

تأثیر کوتاه‌مدت مکمل یاری کوآنزیم Q₁₀ بر پاسخ ایمنی هومورال به فعالیت‌های ورزشی شدید در بازیکنان فوتبال

حسین شیروانی* (Ph.D)

مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران

چکیده

هدف: شواهد موجود نشان می‌دهد که مکمل‌یاری کوآنزیم Q₁₀ می‌تواند در تقویت عمل‌کرد ایمنی نقش داشته باشد. مطالعه حاضر نیز با هدف بررسی تأثیر مصرف ۱۴ روزه مکمل کوآنزیم Q₁₀ بر پاسخ برخی پارامترهای سیستم ایمنی هومورال به فعالیت‌های شدید شبه فوتبالی انجام شد. مواد و روش‌ها: در این مطالعه نیمه‌تجربی ۲۴ بازیکن فوتبال به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به‌طور تصادفی در سه گروه ۸ نفره شامل: کنترل، فعالیت‌ورزشی و فعالیت‌ورزشی با مکمل Q₁₀ تقسیم شدند. فعالیت ورزشی شامل انجام سه جلسه تمرین شدید ۹۰ دقیقه‌ای ویژه فوتبال با فواصل استراحتی دو روزه و مکمل‌یاری شامل دریافت روزانه ۵ میلی‌گرم کوآنزیم Q₁₀ به‌ازای هر کیلوگرم از وزن بدن به‌مدت دو هفته بود. نمونه خونی ۲۴ ساعت قبل و بعد از دوره جمع‌آوری شد. یافته‌ها: نتایج نشان داد که در گروه فعالیت‌ورزشی سطح سرمی کورتیزول و درصد نوتروفیل‌ها به‌طور معنی‌داری (P=۰/۰۰۱) افزایش و سطوح ایمونوگلوبولین A (P=۰/۰۰۸) و ایمونوگلوبولین G (P=۰/۰۱۹) به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد. در حالی‌که در گروه فعالیت‌ورزشی و مکمل Q₁₀ این تغییرات معنی‌دار نبود. نتیجه‌گیری: مصرف کوتاه‌مدت مکمل کوآنزیم Q₁₀ با تعدیل ایمونوگلوبولین A و کورتیزول در حین فعالیت‌های شدید شبه فوتبالی می‌تواند در تقویت عمل‌کرد سیستم ایمنی هومورال بازیکنان فوتبال نقش داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: کوآنزیم Q₁₀، ایمونوگلوبولین‌ها، نوتروفیل‌ها، فعالیت تناوبی شدید، فوتبال

مقدمه

غلظت ایمونوگلوبولین‌های (Ig) سرمی، فعالیت ضد میکروبی نوتروفیل‌ها) در هنگام ورزش‌های شدید تحریک و بعضی مواقع بعد از ورزش‌های سنگین مهار می‌شود که می‌تواند ورزشکاران را مستعد ابتلاء به عفونت‌های مجاری تنفسی فوقانی (URTI) نماید [۲]. یک مدل اصلاح شده از نظریه پنجره باز بیان می‌کند که اگر فاصله بین جلسات تمرین سنگین طوری باشد که

شواهد نشان می‌دهد که فعالیت‌های ورزشی شدید و سنگین ممکن است باعث سرکوب سیستم ایمنی شود [۱]. در این زمینه پدرسون و الوم نظریه "پنجره باز" را مطرح می‌کنند که ظاهراً برخی از جنبه‌های عمل‌کرد ایمنی (از قبیل: تعداد گلبول‌های سفید و لنفوسیت‌های در حال گردش، فعالیت سلول‌کشی سلول‌های NK،

یکی از این راه‌بردها، دریافت مکمل‌های غذایی حمایت‌کننده سیستم ایمنی است [۱۰].

کوآنزیم Q₁₀ که به یوبی‌کینون نیز شهرت دارد، ناقل الکترونی اصلی در زنجیره تنفسی میتوکندریایی است و به‌عنوان یک بخش محلول در چربی در تمام غشاهای سلولی یافت می‌شود که می‌تواند ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانتی داشته باشد [۱۱، ۱۲]. شیروانی و همکاران در تحقیقی نشان دادند که مکمل‌گیری کوتاه‌مدت کوآنزیم Q₁₀ می‌تواند باعث تعدیل برخی سایتوکاین‌های التهابی سیستم ایمنی (TNF- α) و IL-6 در پاسخ به تمرینات شدید فوتبال شود [۱۳]. شکوهیار و همکاران نیز عنوان کردند که دریافت روزانه ۱۰۰ میلی‌گرم مکمل Q₁₀ باعث کاهش سطح سرمی کورتیزول و لنفوسیت‌ها، بلافاصله بعد از انجام سه مسابقه متوالی فوتسال نسبت به گروه پلاسیبو و مسابقه شده است [۱۴]. اما مسافری و همکاران هیچ تغییر معنی‌داری در سطوح TNF- α پیرو فعالیت شدید بدنی توام با دریافت مکمل کوآنزیم Q₁₀ در مردان فعال مشاهده نکردند [۱۵].

