نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش مقاله پژوهشی
دوره ٤، شماره ۸، پاییز و زمستان ۱۳۹۵ تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۳/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۱/۲۲

پاسخ شاخص های التهابی و آسیب عضلانی به فعالیت شدید هوازی در پسران سالم: ارتباط بین شاخص ها

بختیار ترتیبیان[۱]، بهمن ابراهیمی ترکمانی[۲*]

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
۲. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به نتایج محدود و متناقض مربوط به پاسخ شاخص‌های التهابی و آسیب عضلانی به فعالیت ورزشی شدید در نوجوانان، هدف از تحقیق حاضر بررسی پاسخ و رابطه بین برخی شاخص های التهابی و شاخص آسیب عضلانی در پسران ۱۴ تا ۱۶ سال در پاسخ به فعالیت ورزشی شدید بود. **روش تحقیق:** ۲۴ پسر سالم ۱۴ تا ۱۶ سال در دو گروه تمرین (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) داوطلب شرکت در پژوهش شدند. آزمودنی های گروه تمرین، آزمون ورزشی فزآینده بالک را بر اساس پروتکل تعریف شده انجام دادند. جهت بررسی سطوح فیبرینوژن پلاسما، پروتئین واکنشیC و کراتین کیناز سرم از گروه تمرین در حالت پایه و ۲ دقیقه بعد از اتمام آزمون ورزشی و از گروه کنترل در حالت پایه و ۴۸ ساعت بعد از آن خونگیری به عمل آمد. جهت بررسی شاخص های مورد نظر از روش های آماری t زوجی و t مستقل و نیز ضریب همبستگی پیرسون و ضریب بتا در سطح معنی داری p<۰/۰۵ استفاده شد. **یافته ها:** مقادیر فیبرینوژن پلاسما (p=۰/۰۱)، پروتئین واکنشیC (p=۰/۰۱) و کراتین کیناز سرم (p=۰/۰۱) بلافاصله پس از فعالیت بدنی فرآینده افزایش معنی داری یافتند. در بررسی ارتباط متغیرها، بین فیبرینوژن پلاسما با پروتئین واکنشی C سرم (p=۰/۰۱، r=۰/۶۷) و فیبرینوژن پلاسما با کراتین کیناز سرم (p=۰/۰۱، r=۰/۶۱) در گروه تمرین همبستگی معنی دار مثبت یافت شد. **نتیجه گیری:** بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه در نوجوانان شاخص های التهابی فیبرینوژن پلاسما و پروتئین واکنشی C سرم و شاخص آسیب عضلانی کراتین کیناز تحت تاثیر فعالیت ورزشی شدید هوازی افزایش می یابد که نشانگر وجود التهاب و آسیب عضلانی در پاسخ به فعالیت شدید می باشد.

واژه های کلیدی: شاخص های التهابی، آسیب عضلانی، پروتکل اصلاح شده بالک، پسران.

* نویسنده مسئول، آدرس: اردبیل، خیابان دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم ورزشی؛
پست الکترونیک: Ba.Ebrahimi@uma.ac.ir

DOI: 10.22077/jpsbs.2017.451

مقدمه

بیماری های قلبی-عروقی به عنوان اصلی ترین عامل مرگ و میر گزارش شده اند (گری[1] و دیگران، ۲۰۰۵). تحقیقات نشان داده اند که تغییرات برخی از شاخص های التهابی، نقش مهمی را در ابتلا به حوادث قلبی- عروقی دارد (لی و لیپ[2]، ۲۰۰۳). براساس اعلام انجمن قلب آمریکا، گسترش بیماری های قلبی-عروقی زمینه التهابی دارد و التهاب نقش محوری در توسعه و پیشرفت آترواسکلروز ایفا می کند (بامونت[3] و دیگران، ۲۰۰۷). شواهد زیادی مبنی بر افزایش ابتلا به آترواسکلروز به عنوان بیماری غالب سال ۲۰۲۰ در اثر عفونت های مختلف گزارش شده است. چنین گسترشی در بیماری های قلبی-عروقی، محققین را بر آن داشته است تا به دنبال یافتن و معرفی شاخص هایی باشند تا بتواند وقوع این نوع بیماری ها را پیش بینی و رصد کنند. چنانکه برخی از سایتوکین ها و شاخص های التهابی وجود دارند که توسط آنها می توان وقوع یا شدت حوادث قلبی-عروقی را تخمین زد (کوک[4] و دیگران، ۲۰۰۰). توجه به شاخص های التهابی و اثرات احتمالی آنها بر بافت های مختلف بدن حائز اهمیت فراوانی است. برخی از محققین گزارش کردند که در ایجاد آترواسکلروز، التهاب نقش محوری در شروع و پیشرفت لخته سرخرگی بازی می کند (پیرسون[5] و دیگران، ۲۰۰۳)، به نظر می رسد نشانگرهای حساس و مشخصی از التهاب قادر است بیماری های قلبی- عروقی را پیش بینی کند. شاخص های التهابی فیبرینوژن[6]، پروتئین واکنشی C[7]، اینترلوکین ۶[8] و کراتین کیناز[9] در این گروه قرار دارند.

