تأثیر یک وهله تمرین قدرتی برونگرا بر برخی شاخص‌های التهابی پسران جوان ورزشکار و غیر ورزشکار

محمدعلی بحرینی‌پور[*۱]، حمید معرفتی[۲]، کوروش قهرمان تبریزی[۲]، محمد جواد ثابت جهرمی[۳]

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش مدرس دانشگاه فنی و حرفه‌ای دانشکده چمران کرمان
۲- استادیار دانشگاه شهید باهنر کرمان
۳- استادیار دانشگاه علوم پزشکی کرمان

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۱/۲۲ **تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۸/۱۷**

چکیده

هدف تحقیق: هدف از پژوهش حاضر، مقایسه و بررسی یک وهله فعالیت برونگرای قدرتی بر برخی فاکتورهای التهابی در دانش‌آموزان پسر ورزشکار و غیرورزشکار بود. **روش تحقیق**: بدین منظور۱۲ ورزشکار (میانگین سن ۰/۵۱± ۱۷/۵۸ سال، وزن ۷/۸۸ ± ۷۱/۱۷ کیلوگرم، قد ۰/۱± ۱/۷۹ متر، درصد چربی ۲/۵ ± ۱۲/۵۴ و BMI ۲/۶ ± ۲۲/۳۲) و۱۲ غیرورزشکار (میانگین سن ۰/۵۱± ۱۷/۴۲ سال، وزن ۷/۳۲ ± ۶۰/۰۸ کیلوگرم، قد ۱/۷۴/۰۵ متر، درصد چربی ۲/۹۸± ۱۱/۰۴ و BMI ۲/۳۶ ± ۱۹/۷۳) دریک تمرین با وزنه برونگرای قدرتی با شدت ۸۵٪ **1** RM با ۵۰ تکرار (۵ ست ده‌تایی) با دست غیربرتر شرکت داده شدند. در این تحقیق که از نوع نیمه تجربی و کاربردی بود از آزمودنی‌ها در سه مرحله قبل، نیم ساعت و بیست و چهار ساعت بعد از انجام آزمون خون‌گیری به‌عمل آمد و نمونه‌های خونی برای تعیین میزان برخی عوامل التهابی (پروتئین واکنش‌دهنده‌ی C (CRP) و اجزاء C_3، C_4 کمپلمان) مورد آزمایش قرار گرفتند. کلیه اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار آماری Excel 2007 و SPSS 13 پردازش شد. از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای مقایسه نمونه‌ها و هم‌چنین برای مقایسه گروه‌های ورزشکار و غیرورزشکار از آزمون t مستقل استفاده شد. **نتایج تحقیق**: اختلاف میانگین‌ها در سطح ($\alpha \leq$ ۰/۵) مورد قبول بود. نتایج نشان داد که انجام یک وهله فعالیت برون‌گرای قدرتی باعث افزایش معنی‌داری در میزان CRP، C_3 و C_4 در ۰/۵ و ۲۴ ساعت بعد از آزمون نسبت به قبل از آزمون در گروه‌ها می‌شود، هم‌چنین مقایسه بین گروه‌ها نشان داد، تنها میزان CRP ۲۴ ساعت بعد از آزمون در غیر ورزشکاران نسبت به ورزشکاران افزایش معنی‌دار دارد. **بحث و نتیجه‌گیری**: به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که انجام یک وهله فعالیت برون‌گرای قدرتی در افراد جوان ورزشکار و غیر ورزشکار باعث افزایش معنی‌دار CRP، C_3 و C_4 (ایجاد التهاب) می‌نماید به‌همین دلیل استفاده از چنین برنامه‌هایی در تمرینات افراد جوان باید با احتیاط بیشتری صورت پذیرد.

