد و مغز، کاهنده اضطراب و افسردگی، کاهنده قندخون، گشادکننده عروق، مولد و نگه دارنده تونوسیتها یا انقباض فیزیولوژیک، استروژنیک، آنتی اکسیدان (جمع آوری و دفع رادیکال‌های آزاد) دارد. این گیاه همچنین غنی از کلسیم، پتاسیم، منیزیم و روی است که از آن مکمل غذایی فوق العاده‌ای می‌سازد (۲۵). در این تحقیق تأثیر مصرف مکمل‌های کولین و عصاره گیاه سیج، گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر تغییرات نروترانسمیتری محیطی مورد بررسی قرار گرفته تا مشخص شود که آیا مصرف این مکمل‌ها بر متابولیسم کولین و استیل کولین تأثیر دارد و آیا تغییرات نروترانسمیتری و تقویت اعصاب کولینرژیک حین ورزش می‌تواند موجب پیشگیری یا تأخیر در بروز خستگی بدن به طور عام و خستگی محیطی به طور خاص گردد؛ همچنین آیا این تأثیر و تغییر در حدی است که بتوان تغییرات نروترانسمیتری حین ورزش را به عنوان یکی از فرضیه‌ها و محل‌های احتمالی بروز خستگی محیطی پذیرفت و از راهبردهای تغذیه‌ای در جهت به تأخیر انداختن بروز این نوع خستگی استفاده کرد. در این تحقیق فرضیات تأثیر مصرف مکمل‌های کولین، عصاره گیاه سیج، گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر میزان احساس خستگی، احساس توانمندی، درک فشار کار، زمان رسیدن به خستگی و واماندگی و مقادیر سطوح کولین و استیل کولین پلاسما در بازیکنان فوتبال مرد بزرگسال مورد آزمون قرار گرفتند.

روش تحقیق

در این پژوهش با استفاده از روش دوسویه کور با گروه دارونما ۳۰ بازیکن فوتبال مرد بزرگسال با مشخصات: سن $22/09 \pm 0/86$ ، قد $175/45 \pm 5/72$ ، وزن $71/29 \pm 5/70$ ، توان هوازی $53/91 \pm 1/73$ ، توان بی‌هوازی $60/08 \pm 6/45$ ، ضربان قلب استراحت 59 ± 5 ، سابقه ورزش قهرمانی $5/25 \pm 0/73$ به طور تصادفی به ۵ گروه ۶ نفری تقسیم شدند. هر یک از این گروه‌ها از لحاظ مصرف مکمل غذایی یا دارونما در نیم ساعت قبل و حین اجرای برنامه ورزشی به ترتیب در یکی از شرایط آزمایشی زیر قرار گرفتند:

۱. مصرف مکمل حاوی ۱۸ درصد گلوکز به مقدار و حجم $2/5$ ، $5ml/kgBW/30min$ ، ساعت قبل از اجرای برنامه ورزشی و حاوی ۶ درصد گلوکز به مقدار و حجم

$2\text{ml/kgBW}/30\text{min}$ حین اجرای برنامه ورزشی؛

۲. مصرف مکمل حاوی ۱۴ گرم اسیدهای آمینه شاخه‌دار (۴۰ درصد والین، ۳۵ درصد لوسین و ۲۵ درصد ایزولوسین) به مقدار و حجم $2\text{g/kgBW}/d$ و $0.5\text{ml/kgBW}/30\text{min}$ ساعت قبل از اجرای برنامه ورزشی و به مقدار و حجم $2\text{ml/kgBW}/30\text{min}$ حین اجرای برنامه ورزشی؛

۳. مصرف مکمل عصاره گیاه سیج حاوی $3/5$ میلی‌لیتر به مقدار و حجم 0.5ml/kgBW و $2\text{ml/kgBW}/30\text{min}$ ساعت قبل از اجرای برنامه ورزشی و به مقدار حجم 0.5ml/kgBW حین اجرای برنامه ورزشی؛
(این عصاره به صورت مایع توسط پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی و بیماران روان‌پزشکی روزه تولید شده است.)

۴. مصرف مکمل حاوی ۱۴ گرم لسیتین گرانول به مقدار و حجم $2\text{g/kgBW}/d$ و $0.5\text{ml/kgBW}/30\text{min}$ ساعت قبل از اجرای برنامه ورزشی و به مقدار و حجم $2\text{ml/kgBW}/30\text{min}$ حین اجرای برنامه ورزشی؛
۵. مصرف دارونما حاوی ۲ درصد گلوکز و افزودنی‌های مجاز خوش طعم‌کننده به مقدار و حجم $2\text{g/kgBW}/30\text{min}$ ساعت قبل از اجرای برنامه ورزشی و به مقدار و حجم $2\text{ml/kgBW}/30\text{min}$ حین اجرای برنامه ورزشی.

آزمودنی‌ها یک دوره ۲ هفته‌ای (هر هفته ۴ جلسه) برنامه ورزشی خاص فوتبال یا برنامه دوهای رفت و برگشت شدید متناوب تا خستگی را که هر جلسه آن شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۵ مرحله ۱۵ دقیقه‌ای دوهای رفت و برگشت متناوب با ۳ دقیقه استراحت ایستاده بین هر مرحله و یک مرحله دوهای رفت و برگشت متناوب تا بروز خستگی بود، انجام می‌دادند (۱۸).
بروز خستگی بدین صورت مشخص می‌شد که آزمودنی در آخرین مرحله برنامه ورزشی نتواند سرعت گام‌های خود را طی سه ۲۰ متر رفت و برگشت متوالی، متناسب با شدت مورد نظر حفظ کند. شدت فعالیت بدنی حین اجرای این برنامه ورزشی با استفاده از ضربان‌سنج دیجیتال باتوجه به ضربان قلب تمرین که از طریق فرمول کارونن محاسبه شده بود کنترل می‌شد.