پروتئین واکنشی C از پروتئین های غیر اختصاصی است که در کبد در پاسخ به عفونت سنتز می گردد و سریع ترین واکنش دهنده فاز حاد تلقی می گردد. پروتئین واکنشی C یک مقیاس عمومی التهاب در بدن است. افراد با غلظت پروتئین واکنشی C بالاتر از مقادیر طبیعی، در معرض خطر بیشتری برای ابتلا به سکته مغزی یا قلبی قرار دارند (پئپس و هارسفیلد[10]، ۲۰۰۳). رابطه قوی بین سطح پروتئین واکنشی C و عوامل خطرزای قلبی-عروقی، فیبرینوژن و پروتئین واکنشی C گزارش شده است که حاکی از نقش التهاب در توسعه آترواسکلروز و بیماری های قلبی- عروقی در تمامی مراحل زندگی می باشد (فاضلی فر و دیگران، ۲۰۱۱).

فیبرینوژن، عامل انعقادی خون است که توسط ترومبین به فیبرین و به وسیله پلاسمین به پپتیدهای کوچک مختلف تجزیه می شود. فیبرینوژن و پپتیدهای کوچکتر فیبرین، در جریان خون یافت می شوند سپس از طریق کلّیه ها دفع می گردند. این عمل برای کاهش تجمع انعقاد به کار می رود. فیبرینوژن در بررسی علت برخی بیماری ها در بدن شامل التهاب و تب نقش حیاتی دارد (کاماس و لیپ[11]، ۲۰۰۸). برخی از محققین علوم ورزشی معتقدند فعالیت های بدنی با شدت بالا و طولانی مدت می توانند با افزایش رادیکال های آزاد، باعث آسیب سلول شده و روند پیری را تسریع کنند (میچیشتا[12] و دیگران، ۲۰۰۵).

کراتین کیناز، آنزیم کلیدی جهت متابولیسم سلول عضلانی است. در افراد سالم این آنزیم در غشاء پلاسما قرار دارد و مقدار آن در داخل خون بسیار پایین است. علت اصلی افزایش کراتین کیناز صدمه به عضله قلب یا عضله اسکلتی می باشد. در این گونه شرایط معمولا کراتین کیناز به سرعت افزایش می یابد. کراتین کیناز در هر شکلی از آسیب عضله مانند تزریقات عضلانی، تشنّج، ترومای غیر نافذ (احیای قلبی ریوی) و حتی استفاده زیاد از عضلات تنفّسی در افراد مبتلا به بیماری های انسدادی ریه، افزایش می یابد. بین سطح آمادگی بدنی افراد با پاسخ گویی کراتین کیناز به ورزش رابطه معکوس دیده می شود. هر چه سطح آمادگی افراد بالاتر باشد میزان واکنش کراتین کیناز کمتر است. در تحقیقی با عنوان تاثیر تمرین بر سطح کراتین کیناز سرم، اختلاف معنی داری را در مقادیر سرمی کراتین کیناز در قبل و بعد از تمرین بین گروه کنترل و ورزش گزارش شد (اوکونو[13] و دیگران، ۲۰۱۲).

اگر چه بیماری های قلبی- عروقی از دوران کودکی شروع می شود اما اطلاعات در مورد شاخص های التهابی در کودکان به مانند بزرگسالان در دست نیست. با این حال، تحقیق در مورد اثرات ورزش بر سلامتی و توانایی کودکان در حال گسترش است (موتاسیم[14] و دیگران، ۲۰۱۰).

1. Gary
2. Lee & Lip
3. Bamonte
4. Cook
5. Pearson
6. Fibrinogen
7. C-Reactive Protein
8. Interleukin 6
9. Creatine Phosphokinase
10. Pepys & Hirscnfield
11. Kamath & Lip
12. Michishita
13. Okonko
14. Mutasim

شواهد نشان می دهند که فعالیت بدنی در کودکی و جوانی یکی از معیار های تعیین کننده وضعیت سلامت فرد در بزرگسالی می باشد. چنانکه، با افزایش سطح پروتئین واکنشی C و فیبرینوژن پلاسما، به عنوان مهمترین شاخص های التهابی پیش گویی کننده بیماری های قلبی- عروقی در افراد کم تحرک، خطر بیماری های قلبی-عروقی ۲ تا ۵ برابر افزایش پیدا می کند. تغییرات پاتولوژیک این بیماری ها از سلول تخم در دوران کودکی آغاز می شود و طی چند مرحله در سنین بالاتر بروز می کند. کاهش سن بیماری های قلبی-عروقی در سال های اخیر و گسترش آن در بین کودکان و افراد جوان هشداری جدی است (رانکینن[1] و دیگران، ۱۹۹۵). فعالیت ورزشی شدید قویترین استرسی هست که بدن در معرض آن قرار می گیرد. در هرگونه از فعالیت های زیر بیشینه یا بیشینه، ایزومتریک یا ایزوتونیک، درون گرا یا برون گرا بسته به سهم فرایند های فعال متابولیک هوازی و بی هوازی و همچنین شدت یا مدت تمرین یا ترکیبی از هر دو، پاسخ سیستم ایمنی و میزان آسیب پذیری بافت عضله متفاوت است. یک نوبت تمرین حاد و شدید و یا تمرینات هوازی طولانی مدت ممکن است منجر به آسیب پاسخ های دستگاه ایمنی شده و سرانجام به افزایش آسیب پذیری فرد، التهاب حاد و مزمن بینجامد. ورزش شدید با تغییرت ایمنی شناختی شامل، رهاسازی میانجی های التهابی، فعالیت انواع زیر واحدهای سلول های سفید خونی، فعالیت پروتئین های فاز حاد، افزایش فعالیت سیتوکین های پیش التهابی و ضد التهابی و تغییراتی در شاخص های آسیب عضلانی همراه است. آسیب بافتی ناشی از فعالیت و یا افزایش تولید گونه های اکسیژن واکنشی، تولید سیتوکین ها را تحریک می کند که باعث افزایش شاخص های التهابی می شود (فاینود[2] و دیگران، ۲۰۰۶). از سوی دیگر، فعالیت ورزشی شدید فزآینده (آزمون اصلاح شده بالک) که با گذشت زمان بر شدت آن افزوده می شود، به عنوان فشار مکانیکی می تواند تغییرات بیوشیمیایی خاصی را در بدن نوجوانان به وجود آورد (مارینو[3] و دیگران، ۲۰۰۳). برخی گزارش ها حاکی است که یک جلسه فعالیت ورزشی حاد و شدید و یا تمرینات شدید طولانی مدت، ممکن است با افزایش التهاب پذیری فرد (التهاب حاد و یا مزمن) به تهدید و آسیب دستگاه ایمنی منتهی گردد (کوک[4] و دیگران، ۲۰۰۰). چنانچه گزارش شده است فعالیت های بدنی شدید با انقباضات برون گرای قوی و تنش مکانیکی زیاد، با رهایش سایتوکاین ها و آنزیم های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز[5] حاکی از آسیب های عضلانی و تغییرات نامشخص در سلول های آندوتلیوم بوده است (ایوانس[6] و دیگران، ۱۹۸۶). با این حال در کودکان و نوجوانان پاسخ عوامل التهابی، آسیب عضلانی و همچنین ارتباط این شاخص ها با یکدیگر کمتر گزارش شده است بر همین اساس و با توجه ضرورت دستیابی به اطلاعات دقیق تر در مورد شدت و مدت مناسب انجام فعالیت های ورزشی برای کودکان و نیز بررسی میزان التهاب و آسیب ایجاد شده بر اثر فعالیت ورزشی شدید در این افراد هدف تحقیق حاضر، بررسی پاسخ شاخص های التهابی و آسیب عضلانی به فعالیت ورزشی فزآینده در نوجوانان پسر فعال و یافتن ارتباط شاخص های التهابی فیبرینوژن، پروتئین واکنشی C و کراتین کیناز در نوجوانان سالم بود.

