

تأثیر ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل امگا ۳ بر اینترلوکین-۶ و CD4 سرمی در هندبالیست های نوجوان

وحید افرا^۱، مراد حسینی^۲، حشمت اله اقبال پناه^۳

^۱ کارشناس ارشد تغذیه ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان.

^۲ استادیار فیزیولوژی ورزشی قلب و عروق و تنفس، گروه تربیت بدنی، دانشگاه فرهنگیان یاسوج (نویسنده مسئول)

^۳ کارشناس ارشد مدیریت ورزشی، دانشگاه پیام نور یاسوج.

چکیده

با توجه به دامنه وسیع مطالعات در مورد HIT که در آن‌ها پژوهشگران از وهله‌های ۵ ثانیه‌ای تا ۴ دقیقه فعالیت به عنوان HIT استفاده کرده‌اند. هدف این تحقیق، بررسی بررسی تغییرات برخی شاخص های التهابی متعاقب ۶ هفته تمرین HIIT و مصرف مکمل امگا ۳ در پسران هندبالیست نوجوان بود. تحقیق حاضر به روش نیمه تجربی و از نوع کاربردی و با طرح پیش و پس آزمون می باشد. جامعه هدف پسران هندبالیست نوجوان شهر دهدشت بودند. نمونه آماری این تحقیق شامل ۴۵ نفر از هندبالیست پسر نوجوان ۱۲ تا ۱۸ سال که به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. سپس، آزمودنی ها به صورت تصادفی و داوطلبانه انتخاب شدند و به روش تصادفی ساده به سه گروه ۱۵ نفری تقسیم شدند. سه روز قبل از اجرای جلسه تمرینی مورد نظر (HIIT) آزمودنی ها فرم های وضعیت سلامت و رضایت نامه تحقیق را تکمیل کردند. قبل از دوره تمرینی و ۲ روز بعد از اتمام دوره تمرینی از آزمودنی ها نمونه های خونی گرفته شد و جهت اندازه گیری سطوح خونی اینترلوکین ۶ و CD4 سرمی آزمایشگاه تشخیص طبی فرستاده شد. برنامه‌ی تمرین HIIT را برای مدت ۶ هفته، ۳ جلسه در هر هفته دنبال کردند که شامل: شامل ۳ ست برنامه پر حجم تناوبی شدید (۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال) در هفته‌ای اول و به گونه‌ی فزاینده تا هفته ششم هر هفته یک ست اضافه شد. کلیه‌ی جلسات تمرینی در ساعت بین ۸ تا ۱۱ انجام گرفتند. برای تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) و نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ انجام استفاده گردید. متعاقب ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل امگا ۳، میزان اینترلوکین ۶ بین سه گروه آزمودنی تفاوت معناداری مشخص شد [F(۱ و ۲)=۴۵۶/۳۷، P=۰/۰۰۱]. هم‌چنین، متعاقب ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل امگا ۳، میزان CD4 بین سه گروه آزمودنی تفاوت معناداری مشخص شد [F(۱ و ۲)=۱۲۸/۳۰ و P=۰/۰۰۰]. در کل می توان از یافته های تحقیق چنین نتیجه گیری کرد که ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل امگا ۳ قادر است: میزان اینترلوکین ۶ را در پس آزمون نسبت به پیش از آزمون در گروه تمرین HIIT + مکمل امگا ۳ کاهش دهد، در صورتی که میزان CD4 در پس آزمون نسبت به پیش از آزمون در گروه تمرین HIIT + مکمل امگا ۳ افزایش نشان داد.

واژه‌های کلیدی: تمرینات HIIT با مصرف امگا ۳، تمرینات HIIT، اینترلوکین-۶، CD4 سرمی.

مقدمه

انواعی مختلفی از تمرینات HIT وجود دارد که در افراد چاق تمرینات با حجم بالا بیشتر کاربرد بیشتری دارد. سازوکار این گونه تمرینات به این شرح می‌باشد که یک وهله HIT غلظت سوپستراهای انرژی و فعالیت آنزیم‌های مرتبط با متابولیسم بی‌هوازی را افزایش دهد، حال با افزایش تواتر تکرارهای شدید و اجرای آن به صورت متناوب با ریکاوری بین وهله‌های فعالیت، نیاز سلول عضلانی و مسیرهای متابولیکی را تغییر داده، به گونه‌ای که هم‌زمان دستگاه‌های تولید انرژی هوازی و بی‌هوازی را درگیر بازسازی ATP می‌کند. بنابراین با بکارگیری این تمرینات می‌توان دامنه وسیعی از سازگاری‌های متابولیکی و عملکردی را انتظار داشت (داوسون و همکاران ۱۹۹۸، ۱۶۹-۱۶۳).

شواهد نشان می‌دهند که اگر زمان ریکاوری بین وهله‌های شدید کاهش یابد، سهم گلیکولیز نیز برای تامین انرژی کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه سوخت و ساز هوازی برای جبران این کسر انرژی افزایش پیدا می‌کند. لینوسیر^۱ و همکاران (۱۹۹۳) پیشنهاد کردند که سوخت و ساز هوازی در طول دوره‌های ریکاوری تمرینات شدید برای بازسازی فسفوکراتین و اکسیداسیون اسید لاکتیک (حذف لاکتات) نقش مهمی دارند. این آشکار خواهد کرد که HIT، به سمت سوخت و ساز هوازی سوق پیدا می‌کند که این امر ظرفیت سوخت و ساز هوازی را افزایش می‌دهد (لینوسیر و همکاران ۱۹۹۳، ۴۱۴۰۸).

با توجه به دامنه‌ی وسیع مطالعات در مورد HIT که در آن‌ها پژوهشگران از وهله‌های ۵ ثانیه‌ای تا ۴ دقیقه فعالیت به عنوان HIT استفاده کرده‌اند که بر پایه‌ی زمان وهله‌های فعالیت‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

HIT با حجم کم: وهله‌های فعالیت کمتر و یا برابر ۶۰ ثانیه که با شدتی برابر با حداکثر و یا نزدیک به حداکثر توان و یا سرعت انجام می‌شود را به عنوان تمرینات تناوبی شدید با حجم کم در نظر می‌گیریم (جیبالا و همکاران ۲۰۱۲، ۱۰۸۱۰۷۷). به عنوان مثال می‌توان به برنامه تمرینی پژوهش لیتل و همکاران (۲۰۱۰) در این زمینه اشاره کرد: ۱۰ تکرار ۶۰ ثانیه‌ای با ۷۵ ثانیه ریکاوری فعال بین هر تکرار (لیتل^۲ و همکاران ۲۰۱۰، ۱۰۱۱-۲۲).

HIT با حجم بالا: فعالیت‌هایی با وهله‌های طولانی‌تر، از ۱ تا ۴ دقیقه که به عنوان HIT شناخته شده‌اند ولی با شدتی کمتری نسبت به HIT با وهله‌های فعالیت کوتاه مدت، انجام می‌شوند (جیبالا و همکاران ۲۰۱۲، ۱۰۸۱۰۷۷). به عنوان مثال می‌توان به برنامه تمرینی پژوهش گورد^۳ و همکاران (۲۰۱۰) در این زمینه اشاره کرد: ۱۰ تکرار ۴ دقیقه‌ای با ۲ دقیقه ریکاوری فعال بین هر تکرار (گورد و همکاران ۲۰۱۰، ۳۵۷-۳۵۰).