بنابراین با توجه به تناقض‌های موجود در مطالعات پیشین و وجود شواهدی دال بر این‌که تمرینات شدید و مسابقات متعدد فوتبال در طول هفته‌هایی از فصل رقابت ممکن است زمینه‌ساز بروز URTI در برخی از ورزشکاران این رشته ورزشی شود، بر آن شدیم که به بررسی تاثیر سه جلسه تمرین شدید ۹۰ دقیقه‌ای ویژه فوتبال و مصرف مکمل کوآنزیم Q₁₀ بر تغییرات برخی پارامترهای سیستم ایمنی هومورال بپردازیم.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری شامل کلیه بازیکنان فوتبال زیر ۲۱ سال لیگ یک شهر تهران با حجم نمونه بالغ بر ۳۵۰ نفر بود که از بین آن‌ها یک تیم

برگشت به حالت اولیه سیستم ایمنی به طور ناقص صورت گیرد، ممکن است تکرار چنین الگوی تمرینی به مهار مزمن عمل‌کرد ایمنی ورزشکاران منجر شود [۳]. امروزه در برخی رشته‌های ورزشی مانند فوتبال، تراکم جلسات تمرینی شدید و مسابقات رقابتی در بازه‌های زمانی کوتاه وجود دارد و از طرفی، گزارش‌هایی از شیوع سرماخوردگی، آنفولانزا، آب‌ریزش بینی، خشکی گلو، عفونت‌های گوش و غیره در بین بازیکنان فوتبال منتشر می‌شود [۴].

ایمونوگلوبولین‌ها واسطه‌های گلیکوپروتئینی و محلولی می‌باشند که توسط سلول‌های B و پلاسماسل‌ها ساخته و باعث ایجاد ایمنی هومورال در مقابل عوامل عفونت‌زا می‌شوند که دو کلاس اصلی آن‌ها عبارتند از IgA و IgG که می‌توانند به‌عنوان آنتی‌بادی در تحریک، شناسایی و کشتن میکروب‌ها نقش داشته باشند و باعث افزایش فعالیت بیگانه‌خواری نروفیل‌ها شوند [۵]. هم‌چنین مشخص شده که تولیدات محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال (HPA) مانند هورمون کورتیزول نیز در فعالیت سلول‌های ایمنی و تولید و ترشح آنتی‌بادی تاثیرگذار می‌باشند [۶]. در این راستا، Moreira و همکاران کاهش سطوح IgA بزاقی در بازیکنان نیمه‌حرفه‌ای برزیل به‌دنبال یک مسابقه رسمی فوتبال را گزارش کردند [۷]. شیروانی و همکاران نیز کاهش قابل توجه سطوح IgA، IgG و افزایش تعداد نوتروفیل‌ها را پس از یک جلسه تمرین ۹۰ دقیقه‌ای شبه فوتبالی نشان دادند [۸]. در تحقیقی دیگر نیز، Moreira و همکاران در یک دوره ۲۱ روزه از فصل رقابتی فوتبال افزایش غلظت IgA و عدم تغییر سطوح کورتیزول را پایش کردند [۹]. از آن‌جا که دوره‌های پرفشار تمرین و مسابقه برای ورزشکاران امری اجتناب‌ناپذیر است، بنابراین متخصصان همواره در تلاش برای دستیابی به راه‌کارهایی جهت جلوگیری از افت احتمالی پارامترهایی ایمنی ورزشکاران در این زمان می‌باشند.

قدم زدن می‌باشد. مسافت کلی پیموده شده در طی ۹۰ دقیقه این پروتکل تقریباً ۱۰ کیلومتر است [۱۶]. گروه فعالیت ورزشی فقط پروتکل تمرینی را انجام می‌دادند. گروه کنترل نیز در طول این تحقیق هیچ‌گونه مکملی را دریافت نمی‌کردند و فقط فعالیت‌های معمول روزانه خود را انجام می‌دادند. اطلاعات مربوط به رژیم غذایی آزمودنی‌ها با استفاده از ثبت ۲۴ ساعته غذایی در ابتدا و انتهای مداخله جمع‌آوری و با نرم‌افزار (Nutritionist4) آنالیز شد [۱۷]. به منظور ارزیابی تن‌سنجی، وزن و قد افراد مورد مطالعه با استفاده از ترازوی پزشکی Seca (ساخت کشور آلمان) با دقت ۱۰۰ گرم که مجهز به قد سنج با دقت ۰/۵ سانتی‌متر بود، اندازه‌گیری و ثبت شد. شاخص توده بدن (BMI) از تقسیم وزن (بر حسب کیلوگرم) بر مجذور قد (بر حسب متر) محاسبه شد. برای اندازه‌گیری شاخص حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) ورزشکاران نیز یک هفته قبل از شروع دوره، از آزمون پله کوئین استفاده شد [۱۷]. برای ارزیابی بیوشیمیایی، خون‌گیری ۲۴ ساعت قبل از شروع دوره و ۲۴ ساعت پس از پایان دوره انجام گرفت. نمونه خونی به میزان ۵ میلی‌لیتر از ورید قدامی ساعد در وضعیت نشسته گرفته شد. به منظور جداسازی سرم از نمونه‌های خونی به مدت یک ساعت در دمای اتاق نگهداری شد و سپس در دور ۲۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ گردید. پس از آن سرم‌ها تا موعد انجام آزمایش‌ها در داخل ویال‌های مخصوص در دمای $-70^{\circ}C$ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. میزان ایمنوگلوبولین A و G سرم با استفاده از کیت پارس‌آزمون (ساخت ایران) با حساسیت $400-70\text{ mg/dl}$ و روش Immunoturbidimetric اندازه‌گیری شد. میزان کورتیزول سرم نیز با کیت DBC (ساخت کانادا) با حساسیت $0/4\text{ }\mu\text{g/dl}$ و روش ELISA اندازه‌گیری شد. تغییرات حجم پلاسماي آزمودنی‌ها نیز از معادله Dill و Costill محاسبه شد