روش تحقیق

این پژوهش از نوع مطالعات نیمه تجربی و با طرح پیش آزمون و پس آزمون بود. جامعه آماری این پژوهش، تمامی دانش آموزان پسر فعال ۱۴ تا ۱۶سال که در سال تحصیلی ۱۳۹۲ در مقطع راهنمایی مشغول تحصیل بودند و جامعه آماری در دسترس شامل پسران فعال ۱۴ تا ۱۶ سال شهر ارومیه بودند. از بین افراد واجد شرایط، تعداد ۲۴ پسر فعال به صورت در دسترس انتخاب و در دو گروه تمرین (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) در تحقیق شرکت نمودند. بر پایه پرسشنامه های اطلاعات فردی و تاریخچه پزشکی، هیچ یک از آزمودنی ها سابقه ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی، نارسایی کبد، کلیه، دیابت، آسیب های حاد و مزمن عضلانی، شکستگی استخوان، بیماری های تنفسی نداشتند. همچنین بر پایه پرسشنامه سطح فعالیت بدنی، آزمودنی ها حداقل ۳ جلسه تمرین منظم ورزشی در هفته تا ۳ سال قبل از شروع تحقیق را داشته اند. قبل از انجام پژوهش به صورت شفاهی به آزمودنی ها نکات لازم درباره ماهیت و شیوه اجرای پژوهش، خطرات احتمالی و چگونگی همکاری ارایه گردید. سپس فرم رضایتنامه شرکت در تحقیق توسط والدین آزمودنی ها تکمیل گردید. اندازه گیری وزن همه افراد با استفاده از ترازوی دیجیتالی بدون کفش و با لباس ورزشی یکسان که قبلاً برای همه تهیه شده بود، انجام شد. اندازه گیری قد همه افراد بر حسب سانتی متر با استفاده از متر نواری غیر قابل ارتجاع در یک روز و ساعت مشخص بدون کفش و جوراب در حالی که پشت به دیوار صاف ایستاده و پاشنه پا، باسن، کتف ها و پشت سر با دیوار تماس داشتند، صورت گرفت .

1. Rankinen
2. Finaud
3. Marinov
4. Cook
5. Lactate dehydrogenase
6. Evans

درصد چربی آزمودنی ها با استفاده از کالیپر مدل RH.15.9LB ساخت کشور آلمان و با بهره گیری از روش سه نقطه ای (سه سربازو، شکم، فوق خاصره) در سمت راست بدن و پس از جایگزینی در معادله جکسون و پولاک[1] محاسبه شد (جکسون و پولاک، ۱۹۸۷). شاخص توده بدنی افراد از تقسیم وزن به کیلو گرم بر مجذور قد به متر به دست آمد. همچنین ضربان قلب استراحت و فعالیت (ضربان در دقیقه)، فشار خون سیستولی و دیاستولی (میلی متر جیوه) با استفاده از فشار سنج بازویی بیورر مدل BM 19 ساخت کشور آلمان اندازه گیری شدند.

پروتکل فعالیت بدنی فزآینده: فعالیت بدنی فزآینده در تحقیق حاضر را پروتکل فعالیت بدنی اصلاح شده بالک[2] تشکیل می داد که در آن آزمودنی های گروه تمرین، ابتدا به مدت یک دقیقه با سرعت ۴ کیلومتر بر ساعت و شیب صفر درصد نوار گردان شروع به راه رفتن (گرم کردن) کردند. سپس در مرحله بعد فعالیت با سرعت ثابت ۵/۶ کیلومتر بر ساعت و شیب ۶ درصد ادامه یافت به گونه ای که به ازای هر دقیقه افزایش فعالیت، شیب نوارگردان ۲ درصد افزایش می یافت و این روند تا جایی که آزمودنی ها خسته می شدند و دیگر قادر به دویدن نبودند (مارینو و دیگران، ۲۰۰۳).