یکی از مباحثی که مدتی است مورد توجه صاحب نظران رشته پزشکی ورزشی و علوم ورزشی قرار گرفته است اثر مثبت یا منفی فعالیت‌های ورزشی بر عملکرد دستگاه ایمنی بدن است.

عوامل بسیاری بر سیستم ایمنی اثر می‌گذارند که یکی از آنها فعالیت‌های ورزشی است. به طوری که حجم قابل ملاحظه‌ای از تحقیقات به بررسی اثرات فعالیت‌های ورزشی بر سیستم ایمنی اختصاص یافته است. در برخی از زمینه‌ها توافق کلی درباره اثرات فعالیت‌های ورزشی بر سیستم ایمنی وجود دارد از جمله امروزه تحقیقات زیادی بر این نکته تاکید دارد که فعالیت ورزشی شدید و طولانی مدت سبب تضعیف سیستم ایمنی می‌شود (دیوید سی نیمن و همکاران^۴، ۲۰۰۰).

¹. Linossier

². Little

³. Gurd

⁴ - David C. Nieman and et al

اگرچه برنامه های متنوع تغذیه ای بهداشتی، محیطی، دارویی و ورزشی می تواند خطر عفونت را کمتر کند. در این میان نقش سلول های CD4 از اهمیت خاصی برخوردار است به طوری که در این سلول ها منشا تولید و ترشح بسیاری از مواد سیستم دفاعی بدن هستند و زوال آنها سبب تضعیف واقعی سیستم ایمنی بدن می شود (ایوی ویلیامز و همکاران، ۲۰۰۴ و شاونار سیمونس، ۲۰۰۱).

به علت اینکه تمرینات HIIT قادر است فشار زیادی را بر روی عضلات بیاورد، می تواند باعث ایجاد التهاب های عضلانی شود و بر روی سیستم ایمنی بدن تاثیر گذار باشد (ثورن نلسون و بنت کلارلوند پترسون^۱، ۲۰۰۸). همچنین، مشاهده شده که برخی عوامل تغذیه ای نیز بر سیستم ایمنی موثر می باشند. اگر اسیدهای چرب امگا ۳ موجود در روغن ماهی به میزان مناسب و مورد نیاز بر اساس دستورهای علمی آن مصرف شود باعث تقویت سیستم ایمنی و موجب کاهش التهاب می گردند.

از آن جهت که تمرینات HIIT مورد نیاز ورزشکاران می باشد و از طرف دیگر این تمرینات دارای شدت بالایی است، می تواند بر سیستم ایمنی تاثیر گذار باشد (ثورن نلسون و بنت کلارلوند پترسون، ۲۰۰۸ و دیوید سی نیمن و همکاران، ۲۰۰۰) و بالعکس مصرف برخی از مکمل های تغذیه ای مانند امگا ۳ و امگا ۶ نشان داده شد که قادر است سیستم ایمنی بدن را بهبود ببخشد. لذا برای پژوهشگر سوال زیر مطرح است که با اجرای روش تحقیق پیشنهادی به دنبال جواب آن خواهد بود:

آیا متعاقب ۶ هفته تمرین HIIT و مصرف مکمل امگا ۳ در پسران هندبالیست نوجوان، شاخص های التهابی IL-6 و CD4 سرمی تغییر می کنند؟

روش تحقیق

تحقیق حاضر به روش نیمه تجربی و از نوع کاربردی و با طرح پیش و پس آزمون می باشد. این تحقیق بررسی تغییرات برخی شاخص های التهابی متعاقب ۶ هفته تمرین HIIT و مصرف مکمل امگا ۳ در پسران هندبالیست نوجوان پرداخت. جامعه هدف پسران هندبالیست نوجوان شهر دهدشت بودند. نمونه آماری این تحقیق شامل ۴۵ نفر از هندبالیست پسر نوجوان ۱۲ تا ۱۸ سال که به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. سپس، آزمودنی ها به صورت تصادفی و داوطلبانه انتخاب شدند و به روش تصادفی ساده به سه گروه ۱۵ نفری (گروه اول: کنترل، گروه دوم: فقط تمرینات HIIT، گروه سوم: هم مکمل امگا ۳ و هم تمرین HIIT) تقسیم شدند.

روش نمونه گیری از نوع هدفمند و به صورت داوطلبانه بود و ۴۵ نفر انتخاب شد که به صورت تصادفی ساده به ۳ گروه تقسیم شدند.

سه روز قبل از اجرای جلسه تمرینی مورد نظر (HIIT) آزمودنی ها فرم های وضعیت سلامت و رضایت نامه تحقیق را تکمیل کردند، سپس قد و وزن آنها نیز مورد اندازه گیری قرار گرفت. در همان روز از آزمودنی های خواسته شد که از یک برنامه غذایی استاندارد پیشنهادی پژوهشگر استفاده کنند و از اجرای تمرینات ورزشی مختلف و فعالیت های بدنی سنگین جدا خودداری کنند. آنگاه بعد از گذشت دو روز از آن ها خواسته شد جهت اجرای برنامه تمرینی در سالن محل مورد نظر مراجعه کنند. قبل از دوره تمرینی و ۲ روز بعد از اتمام دوره تمرینی از آزمودنی ها نمونه های خونی گرفته شد و جهت اندازه گیری سطوح خونی اینترلوکین ۶ و CD4 سرمی آزمایشگاه تشخیص طبی فرستاده شد.

فرد هندبالیست که بیش از ۵ سال سابقه تمرینی ورزش هندبال و عضویت فعال در تیم های لیگ برتری و یا منطقه ای را دارا می باشد.

¹ - Soren Nielsen and Bente Klarlund Pedersen

ابزار گردآوری اطلاعات شامل: آزمون بروس یا پروتکل بروس یکی از رایج ترین آزمونها برای تعیین توانایی دستگاه قلب و تنفس است که توسط آقای بروس در سال ۱۹۷۳ ابداع شد و در پزشکی، تحت عنوان تست ورزش برای تعیین سلامتی قلب کاربرد فراوانی دارد.

جهت اندازه گیری قد، آزمودنی ها در وضعیت ایستاده بدون کفش و پشت به دیوار جلوی صفحه مدرج قرار گرفتند، دست آن ها از طرفین آزاد و نزدیک ران شان قرار داشت و در هنگام اندازه گیری بدن آنها کاملاً صاف بود و از آزمودنی خواسته شد یک نفس عمیق کشیده به گونه ای که سر، شانه و باسن دیوار را لمس کند. سپس حداکثر قد یعنی کف پا تا راس سر توسط خط کشی افقی متحرک بر روی سر آزمودنی قرار گرفت و ثبت شد (کاشف مجید، ۱۳۸۷).

جهت اندازه گیری وزن، آزمودنی ها با حداقل لباس ورزشی (پیراهن و شورت ورزشی) بدون کفش بر روی ترازوی دیجیتال مدل SOEHNLE، ساخت آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم قرار گرفتند و مقدار وزن آنها بر حسب کیلوگرم محاسبه گردید. اندازه گیری حداکثر ضربان قلب بیشینه (HR max) بدین صورت انجام شد: اندازه گیری HR max آزمودنی های گروه آزمایش درست قبل از انجام پروتکل، با استفاده از دستگاه نوار گردان موتور دار برقی (مدل TM-۵۳۵۸ ساخت شرکت FELAX آمریکا) باشگاهی مجهز به برون داد اطلاعات مربوط به میزان ضربان قلب، سرعت، درجه شیب، بارکار و کالری مصرفی انجام شد.