۲۴ نفر به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شد. پس از توضیح اهداف و جزئیات پژوهش برای آزمودنی‌ها، از آن‌ها رضایت‌نامه آگاهانه کتبی گرفته شد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل: جنس مذکر، گروه سنی ۱۹ تا ۲۱ سال، مجرد، سابقه ۴ تا ۷ ساله در فوتبال، عدم ابتلا عفونت و بیماری‌های دستگاه ایمنی، عدم ابتلا به سایر بیماری‌هایی که دستگاه ایمنی را درگیر می‌کنند، عدم استعمال دخانیات، عدم ابتلا به بیماری‌های تنفسی، هورمونی، متابولیکی، قلبی-عروقی، کلیوی، کبدی و یا سایر بیماری‌های مزمن، بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل: مصرف دارو یا سایر مکمل‌های تاثیرگذار بر متغیرهای پژوهش به صورت مداوم یا در محدوده زمانی یک ماه قبل از انجام پژوهش، بود. بنابراین این افراد از سلامت جسمانی کامل برخوردار بودند و یک ماه قبل از شروع مکمل‌یاری کوآنزیم Q₁₀، هیچ نوع مکمل آنتی‌اکسیدانتی دیگری مصرف نکرده بودند. سپس آزمودنی‌ها توسط فرد دیگری غیر از محقق به طور تصادفی به سه گروه کنترل (۸ نفر)، فعالیت ورزشی (۸ نفر) و فعالیت ورزشی با مکمل Q₁₀ (۸ نفر) تقسیم شدند. این تحقیق در یک دوره دو هفته‌ای انجام شد. گروه فعالیت ورزشی و مکمل Q₁₀ روزانه ۵ میلی‌گرم کوآنزیم Q₁₀ (یوبی‌کینون ۱۰) به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن خود در هر ۱۴ روز مصرف کردند و به انجام پروتکل تمرینی شدید ویژه فوتبال در روزهای دهم، دوازدهم و چهاردهم در ساعت ۱۸-۱۶ عصر پرداختند. این پروتکل دارای دو نیمه ۴۵ دقیقه‌ای فعالیت تناوبی با فاصله استراحت ۱۵ دقیقه است که هر ۴۵ دقیقه به وهله‌های با ۷ مدار آزمون ۲ دقیقه‌ای تقسیم می‌شود. هر آزمون شامل: ۵۰ متر در بیل توپ در بین مخروط‌هایی با فاصله ۵ متر از هم، ۵۰ متر دویدن به سمت عقب، ۲۵ متر دویدن زیربشینه و ۲۵ متر دویدن با حداکثر سرعت و ۵۰ متر

[۱۸]. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. به این ترتیب که ابتدا از آزمون کلموگروف اسمیرنوف (K-S test) برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. جهت مقایسه میانگین‌ها در هر گروه از آزمون t زوجی و جهت مقایسه میانگین‌ها بین سه گروه از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه که در صورت مشاهده معنی‌داری از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

نتایج

در جدول ۱ ویژگی‌های دموگرافیکی آزمودنی‌ها به صورت میانگین و انحراف استاندارد توصیف شده است. در جدول ۲ مقادیر دریافتی انرژی کل، پروتئین، کربوهیدرات، چربی، کلسترول و اسیدهای چرب اشباع در گروه‌های مختلف نشان داده شده است که نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه، تفاوت معنی‌داری

($P < 0.05$) را بین ۳ گروه نشان نداد. نتایج آزمون t زوجی نشان داد که در گروه E مقادیر ایمونوگلوبولین‌های A و G کاهش معنی‌دار (به ترتیب: $P = 0.008$ و $P = 0.019$) و درصد نوتروفیل‌ها و میزان کورتیزول افزایش معنی‌دار (به ترتیب: $P = 0.001$ و $P = 0.001$) پیدا کرده است. این در حالی است که درصد نوتروفیل‌ها در گروه EQ نیز افزایش معنی‌دار ($P = 0.002$) داشته است. نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نیز نشان داد که در مقایسه بین گروه‌ها مقادیر ایمونوگلوبولین A ($P = 0.032$)، درصد نوتروفیل‌ها ($P = 0.001$) و میزان کورتیزول ($P = 0.001$) سرمی تفاوت معنی‌دار نشان داده است. هم‌چنین تغییرات حجم پلاسما در هیچ‌کدام از مقایسه‌های بین‌گروهی و درون‌گروهی معنی‌دار ($P < 0.05$) گزارش نشد (جدول ۳).

جدول ۱. اطلاعات دموگرافیکی آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف

شاخص	گروه	گروه کنترل (C)	گروه فعالیت ورزشی (E)	گروه فعالیت ورزشی و کوآنزیم Q ₁₀ (EQ)
سن (Years)	۱۹/۰۳ ± ۱/۰۱	۱۹/۴۴ ± ۰/۷۲	۲۰/۰۶ ± ۰/۵	
وزن (kg)	۶۶/۳۳ ± ۵/۵۳	۶۵/۸۳ ± ۶/۱۱	۶۷/۰۰ ± ۳/۸۶	
قد (cm)	۱۷۸/۰۰ ± ۶/۵۳	۱۷۵/۰۰ ± ۵/۲۱	۱۷۲/۳۰ ± ۵/۷۵	
BMI (kg/m ²)	۱۹/۹۶ ± ۰/۳۰	۲۰/۱۰ ± ۰/۴۸	۲۰/۷۰ ± ۰/۵۵	
Vo ₂ max (ml/kg.min ⁻¹)	۵۴/۲ ± ۲/۵۱	۵۶/۲ ± ۳/۰۱	۵۵/۰۸ ± ۲/۱۱	