روش آزمایشگاهی: به منظور بررسی پروتئین واکنشیC، فیبرینوژن و کراتین کیناز، خونگیری ابتدا ساعت ۸:۰۰ صبح در آزمایشگاه مهر ارومیه بعد از خواب و استراحت کافی و ۱۲ ساعت ناشتایی به میزان ۵ میلی لیتر از ورید بازویی همه آزمودنی ها انجام شد. ۴۸ ساعت بعد از خونگیری در شرایط پایه هر دو گروه در باشگاه ورزشی حاضر شدند و از گروه کنترل بعد از ناشتایی و استراحت کافی خونگیری به میزان ۵ میلی لیتر به عمل آمد و از گروه آزمون ۲ دقیقه بعد از اجرای فعالیت بدنی فزآینده خونگیری از ورید بازویی انجام شد. نمونه های خونی بلافاصله در لوله های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA ریخته شد. سپس با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. پروتئین واکنشی C توسط دستگاه نفلومتری و با استفاده از کیت های بیونیک[3] ساخت کشور ایران با حساسیت ۰/۲ تا ۲۰ میلی گرم و ضریب تغییرات ۲/۲ درصد در لیتر بررسی گردید. نمونه مناسب جهت اندازه گیری، سرم یا پلاسما می باشد و واحد اندازه گیری آن نیز mg/l می باشد. اندازه گیری کراتین کیناز نیز توسط دستگاه اتو آنالایزر مدل ۹۱۱ هیتاچی ژاپن و کیت های شرکت زیست شیمی[4]، ساخت ایران با حساسیت ۱U/L و ضریب تغییر۱/۶ درصد انجام گرفت. اندازه گیری بر اساس میزان فعالیت آنزیم بود که با اضافه کردن سوبسترا به محیط اندازه گیری می شود. همچنین برای تشخیص مقدار کمی فیبرینوژن از روش انعقادی[5] که میزان تبدیل فیبرینوژن به فیبرین را در حضور مقادیر زیاد ترومبین اندازه گیری می کند و روشی سریع، حساس و دقیق است استفاده شد. اندازه گیری فیبرینوژن با استفاده از کیت های شرکت مهسا یاران، ساخت ایران صورت گرفت که مقدار فیبرینوژن را بر حسب زمان انعقاد به دست آمده اندازه گیری می نمود همچنین با استفاده از جدول زمانی که همراه کیت است مقدار فیبرینوژن بر حسب زمان انعقاد به دست آمدند و واحد اندازه گیری آن نیز میلی گرم در دسی لیتر می باشد.

روش های آماری: پس از گردآوری داده ها، برای بررسی اینکه آیا داده ها از توزیع طبیعی در دو گروه برخوردار بودند از آزمون شاپیرو- ویلک استفاده شد. پس از تشخیص طبیعی بودن داده ها، جهت مقایسه میانگین دو گروه قبل از اعمال مداخله از آزمون t مستقل استفاده گردید. به منظور مقایسه میانگین ها در گروه کنترل در حالت پایه و بعد از اعمال مداخله ورزشی در گروه تمرین از آزمون t زوجی استفاده شد. همچنین جهت آزمون فرضیه های تحقیق از تحلیل رگرسیون خطی چندگانه با ضریب بتا و ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید. ارتباط بین متغیرها به وسیله آزمون آماری ضریب همبستگی پیرسون و ضریب بتا بررسی گردید. سطح معنی داری تحقیق نیز $p<0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

در جدول۱ اطلاعات توصیفی آزمودنی ها در دو گروه تمرین و کنترل مشخص شده است.

1. Jackson & Pollock
2. Modified Balke protocol
3. Bionik
4. Ziest Chem Diagnostics
5. Clauss

جدول ۱. توصیف آماری ویژگی های عمومی آزمودنی ها بر حسب میانگین و انحراف معیار

متغیر	کنترل(n=12)	تمرین(n=12)
سن (سال)	۱۴/۶±۰/۷۱	۱۴/۸±۰/۹۳
قد (سانتی متر)	۱۶۶۶/۶۸±۶/۷۴	۱۶۸/۵۸±۸/۳۴
وزن (کیلوگرم)	۵۸/۷۷±۲/۰۷	۶۱/۱۱±۱/۴۵
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	۲۰/۹۷۰±۳/۰۴	۲۱/۳۰±۶/۱۱
چربی بدن (درصد)	۱۸/۳۱±۷/۵۱	۱۸/۹۵±۹/۱۱
ضربان قلب استراحت (ضربه در دقیقه)	۸۰/۹۳±۴/۴۰	۸۲/۸۲±۳/۵۲

نتایج حاصل از آزمون t مستقل نشان داد که سطح پروتئین واکنشیC، کراتین کیناز سرم و فیبرینوژن پلاسما در دو گروه در حالت پایه تفاوت معنی داری با هم نداشت (p>۰/۰۵). همچنین بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون t زوجی مقادیر پروتئین واکنشیC (p=۰/۰۱)، فیبرینوژن (p=۰/۰۱) و کراتین کیناز (p=۰/۰۱) در گروه تمرین بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی شدید افزایش معنی داری یافتند.