جهت اندازه گیری میزان اینترلوکین-۶ و CD4 سرمی از کیت تجاری آن که توسط شرکت DRG آلمان تهیه می شود، استفاده شد.

روش مصرف مکمل نیز به این صورت بود: میزان مناسبی از روغن ماهی که از امگا ۳ غنی بود را به اندازه دو گرم قبل از تمرین به فرد آزمودنی خوراندند که البته این مقدار روغن ماهی فقط به گروه های که می بایست امگا ۳ مصرف کنند، داده شد.

برنامه تمرینی

برنامه تمرین HIIT را برای مدت ۶ هفته، ۳ جلسه در هر هفته دنبال کردند که شامل: شامل ۳ ست برنامه پر حجم تناوبی شدید (۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال) در هفته اول و به گونه ای فزاینده تا هفته چهارم هر هفته یک ست اضافه می شود (جدول ۱). کلیه جلسات تمرینی در ساعت بین ۸ تا ۱۱ انجام می گردد.

جدول ۱: الگوی برنامه تمرینی

هفته	تعداد وهله
اول	۳ وهله اجرای ۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال
دوم	۴ وهله اجرای ۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال
سوم	۵ وهله اجرای ۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال
چهارم	۶ وهله اجرای ۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال
پنجم	۵ وهله اجرای ۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال
ششم	۳ وهله اجرای ۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

برای توصیف و تجزیه و تحلیل داده ها از روش های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. محاسبه شاخص های مرکزی و پراکندگی و رسم نمودارها در قالب روش های آمار توصیفی انجام گرفت. در بخش آمار استنباطی، به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع متغیرها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و به دلیل انطباق توزیع متغیرها با توزیع طبیعی، برای تجزیه و تحلیل های مربوط به فرضیه های تحقیق که بتوان مشخص کرد که آیا متعاقب ۶ هفته تمرین HIIT و مصرف مکمل امگا ۳ در

پسران هندبالبلیست نوجوان، شاخص های التهابی IL-6 و CD4 بود یا خیر، از آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) و نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ انجام استفاده گردید.

یافته های تحقیق

جهت توصیف داده های جمع آوری شده از اندازه گیری های بعمل آمده در این تحقیق، از جداول ۱ و ۲ استفاده شده است که در قسمت ذیل آورده شده اند.

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار شاخص های مورد اندازه گیری پسران هندبالبلیست نوجوان

شاخص	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	۱۶/۱۴	۰/۶۸
قد (سانتی متر)	۱۶۵/۵۸	۹/۳۲
وزن (کیلوگرم)	۶۲/۱۴	۴/۲۵
Vo ₂ max (ml/kg/min) ^α	۴۸/۱۱	۳/۵۱

α: بیشینه اکسیژن مصرفی (میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)

همان طور که جدول ۲ نشان می دهد میانگین سنی افراد آزمودنی ۱۶/۱۴ سال و میانگین قدی آزمودنی ها ۱۶۵/۵۸ سانتی متر و میانگین وزن آزمودنی ها ۶۲/۱۴ کیلوگرم و میانگین بیشینه اکسیژن مصرفی (Vo₂max) آزمودنی ها ۴۸/۱۱ میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه می باشد.

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار متغیر های مورد اندازه گیری در پسران هندبالبلیست نوجوان به تفکیک گروه های مختلف

گروه	متغیر	نوبت اندازه گیری	تعداد	میانگین	انحراف معیار
گروه تمرین مکمل امگا ۳ و HIIT	اینترلوکین ۶	قبل از آزمون	۱۵	۱۱۵/۷۵	۶/۰۶
		پس از آزمون	۱۵	۷۱/۳۶	۴/۱۲
	CD4	قبل از آزمون	۱۵	۰/۲۲۵	۰/۰۴۳
		پس از آزمون	۱۵	۰/۷۲۱	۰/۱۲۱

ادامه جدول ۳: میانگین و انحراف معیار متغیر های مورد اندازه گیری در پسران هندبالبلیست نوجوان به تفکیک گروه های مختلف

گروه	متغیر	نوبت اندازه گیری	تعداد	میانگین	انحراف معیار
گروه تمرین HIIT	اینترلوکین ۶	قبل از آزمون	۱۵	۱۱۵/۳۳	۷/۱۲
		پس از آزمون	۱۵	۲۵۶/۳۷	۱۰/۵۲
	CD4	قبل از آزمون	۱۵	۰/۲۳۱	۰/۰۳۹
		پس از آزمون	۱۵	۰/۲۳۴	۰/۰۹۸

کنترل	اینترلوکین ۶	قبل از آزمون	۱۵	۱۱۶/۰۲	۷/۳۳
		پس از آزمون	۱۵	۱۱۷/۱۸	۹/۰۸
	CD4	قبل از آزمون	۱۵	۰/۲۲۷	۰/۰۴۶
		پس از آزمون	۱۵	۰/۲۳۱	۰/۱۰۰

جدول ۳ مربوط به میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد اندازه گیری (اینترلوکین ۶ و CD4) در پسران هندبالیست نوجوان به تفکیک گروه های مختلف (تمرین HIIT+مکمل امگا-۳، تمرین HIIT و کنترل) در پیش آزمون (قبل از شروع تمرین HIIT) و پس از آزمون (بلافاصله بعد از آزمون) می باشد.

جهت بررسی فرضیه اول، از آزمون آماری تحلیل کوواریانس استفاده گردید تا مشخص گردد، آیا ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل امگا ۳ بر اینترلوکین ۶ پسران هندبالیست تاثیر گذار است؟ یا نه. جدول ۳ و ۴ خلاصه ای از نتایج این آزمون را نشان می دهد.

جدول ۴: نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تاثیر ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل امگا ۳ بر میزان اینترلوکین ۶ پسران هندبالیست

شاخص	منابع تغییر	مجموع مجذورات	درجات آزادی	آماره F	سطح معنی داری
اینترلوکین ۶	کووریت (پیش آزمون)	۱۸۸/۹۳	۱	۱/۴۴	۰/۲۵۶
	گروه	۱۶۸۸۲۸/۱۵	۲	۴۵۶/۳۷	۰/۰۰۱

جدول ۴ نشان می دهد، متعاقب ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل امگا ۳، میزان اینترلوکین ۶ بین سه گروه آزمودنی تفاوت معناداری مشخص شد [$F(1, 2) = 456/37, P = 0/001$] و F ولی در عامل کووریت که همان پیش آزمون می باشد تفاوت معناداری مشاهده نگردید [$N.S(P = 0/256)$]، که همچنین نشان می دهد که واریانس ها در پیش آزمون متجانس بودند. جهت تعیین محل دقیق تفاوت های مشاهده شده از آزمون تعقیبی مقایسه های زوجی (LSD) استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵: آزمون تعقیبی (LSD) جهت مقایسه های جفتی اینترلوکین ۶ در گروه های مختلف