هفته اول دوره اعمال متغیرهای مستقل تحقیق برای آموزش برنامه ورزشی و سازگاری‌های

فیزیولوژیکی و روان‌شناختی آزمودنی‌ها انجام شد. طی هفته دوم دوره اعمال متغیرهای مستقل تحقیق، در هر جلسه تمرینی، طی سه مرحله یعنی ۲/۵ ساعت قبل از اجرای برنامه ورزشی و قبل از مصرف مکمل‌های غذایی و دارونما، نیمه اجرای برنامه ورزشی و بلافاصله بعد از اتمام برنامه ورزشی سه بار از سیاهرگ بازویی آزمودنی‌ها، هر بار ۵ سی‌سی نمونه خونی گرفته شد. در همان فاصله‌های زمانی، آزمودنی‌ها تست‌های *POMS* را انجام دادند که میزان احساس خستگی و احساس توانمندی را اندازه‌گیری می‌کنند. زمان فعالیت تا بروز خستگی با کورنومتر و میزان درک فشار کار (شاخص بورگ) نیز در مرحله آخر برنامه ورزشی اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خونی با رعایت کلیه شرایط آزمایشگاهی لازم از جمله برای کولین و استیل کولین سرم، جمع‌آوری شده توسط سرنگ‌های *Siliconized syringes* بلافاصله در یخ خشک قرار گرفت. سپس برای جداسازی و استخراج کولین و استیل کولین سرم، محتوی این لوله‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای +۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و نمونه‌های خونی بعد از جمع‌آوری به مدت ۱ ساعت سانتریفوژ شده و محتوی به‌دست آمده بلافاصله در دمای -۸۰ درجه سانتی‌گراد در داخل ویال‌های پلاستیکی *Plastic vials* نگهداری شدند. سپس مقادیر کولین و استیل کولین نمونه‌های خونی، توسط آزمایشگاه مرکز تابش گاما سازمان انرژی اتمی به روش *HPLC* اندازه‌گیری و تعیین شدند. کلیه متغیرهای اندازه‌گیری شده ۲/۵ ساعت قبل از اجرای برنامه ورزشی و قبل از مصرف مکمل‌های ورزشی و دارونما در گروه‌های آزمایش و دارونما به وسیله *ANOVA R.M., t dep., Friedman test, Kruskal-Wallis test* مورد بررسی قرار گرفت تا همسان بودن گروه‌ها مشخص شود. همچنین نرمال بودن توزیع مقادیر متغیرهای اندازه‌گیری شده در مرحله قبل از اجرای برنامه ورزشی توسط آزمون *Kolmogorov-Smirnov* مورد ارزیابی قرار گرفت که همسان و نرمال بودن آنها تأیید شد. پایایی و روایی ابزار و وسایل گردآوری داده‌های تحقیق نیز بررسی و تأیید شد. در شروع تحقیق وضعیت سلامت و رضایت آزمودنی‌ها از طریق پرسشنامه *rPar-Q*^۱ و هماهنگی با مربیان تیم‌ها، بررسی و سلامت و آمادگی آنها برای همکاری با طرح تحقیق تأیید شد. در طول دوره میدانی تحقیق، مصرف

غذایی و دارویی آزمودنی‌ها کنترل شد. فهرست خوراکی‌ها، نوشیدنی‌ها، میوه‌ها، سبزی‌ها و داروهایی که بر متابولیسم کولین و استیل‌کولین تأثیر دارند، در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت و از آنها خواسته شد که اقلام ذکر شده را مصرف نکنند. شرایط محیطی و اقلیمی طی انجام عملیات میدانی تحقیق ثبت شد و چون این دوره شامل روزهای متوالی می‌شد، از این‌رو تفاوت معنی‌داری بین روزهای تمرینی وجود نداشت و شرایط محیطی و اقلیمی تقریباً برای همه یکسان بود. با پایان یافتن مطالعات میدانی و آزمایشگاهی، داده‌های به‌دست آمده در هر سه مرحلهٔ قبل، نیمه و بعد از اجرای برنامهٔ ورزشی به صورت بین‌گروهی و درون‌گروهی از طریق آزمون‌های آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

spss 10.0 for windows; MANOVA, ANOVA R.M., t dep., Friedman test, and Kruskal - Wallis test

جدول ۱ - اطلاعات آماری مشخصات آزمودنی‌ها

شاخص‌های آمار توصیفی						متغیرها	نمونه
Range	Max	Min	SE(±)	SD(±)	Mean		
۲/۸۵	۲۳/۸۵	۲۱/۰۰	۰/۱۶	۰/۸۶	۲۲/۰۹	سن (سال)	بازیکنان فوتبال مرد بزرگسال n=۳۰, N=۹۰
۱۲/۵۰	۱۸۱/۵	۱۶۹/۰	۱/۰۵	۵/۷۲	۱۷۵/۴۵	قد (سانتی‌متر)	
۱۱/۹۶	۸۱/۰۰	۶۹/۰۴	۱/۰۴	۵/۷۰	۷۱/۲۹	وزن (کیلوگرم)	
۵/۵۸	۵۷/۹۵	۵۲/۳۷	۰/۳۲	۱/۷۳	۵۳/۹۱	توان هوازی (VO _{2max}) (ml/kg×min)	
۱۳/۰۰	۶۸/۵۰	۵۵/۵۰	۱/۱۸	۶/۴۵	۶۰/۰۸	توان بی‌هوازی (reach test, and Sargent's jump, cm)	
۱۰/۰۰	۶۶/۰۰	۵۶/۰۰	۱/۰۰	۵/۰۰	۵۹/۰۰	ضربان قلب استراحت (b/min)	
۲/۵۶	۶/۵۶	۴/۰۰	۰/۱۳	۰/۷۳	۵/۲۵	سابقهٔ ورزش حرفه‌ای (سال)	
۱۸/۷۷	۱۰۷/۳۵	۸۸/۵۸	۳/۶۳	۸/۸۹	۹۸/۰۴	Total Mood Disturbance (Scale 0-4)	