جدول ۲. انرژی و مواد مغذی دریافتی

گروه	انرژی دریافتی (کیلو کالری)	پروتئین (گرم در روز)	کربوهیدرات (گرم در روز)	چربی (گرم در روز)	کلسترول (میلی گرم در روز)	اسیدهای چرب اشباع (گرم در روز)
کنترل	۲۶۸۰/۷ ± ۱۷۱/۳	۸۸/۹ ± ۱۱/۱	۳۸۲/۲ ± ۲۰/۸	۷۴/۵ ± ۱۱/۴۰	۲۲۱/۲ ± ۲۷/۷۱	۲۴/۶ ± ۵/۳
فعالیت ورزشی	۲۷۵۱/۱ ± ۱۵۵/۴	۷۹/۲ ± ۱۰/۱۰	۴۲۱/۱ ± ۱۸/۳	۸۳/۱۰ ± ۵/۴	۲۰۹/۸ ± ۱۳/۳۱	۲۹/۳۳ ± ۱/۵
فعالیت ورزشی و کوآنزیم Q ₁₀	۲۸۵۰/۲ ± ۱۳۰/۲	۸۴/۹ ± ۳/۹۱	۳۹۹/۲ ± ۱۴/۶	۸۸/۱۲ ± ۴/۸	۱۹۹/۸ ± ۲۱/۱۲	۳۱/۴ ± ۱/۶۶
ارزش P	۰/۲۰۶	۰/۲۲۵	۰/۱۸۷	۰/۱۱۲	۰/۲۰۸	۰/۱۱۸

جدول ۳: مقایسه مقادیر ایمونوگلوبولین‌ها، کورتیزول و تغییرات حجم پلاسما

متغیر	مرحله	کنترل	فعالیت ورزشی	فعالیت ورزشی و کوآنزیم Q ₁₀	P بین گروهی
ایمونوگلوبولین A (mg/dl)	پیش آزمون	۱۵۹/۰ ± ۵۹/۸	۱۴۴/۶ ± ۶۲/۸	۱۳۶/۵ ± ۶۵/۶	۰/۰۳۲*
	پس آزمون	۱۵۹/۱ ± ۶۲/۵	۱۲۲/۰ ± ۵۰/۲	۱۳۶/۴ ± ۷۵/۸	
	P درون گروهی	۰/۹۵۲	۰/۰۰۸*	۰/۹۸۹	

متغیر	مرحله	کنترل	فعالیت ورزشی	فعالیت ورزشی و کوآنزیم Q ₁₀	P بین گروهی
ایمونوگلوبولین G (mg/dl)	پیش آزمون پس آزمون P درون گروهی	۱۰۹۹/۰ ± ۳۴۰/۱ ۱۰۹۸/۶ ± ۳۳۷/۱ ۰/۷۴۱	۱۰۹۴/۳ ± ۱۹۹/۶ ۹۷۵/۱ ± ۱۹۳/۴ ۰/۰۱۹*	۱۰۸۴/۳ ± ۱۶۹/۷ ۱۰۲۸/۵ ± ۱۷۳/۹ ۰/۳۶۵	۰/۱۳۳
نوتروفیل (%)	پیش آزمون پس آزمون P درون گروهی	۵۹/۶۳ ± ۸/۴۰ ۵۹/۷۵ ± ۷/۸۰ ۰/۷۶۳	۵۷/۳۸ ± ۵/۱۵ ۷۷/۱۳ ± ۸/۴۳ ۰/۰۰۱*	۶۰/۷۵ ± ۴/۶۵ ۷۶/۵۰ ± ۷/۴۵ ۰/۰۰۲*	۰/۰۰۱*
کورتیزول (μg/dl)	پیش آزمون پس آزمون P درون گروهی	۹/۱۵ ± ۱/۷۷ ۹/۱۲ ± ۱/۰۴ ۰/۸۱۸	۹/۶۶ ± ۱/۲۶ ۱۴/۷۴ ± ۳/۱۳ ۰/۰۰۱*	۱۰/۱۸ ± ۱/۵۷ ۹/۷۷ ± ۱/۵۲ ۰/۳۷۱	۰/۰۰۱*
حجم پلاسما (%Δ)	پیش آزمون پس آزمون P درون گروهی	۵۲/۲۲ ± ۳/۴۰ ۵۳/۷۵ ± ۲/۸۰ ۰/۶۱۳	۵۴/۱۸ ± ۳/۱۵ ۵۵/۱۳ ± ۴/۴۳ ۰/۱۲۰	۵۳/۱۵ ± ۴/۶۵ ۵۳/۰۱ ± ۳/۴۵ ۰/۲۳۲	۰/۱۵۹

* سطح معنی داری ۰/۰۵ می باشد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج ما نشان داد که مصرف ۱۴ روزه مکمل کوآنزیم Q₁₀ تاثیر معنی داری بر مقادیر IgA سرمی ناشی از تمرینات شبه فوتبالی داشته است، به طوری که در گروه E در مقایسه با گروه C کاهش معنی دار مشاهده شد اما در گروه EQ در مقایسه با گروه C تغییر معنی داری گزارش نشد. این نشان می دهد که مصرف کوتاه مدت مکمل کوآنزیم Q₁₀ می تواند کاهش سطوح IgA ناشی از اجرای سه جلسه فعالیت تناوبی ۹۰ دقیقه ای ویژه فوتبال را جرح و تعدیل نماید اما تاثیر آن بر مقادیر IgG سرمی قابل ملاحظه نبود. از طرفی نتایج ما نشان داد که درصد نوتروفیل های گردش خون در گروه E و گروه EQ در مقایسه با گروه C افزایش معنی دار پیدا کرده است. این نتایج با یافته های؛ Shirvani [۸]، Moreira [۷]، Andersson [۱۹]، Sahin [۲۶]، Shokouhyar [۱۴] همسو است و با یافته های؛ Sari-Sarraf [۲۰]، Ueno [۲۱]، Malm [۲۲] ناهمسو است.