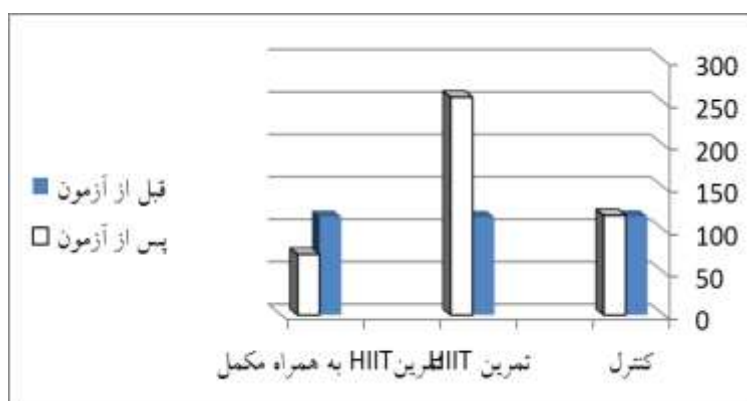
سطح معنی داری	خطای معیار	تفاوت میانگین	مقایسه جفتی گروه ها
۰/۰۰۱	۵/۰۵	۷۵/۱۲	تمرین HIIT + مکمل امگا-۳ -- تمرین HIIT
۰/۰۰۱	۵/۰۵	۱۴۵/۶۵	تمرین HIIT -- کنترل
۰/۰۰۱	۵/۰۵	۴۱/۸۴	تمرین HIIT + مکمل امگا-۳ -- کنترل

جدول ۵ نشان می‌دهد که میزان اینترلوکین ۶ بین گروه‌های تمرین HIIT و مکمل امگا-۳+تمرین HIIT تفاوت معناداری دارد ($P=0/001$) و بر طبق میانگین‌ها مقدار اینترلوکین ۶ در گروه تمرین HIIT بیشتر از مقدار آن در گروه مکمل امگا-۳+تمرین پلايومتریک در پس‌آزمون بوده است.

جدول ۵، همچنین نشان می‌دهد که میزان اینترلوکین ۶ بین گروه‌های تمرین HIIT و کنترل تفاوت معناداری دارد ($P=0/001$) و بر طبق میانگین‌ها مقدار اینترلوکین ۶ در گروه تمرین HIIT بیشتر از مقدار آن در گروه کنترل در پس‌آزمون بوده است.

جدول ۵، نیز نشان می‌دهد که میزان اینترلوکین ۶ بین گروه‌های مکمل امگا-۳+تمرین HIIT و کنترل تفاوت معناداری دارد ($P=0/001$) و بر طبق میانگین‌ها مقدار اینترلوکین ۶ در گروه کنترل بیشتر از مقدار آن در گروه مکمل امگا-۳+تمرین HIIT در پس‌آزمون بوده است.

در نمودار ۱، تغییرات میزان اینترلوکین ۶ در گروه‌های متفاوت در نوبت‌های اندازه‌گیری مختلف نشان می‌دهد.



نمودار ۱: تغییرات میزان اینترلوکین ۶ در گروه‌های متفاوت در نوبت‌های اندازه‌گیری مختلف

نمودار ۱ نشان می‌دهد که میزان اینترلوکین ۶ در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در گروه تمرین HIIT+مکمل امگا-۳ کاهش را تجربه نموده است در صورتی که در گروه تمرین HIIT در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش را نشان داده است و در گروه کنترل بدون تغییر باقی ماند.

جهت بررسی فرضیه اول، از آزمون آماری تحلیل کوواریانس استفاده گردید تا مشخص گردد، آیا ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل امگا-۳ بر CD4 پسران هندبالیست تاثیرگذار است؟ یا نه. جدول ۵ و ۶ خلاصه‌ای از نتایج این آزمون را نشان می‌دهد.

جدول ۶: نتایج آزمون تحلیل کوواریانس تاثیر تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل امگا-۳ بر میزان CD4 پسران هندبالیست

شاخص	منابع تغییر	مجموع مجذورات	درجات آزادی	آماره F	سطح معنی داری
CD4 پسران	کووریت (پیش‌آزمون)	۰/۶۲	۱	۰/۱۲۱	۰/۰۵۶
	گروه	۱/۱۳	۲	۱۲۸/۳۰	۰/۰۰۰

جدول ۶ نشان می دهد، متعاقب ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل امگا ۳، میزان CD4 بین سه گروه آزمودنی تفاوت معناداری مشخص شد [$P=0/000$ و $F(1 و 2)=128/30$] ولی در عامل کووریت که همان پیش آزمون می باشد تفاوت معناداری مشاهده نگردید [$N.S(P=0/056)$]، که همچنین نشان می دهد که واریانس ها در پیش آزمون متجانس بودند. جهت تعیین محل دقیق تفاوت های مشاهده شده از آزمون تعقیبی مقایسه های زوجی (LSD) استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۷: آزمون تعقیبی (LSD) جهت مقایسه های جفتی CD4 در گروه های مختلف

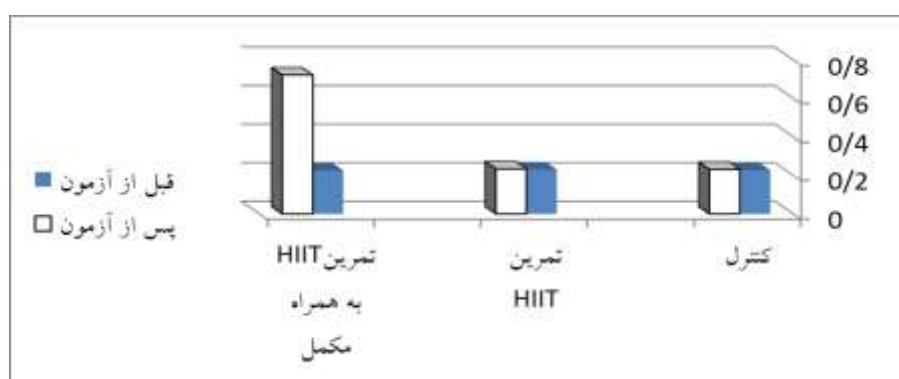
مقایسه جفتی گروه ها	تفاوت میانگین	خطای معیار	سطح معنی داری
تمرین HIIT -- مکمل امگا ۳+تمرین HIIT	۰/۵۰	۰/۰۳۶	۰/۰۰۱
تمرین HIIT -- کنترل	۰/۰۰۲	۰/۰۳۶	۰/۹۴۷
مکمل امگا ۳+تمرین HIIT -- کنترل	۰/۴۸	۰/۰۳۶	۰/۰۰۱

جدول ۷ نشان می دهد که میزان CD4 بین گروه های تمرین HIIT و مکمل امگا ۳+تمرین HIIT تفاوت معناداری دارد ($P=0/001$) و بر طبق میانگین ها مقدار CD4 در گروه تمرین HIIT کمتر از مقدار آن در گروه مکمل امگا ۳+تمرین HIIT در پس آزمون بوده است.

جدول ۷، همچنین نشان می دهد که میزان CD4 بین گروه های تمرین HIIT و کنترل تفاوت معناداری ندارد ($P=0/947$).

جدول ۷، نیز نشان می دهد که میزان CD4 بین گروه های مکمل امگا ۳+تمرین HIIT و کنترل تفاوت معناداری دارد ($P=0/001$) و بر طبق میانگین ها مقدار CD4 در گروه کنترل کمتر از مقدار آن در گروه مکمل امگا ۳+تمرین HIIT در پس آزمون بوده است.

در نمودار ۲، تغییرات میزان CD4 در گروه های متفاوت در نوبت های اندازه گیری مختلف نشان می دهد.



نمودار ۲: تغییرات میزان CD4 در گروه های متفاوت در نوبت های اندازه گیری مختلف

نمودار ۲ نشان می دهد که میزان CD4 در پس آزمون نسبت به پیش از آزمون در گروه تمرین HIIT + مکمل امگا ۳ افزایشی را تجربه نموده است در صورتی که در گروه تمرین HIIT و در گروه کنترل بدون تغییر باقی مانده است.