واژگان کلیدی: تمرین قدرتی برونگرا، فاکتورهای التهابی، دانش‌آموزان پسر ورزشکار و غیر ورزشکار

The effect of a bout of strength eccentric exercise on some inflammatory indices between athletes and non-athletes male students

Abstract

Purpose: The purpose of study was to examine the comparison of an eccentric exercise effect on some inflammatory responses between athletes and non-athletes male students. Twelve athlete (age 17.58±0.51 y, weight 71.17±7.88 kg, height 1.79±0.1 m, BMI 22.32±2.6, FAT% 12.54±2.95) and twelve non-athletes (age 17.42±0.51 yrs, weight 60.08±7.32 kg, height1.74±0.05 m, BMI 19.73±2.36, FAT% 11.4±2.98). Male students were participated in exercise program performed 50 maximal eccentric actions of the elbow flexor muscles of the non-dominant arm. Blood samples were taken in 3 phase (before, 0.5 and 24 h after exercise) and were analyzed for determination of damage and some inflammatory responses(C- reactive Protein (CRP), C3 and C4 Complement). Data were analyzed by SPSS (13) and Excel 2007 software. **Research**: results have shown that strength eccentric training induces significant increase in serum CRP, C3 and C4 in athlete and non-athlete male students. It appear that one strength eccentric training in athletes and non-athletes male students can be induced damage and stressor factor of immune system in young students. Therefore this programs just use for young people with caution.

Key words: strength, eccentric training, inflammatory indices, athletes and non-athletes male students

[*] **نویسنده مسئول:** محمدعلی بحرینی‌پور
کرمان، دانشگاه چمران کرمان، دانشکده فنی و حرفه‌ای
E-Mail: Alivaferi2007@gmailcom

مقدمه

محققین نقش التهاب موضعی و سیستمیک را در شروع پیشرفت آترواسکلروز و مشکلات وابسته به آن را تأیید کرده‌اند (۳،۲،۱). برخی از این شاخص‌های التهابی عبارتند از فیبرینوژن، مولکول‌های چسبان، سیستم کمپلمان، سایتوکان‌ها به ویژه اینترلوکین شش[1](IL6) و پروتئین واکنش‌دهنده C[2](CRP) که از بین این شاخص‌ها CRP به عنوان یک شاخص التهابی و پیش‌بینی‌کننده مستقل و قوی بیماری قلبی - عروقی معرفی شده است (۵،۴). CRP پروتئینی است که قادر است به فسفوریل کولین غشای باکتری‌های عفونت‌زا متصل شود و کمپلمان را از مسیر کلاسیک (کمپلمان با اتصال آنتی بادی به آنتی‌ژن سطحی عوامل بیماری‌زا فعال می‌شود) فعال نماید علاوه بر این در طول فعال شدن کمپلمان، اجزای C3 و C4 به وجود می‌آیند. C3 و C4 سطح باکتری را پوشانده و باعث اپسونیزاسیون (پوشاندن) باکتری می‌شوند. از طرفی خودCRP می‌تواند همانند C3 و C4 به عنوان اپسونین عمل کرده، سبب اپسونیزاسیون باکتری‌ها شود (۶). این ارتباط عملکردی CRP، C3 و C4 باعث شده این فاکتورها در تحقیقات جایگاه خاصی پیدا نمایند.