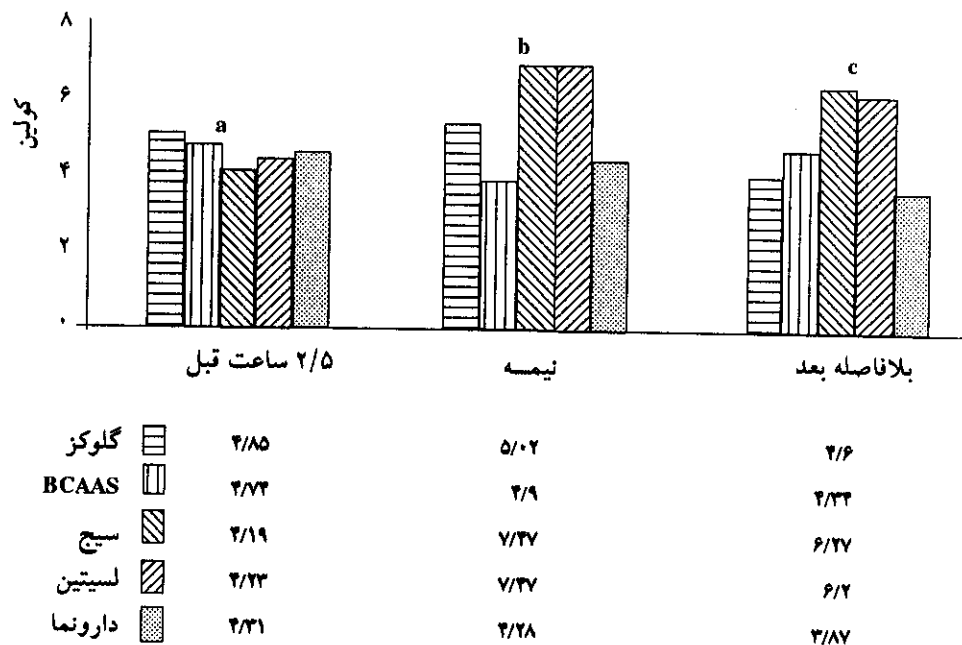
نتایج و یافته‌های تحقیق

اطلاعات به دست آمده از ۵ گروه کنترل و آزمایش در ۲/۵ ساعت قبل، نیمه و بلافاصله بعد از فعالیت بدنی با استفاده از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی تنظیم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار رایانه‌ای *Harvard Graphics 98 for windows* استفاده شد. آزمون فرضیه‌های تحقیق به صورت نمودارهای مقایسه‌ای به شرح زیر ارائه می‌شود:

آزمون فرضیه ۱: مصرف مکمل‌های کولین و عصاره گیاه سیج بر میزان کولین سرم تأثیر ندارد. یافته‌های تحقیق در خصوص آزمون این فرضیه و مقایسه درون‌گروهی و بین‌گروهی تغییرات کولین آزمودنی‌ها نشان می‌دهد که مصرف قبل و حین فعالیت بدنی مکمل‌های کولین و عصاره گیاه سیج موجب افزایش سطوح کولین سرم در نیمه و بلافاصله بعد از انجام برنامه ورزشی دوهای شدید متناوب خاص فوتبال در گروه‌های آزمایشی لسیتین و سیج شده است که در این صورت فرضیه صفر رد می‌شود و فرضیه محقق مبنی بر تأثیر مصرف مکمل‌های کولین و عصاره گیاه سیج بر سطح کولین سرم آزمودنی‌ها و در نتیجه بهبود عملکرد سیستم عضلانی و تأخیر خستگی محیطی در اواخر نیمه دوم فعالیت بدنی جایگزین آن می‌شود (بین‌گروهی / درون‌گروهی $P \leq 0/001$, $P \leq 0/01$) (نمودار ۱).

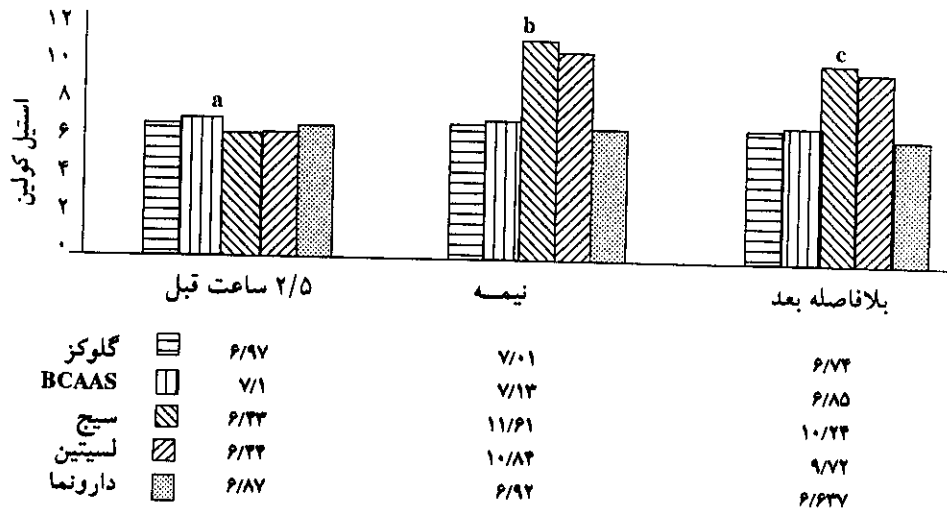
آزمون فرضیه ۲: مصرف مکمل‌های کولین، عصاره گیاه سیج بر میزان استیل کولین سرم تأثیر ندارد. یافته‌های تحقیق در مورد آزمون این فرضیه و مقایسه درون‌گروهی و بین‌گروهی تغییرات استیل کولین آزمودنی‌ها نشان می‌دهد که مصرف قبل و حین فعالیت بدنی مکمل‌های کولین و عصاره گیاه سیج موجب افزایش استیل کولین سرم در نیمه و بلافاصله بعد از انجام برنامه ورزشی دوهای شدید متناوب خاص فوتبال در گروه‌های آزمایشی لسیتین و سیج شده است که در این صورت فرضیه صفر رد می‌شود و فرضیه محقق مبنی بر تأثیر مصرف مکمل‌های کولین و عصاره گیاه سیج بر سطح استیل کولین سرم آزمودنی‌ها و در نتیجه بهبود عملکرد سیستم عضلانی و تأخیر خستگی محیطی در اواخر نیمه دوم فعالیت بدنی جایگزین آن می‌شود (بین‌گروهی / درون‌گروهی $p \leq 0/01$, $p \leq 0/01$) (نمودار ۲).