جدول ۲. مقایسه میانگین و انحراف معیار متغیرهای وابسته قبل و بعد از فعالیت شدید هوازی با آزمون t مستقل و t زوجی

آماره / متغیر	مرحله فعالیت بدنی	گروه کنترل	گروه تمرین	سطح معنی داری p
		میانگین± انحراف معیار	میانگین± انحراف معیار	
پروتئین واکنشی c (میلی گرم بر لیتر)	مرحله پایه	۰/۸۸±۷۰	۰/۹۱±۳۱	۰/۰۱*
	مرحله دوم	۰/۸۸±۹۵	۱/۳۱±۸۵	
	سطح معنی داری p**	۰/۹۹	۰/۰۱**	
کراتین کیناز (واحد بین الملل بر لیتر)	مرحله پایه	۱/۸۴±۴۶	۱/۹۱±۸۳	۰/۰۱*
	مرحله دوم	۱/۹۸±۹۰	۲/۴۳±۴۲	
	سطح معنی داری p**	۰/۹۲	۰/۰۱**	
فیبرینوژن (میلی گرم بر دسی لیتر)	مرحله پایه	۲/۸۴±۵۱	۲/۸۵±۹۱	۰/۰۱*
	مرحله دوم	۲/۹۴±۵۳	۳/۳۹±۶۸	
	سطح معنی داری p**	۰/۹۳	۰/۰۱**	

** سطح معنی داری با حالت پایه p<۰/۰۵. * سطح معنی داری با گروه کنترل p<۰/۰۵.

همچنین بر اساس نتایج به دست آمده با ضریب همبستگی پیرسون همبستگی معنی دار مثبتی بین پروتئین واکنشی C سرم و فیبرینوژن پلاسما وجود داشت (p=۰/۰۱) به گونه ای که ضریب همبستگی r=۰/۶۷ بین شاخص فیبرینوژن پلاسما و پروتئین واکنشی C سرم بدست آمد که بر وجود همبستگی بین این دو شاخص تاکید داشت. همچنین نتایج به دست آمده با ضریب بتا نشان داد که به ازای هر واحد تغییر در مقادیر پروتئین واکنشی C سرم سطح فیبرینوژن پلاسما با ۰/۶۶۱ واحد افزایش همراه بود. نتایج همچنین همبستگی معنی دار مثبتی را بین کراتین کیناز سرم و فیبرینوژن پلاسما نشان داد (p=۰/۰۱) به گونه ای که ضریب همبستگی r=۰/۶۱ بین شاخص فیبرینوژن پلاسما و کراتین کیناز سرم بدست آمد همچنین به ازای هر واحد تغییر در فیبرینوژن پلاسما مقادیر کراتین کیناز سرم ۰/۶۸۲ واحد افزایش داشت. در تحقیق حاضر همبستگی معنی داری بین پروتئین واکنشی C و کراتین کیناز سرم مشاهده نشد (r=۰/۳۱,p=۰/۳۲). با این حال به ازای هر واحد تغییر در پروتئین واکنشی C مقادیر کراتین کیناز ۰/۰۳ واحد افزایش داشته است (جدول ۳).

جدول ۳. بررسی ارتباط بین متغیرهای وابسته با آزمون آماری ضریب همبستگی پیرسون و بتا

آماره / گروه	ارتباط متغیرها	Beta	r	سطح معنی داری*p
گروه تمرین	پروتئین واکنشی C فیبرینوژن	۰/۶۶	۰/۶۷	۰/۰۱ *
	پروتئین واکنشی C کراتین کیناز	۰/۰۳	۰/۳۱	۰/۳۲
	فیبرینوژن کراتین کیناز	۰/۶۸	۰/۶۱	۰/۰۱ *
گروه کنترل	پروتئین واکنشی C فیبرینوژن	-۰/۳۸	-۰/۳۴	۰/۲۹
	پروتئین واکنشی C کراتین کیناز	۰/۱۲	-۰/۰۳	۰/۹۷
	فیبرینوژن کراتین کیناز	۰/۳۳	۰/۳۴	۰/۳۰