بحث و نتیجه‌گیری

متعاقب ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل امگا ۳، میزان اینترلوکین ۶ بین سه گروه آزمودنی تفاوت معناداری مشخص شد [$F(2, 1) = 4.56/37, P = 0/001$]، که همچنین نشان می‌دهد که واریانس‌ها در پیش‌آزمون متجانس بودند. جهت تعیین محل دقیق تفاوت‌های مشاهده شده از آزمون تعقیبی مقایسه‌های زوجی (LSD) استفاده گردید. محققانی که در تحقیق‌شان به نتایج مشابه نتیجه فرضیه اول پژوهش حاضر دست یافتند شامل: علیزاده (۱۳۸۹)، شولین لی و همکاران (۲۰۱۱)، کریستین و فیشر (۲۰۰۶)، گلیسین و بیشاپ (۲۰۰۵)، آرتیمیس و سیمپولوس (۲۰۰۲)، دیوید سی نیمن و همکاران (۲۰۰۰) و اچبرونس گارد و همکاران (۱۹۹۷) می‌باشند و تحقیقی که مخالف این نتیجه باشد یافت نگردید. همه محققانی که در بالا به آنها اشاره شد به این نتیجه رسیده بودند که تمرینات شدید ورزشی (مانند پلایومتریک) قادر است بر روی اینترلوکین ۶ تاثیر گذاشته و مقدار آن را در خون افزایش دهد. تمرینات HIIT از آن جهت که با انقباضات شدید عضلانی کانسنتریک و اکسنتریک و اکسنتریک همراه می‌باشد، لذا احتمال آسیب دیدگی‌های ریز عضلانی را افزایش می‌دهد.

امگا ۳ در بدن به پروستاگلاندینهای PG1 و PG3 و یک محصول جانبی دیگر بنام ایکوزانوئیدها تبدیل (متابولیزه) می‌گردد. پروستاگلاندینها در تنظیم فشار خون، انعقاد خون، نقل و انتقالات عصبی، پاسخهای آلرژیک و التهابی، عملکرد کلیه‌ها، معده و روده، رشد و ترمیم بافتها، تولید انرژی، تنظیم هورمونهای جنسی و سنتز دیگر هورمونها نقش دارد. پروستاگلاندینهای PG1 و PG3 خاصیت ضد التهابی، ضد انعقاد خون و پروستاگلاندینهای PG2 خاصیت التهابی داشته و لخته شدن خون را تسهیل میکنند و توسط چربیهای اشباع شده و امگا ۶ تولید می‌گردند. در کل، امگا ۳ باعث کاهش التهاب در سرتاسر بدن می‌گردد. (رحیمی ارسنجانی اسکندر، ۱۳۸۹).

میزان رونویسی ژن IL-6 بوسیله تمرین افزایش آشکاری داشت. افزایش مزمن سطوح IL-6 میتواند تاثیرات التهاب آور و تاثیرات زیان آوری را بروی متابولیسم داشته باشد (ثورن نیلسون و بنت کلارلون پترسون، ۲۰۰۸، بنت پترسون و کریستین فیشر، ۲۰۰۷).

تحقیقات اثبات کردند که تمرین باعث تحریک پیوسته در گیرنده‌های IL-6 mRNA هم در حیوانات هم در انسانها می‌شود. IL-6 تاثیرات عمیقی بروی هیپوتالاموس و همچنین در تنظیم هورمونی ورزش و تمرین داشت. مقدار افزایش IL-6 پلازما به مدت، شدت، مقدار توده عضلانی درگیر در فعالیت و ظرفیت استقامتی بستگی دارد (جورگن ام و همکاران، ۲۰۰۴ و بنت پترسون و کریستین فیشر، ۲۰۰۷). علیزاده (۱۳۸۹) نشان می‌دهد که مکمل سازی با امگا-۳ می‌تواند نقش بسزایی در کاهش التهاب موضعی و سیستمیک ایجاد شده بوسیله ی ورزش ایفا کند. شولین لی و همکاران (۲۰۱۱) همچنین میزان اینترلوکین ۶ در گروه با تمرینات شدید پلایومتریک (تمرین با شدن بالا) نسبت به گروه با تمرینات سبک پلایومتریک، در حد بالاتری قرار داشت. الکساندر کوچ (۲۰۱۰) بیان کرد که تمرینات ورزشی ایبی که دارای انقباضات عضلانی اکسنتریک می‌باشند (مانند تمرینات پلایومتریک که شامل یک انقباض شدید کانسنتریکی متعاقب یک انقباض شدید اکسنتریکی می‌باشد) آسیب‌های ریز عضلانی را بوجود می‌آورند که باعث پاره شدن غشای تار عضلانی و خروج آنزیم‌های درون عضلانی مانند کراتین کیناز می‌شوند که پیامد آن فعال شدن سیستم ایمنی و فاکتورهای پیش التهابی (IL2, IL5, IL6, IL8 و TNF α) می‌باشد (اسمیت، ۲۰۰۰ و سیمپسون و همکاران، ۱۹۹۷). فاکتورهای پیش التهابی بر روی کبد تاثیر گذاشته و سنتز پروتئین را فعال می‌کنند، بر روی هیپوتالاموس نیز تاثیر منفی گذاشته و باعث افزایش درجه حرارت بدن می‌شود، باعث تولید گلوکوکورتیئیدها می‌گردند و به افزایش مزمن آنها علائم بیش تمرینی را نمایان ساخته و باعث اختلال در خوابیدن، کاهش اشتها، کاهش وزن و افسردگی و غیره می‌گردند (بروسگارد و همکاران، ۱۹۹۷، اسمیت، ۲۰۰۰ و ماسینتیر و همکاران، ۲۰۰۱). سایتوکاین‌ها (فاکتورهای پیش التهابی) همچنین سنتز گلیکوژن را در کبد فعال می‌سازند، سیستم عصبی سمپاتیک و محور