نانومول / میلی‌لیتر



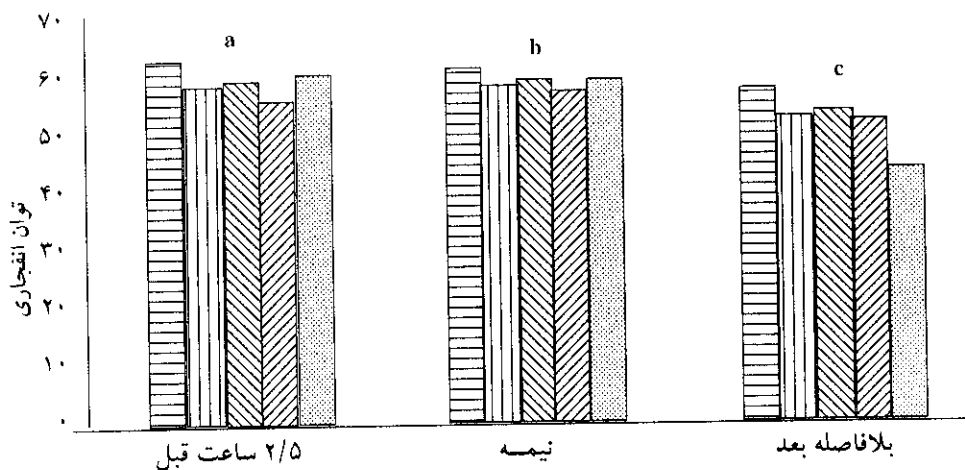
نمودار ۱- میزان کولین پلاسما

نانومول / میلی‌لیتر



نمودار ۲- میزان استیل کولین پلاسما

سانتی متر



گلوکوز	۶۲/۶۲	۶۲/۳۳	۵۷/۱۸
BCAAS	۵۹/۳۱	۵۹/۱۷	۵۴/۷۸
سیج	۵۹/۳۸	۵۹/۴۲	۵۵/۶۵
لستین	۵۷/۸۱	۵۷/۷۴	۵۲/۸۷
دارونما	۶۱/۳۴	۶۱/۳۹	۴۳/۲

نمودار ۳- توان انفجاری بی‌هوازی / پرش سارجنت

آزمون فرضیه ۳: مصرف مکمل‌های کولین، عصاره گیاه سیج، گلوکوز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر توان انفجاری بی‌هوازی تأثیر ندارد. یافته‌های تحقیق در زمینه آزمون این فرضیه و مقایسه درون‌گروهی و بین‌گروهی توان انفجاری بی‌هوازی آزمودنی‌ها نشان می‌دهد که مصرف قبل و حین فعالیت بدنی مکمل‌های کولین، عصاره گیاه سیج، گلوکوز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار در مقایسه با دارونما موجب حفظ توان انفجاری بی‌هوازی در گروه‌های آزمایشی کولین و محرک کولینرژیک و گلوکوز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بلافاصله بعد از انجام برنامه ورزشی دوهای شدید متناوب خاص فوتبال شده است که در این صورت فرضیه صفر رد می‌شود و فرضیه محقق مبنی بر تأثیر مصرف مکمل‌های کولین، عصاره گیاه سیج، گلوکوز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر توان انفجاری بی‌هوازی آزمودنی‌ها و در نتیجه بهبود عملکرد سیستم عضلانی و

تأخیر خستگی محیطی در اواخر نیمه دوم فعالیت بدنی جایگزین آن می‌شود (بین گروهی / درون گروهی $P \leq 0/001$, $P \leq 0/009$) (نمودار ۳).