* سطح معنی داری p<۰/۰۵

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی شدید در نوجوانان مقادیر فیبرینوژن پلاسما، پروتئین واکنشی C و همچنین کراتین کیناز سرم افزایش معنی دار یافتند. این امر به صورت اولیه می تواند به دلیل انتشار سلول هایی مانند نوتروفیل ها و ماکروفاژها به درون عضلات باشد که در نتیجه باعث افزایش غلظت سیتوکین های التهابی در عضله، خون و حتی مغز می گردد. فعالیت ورزشی شدید فزآینده موجب افزایش سریع و اولیه نوتروفیل ها (افزایش تعداد نوتروفیل ها در خون) به دلیل القاء نوتروسیتوز، افزایش بیان مولکول های چسبان سلولی، افزایش کاتکولامین ها، کاهش PH در پایان فعالیت شدید بدنی، فشارهای مکانیکی پیوسته، تحریک فرآیند انعقادی و خطر ترومبوز عروقی ناشی از استرس برشی، تخریب اولیه فرآیند فیبرولیز و آسیب عضلانی بر اندام های درگیر در فعالیت بدنی شدید می شود. تحقیقات مختلف به بررسی تاثیر ورزش حاد با استفاده از پروتکل های مختلف ورزشی بر فیبرینوژن پلاسما پرداختند و نتایج متناقضی (عدم تغییر، افزایش و کاهش معنی دار) را گزارش کردند (آل سید[1] و دیگران، ۲۰۰۰). تحقیقات اخیر نشان دادند که فعالیت ورزشی با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه، باعث افزایش عوامل التهابی اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشی C در کودکان چاق و افراد نابالغ دارای اضافه وزن می شود (گائینی و دیگران، ۲۰۱۰). گزارش ها حاکی از آن است که یک جلسه تمرین وامانده ساز در موش های صحرایی نر جوان، سطوح فیبرینوژن را افزایش می دهد (مالکی و دیگران، ۲۰۰۸). در مقابل، تحقیقات اخیر نشان دادند که مقادیر فیبرینوژن در موش های بالغ و نابالغ از مرحله قبل از فعالیت بدنی تا بلافاصله پس از آن کاهش معنی داری پیدا می کند اما ۲۴ ساعت پس از فعالیت بدنی، سطح فیبرینوژن پلاسما در موش های بالغ افزایش معنی دار و در موش های نابالغ افزایش غیر معنی داری داشته است (میردار و دیگران، ۲۰۱۳). در تحقیقات قبلی، همبستگی مثبت بین سطح پروتئین واکنشی C و فیبرینوژن گزارش شده است (داس[2]، ۲۰۰۱؛ تکین[3] و دیگران، ۲۰۰۸). همچنین بین آمادگی بدنی و غلظت پروتئین واکنشی C سرم، ارتباط معکوس و منفی را مشاهده کردند (ایساسی[4] و دیگران، ۲۰۰۰). در تحقیقات قبلی بین آمادگی قلبی-عروقی با سطح پروتئین واکنشی C پلاسما در کودکان رابطه معکوسی گزارش شد همچنین در دانش آموزان با آمادگی جسمانی پایین، پروتئین واکنشی C به صورت معنی داری بیشتر از دانش آموزان با آمادگی جسمانی بالاتر بوده است (ابرامسون و واکسارینو[5]، ۲۰۰۲؛ کوک[6] و دیگران، ۲۰۰۰). گزارش شده است که مقادیر پروتئین واکنشی C غیرورزشکاران بیشتر از ورزشکاران است این مسئله شاید ناشی از تاثیر مهاری ورزش بر پروتئین واکنشی C باشد (لامونت و لاری[7]، ۲۰۰۲). نتایج تحقیق حاضر همچنین نشان داد که یک جلسه فعالیت بدنی شدید و فزآینده با افزایش سطح سرمی کراتین کیناز در گروه تمرین همراه است. بررسی ها نشان داده اند که غلظت سرمی آنزیم کراتین کیناز بستگی به ویژگی های فردی و نوع انقباضات عضلانی دارد (کیم و لی[8]، ۲۰۰۹). نتایج یک تحقیق بر روی کودکان فعال ۱۲ تا ۱۴ سال نشان داد که بعد از شنای ۱۰۰ متر سرعت، افزایش معنی داری در غلظت های سرمی کراتین کیناز مشاهده شد (فو[9] و دیگران، ۲۰۰۲). چنین تغییراتی ممکن است به سبب الگوی هایی از تمرینات برون گرا، مدت فعالیت بدنی، شدت فعالیت بدنی، جنس، سطح آمادگی جسمانی نوجوانان، کشش غیرقابل برگشت سارکومری، تجمع بقایای سلولی در ناحیه آسیب دیده و آسیب اولیه به بافت های همبند و غشای سلولی بافت های عضلانی رخ دهد (اوانس[10]، ۱۹۸۶؛ فو و دیگران، ۲۰۰۲). با این حال تصور می شود که در کودکان، با توجه به پایین بودن آمادگی قلبی-تنفسی نسبت به افراد بزرگسال، پاسخ های التهابی در کودکان نسبت به افراد بزرگسال متفاوت تر باشد. مثلا انباشت اسید لاکتیک در کودکان در مقایسه با افراد بزرگسال در شدت های پایین تری از فعالیت بدنی شدید آغاز می شود همچنین کودکان قادر نیستند به برخی از آستانه های فیزیولوژیک در حین فعالیت های شدید بدنی نایل شوند.

1. El-Sayed
2. Das
3. Tekin
4. Issasi
5. Abramson & Vaccarino
6. Cook
7. Lamonte & larry
8. Kim & Lee
9. Fu
10. Evans

ایـن محـدودیت هـای ویـژه فیـزیولوژیـک در تدوین برنامه های تمرینی برای کودکان و نوجوانان مد نظر باید قرار گیرند زیرا انجام فعالیت های بدنی شدید فزآینده می تواند عوامل التهابی و آسیب رسان به هموستاز سلولی را همانگونه که در این تحقیق نیـز نشـان داده شـده است تغییر و افزایش دهد. در مجموع یافته هـای تحقیـق حـاضر نشـان مـی دهـد کـه بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی شدید فزآینده مقادیر شاخص های التهابی و شاخص آسیب عضلانی در نوجوانان افزایش معنی داری یافتند. با توجه به وجود رابطه معنی دار بین برخی شاخص های التهابی و آسیب عضلانی ایجاد شده، این یافته ها دیدگاه جدیدی را در علم تمرین مقابل روی ما قرار می دهد. بر این اساس افراد نوجوانان باید از انجام تمرینات شدید که آنها را در معرض ابتلا به التهاب و آسیب عضلانی قرار می دهد، خودداری کنند.