غدد-هیپوفیز را تحریک می‌سازند و سطوح کتکولامین‌ها و گلوکوکورتئیدها را تغییر می‌دهند و همچنین فاکتورهای ضد التهابی (IL1 و IL10) در پاسخ به فاکتورهای پیش‌التهابی نیز افزایش می‌یابند (الکساندر کوچ، ۲۰۱۰ و اسمیت، ۲۰۰۰). کریستین و فیشر (۲۰۰۶) نشان داد که یک نوبت ورزش، سنتز و رهاسازی اینترلوکین ۶ به درون مایع میان‌بافتی و به تبع آن به درون گردش خون ممکن است اتفاق بیافتد. شدت و مدت ورزش نسبت به نوع ورزش بیشترین تاثیر را بر روی IL-6 می‌گذارد. چندین مکانیسم سنتز IL-6 را در پاسخ به انقباض عضلانی بیان می‌نماید: تغییر در هموستناز کلسیم، در دسترس بودن ناقص گلوکز و افزایش کسر اکسیژن، همگی قابلیت سنتز IL-6 را فراهم می‌آورند. از طریق تاثیر IL-6 بر روی کبد، بافت چربی، محور غدد - غده هیپوفیز و لکوسیت‌ها ممکن است بدن نسبت به ورزش پاسخ ایمنولوژیکی و متابولیکی بدهد. تحقیقات نشان می‌دهد که IL-6 پس از فعالیت کوتاه مدت و با شدت کم تغییری را نشان نمی‌دهد و پس از فعالیت بدنی طولانی مدت شدید افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد. گلیسین و بیشاپ (۲۰۰۵) بیان کرد که فعالیت ورزشی شدید قادر است میزان هورمون‌های استرسی از قبیل کاتکولامین‌ها (اپی نفرین و نوراپی نفرین) و کورتیزول را افزایش می‌دهد و متعاقب آن باعث افزایش سایتوکاین‌های پیش‌التهابی (مانند IL6 و IL8) می‌شوند که باعث کاهش میزان سلول‌های لنفوسیت‌های در گردش خون و سلول‌های NK که زیر مجموعه لنفوسیت‌ها می‌باشند و سلول‌های T کمک‌کننده (CD4) می‌شود. آرتیمیس و سیمپولوس (۲۰۰۲) بیان نمودند که در میان اسیدهای چرب اسیده‌های چرب چندگانه غیر اشباع امگا۳ (PUFA) دارای توانایی بهبود فعالیت سیستم ایمنی را دارد و در میان اسیده‌های چرب امگا۳، روغن ماهی (که شامل اسیده‌های چرب ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) می‌باشد) دارای بیشترین توانایی بیولوژیکی می‌باشند. تحقیقات حیوانی و آزمایشگاهی نشان دادند که اسیده‌های چرب امگا۳، خاصیت ضد‌التهابی دارند و ممکن است که در کنترل بیماری‌های التهابی و سیستم ایمنی مفید واقع شوند (وودس و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین آنان بیان نمودند که اسیده‌های چرب امگا۳ قادرند میزان سایتوکاین‌های پیش‌التهابی اینترلوکین ۶ (IL6) را کاهش دهد که به نوبه خود باعث کاهش سنتز همه پروتئین‌های مرحله حاد که در پاسخ التهابی درگیر می‌شوند و شامل پروتئین واکنشی C، آمیلوئید A سرمی، فیبرینوژن و کیموتریپسین α_1 و هاپتوگلوبین هستند، می‌گردد. همچنین ذکر نمودند که یک ارتباط معکوس و معنی‌داری بین سطوح سرمی اسیده‌های چرب امگا۳ و میزان اینترلوکین ۶ وجود دارد (وودس و همکاران، ۲۰۰۰). به همین جهت روغن ماهی به علت دارا بودن اسیده‌های چرب امگا۳ به عنوان یک عامل ضد‌التهابی شناخته شده است. دیوید سی‌نیمن و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که تمرین شدید تنیس قادر است که میزان سایتوکاین‌های مانند اینترلوکین ۶ (IL_6) را افزایش دهد. اچبرونس گارد و همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند که افزایش اینترلوکین ۶ متعاقب ورزش با آسیب عضلانی مرتبط می‌باشد. سطح اینترلوکین ۶ (IL-6) در سرم به طور معنی‌داری بعد از فعالیت اکسنتریک افزایش یافت و به طور معنی‌داری باغلظت ck در روزهای بعدی رابطه داشت، درحالی‌که هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری بعد از فعالیت درونگرا مشاهده نشده بود.

از مجموع مطالب فوق می‌توان دریافت احتمالاً به علت بوجود آمدن آسیب‌های ریز عضلانی بر اثر فشار زیاد نیروهای وارده توسط تمرینات HIIT به عضلات بدن و افزایش هورمون‌های کورتیزول و کاتکولامین‌ها، شاخص‌های پیش‌التهابی سیستم ایمنی بدن را مانند اینترلوکین ۶ افزایش می‌دهند و از طرف دیگر به دلیل اینکه مکمل امگا۳ دارای ویژگی ضد‌التهابی می‌باشد و قادر است بر روی سیستم ایمنی تاثیر بگذارد و بر اساس تحقیقات بیان شده توانسته است از افزایش بوجود آمده در میزان اینترلوکین ۶ به عنوان سایتوکاین پیش‌التهابی سیستم ایمنی جلوگیری به عمل آورد. به همین دلیل در گروه تمرینات HIIT نسبت به گروه کنترل، افزایشی را در میزان اینترلوکین ۶ مشاهده نمودیم ولی در گروهی که علاوه بر اجرای تمرینات HIIT، مکمل امگا۳ را نیز قبل از تمرین دریافت کرده بودند، علاوه بر اینکه افزایشی مشاهده نگردید بلکه کاهش را در این شاخص پیش‌التهابی سیستم ایمنی بدن مشاهده نمودیم.

متعاقب ۶ هفته تمرین HIIT به همراه مصرف مکمل امگا ۳، میزان CD4 بین سه گروه آزمودنی تفاوت معناداری مشخص شد [$P=0/000$ و $F(1,2)=128/30$] ولی در عامل کووریت که همان پیش‌آزمون می‌باشد تفاوت معناداری مشاهده نگردید

[$P=0/056$], N.S. که همچنین نشان می دهد که واریانس ها در پیش آزمون متجانس بودند. جهت تعیین محل دقیق تفاوت های مشاهده شده از آزمون تعقیبی مقایسه های زوجی (LSD) استفاده گردید. محققانی که در تحقیق شان به نتایج مشابه نتیجه فرضیه دوم پژوهش حاضر دست یافتند شامل: رابرت چاپکین و همکاران (۲۰۰۷)، زوهر کاپاسی و همکاران (۲۰۰۵)، گلیسین و بیشاپ (۲۰۰۵)، ردی اوولا (۲۰۰۱) و کمن و همکاران (۱۹۹۵) می باشند. همان طور که قبلا بیان شد سلول های T کمک کننده (سلول های TH) در فرایند ایمنولوژیکی به دیگر سلول های سفید خون کمک می کند که شامل سلول های بالغ B درون سلول های پلاسما، سلول های B حافظه ای و فعالیت سلول های سایتوکسیک و ماکروفاژها می باشد. همچنین این سلول ها به سلول های CD4+T معروفند زیرا که آنها پروتئین CD4 را بر روی سطح خودشان ظاهر می کنند. زمانی سلول های T کمک کننده فعال می شوند که آنها همراه با آنتی ژن های پپتیدی توسط مولکول های MHC درجه II که بر روی سطح سلول های موجود آنتی ژنی هستند، به طور هم زمان وجود داشته باشند. به محض فعال شدن این سلول ها، سریعاً تقسیم شده و به پروتئین های کوچکی به نام سایتوکین ها که گذاری می شوند که به پاسخ سیستم ایمنی کمک می کنند و یا اعمال سیستم ایمنی را تنظیم می کنند. این سلول ها به چندین نوع مختلف که شامل TH 1، TH ۲، TH ۳، TH ۱۷، TH و TFH می باشند تقسیم می شوند که سایتوکین های مختلفی را رمز گذاری کرده و باعث تسهیل سازی انواع متفاوتی از پاسخ های سیستم ایمنی می گردند (ایوی ویلیامز و همکاران، ۲۰۰۴ و شاونار سیمونسن، ۲۰۰۱).