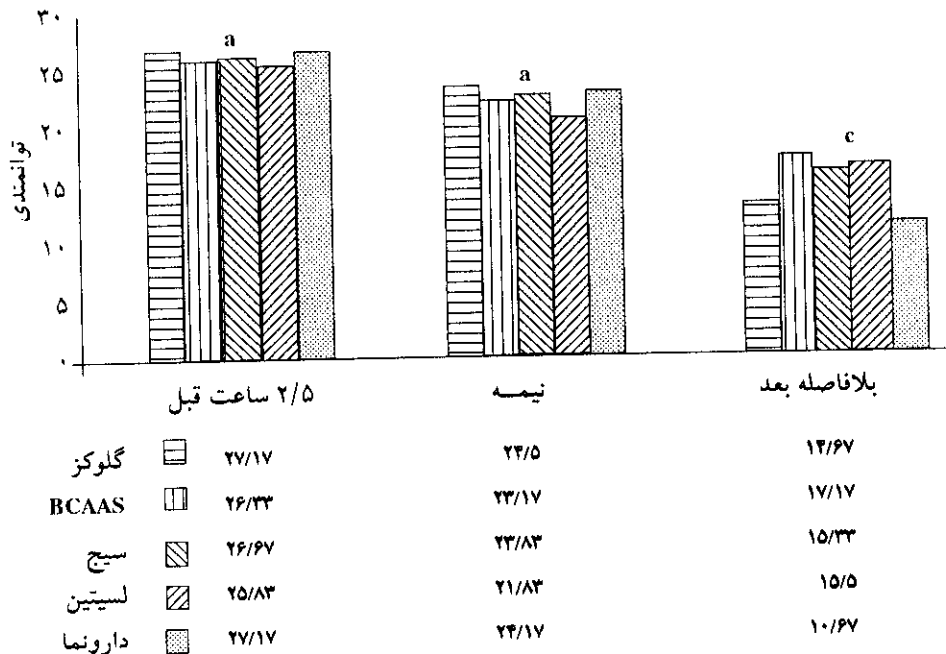
آزمون فرضیه ۴: مصرف مکمل‌های کولین، عصاره گیاه سیج، گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر میزان احساس خستگی آزمودنی‌ها تأثیر ندارد. یافته‌های تحقیق و مقایسه درون گروهی و بین گروهی میزان احساس خستگی آزمودنی‌ها نشان می‌دهد که مصرف قبل و حین فعالیت بدنی مکمل‌های کولین و عصاره گیاه سیج و گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار در مقایسه با دارونما موجب کاهش میزان احساس خستگی در گروه‌های آزمایشی کولین و عصاره گیاه سیج و گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بلافاصله بعد از انجام برنامه ورزشی، دوهای شدید متناوب خاص فوتبال شده است که در این صورت فرضیه صفر رد می‌شود و فرضیه محقق مبنی بر تأثیر مصرف مکمل‌های کولین، عصاره گیاه سیج، گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر میزان احساس خستگی آزمودنی‌ها و بهبود عملکرد و تأخیر خستگی در اواخر نیمه دوم فعالیت بدنی جایگزین آن می‌گردد (بین گروهی / درون گروهی $P \leq 0/01$, $P \leq 0/01$) (نمودار ۴).



نمودار ۴- میزان خستگی

آزمون فرضیه ۵: مصرف مکمل های کولین، عصاره گیاه سیج، گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه دار بر میزان، احساس توانمندی آزمودنی ها تأثیر ندارد. یافته های تحقیق درباره آزمون این فرضیه و مقایسه درون گروهی و بین گروهی میزان احساس توانمندی آزمودنی ها نشان می دهد که مصرف قبل و حین فعالیت بدنی مکمل های کولین و عصاره گیاه سیج و گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه دار در مقایسه با دارونما موجب افزایش میزان احساس توانمندی در گروه های آزمایشی کولین و عصاره گیاه سیج و گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه دار بلافاصله بعد از انجام پروتکل ورزشی دوهای شدید متناوب خاص فوتبال شده است که در این صورت فرضیه صفر رد می شود و فرضیه محقق مبنی بر تأثیر مصرف مکمل های کولین و عصاره گیاه سیج، گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه دار بر میزان احساس توانمندی آزمودنی ها و بهبود عملکرد و تأخیر خستگی در اواخر نیمه دوم فعالیت بدنی جایگزین آن می شود (بین گروهی / درون گروهی $p \leq 0/01$ ، $p \leq 0/01$) (نمودار ۵).

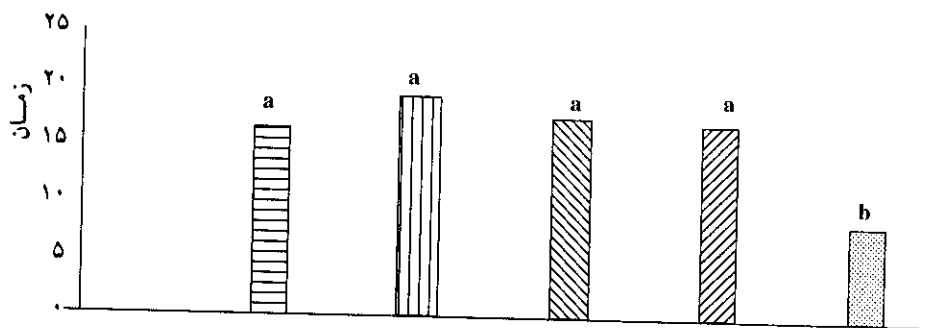
مقیاس ۴-۰



نمودار ۵- میزان توانمندی

آزمون فرضیهٔ ۶: مصرف مکمل‌های کولین، عصارهٔ گیاه سیج، گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر زمان فعالیت تا خستگی آزمودنی‌ها تأثیر ندارد. یافته‌های تحقیق در آزمون این فرضیه و مقایسه بین گروهی زمان فعالیت تا خستگی آزمودنی‌ها نشان می‌دهد که مصرف قبل و حین فعالیت بدنی مکمل‌های کولین و عصارهٔ گیاه سیج و گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار در مقایسه با دارونما موجب تداوم زمان فعالیت آزمودنی‌ها و در نتیجه حفظ عملکرد عضلانی و تاخیر در بروز خستگی محیطی در آخرین وهلهٔ برنامهٔ ورزشی دوهای شدید متناوب خاص فوتبال شده است که در این صورت فرضیهٔ صفر رد می‌شود و فرضیهٔ محقق مبنی بر تأثیر مصرف مکمل‌های ورزشی حاوی کولین و عصارهٔ گیاه سیج، گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر توانایی تداوم زمان فعالیت و تأخیر خستگی محیطی در اواخر نیمهٔ دوم فعالیت بدنی جایگزین آن می‌شود (بین گروهی $p \leq 0/01$).