در توجیه دلایل کاهش قابل ملاحظه سطح IgA سرم متعاقب تمرینات شبه فوتبالی (که خود می تواند نوعی تمرین تناوبی شدید محسوب شود) و با در نظر گرفتن نتایج سایر تحقیقات می توان اظهار کرد: که برخی تحقیقات دلیل کاهش ایمونوگلوبولین های سرمی به ویژه

IgA را عمدتاً به تغییرات حجم پلاسما نسبت می دهند [۸]. البته در تحقیق ما محاسبه حجم پلاسما تغییر چندانی نشان نداد. بنابراین ممکن است دلایل دیگری از جمله تغییرات روزانه و تبادل ذخیره Ig خارج عروقی و عروق لنفاوی با گردش خون و تاثیر این مدل از فعالیت ورزش بر روی جریان لنف را مطرح کرد که نتیجه آن منجر به کاهش IgA سرم می شود [۵]. شواهدی نیز وجود دارد که نشان می دهد فعالیت های ورزشی شدید از طریق کاهش سلول های TCD4 باعث کاهش فعال سازی لنفوسیت های B و مهار ساخت ایمونوگلوبولین ها یا تولید آنتی بادی می شود [۸، ۵].

مانند اغلب جنبه های عمل کرد ایمنی، تنظیم تولید ایمونوگلوبولین ها پیچیده بوده و به داده های از سیستم نورواندوکرین نیاز دارد. به طور کلی اعتقاد بر این است که ارتباط دو طرفه ای بین سیستم ایمنی و نورواندوکرین وجود دارد و هر دو سیستم قادرند بسیاری از مولکول های واسطه ای (از قبیل هورمون های استرس و سایتوکاین ها) را بسازند [۷، ۵].

در خصوص علل کاهش قابل ملاحظه سطح IgA و عدم تغییر کلی IgG سرم نیز متعاقب این تمرینات شبه فوتبالی با توجه به یافته های سایر تحقیقات می توان عنوان کرد که: رشته های عصبی آدرنژیک که

تولیدکننده نوراپی نفرین می‌باشند، اعضاء لنفوییدی اولیه و ثانویه را عصب‌دهی می‌کنند و انتهای عصبی در تماس مستقیم با سلول‌های لنفاوی موجود در این اعضاء می‌باشند. سلول‌های B دارای گیرنده بتاآدرنرژیک هستند و بنابراین داده‌های سیستم عصبی سمپاتیک مکانیسم واضحی است که توسط ممکن است ورزش اثرات مزمن یا حادی در تولید ایمونوگلوبولین‌ها داشته باشد. ورزش حاد ورودی سمپاتیک را به صورت وابسته به مقدار (دوز) افزایش داده و باعث رهاش بیش تر نوراپی نفرین و کم تر اپی نفرین می‌شود [۲۰، ۵]. به علاوه تمرین جسمانی بیش از حد با تخلیه کاتکولامین‌ها در ورزشکاران همراه بوده است، بنابراین با در نظر گرفتن اهمیت نوراپی نفرین در ساخته شدن آنتی‌بادی، ممکن است در ورزشکاران به هنگام دوره‌های تمرینی شدید تخلیه کاتکولامین‌ها، باعث صدمه به توان تولید و پاسخ آنتی‌بادی در مقابله با آنتی‌ژن‌ها شود [۱۹]. با توجه به افت انتخابی برخی از ایمونوگلوبولین‌ها (مانند IgA)، نتیجه گیری می‌شود که انواع به‌خصوص از لنفوسیت‌ها به دوره‌های طولانی ورزش شدید حساس تر می‌باشند [۲۵]. برخی تحقیقات هم، عدم تغییر کلی IgG سرم در مقایسه با کاهش قابل ملاحظه سطح IgA را به نیمه عمر طولانی تر و کاتابولیسم آن نسبت می‌دهند. هم‌چنین درصد سلول‌های B و نسبت سلول‌های CD4/CD8 در طحال نیز تعیین کننده است [۲۶].

متأسفانه تحقیقات اندکی به بررسی تاثیر مصرف مکمل کوآنزیم Q₁₀ بر پاسخ پارامترهای ایمنی به ورزش به‌ویژه ایمونوگلوبولین‌ها پرداخته‌اند که با مطالعه آن‌ها معلوم شده که کوآنزیم Q₁₀ می‌تواند بیان ژن و میزان پروتئین NF-κB، I-κB، Nrf2 و Ho-1 را بعد از تمرین ورزشی تعدیل کند و نقش ضد آپوپتوزی در سلول‌های ایمنی ایفا کند [۲۶]. NF-κB یک عامل رونویسی از ژن است که می‌تواند نقش اساسی در فرایندهای التهابی، رشد سلولی و آپوپتوزیس (مرگ برنامه‌ریزی شده سلول) ایفا کند [۲۳، ۱۲، ۱۱] و نیز مشخص شده که کوآنزیم Q₁₀ توام با فعالیت ورزشی، تنظیم ردوکسی بدن را با تعدیل NF-κB و Nrf2 و کنترل استرس اکسیداتیو ارتقاء می‌بخشد [۳۱، ۲۳]. کوآنزیم Q₁₀ هم‌چنین به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی از طریق زباله‌روبی رادیکال‌های آزاد از پراکسیداسیون لیپیدی به‌ویژه در غشاء سلول‌های ایمنی جلوگیری می‌کند و هم‌چنین افزایش NF-κB را سرکوب می‌کند [۲۳، ۱۲]. نتایج تحقیقی نشان داد که مکمل‌گیری Q₁₀ قبل و در حین دو مسابقه واقعی فوتبال (با فاصله استراحتی ۲ روز) از افزایش شاخص‌های استرس اکسیداتیو (MDA) و آسیب عضلانی (AST، LDH) و CK می‌کاهد [۳۰]. نتایج تحقیقی دیگر نیز بیان کرد که

در توجیه دلایل افزایش نوتروفیل‌ها به‌دنبال انجام تمرینات شبه فوتبالی می‌توان اشاره به پدیده لکوسیتوز (افزایش تعداد گلبول‌های سفید در گردش) کرد. مقدار لکوسیتوز با شدت و مدت فعالیت ورزشی رابطه مستقیم دارد و مشخص شده که افزایش نوتروفیل‌ها سهم به‌سزایی در لکوسیتوز ناشی از ورزش دارد [۲۷]. از آن‌جا که نوتروفیل‌ها نقش مهمی در بیگانه‌خواری و شکستن بافت‌های آسیب دیده دارند و حداکثر فعالیت

ناشی از اجرای سه جلسه فعالیت تناوبی ۹۰ دقیقه‌ای ویژه فوتبال را تعدیل کند. نتایج ما در این بخش با یافته‌های شیروانی (۲۰۱۵) و مزونو (۲۰۰۸) همسو است و با یافته‌های خانوری (۲۰۱۶)، آکساندرو (۲۰۱۴) و واردیمن (۲۰۱۴) غیرهمسو است.