رابرت چاپکین و همکاران (۲۰۰۷) تاثیر مصرف مکمل امگا ۳ را بر روی سرطان روده بزرگ و عوامل ضد التهابی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که آزمودنی هایی که روغن ماهی حاوی امگا ۳ را مصرف کرده بودند نسبت به گروه شبه دارو دارای سلول های T کمک کننده (CD4) بیشتری بودند و سیستم ایمنی و عوامل ضد التهابی این افراد به حد مناسبی از سلامتی دست پیدا کرده بود. زوهر کاپاسی و همکاران (۲۰۰۵) تاثیر حاد یک نوبت ورزش در مانده ساز شدید را بر روی سلول های T در موشهای ماده جوان (۱۰ تا ۱۲ هفته) و مسن (۲۲ تا ۲۴ هفته) مورد بررسی قرار داده بودند. آنان به این نتیجه رسیدند که میزان CD4 و CD8 و نسبت CD4/CD8 در موش های ماده جوان کاهش می یابد و در مقابل اعمال عفونت (ویروس کوریومنژیت لنفوسیتیک) مقاومت کمتری را نشان می دهند. ردی اوولا (۲۰۰۱) تاثیر حاد ورزش دوچرخه سواری سنگین بر روی زیر مجموعه لنفوسیت ها در موش ها را بررسی نمودند. آنها نشان دادند که میزان سلول های CD8 افزایش و میزان سلول های CD4 کاهشی را نشان دادند و همچنین بیان نمودند که میزان پراکسید اکسیژن (H_2O_2) کاهش می یابد که کاهشی را در میزان اینترفرون گاما در پی دارد. کاهش در اینترفرون گاما باعث تضعیف عملکرد سلول های طبیعی کشنده (NK) می گردد و در کل این اتفاقات در پی تمرینات شدید باعث افت عملکرد و تضعیف سیستم ایمنی بدن در مقابل عفونت ها و آسیب دیدگی ها در موش ها می شوند. کمن و همکاران (۱۹۹۵) طی تحقیقی تاثیر مصرف امگا ۳ را بر روی سیستم ایمنی بدن بیماران سرطانی بررسی نمودند. آنها دریافتند که در گروه مکمل امگا ۳، تعداد لنفوسیت ها، سلول های کمک کننده T (CD4) و سلول های فعال کننده T (CD3 و HLA-DR) به میزان زیادی نسبت به گروه شبه دارو افزایش معنی داری را نشان داده است.

از آنجا که قبلا در این فصل بیان شد، مکمل امگا ۳ که شامل اسیدهای چرب چندگانه غیر اشباع می باشند قادرند سیستم ایمنی بدن را بهبود بخشند و حتی قادرند که میزان CD4 موجود در سرم را افزایش دهند و به دنبال چنین تغییری قادر است سایتوکین های ضد التهابی را فعال نموده و التهاب را پایین آورند. همچنین محققان قبلی (در فوق ذکر شدند) همچنین نشان دادند که مکمل امگا ۳ قادر است میزان سایتوکاین پیش التهابی اینترلوکین ۶ را کاهش دهد. در مجموع می توان این احتمال را داد که در گروه تمرین HIIT + مکمل امگا ۳ به دلیل اینکه ورزشکاران هندبالیست نوجوان ماقبل تمرین مکمل امگا ۳ را مصرف کرده بودند در نهایت باعث افزایش میزان CD4 سرمی شد.

از مجموع مطالب ذکر شده در این فصل می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که تمرینات ورزشی HIIT قادرند میزان سایتوکاین پیش‌التهابی اینترلوکین ۶ را در هندبالیست‌های نوجوان افزایش دهند و از طرف دیگر میزان CD4 را که در واقع معرف فعالیت سلول‌های T کمک‌کننده می‌باشد، کاهش می‌دهد. در حالی که گروه تمرین HIIT + مکمل امگا۳ به دلیل مصرف مکمل امگا۳ ماقبل اجرای تمرینات HIIT، باعث کاهش سایتوکاین پیش‌التهابی اینترلوکین ۶ و افزایش مقادیر سرمی CD4 شد. در نهایت می‌توان گفت مکمل امگا۳ توانست در حین اجرای تمرینات HIIT به کمک سیستم ایمنی بدن ورزشکاران بیاید و میزان التهاب را پایین آورده و حتی عملکرد سیستم ایمنی را بهبود بخشد.

منابع و ماخذ

۱. بازگیر، بهزاد (۱۳۸۹). مقایسه تغییرات سطوح پلاسمایی IL-15 و CRP ورزشکاران و غیر ورزشکاران پس از یک وهله تمرین مقاومتی درون‌گرا و برون‌گرا (پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۸۹، دانشگاه شیراز).
۲. چو، دونالد. (۱۳۷۸). تمرینات پلیومتریک و قدرت پرش. (ترجمه: رجایی، بهجت). اصفهان: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان. ۱۹۹۴.
۳. حقیقی امیر حسین (۱۳۸۴). تاثیر تمرینات استقامتی و مقاومتی بر سایتوکاین‌های پیش‌التهابی و مقاومت به انسولین در مردان چاق. (رساله دکتری، ۱۳۸۷، دانشگاه تهران).
۴. رادکلیف، جیمز. (۱۳۸۲). تمرینات پلیومتریک توان‌زا، (ترجمه: مرجانی، محمد ابراهیم). تهران: انتشارات دفتر تحقیقات و توسعه آموزش و پرورش. (۲۰۰۰).
۵. رادکیف، جیمز. فازنتینوس، روبرت. (۱۳۸۶). علم در پلیومتریک. (ترجمه: فلاح محمدی، ضیاء) بابلسر: انتشارات دانشگاه مازندران. (۲۰۰۴)
۶. علی‌زاده حمید (۱۳۸۸). بررسی تاثیر مصرف مکمل روغن ماهی به همراه فعالیت بدنی بر برخی فاکتورهای التهابی در موشهای سوری. (پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۸۸، دانشگاه شیراز).
7. Alexander J. Koch. (2010). Immune response to exercise. *Brazilian Journal of Biomotricity*, v. 4, n. 2, p. 92-103.
8. Artemis P. Simopoulos (2002). Omega-3 Fatty Acids in Inflammation and Autoimmune Diseases. *Journal of the American College of Nutrition*. 21.6, 495–505.
9. Arved, W., Bastian, L., Werner, E., Bischoff, M., Grotz, M., Hansel, J. L., & Christian, T. (1998). Influence of arginine, omega-3 fatty acids and nucleotide-supplemented enteral support on systemic inflammatory response syndrome and multiple organ failure in patients after severe trauma. *Applied nutritional investigation*. 14, 2. 165-172.
10. Baechle TR. & Earle RW. (2000). *Essentials of Strength Training and Conditioning: 2nd Edition*. Champaign, IL: Human Kinetics. Pp 112-115.
11. Bente K. P. & Christian P. F. (2007). Beneficial health effects of exercise – the role of IL-6 as myokine. *European Journal Applied Physiology*. 10.1016.
12. Bente, K., Pedersen, T., Kerstro, M., Anders, R. N. & Christian P. F. (2007). Role of myokines in exercise and metabolism *Journal Applied Physiology*. 103, 1093–1098.
13. Bruunsgaard, H. Galbo, J. Halkjaer-Kristensen, T. L. Johansen, D. A. & MacLean, B. K (1997). Pedersen Exercise-induced increase in serum interleukin-6 in humans is related to muscle damage. *Journal of Physiology*. 499.3, pp.833-841.