دقیقه



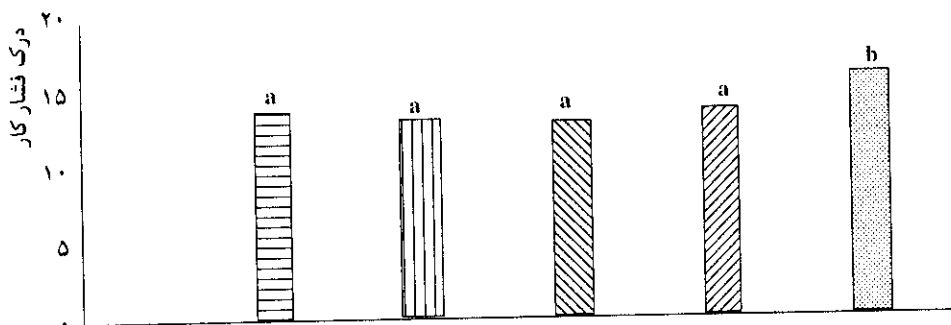
آخرین وهلهٔ پروتکل ورزشی



نمودار ۶- زمان فعالیت تا خستگی

آزمون فرضیه ۷: مصرف مکمل‌های کولین، عصاره گیاه سیج، گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر میزان درک فشار کار (شاخص بورگ) تأثیر ندارد. یافته‌های تحقیق در مورد آزمون این فرضیه و مقایسه بین گروهی میزان درک فشار کار نشان می‌دهد که مصرف قبل و حین فعالیت بدنی مکمل‌های حاوی کولین و عصاره گیاه سیج و گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار در مقایسه با دارونما موجب درک کمتر فشار کار آزمودنی‌ها در آخرین مرحله برنامه ورزشی دوهای شدید متناوب خاص فوتبال شده است که در این صورت فرضیه صفر رد می‌شود و فرضیه محقق مبنی بر تأثیر مصرف مکمل‌های ورزشی حاوی کولین و عصاره گیاه سیج، گلوکز و اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر درک کمتر فشار کار و در نتیجه موجب بهبود عملکرد عضلانی و تأخیر در بروز خستگی محیطی در اواخر نیمه دوم فعالیت بدنی جایگزین آن می‌شود (بین گروهی $p \leq 0/01$) (نمودار ۷).

مقیاس ۲۰-۶



آخرین وهله پروتکل ورزشی

- گلوکز ۱۳/۶۷
- BCAAS ۱۴/۳۳
- سیج ۱۴/۳۳
- لسیتین ۱۴/۶۷
- دارونما ۱۶/۶۷

نمودار ۷- درک فشار کار / بورگ

بحث و نتیجه‌گیری

بازی فوتبال به توانایی تحمل بیش از ۹۰ دقیقه تلاش بدنی متناوب و با شدت زیاد نیازمند است. خستگی در فوتبال را می‌توان به عنوان کاهش فعالیت در زمانی که هنوز به ادامه فعالیت نیاز است، تعریف کرد. خستگی سبب کاهش اجرای فعالیت در اواخر بازی می‌شود. وقوع خستگی به‌طور عام و خستگی محیطی به‌طور خاص در انتهای بازی فوتبال می‌تواند موجب اختلال در عملکرد عضلانی و تضعیف اجرای ورزشی ورزشکار شود. بنابراین پیشگیری از خستگی زودرس بازیکنان در طی مسابقه و بویژه در انتهای نیمه دوم بازی فوتبال و بازگشت سریع‌تر آنان به حالت اول، بسیار حائز اهمیت است. در مورد خستگی در فوتبال و کاهش اجرای فعالیت در اواخر بازی، *Vangole* و همکارانش (۱۹۹۸)، *Bangsbo* و همکاران (۱۹۹۱)، *Reilly* (۱۹۷۶) و *Saltin* (۱۹۷۳) یافته‌های مشابهی درباره مسافت دویدن بازیکنان در نیمه اول بازی نسبت به نیمه دوم و افت عملکرد بازیکنان در اواخر بازی گزارش کرده‌اند (۳، ۱۴ و ۲۳). خستگی منشأ مرکزی یا محیطی دارد. در منشأ محیطی عضلات تقریباً قادر نخواهند بود به همان شیوه که قبل از شروع فعالیت بدنی به تحریکات عصبی پاسخ می‌دادند، پاسخ دهند. اخیراً این فرضیه مطرح شده که بروز خستگی حین فعالیت‌های بدنی طولانی مدت یا استقامتی مداوم و شدید متناوب ممکن است ناشی از کاهش فعالیت نرون‌های کولینرژیک به دنبال کاهش یا تخلیه موجودی کولین باشد. در تمرینات ورزشی شدید طولانی مدت به دلیل استفاده وسیع از مسیر سیگنالی انقباض عضلانی، میزان سطوح کولین پلاسمای خون کاهش می‌یابد. کاهش سطوح کولین پلازما تا حدود ۴۰ درصد در دوندگان ماراتون بوستون در سال‌های ۱۹۸۵ و ۱۹۸۶ در مطالعات *Sabounjian* و *Conley and Wurtman* گزارش شده است. به غیر از دوندگان، کاهش سطح معنی‌دار سطح کولین پلازما در شناگران (*Coates, Pascetta*) (۶ و ۷) در سال ۱۹۹۵ و دوچرخه‌سواران (*Horn et al, Allworden*) در سال ۱۹۹۳ نیز مشاهده شده است. در مطالعات *Sabounjian Wurtman* (۱۹۹۲)، *Evoniuk conley* (۱۹۸۶)، *conley*، *Blusztajn, Coviella, Maher* کاهش سطوح کولین پلازما تا حدود ۴۰ درصد در دوندگان ماراتون بوستون در سال‌های ۱۹۸۵ و ۱۹۸۶ گزارش شده است. در گزارش این محققان آمده