به‌طور کلی پاسخ‌های ایمنی به ورزش بستگی به دوز یا مقدار ورزش دارد، یعنی میزان تغییر پارامترهای ایمنی غالباً تابع شدت و مدت فعالیت ورزشی می‌باشد [۲۰]. هم‌چنین مشخص شده رهایش هورمون‌هایی مانند کورتیزول در تغییر پارامترهای ایمنی ناشی از ورزش نقش واسطه بازی می‌کنند [۱۸، ۵، ۸]. از طرفی بین عمل‌کرد ایمنی و رخدادهای ساختاری و متابولیکی در بافت‌ها به‌ویژه عضلات اسکلتی ارتباط نزدیکی مشاهده شده است [۳۵]. به طوری که نایمن و همکاران در تحقیقی با مصرف یک مکمل غذایی سطح کورتیزول خون را پایین آورده و آن را دلیل اصلی کاهش ریزش گلبول‌های سفید و نوتروفیل‌ها به گردش خون متعاقب ورزش‌های طولانی مدت معرفی کردند [۲۹]. در واقع در هنگام فعالیت عضلانی و ورزش، گلوکز خون توسط توسط عضلات برداشت می‌شود و بدن در اثر تخلیه گلیکوژن دچار هیپوگلیسمی شده و کورتیزول در پاسخ به کاهش قند خون آزاد می‌شود. هر چند در تحقیقات دیگر علی‌رغم یکسان‌سازی ارزش متابولیکی معلوم شده که نوع فعالیت ورزشی نیز عامل اصلی است که فراخوانی بیش‌تر نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها به گردش خون را رقم می‌زند [۲۵، ۲۱]. محققین دیگر در تحقیقات خود مشاهده کردند که در هنگام دویدن در سرازیری، نوتروفیل‌های بیش‌تری به عضلات اسکلتی آسیب‌دیده وارد می‌شوند که البته هورمونی مانند کورتیزول و سائتوکاین‌هایی مانند IL-1 β به عنوان واسطه در این کار شرکت داشتند [۳۵]. برخی تحقیقات مکانیزم تاثیر هورمون کورتیزول در این پدیده را از طریق کاهش چسبندگی لکوسیت‌ها به دیواره اندوتلیال

سطح ایمونوگلوبولین G در افرادی که تحت تیمار کوآنزیم Q_{۱۰} قرار داشتند، به طور معنی‌داری افزایش یافته است [۳۳]. شاید این افزایش بالقوه سطح IgG توسط مصرف کوآنزیم Q_{۱۰} بتواند افت این نوع ایمونوگلوبولین در حین ورزش شدید را توجیه کند که البته اثبات آن نیز به تحقیقات آینده دارد.

در خصوص تاثیر تقویت‌کنندگی کوآنزیم Q_{۱۰} بر روی سیستم ایمنی شواهدی در تحقیقات حیوانی وجود دارد که نشان می‌دهد القای کوآنزیم Q_{۱۰} منجر به تحریک تولید آنتی‌بادی، افزایش تعداد و عمل‌کرد ماکروفاژها و افزایش سلول‌های T، افزایش تعداد و فیلتراسیون نوتروفیل‌ها می‌شود [۳۳، ۲۳]. متقابلاً در تحقیقات انسانی نیز مشخص شده که دریافت کوآنزیم Q_{۱۰} باعث افزایش سطوح IgG، افزایش تعداد و عمل‌کرد ماکروفاژها و هم‌چنین افزایش نسبت CD4/CD8 شده است [۳۲، ۳۱]. از آن‌جایی که ثابت شده فعال‌سازی سلول‌های T CD4 باعث افزایش تحریک لنفوسیت‌های B و افزایش ساخت ایمونوگلوبولین‌ها می‌شود، شاید بتوان گفت: که مصرف کوآنزیم Q_{۱۰} به‌طور غیر مستقیم و با افزایش سنتز ایمونوگلوبولین A از افت قابل ملاحظه آن متعاقب اجرای ۳ جلسه فعالیت تناوبی شدید ویژه فوتبال جلوگیری کرده باشد و سهمی در افزایش نوتروفیل‌ها پس از این تمرینات شبه فوتبالی جهت تسهیل فاگوسیتوز پروتئین‌های شکسته‌شده در عضلات اسکلتی آسیب‌دیده داشته باشد.

نتایج ما هم‌چنین نشان داد که مصرف ۲ هفته مکمل کوآنزیم Q_{۱۰} تاثیر معنی‌داری بر غلظت کورتیزول سرمی ناشی از تمرینات شبه فوتبالی داشته است، به طوری که در گروه E در مقایسه با گروه C افزایش معنی‌دار مشاهده شد، اما در گروه EQ در مقایسه با گروه C تغییر معنی‌داری گزارش نشد. یعنی دریافت کوتاه‌مدت مکمل کوآنزیم Q_{۱۰} می‌تواند افزایش سطوح کورتیزول