14. Bruusgaard, H. Galbo, H. Halkjaer-Kristensen, J. Johansen, T. L, Maclean, D. A. Pedersen, B. K. (1997). Exercise-induced increase in serum interleukin-6 in humans is related to muscle damage. *The Journal of physiology*, v. 499, p. 833-841.
15. Buddy, W, Rose, M. Giordano, & Charles, L. S. (2006). Supplementation with omega-3 polyunsaturated fatty acids augments brachial artery dilation and blood flow during forearm contraction. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 97, 3. 347-354.
16. C. P. Reddy Avula, A. R. Muthukumar, K. Zaman, R. McCarter, and G. Fernandes. (2001). Inhibitory effects of voluntary wheel exercise on apoptosis in splenic lymphocyte subsets of C57BL/6 mice. *Journal of Applied Physiology*. 91(6):2546-52.
17. Christian, P. Fischer (2006). Interleukin-6 in acute exercise and training: what is the biological relevance? *Exercise Immunological Researches*. 12, pp 6-33.
18. David, C. Nieman, M. W. kernodle, D. A. Hensen, G. S. & Darla S. Morton (2000). The acute response of the immune system to tennis drills in adolescence athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 71,4. Pp 401-408.
19. Diallo, O., Dore, E., Duche, P., Van Praagh, E. (2001). Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *Journal of Sports Medicine Physiology Fitness*. 41(3):342-8.
20. Dirk, P. J (2006). The sportsman answer to enhance exercise performance and the overtraining syndrome. University of Proteria etd. Thesis of degree magister atrium (HMS). P 39-40.
21. Endres, S.N., Meydani, R., Ghorbani, R. Schindler, D., & Dinarello, C. (1993). Dietary supplementation with n-3 fatty acids suppresses interleukin-2 production and mononuclear cell proliferation. *Journal of Leukocyte Biology*. 54, 6. 599-603.
22. Fleck, S.J. & Kraemer WJ. (2004). *Designing Resistance training Programs*, 3rd Edition. Champaign, IL: Human Kinetics. Pp 45-48.
23. Gabriel, F., & Jaya T. V. (1993). Role of omega-3 fatty acids in health and disease. *Nutrition Research*. 13, 1. 19-45.
24. Gleeson M, Bishop NC. (2005). The T cell and NK cell immune response to exercise. *Ann Transplant*. 2005;10(4):43-8.
25. Jonathan, E. Teitelbaum, S., & Allan, W. (2001). The role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 12, 1. 21-32.
26. Jurgen, M. Steinacker, W. Lormes S. Reissnecker, p. & Yuefei L. (2004). New aspects of the hormone and cytokine response to training. *European Journal Applied Physiology*. 91: 382-391.
27. Macintyre, D. L, Sorichter, S, Mair, J, Berg, A, Mckenzie, D. C. (2001). Inflammation and myofibrillar proteins following eccentric exercise in humans. *European journal of applied physiology*, v. 84, p. 180-186.
28. Matavulj, D., Kukulj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Jaric S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports Medicine Physiology Fitness*. 41(2):159-64.
29. Rimmer, E., & Sleivert G. (2000). Effects of plyometrics intervention program on sprint performance. *Journal Strength Conditioning Research*. 14: 295-301.
30. Robert, S. Chapkin, L. A., Davidson, L., Brad R. W., Joanne, R. L., & David N. McMurray (2007). Immunomodulatory Effects of (n-3) Fatty Acids: Putative Link to Inflammation and Colon Cancer. *International Research Conference on Food, Nutrition, and Cancer*. 137, 220-204.
31. Shawn, R. Simonson, p. (2001). The Immune Response to Resistance Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 15(3), 378-384.

32. Shu-Lin, L., Kenny W., Szu-Tah, C., Chuan-Show, C., Mei-Chich H., Tzyy-Yuang, S., Mao-Kuan S., Mu-San C., Ying-Ling C., & Shyi-Wu W. (2011). Effect of Passive Repetitive Isokinetic Training on Cytokines and Hormonal Changes. *Chinese Journal of Physiology*. 54(1): 55-66.
33. Simpson, K. J, Lukacs, N. W, Colletti, L, Strieter, R. M, Kunkel, S. L. (1997). Cytokines and the liver. *Journal of hepatology*, v. 27, p. 1120-1132, 1997.
34. Smith, L. L. (2000). Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? *Medicine and science in sports and exercise*, v. 32, p. 317-331.
35. Soren N., & Bente, K. (2008). Skeletal muscle as an immunogenic organ. *European Journal of Applied Physiology*. 10.1016.
36. Williams, K. H., Myburgh, C., & Smith, p. (2004). The effect of a professional cricket match schedule on selected immune parameters. *Sports Medicine*. 16, 2. 22-28.
37. Woods A, Brull DJ, Humphries SE, Montgomery HE. (2000). Genetics of inflammation and risk of coronary artery disease: the central role of interleukin-6. *Eur Heart J* 21:1574-83.
38. Zoher F. Kapasi, Michael L. McRae, and Rafi Ahmed. (2005). Suppression of viral specific primary T-cell response following intense physical exercise in young but not old mice. *Journal of Applied Physiology*. vol. 98 no. 2 663-671.

Study of Some Inflammatory Markers after 6 Weeks of HIIT Exercise Training and Omega-3 Supplementation Consumption in Adolescent Boy's Handball Players

Vahid Afra¹, Morad Hosseini², Heshmatollah Eqbal Panah³

1. *Master of Sport Nutrition, Islamic Azad University, Behbahan Branch.*

2. *Assistant Professor of Cardiovascular Physiology and Breathing, Department of Physical Education, Yasuj Farhangian University (Corresponding Author)*

3. *Master of Sport Management, Yasouj Payame Noor University.*

Abstract

The aim of this study was to evaluate 6 weeks of HIIT exercise training and omega-3 supplementation consumption in adolescent boy's handball players on some inflammatory markers. The present study is a semi-experimental and applied research with pre and post design. The target group was Dehdasht teenager handball players. The statistical sample of this study includes 45 handball players from 12 to 18 years old boys who were voluntarily selected. Subjects were randomly selected and randomly divided into three groups of 15 (group one: control, group II: only HIIT exercises, group III: both omega-3 and HIIT supplements). Three days before the HIIT session, the subjects completed the health status forms and the research consent. Before the training period and 2 days after the completion of the training, blood samples were taken from the subjects and sent to measure the blood levels of Interleukin 6 and the serum CD4 of the medical diagnostic laboratory. A suitable amount of fish oil that was rich in omega-3 was given to the subject as much as two grams of pre-workout exercise. The HIIT training program lasted for 6 weeks, 3 sessions per week, including: 3 sets of intense periodic volume programs (4 minutes 90% heart rate reserve with 2 minutes of active recovery) in the first week Increasingly, until the sixth week, a set was added every week. The all of training sessions were done between 8 and 11 hours. ANCOVA and SPSS software version 21 were used to analyze the data. After 6 weeks of HIIT training with supplementation with omega-3 supplementation, interleukin 6 levels were significantly different between the three groups ($F=0.445$, $p=0.001$). Also, after 6 weeks of HIIT training with supplementation with omega-3 supplementation, CD4 levels were significantly different between the three groups ($F=0.128$, $p=0.001$). In general, the findings of the study concluded that 6 weeks of HIIT training with supplementation with omega-3 supplementation were able to reduce the level of IL-6 in the post-test compared to the pre-test in the HIIT + exercise group + omega-3 supplementation, but the rate of CD4 in the post-test increased compared to the pre-test in the HIIT + exercise group + omega-3 supplementation. Finally, it can be said that supplementation of Omega-3 has been able to bring athlete's body immune system during HIIT exercises and reduce inflammation and even improve the immune system's performance.

Keywords: HIIT training with omega-3, HIIT training, serum IL-6, serum CD4