است که استیل کولین در داخل اتصالات عصب - عضله حین فعالیت بدنی تجزیه می شود و سلول های عصبی برای تولید استیل کولین و جلوگیری از کاهش سریع نیروی عضلانی، کولین موجود در خون را برداشته و مصرف می کنند، در نتیجه سطح کولین خون دوندگان ماراتون شروع به تنزل کرده است (۷، ۸، ۱۶ و ۲۴). در این تحقیق نیز باتوجه به یافته های تحقیقات پیشین، تأثیر مصرف مکمل های کولین، عصاره گیاه سیج، گلکز و اسیدهای آمینه شاخه دار بر تغییرات نروترانسمیتری محیطی بررسی شد تا مشخص شود که آیا مصرف این مکمل ها بر متابولیسم کولین و استیل کولین تأثیر دارد و آیا تغییرات نروترانسمیتری و عملکرد اعصاب کولینرژیک حین ورزش می تواند موجب بروز خستگی بدن به طور عام و خستگی محیطی به طور خاص شود و آیا این تأثیر و تغییر در حدی است که بتوان تغییرات نروترانسمیتری حین ورزش را به عنوان یکی از فرضیه ها و محل های احتمالی بروز خستگی محیطی پذیرفت و از راهبردهای تغذیه ای پیشنهادی آن در جهت به تأخیر انداختن بروز این نوع خستگی استفاده کرد. در مجموع یافته های این تحقیق با نتایج به دست آمده از تحقیقات پیشین همخوانی دارد؛ یعنی کاهش کولین و استیل کولین حین فعالیت های بدنی استقامتی تداومی و شدید تناوبی که میانگین شدت آنها حدود ($VO_{2max} \leq 1/5$ or approximately hours) ۶۵-۶۰٪، کاهش هماهنگی عصبی - عضلانی، افزایش درک فشارکار و بروز خستگی زودرس در ورزشکاران شود. نتایج و یافته های تحقیق حاضر نشان می دهد مصرف مکمل های کولین و عصاره گیاه سیج ضمن ممانعت از کاهش میزان کولین پلاسما نسبت به میزان اولیه، موجب افزایش سطوح کولین و استیل کولین و تقویت اعصاب کولینرژیک و در نتیجه موجب حفظ توان انفجاری بی هوازی، کاهش احساس خستگی، افزایش احساس توانمندی، افزایش زمان فعالیت بدنی تا بروز خستگی و کاهش درک فشارکار (فعالیت بدنی) بازیکنان فوتبال مرد بزرگسال می شود. همچنین در این تحقیق برای نخستین بار مصرف عصاره گیاه سیج به عنوان تقویت کننده اعصاب کولینرژیک در ورزشکاران مورد بررسی قرار گرفت. باتوجه به معنی دار بودن نتایج به دست آمده، به نظر می رسد مصرف عصاره این گیاه می تواند به عنوان مکمل غذایی در افزایش سطوح کولین و استیل کولین پلاسما و پیشگیری از بروز خستگی در بازیکنان فوتبال و سایر رشته های

ورزشی مشابه مؤثر واقع شود. در مجموع و باتوجه به نتیجهٔ حاصل از این تحقیق و همخوانی آن با نتایج تحقیقات پیشین، می‌توان اظهار داشت که مصرف مکمل‌های کولین، عصارهٔ گیاه سیج، اسیدهای آمینهٔ شاخه‌دار و گلوکز، در ورزش فوتبال و ورزش‌هایی که الگوی فعالیت بدنی آنها مشابه فوتبال است، با افزایش نسبت کولین به استیل کولین یا حفظ نسبت زیاد کولین و استیل کولین، تقویت اعصاب کولینرژیک، و تأمین پیش‌ساز *Ach* می‌تواند موجب کاهش درک فشار کار و احساس خستگی، افزایش احساس توانمندی و تمایل به انجام فعالیت‌های بدنی و عضلانی، افزایش زمان رسیدن به حالت واماندگی و تأخیر در بروز خستگی زودرس در ورزشکاران شود. بنابراین می‌توان تغییرات نروترانسمیتری و عملکرد عضلانی حین ورزش را به عنوان یکی از فرضیه‌ها و محل‌های احتمالی بروز خستگی محیطی پذیرفت و از راهبردهای تغذیه‌ای در جهت به تأخیر انداختن بروز این نوع خستگی استفاده کرد.

منابع و مآخذ

- 1- Allworden, Horn, Kahi, Feldheim, "The influence of lecithin on plasma choline concentrations in triathletes and adolescent runners during exercise". *Eur. J. Appl. Physiol.* 1993, 67, PP: 87-91.
- 2- Asmussen E. "Muscle fatigue, *Medicine and Science in Sports*", 1979, 11, PP: 313-321, www-rohan.sdsu.edu/dept/coachsci/cas/vol65/asmussen.htm
- 3- Bangsbo J. "The physiology of football with special reference to intense intermittent exercise", *Acta Physiologica Scandinavia*, 1994a, 151: PP:1-156.
- 4- Benardot D., "Training with supplements: determining which ergogenic aids can improve performance and performance nutrition plans: combined power and endurance sports, in *Nutrition for serious athletes; an advanced guide to foods, fluids and supplements for training and performance* (Eds. Benardot D.)", *Human kinetics*, 2000, PP: 123-37 and PP: 273-88.
- 5- Blusztain JK, Wurtman RJ. "Choline and cholinergic neurons". *Science*

1983, 221: PP:234-7.

6- Coates, Pascetta, "The effect of Choline on fatigue, energy levels, and performance in college swimmers. Presented at: NIH Workshop on the Role of Dietary Supplements for Physically active People". Monday, Jun 3, 1996, Bethesda, MD, USA.