سیستم ایمنی و کاهش URTI در بازیکنان فوتبال
مثمر باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی همکاران و شرکت کنندگان در
این پژوهش، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- [1] Nieman DC. Is infection risk linked to exercise workload? *Medicine and science in sports and exercise*. Med Sci Sports Exerc 2000; 32: 406-411.
- [2] Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. *Physiol Rev* 2000; 80: 1055-1081.
- [3] Pedersen BK. Natural immunity—effect of exercise. *NeuroImmune Biol* 2005; 5: 263-288.
- [4] Walsh NP, Oliver SJ. Exercise, immune function and respiratory infection: An update on the influence of training and environmental stress. *Immunol Cell Biol* 2016; 94: 132-139.
- [5] Laurel T. Advance in exercise immunology. *Human Kinetics*: 1999.
- [6] Michailidis Y. Stress hormonal analysis in elite soccer players during a season. *J Sport Health Sci* 2014; 3: 279-283.
- [7] Moreira A, Arsati F, Cury PR, Franciscan C, de Oliveira PR, de Araújo VC. Salivary immunoglobulin a response to a match in top-level brazilian soccer players. *J Strength Cond Res* 2009; 23: 1968-1973.
- [8] Shirvani H, Ghahreman Tabrizi K, Sobhani V. Effects of high intensity intermittent exercise on serum Immunoglobulin's and Complement system response in youth soccer players. *J Birjand Univ Med Sci* 2013; 20: 233-243.
- [9] Moreira A, Mortatti AL, Arruda AF, Freitas CG, de Arruda M, Aoki MS. Salivary IgA response and upper respiratory tract infection symptoms during a 21-week competitive season in young soccer players. *J Strength Cond Res* 2014; 28: 467-473.
- [10] West NP, Pyne DB, Peake JM, Cripps AW. Probiotics, immunity and exercise: a review. *Exerc Immunol Rev* 2009; 15: 107-126.
- [11] Changizi M, Ebrahimi M, Avandi M. Acute effects of coenzyme Q10 supplement on serum parameters of oxidative stress following one session of resistance training in male college athletes. *Koomeh* 2015; 16: 603-610. (Persian).
- [12] Östman B, Sjödin A, Michaëlsson K, Byberg L. Coenzyme Q10 supplementation and exercise-induced oxidative stress in humans. *Nutrition* 2012; 28: 403-417.
- [13] Shirvani H, Nikbakht H, Ebrahim K, Gaeini AA. The effects of Coenzyme Q10 supplementation with high intensity intermittent Exercise on serum IL-6 and TNF- α in well-trained soccer players. *Eur J Exp Biol* 2012; 2: 1664-1671.
- [14] Shokouhyar S, Nikbakht H, Ghazalian F. The effects of coenzyme Q10 supplementation during

عروقی (در نتیجه تنظیم کاهشی ملکول‌های چسبنده مانند: LFA-1 و ICAM-I) و افزایش فراخوانی نوتروفیل‌ها از مغز استخوان می‌دانند [۲۹]. از طرفی مشخص شده که هورمون‌های محور HPA مانند CRH، ACTH و گلوکوکورتیکوئیدهایی مانند کورتیزول می‌توانند برخی جنبه‌های ایمنی مانند تولید آنتی‌بادی را سرکوب کنند. بنابراین در تحقیق ما شاید بتوان افزایش کورتیزول متعاقب ۳ جلسه تمرین تناوبی شدید ویژه فوتبال را به شدت و مدت این فعالیت‌ها نسبت داد و از طرفی افزایش کورتیزول در گروه تمرینات شبه فوتبالی را می‌توان دلیلی بر کاهش سطح ایمونوگلوبولین A در همین گروه دانست. از جمله دلایل تناقض یافته‌های ما با سایر تحقیقات می‌تواند به تاثیرپذیری رهاش کورتیزول از تغییرات ریتم شبانه‌روزی افراد، روش اندازه‌گیری کورتیزول تام یا آزاد گردش خون و نیز سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها ارتباط داشته باشد [۳۵، ۳۶، ۳۷]. از محدودیت‌های این تحقیق می‌توان به عدم کنترل محقق بر مسائل روانی، پروفایل ژنتیکی و میزان خواب آزمودنی‌ها اشاره کرد که با توجه به اثر احتمالی هر کدام بر متغیرهای تحقیق پیشنهاد می‌شود که سایر محققان این عوامل را جهت به‌دست آوردن نتایج روشن‌تر در نظر بگیرند.

در مجموع با توجه به نتایج تحقیق به نظر می‌رسد که اولاً تمرینات شدید فوتبال (مصادق سه مسابقه فوتبال پرفشار در یک هفته) به سیستم ایمنوناندوکراینی استرس وارد می‌کند که ممکن است در ادامه باعث اختلال و ضعف هر چند موقتی در آن شود و در نهایت به عمل‌کرد و سلامتی بازیکنان فوتبال لطمه بزند. ثانیاً مصرف مکمل کوآنزیم Q₁₀ توأم با این تمرینات جسمانی شدید منجر به تعدیل سطح کورتیزول و ایمونوگلوبولین A شده است. بنابراین می‌توان توصیه کرد که مکمل‌یاری کوآنزیم Q₁₀ در دوره‌های پرفشار تمرینات و مسابقات فوتبال ممکن است در تقویت