نتیجه گیری: یافته های تحقیق حاضر نشان می دهد که فعالیت بدنی شدید فزآینده غلظت های فیبرینوژن پلاسما، پروتئیـن واکنـشی C و کـراتیـن کینـاز سرم را در نوجوانان فعال تغییر می دهد به گونه ای که این شاخص ها بلافاصله پس از فعالیت افزایش یافتند. از سوی دیگر در تحقیق حاضر، رابطه معنی داری بین فیبرینوژن پلاسما با پروتئین واکنشی C سرم و نیز بین کراتین کیناز سرم با فیبرینوژن پلاسما مشاهده شد که به نظر می رسد چنین تغییراتی با چالش دستگاه قلبی - عروقی و آسیب اولیه بافت عضلانی همراه باشد. لذا توصیه می شود انجام تمرینات شدید در مدارس و باشگاه ها با رعایت احتیاط صورت گیرد. بـا توجـه به ایـن کـه طـرح تحقیـق حاضر نیمه تجربی می باشد و آزمـودنی هـا تمـام وقت در اختیار محقق نبودند، ممکن است عوامل خارجی بر نتایج تحقیق تأثیر گذاشته باشد، حجـم نمونـه کـم، چگونگی گزینش آزمودنی ها، سن (دامنه سنی آزمودنی ها ۱۴ تا ۱۶ سال)، جنس، وزن، سابقه تمرینات ورزشی، مصرف دارو، وضعیت سلامتی آزمودنی ها، رطوبت هوا و دما، رعایت شرایط آزمایشگاهی، زمـان جمـع آوری نمونـه هـای خونـی اسـتفاده از روش های میدانی در محاسبه متغیرهـا، انجـام فعالیت بدنـی احتمالی در طـول هفتـه، از محدودیـت های تحقیق بـه شمار می آمد. بنـابراین پیشـنهاد مـی شـود بـرای جلـوگیری از مداخلـۀ عوامـل خارجی، این طرح در قالب یک طرح کاملاً تجربی و در هر دو جنس اجرا شود.

قدردانی و تشکر

از همکاری صمیمانه اداره آموزش و پرورش شهرستان ارومیه، مدیران و معلمین زحمت کش این سازمان و دانش آموزانی که در این پژوهش به عنوان آزمودنی همکاری صمیمانه ای را با محققین داشتند، تشکر می گردد.

منابع

Abramson, J., & Vaccarino, V. (2002). Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged older us adults. *Archives of Internal Medicine*, ***162*****(11), 1286-1292.**

Bamonte, P., Peter, K., Yannis, M., & Christos, P. (2007). Physical activity and markers of inflammation and thrombosis related to coronary heart disease. *Preventive Cardiology*, **7(4), 190-194.**

Bettega, D., Zanettini, R., & Ferretti, M. (1995). Physical training exercise reduces the plasma levels of fibrinogen in subjects with mild hypertension. *Annali Italiani di Medicina Interna,* ***10*****(3), 167-70.**

Cook, D., Mendall, M., Whincup, P., Carey, I., Ballam, L., & Morris, J. (2000). C-reactive protein concentration in children: relationship to adiposity and other cardiovascular disease risk factors. *Elsevier Inc,* ***149*****(1), 230-236.**

Das, N. (2001). Is obesity an inflammatory condition? *Nutrition*, ***17(12)*****, 953-66.**

Evans, W., Meredith, C., Cannon, J., Dinarello, C., Frontera, W., Hughes, V., Jones, B., & Knuttgen, H. (1986). Metabolic changes following eccentric exercise in trained and untrained men. *Journal of Applied Physiology*, ***61*****(5), 1864-8.**

El-Sayed, M., Sale, C., & Jones, P. (2000). Blood hemostasis in exercise and training. *Medicine and Science in Sports and Exercise,* ***32*****(5), 918-925.**

Finaud, J., Scislowski, V., Lac, G., Durand, D., Vidalin, H., Robert, A., & Filaire, E. (2006). Antioxidant status and oxidative stress in professional rugby players: evolution throughout a season. *International Journal of Sports Medicine*, ***27*****(2), 87-93.**

Fu, F., You, Y., & Kong, Z. (2002). Acute changes in selected serum enzyme and metabolite concentrations in 12- to 14-yr.-old athletes after an all-out 100-m swimming sprint. *Referencesgate*, ***95*****(3), 117-128.**

Gaeini, A., Kazemi, A., Fallahi. A., & Ghasemnian, A. (2010). The Response of Some Immune and Inflammatory markers of cardiovascular disease in rrepubertal overweight boys. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*, ***12*****(2), 418-426. [Persian]**

Gary, P., Van, G., Greta, L., & Derek, T. (2005). Heather M. Endothelial t- PA release is impaired in overweight and obese adults but can be improved with regular aerobic exercise. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism,* ***289*****(3), 807- 813.**

Issasi, CR., Thomas, J., Tracy, P., Deckelbaum, R., Berglund, L., & Steven, S. (2000). Inverse association of physical fitness with plasma fibrinogen level in chidren: The Columbia University BioMarkers Study. *American Journal of Epidemiology*, ***152*****(33),120-125.**

Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. ***British Journal Nutrition*****,** *British Journal of Nutrition,* ***40*****(3), 497-504.**

Kamath, S., & Lip, G. (2008). Fibrinogen biochemistry, epidemiology and determinants. *Journal of Medical Biochemistry*, ***10*****(2), 148-153**.