7- Conlay L. A., Wurtman, Lutzaj, Coviella, Maher, Evoniuk. "Decreased Plasma Choline Concentrations in Marathon Runners". *The New England Journal of Medicine* 1986, PP: 315-892.

8- Conlay, sabounjian, Wurtman. "Exercise and Neuromodulators: Choline and Acetylcholine in Marathon Runners". *Int. J. Sports Med.* 1992, 13, 5141=5142.

9- Davis JM. "Central and peripheral factors in fatigue, *J. Sports Sci*, 1995, 13: PP: 549-53.

10- Davis JM., Welsh RS., Devolve KL. and Alderson NA. "Effects of branched - chain amino acids and carbohydrate on fatigue during intermittent, high - intensity running", *Int. J. Sports Med.* 1999, 20: PP: 309-14.

11- Enoka RM. and Stuart DG. "Neurobiology of muscle fatigue", *J. Appl. Physiol*, 1992, 72 (5): PP: 1631 - 48. the american physiological Society.

12- Fitts RH. "Cellular mechanisms of muscle fatigue, *Physiol*". Rev., the american physiological Society. 1994, 74 (1): PP: 49-94.

13- Foss ML. and keteyian SJ. "Local muscular fatigue: fiber - type distribution, possible sites and causes, in *Foxs physiological basis for exercise and sport* (Eds. Foss ML. and Keteyian SJ.)", McGraw - Hill, 1998, 6th Edi., PP: 158-64.

14- Green H. "Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise", *J. Sports*

Sci.1997, 15: PP:247-56.

15- Hassmen P. and Blomstrand E. "Mood state relationships and soccer team performance, *The sport psychologist*", *Human kinetics*, 1995,9(3): PP: 297-308.

16- Horn, Allworden, W-Feldheim, "The influence of lecithin on performance and regeneration of endurance athletes". 6th international Colloquium on phospholipids, Hamburg, Germany October 1993, PP: 25-27.

17- Landers, He, Etnier, Willis, Spector, Jackman, "The effects of Choline on cognitive function and mood state following exhaustive exercise". *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1994, 26, P: 5157.

18- McGregor SJ., Nicholas CW. and Williams C."The influence of prolonged, intermittent shuttle running and fluid ingestion on soccer skill, *Proceedings of the second annual congress of the European college of sports science*", Copenhagen, Denmark, August 1997. PP: 20-23.

19- McNair DM., Lorr M. and Droppleman LF., "EdITS manual for the profile of mood states", Revised , San Diego, California.1992, PP: 1-40.

20- Newshome EA., Acworth I. and Blomstrand E., "Amino acids, brain neurotransmitters and a functional link between muscle and brain that is important in sustained exercise", in *Advances in myochemistry* (Eds. Benzi G.), John Libbey Eurotext, London,1987,PP: 127-33.

21- Pascetta, fogel, Merenda, Blaney, Baker, Sullivan, "The effect of Choline on fatigue and energy levels in college basketball players, Presented at: Nutrition and Physical Activity to Optimize performance and Well - being"; Thursday, Atlanta, GA, USA, Apr 6, 1995.

22- Ralf J. "The use of phosphatidylcholine (PC) in sports nutrition, Degussa

BioActives Publication Series on Sports Nutrition", Freising, Germany.2002.

23- Reilly T. "Energetic of high - intensity exercise (Soccer) with particular reference to fatigue", *J. Sport Sci.*,1997,15: PP: 257-63.

24- Sandage B.W., Sabounjian L.A., Wuronan R.I., "Effects of choline on athletic performance and fatigue, in NIH workshop on the role of dietary supplements for physically active people" (Eds. Maryland B., National Institutes of Health office of dietary supplements),1996, PP: 93-4 (Abs.). www.healthy.net

25- Soulimani R., Fleurentin J., Mortier F., Misslin R., Derrieu G. and Pelt JM, "Neurotropic action of the hydroalcoholic extract (Lyophilised) of *Melisa officinalis* in the mouse", *Planta Med.*, 1991. 57(2): PP: 105-9 (Abs.).

26- Spector SA., Jackman MR., Sabounjian LA., Sakkas C., Landers DM. and Willis WT. "Effect of choline supplementation on fatigue in trained cyclists", *Med. Sci. Sports Exerc.*,1995, 27 (5): PP:668-73.

27- Tung Hu Tasi, "Separation methods used in the determination of choline and acetylcholine". *Journal of chromatography B*,2000, 747 ,PP: 111-122.

28- Wurtman RJ. and Lewis MC. "Exercise, plasma composition and neurotransmission, in *Advances in nutrition and top sport*" (Eds. Brouns F., Saris WHM., Newsholme EA.), *Med. Sports Sci.*, Basel, Karger,1991, Vol. 32,PP: 94-109.

29- Wurtman, Hirsch, Growdon, "Lecithin consumption raises serum - free - choline levels". *Lanct* 1977, PP: 68-69.

30- Wurtman RJ. "Effects of dietary amino acids, carbohydrates and choline neurotransmitter synthesis". *Mt Sinai J Med* 1988; 55 (1): PP: 75-86.

31- Zeisel SH. "Is there a metabolic basis for dietary supplements?, in *NIH workshop on the role of dietary supplements for physically active people*" (Eds.

Maryland B., National Institutes of Health office of dietary supplements), 1996, P: 19 (Abs.)

32- Zeisel S.H., K-A. da Costa, P.D. Franklin, E.D. Alexander, J.T. Lamont, N.F. Sheard, A. Beiser. "Choline and essential nutrient for humans". *FASEB J.* 1991, 5, 2093-2098; S.H. Zeisel, J.K. Blusztain. *Choline and Human Nutrition. Annu. Rev. Nutr.* 1994, 14, PP: 269-296.