- [26] Kaufman JC, Harris TJ, Higgins J, Maisel AS. Exercise-induced enhancement of immune function in the rat. *Circulation* 1994; 90: 525-532.
- [27] Gray AB, Telford RD, Collins MA, Weidemann MJ. The response of leukocyte subsets and plasma hormones to interval exercise. *Med Sci Sports Exer* 1993; 25: 1252-1258.
- [28] Pizza FX, Mitchell JB, Davis BH, Starling RD, Holtz RW, Bigelow NA. Exercise-induced muscle damage: effect on circulating leukocyte and lymphocyte subsets. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 363-370.
- [29] Tidball JG. Inflammatory processes in muscle injury and repair. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2005; 288: 345-353.
- [30] Shirvani H. Effect of coenzyme Q10 supplementation on lipid peroxidation indexes in soccer player. *J Gorgan Univ Med Sci* 2016; 17: 55-60.
- [31] Mizuno K, Tanaka M, Nozaki S, Mizuma H, Ataka S, Tahara T, et al. Antifatigue effects of coenzyme Q10 during physical fatigue. *Nutrition* 2008; 24: 293-299.
- [32] Khanvari T, Rezaei B, Sardari F, Safaeipour S. The effect of 14 days coenzyme Q10 supplementation on muscle damage markers and fatigue in inactive male. *Int J Sports Studies* 2016; 6: 220-226.
- [33] Folkers K, Shizukuishi S, Takemura K, Drzewoski J, Richardson P, Ellis J, Kuzell WC. Increase in levels of IgG in serum of patients treated with coenzyme Q10. *Res Commun Mol Pathol Pharmacol* 1982; 38: 335-338.
- [34] Díaz-Castro J, Guisado R, Kajarabille N, García C, Guisado IM, de Teresa C, Ochoa JJ. Coenzyme Q10 supplementation ameliorates inflammatory signaling and oxidative stress associated with strenuous exercise. *Eur J Nutr* 2012; 51: 791-799.
- [35] Baum M, Liesen H, Enneper J. Leucocytes, lymphocytes, activation parameters and cell adhesion molecules in middle-distance runners under different training conditions. *Int J Sports Med* 1994; 15: 122-126.
- [36] Shirvani H, Barabari A, Keshavarz Afshar H. A comparison of cognitive emotion regulation strategies in semi professional and amateur athletes. *J Mil Med* 2015; 16: 237-242.
- [37] Sobhani V, Shirvani H. The effect of a period of selected aerobic training on the response of thyroid and cortisol hormones to exhaustive exercise in women. *J Mil Med* 2016; 18: 253-261.
- footbal competition on serum lymphocyte and cortisol on the male players. *Eur J Exp Biol* 2013; 3: 150-157.
- [15] Mosaferi-Ziaedini M, Ebrahim K, Amani D, Arabnarmi Z. Effect of supplementary consumption of coenzyme Q10 on TNF- α serum levels during maximal training. *J Ardabil Univ Med Sci* 2012; 12: 303-311. (Persian).
- [16] Bishop NC, Blannin AK, Robson PJ, Walsh NP, Gleeson M. The effects of carbohydrate supplementation on immune responses to a soccer-specific exercise protocol. *J Sport Health Sci* 1999; 17: 787-796.
- [17] Shirvani H, Rahimi M, Rostamkhani F. Effect of a Karate Competition on Indicators of Inflammation and Muscle Tissue Injury in Soldier's Karate-Ka. *J Mil Med* 2015; 17: 137-143.
- [18] Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol* 1974; 37: 247-248.
- [19] Andersson H, Karlsen A, Blomhoff R, Raastad T, Kadi F. Plasma antioxidant responses and oxidative stress following a soccer game in elite female players. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20: 600-608.
- [20] Sari-Sarraf V, Reilly T, Doran D, Atkinson G. Effects of repeated bouts of soccer-specific intermittent exercise on salivary IgA. *Int J Sports Med* 2008; 29: 366-371.
- [21] Ueno Y, Umeda T, Takahashi I, Iwane K, Okubo N, Kuroiwa J, et al. Changes in immune functions during a peaking period in male university soccer players. *Luminescence* 2013; 28: 574-581.
- [22] Malm C, Ekblom Ö, Ekblom B. Immune system alteration in response to two consecutive soccer games. *Acta Physiol Scand* 2004; 180: 143-155.
- [23] Pala R, Orhan C, Tuzcu M, Sahin N, Ali S, Cinar V, et al. Coenzyme Q10 Supplementation Modulates NF κ B and Nrf2 Pathways in Exercise Training. *J Sports Sci Med* 2016; 15: 196-203.
- [24] Abdizadeh L, Jafari A, Armanfar M. Effects of short-term coenzyme Q10 supplementation on markers of oxidative stress and inflammation after downhill running in male mountaineers. *Sci Sports* 2015; 30: 328-334.
- [25] Sanders VM, Straub RH. Norepinephrine, the β -adrenergic receptor, and immunity. *Brain, behavior, and immunity*. *Brain Behav Immun* 2002; 16: 290-332.

Short-term effects of supplementation of coenzyme Q10 on humoral immune response to high intensity intermittent exercise in male soccer players

Hossein Shirvani (Ph.D)*

Exercise Physiology Research Center, Life Style Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

(Received: 17 Jan 2017; Accepted: 20 Dec 2017)

Introduction: Current evidence suggests that coenzyme Q10 supplementation can play a role in enhancing immune function. Relatively, the aim of this study was to investigate the effect of 14-day supplementation of coenzyme Q10 on humoral immune response to intense exercise similar to soccer.

Materials and Methods: In this quasi-experimental study, 24 soccer players selected with a convenience sampling method and randomly divided into three equal groups (n=8): control, exercise and exercise with supplements Q10. Exercise includes three sessions of 90 minutes soccer specific training and supplementation includes intake of 5 mg/kg Coenzyme Q10 per day for two weeks. Blood samples within 24 hours before and after the intervention were collected from subjects.

Results: The results showed that serum levels of cortisol and the percentage of Neutrophil in exercise group were significantly increased ($P=0.001$) while levels of IgA ($P=0.008$) and IgG ($P=0.019$) significantly decreased. However these changes in exercise and Q10 supplement group was not significant.

Conclusion: short-term supplementation of Coenzyme Q10 with the adjustment of immunoglobulin A and cortisol during strenuous exercise can improve the humoral immune function in soccer players.

Keywords: Coenzyme Q10, Immunoglobulins, Neutrophils, High Intensity Interval Training, Soccer.

* Corresponding author. Tel: +98 2182482407

Shirvani@bmsu.ac.ir