Kim, J., Lee, Y., & Kim, C. (2009). Changes in serum cartilage oligomeric matrix protein (COMP), plasma CPK and plasma hs-CRP in relation to running distance in a marathon (42.195 km) and an ultra-marathon (200 km) race. *European Journal of Applied Physiology,* ***105*****(43), 765-770.**

Lamonte, J., & larry, D. (2002). Cardiorespirator fitness and C-reative protein among a Tri - ethnic sample of woman. *Circulation,* ***106*** **(15), 403-416.**

Lee, K., & Lip, G. (2003). Effects of lifestyle on hemostasis, fibrinolysis, and platelet reactivity. *Archives of Internal Medicine*, ***163*****(32), 2368-2392.**

Maleki, F., Dabidi Roshan, V., Hajizade, A., & fallah, Z. (2008). The effect of 8 weeks of endurance training on blood coagulation and fibrinolysis system response to a session of exhaustive exercise in rats. *Journal of Applied Exercise Physiology,* ***9*****(2), 65-75.**

Marinov, B., Kostianev, S., & Turnovska, T. (2003). Modified treadmill protocol for evaluation of physical fitness in pediatric age group - comparison with Bruce and Blake protocol. *Acta Physiol Pharmacol Bulg,* ***27*****(3), 47-51.**

Mennen, L., Balkau, B., Vol, S., Caces, E., & Eschwege, E. (1999). Fibrinogen: a possible link between alcohol consumption and cardiovascular disease? *Arterioscularosis, Thrombosis and Vascular Biology,* ***19*****(4), 887-896.**

Michishita, J., Scislowski, V., Lac, G., Durand, D., Vidalin, H., & Robert, A. (2005). Antioxidant status and oxidative stress in professional rugby players: evolution throughoht a scason. *International Journal of Sports Medicine*, ***27*****(2),1074-4622.**

MirdarHarijani, S., Nejabat, M., & Hajizadeh, A. (2013). Effect of one session endurance exhausting exercise on some coagulation markers of mature and immature wistar rats. *Iranian South Medical Journal*, ***16*****(2), 80-91. [Persian]**

Mutasim, A., Neil, A., Lars, B., Miles, W., & **Nixon, p. A. (2010). Exercise in Children during Health and Sickness.** *International Journal of Pediatrics*, ***19*****(9), 84-37.**

Okonko, O., & Anugweje, K. (2012). Effect of Training on the serum creatine Kinase (CK) levels of Athletes. *Nature and Science,* ***10*****(3),180-185.**

Pearson, A., Mensah, G., Alexander, R., Anderson, J., & Cannon, R. (2003). Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public Health practice. *American Heart Association,* ***107*****(27), 499-511.**

Pepys, B., & Hirschfield, G. (2003). C-reactive protein a critical update. *The Journal of Clinical Investigation,* ***96*****(16), 1805-1812.**

Rankinen, T., Vaisanen, S., Penttila, I., & Rauramaa, R. (1995). Acute dynamic exercise increases fibrinolytic activity. *Thromb Haemost*, ***73*****(27), 281-290.**

Saeid, F., Khosrow, E., Vaghinak, S., Seyed, H., & Jabbar, B. (2011). Effect of endurance and resistance training on Creactive protein in obese children. *Annals of Biological Research*, ***20*****(5), 233-239.**

Tarallo, P., Henny, J., Gueguen, R., & **siest, G. (1992). Reference limits of plasma fibrinogen.** *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, ***30*****(7), 745-51.**

Tekin, I., Pocan, B., Borazan, A., Ucar, E., Kuvandik, G., Ilikhan, S., Demircan, N., Ozer, C., & Kadayifci, S. (2008). Positive correlation of CRP and fibrinogen levels as cardiovascular risk factors in early stage of continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. *Renal Failure,* ***30*****(2), 219-25.**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Abstract

Muscle damage and inflammatory indices response to intense exercise in healthy boys: relationship between the indices

Bakhtyar Tartibian[1] , Bahman Ebrahimi Torkamani [2*]

1. Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
2. Ph.D Student of Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

Background and Aim: Based on the limited and inconsistent results in regarding to the effects of intense exercise on inflammatory markers and muscle damage in adolescents, the aim of this study was to examine the response and relationship between some inflammatory markers and muscle damage in 14-16 years old boys in response to incremental physical activity. **Materials and Methods:** Twenty-four healthy 14-16 years old boys volunteered and divided in two groups as exercise (n=12) and control (n=12) groups. The exercise group performed incremental modified Balke protocol physical activity, according to the defined protocol. In order to examine the levels of plasma fibrinogen, Serum CRP and CPK blood samples were collected in baseline and immediately 2 minutes after incremental physical activity in trained group and also in baseline and 48 hours later in the controls group. To statistical analysis the dependent t-test, independent t-test, Pearson's correlation coefficient and beta coefficient were used and the significant level set at $p<0.05$. **Results:** Serum CRP ($p=0.01$), CPK ($p=0.01$) and plasma fibrinogen ($p=0.01$) levels significantly increased immediately after intense exercise in the exercise group ($p<0.01$). Moreover, the relationship between variables showed, significant correlation between plasma fibrinogen with Serum CRP ($r=0.661$ $p<0.016$) and plasma fibrinogen with Serum CPK ($r=0.617$, $p< 0.011$) in the exercise group. **Conclusions:** According to results of this study the inflammatory markers and muscle damage indices were affected by intense aerobic exercise in adolescents, which indicates the presence of inflammation and muscle damage in response to intense aerobic exercise.
Keywords: Inflammatory markers, Muscle damage, Modified balke protocol, Boys.

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, vol. 4, no. 8, Fall & Winter 2016/2017

Received: May 26 , 2015 ***Accepted: Apr 10, 2016***

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

***Corresponding Author, Address: Ardabil, Mohaghegh Ardabili University, school of Sport sciences.**
Email: Ba.Ebrahimi@uma.ac.ir

DOI: 10.22077/jpsbs.2017.451