از طرفی تمرین قدرتی اهمیت زیادی برای عموم به ویژه ورزشکاران دارد در این میان تمرینات قدرتی انقباضات برونگرا در مقایسه با دیگر انقباضات (هم تنش یا هم طول) تنش بیشتری را جهت افزایش قدرت ایجاد می‌نماید(۷). از طرف دیگر تمرینات ورزشی سنگین و انقباضات عضلانی برونگرا باعث آسیب موضعی عضلات می‌شود که نتیجه آن آزاد شدن پروتئین‌های داخل سلولی و سایتوکان‌ها است که در این میان CRP وکمپلمان جزو بیشترین پاسخ‌های فاز حادی هستندکه در پاسخ به جراحت، آسیب بافتی و التهاب از کبد آزاد می‌شوند (۸). از این رو، با توجه به مشکلات ایجاد شده نظر محققین به اثرات ورزش روی برخی فاکتورهای التهابی از جمله CRP و سیستم کمپلمان جلب شده است، به طور مثال لیسن وهمکارانش[3] در سال ۱۹۷۷ غلظت CRP را در جریان یک مسابقه سه‌گانه مورد بررسی قرار دادند غلظت CRP بلافاصله و ۲۴ ساعت بعد از مسابقه نسبت به قبل افزایش معنی‌داری پیدا کرد (۹). کریستر و همکاران[4] (۲۰۰۴) در بررسی تغییرات ایمونولوژیکی در عضلات اسکلتی بعد از تمرین برونگرا، میزان CRP سرم ۲۴ ساعت بعد از تمرین افزایش معنی‌داری در گروه تجربی داشت (۱۰). در مطالعه‌ای دیگر پااولسن و همکاران[5] (۲۰۰۵) ۱۱ مرد سالم را با تمرینات برونگرا روی عضله چهار سر ران مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها افزایش معنی‌دار CRP را ۲ و ۴ روز بعد از تمرین مشاهده نمودند (۱۱). همچنین کاتزینی کولا و همکارانش[6] (۲۰۱۰) در پژوهشی اثرات تمرینات پلیومتریک را روی پاسخ‌های حاد التهابی ۲۴ نفر (۱۲نفر تجربی، ۱۲نفر کنترل) مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها افزایش CRP را در گروه تجربی ۲۴ ساعت بعد از ورزش نسبت به گروه کنترل گزارش کردند (۱۲). اما نوزاکا و همکارانش[7] (۱۹۹۶) در پژوهشی تغییر در نشانگرهای التهابی را بعد از تمرین برونگرا روی خم‌کننده‌های آرنج ۱۴ نفر مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دارCRP در مراحل مختلف نمونه گیری بود (۱۳). جاناتان و همکاران[8] (۲۰۰۶) نیز در مطالعه‌ای دیگر پاسخ‌های سیستمیک التهابی را نسبت به انقباضات بیشینه و زیر بیشینه برونگرا، روی خم‌کننده‌های آرنج مورد بررسی قرار دادند. نتایج اختلاف معنی‌دار CRP را نشان نداد (۱۴). محققین در تحقیقات خویش عوامل مختلفی از جمله مدت، سطح آمادگی (سازگاری) را روی افزایشCRP موثر می‌دانند به طوری که در پژوهشی که توسط واتارو و همکاران[9] (۲۰۰۷) روی ۱۱ دانشجوی ورزشکار صورت گرفت افزایش معنی‌دارCRP ۲۴ ساعت بعد از مسابقه را مدت زیاد تمرین عنوان کردند(۱۵). در مقابل اسمیت وهمکاران[10] (۱۹۹۱) در پژوهشی که بر روی ۸ مرد استقامتی تمرین کرده و ۸ مرد بی تمرین انجام دادند، میزان افزایشCRP را۲۴ ساعت بعد از ورزش، فقط در افراد بی‌تمرین به دلیل عدم سازگاری به ورزش گزارش نمودند (۱۶).

محققین اثرات تمرین را روی سیستم کمپلمان نیز در پژوهش‌هایی مورد بررسی قرار داده‌اند از جمله در مطالعه‌ی دافاکس و همکاران[11] (۱۹۹۱) اثر یک وهله فعالیت شدید در افراد تمرین کرده و تمرین نکرده نشان داد که غلظت

[1] Interleukin 6
[2] C reactive Protein
[3] Liessen et al.
[4] Christer et al.
[5] Paulsen et al.
[6] Chatzinikolaou et al.
[7] Nosaka et al.
[8] Jonathan et al.
[9] Wataru et al.
[10] Smith et al.
[11] Dufaux et al.

پلاسمایی C_3 و C_4 بعد از تمرین به طور معنی‌داری افزایش یافته ولی ۴۵ دقیقه بعد به میزان اولیه باز می‌گردد(۱۷). از طرفی برخی محققین هم چون اسپرسن و همکاران[1] (۱۹۹۱) در دونده های استقامتی ماهر، کایران و همکاران[2] (۲۰۰۱) در دوندگان فوق ماراتون اختلاف معنی‌داری در میزان اجزاء C_3 و C_4 کمپلمان مشاهده نکردند (۱۹،۱۸).

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش‌ها این سؤال‌ها پیش می‌آید که آیا تمرینات قدرتی خصوصاً برونگرا ممکن است عوارض فیزیولوژیک و تأثیرات نامطلوبی بر روی فاکتورهای التهابی داشته باشد؟ و این عوارض تا چه حد خواهد بود؟ از طرفی آیا سطح آمادگی جسمانی افراد بر پاسخ‌های فیزیولوژیک فاکتورهای التهابی در تمرینات قدرتی برونگرا یکسان است؟ و از آن جایی که دانش‌آموزان و نوجوانانی که در اردوهای ورزشی و یا مسابقات بین مدارس و یا باشگاهی به طور مرتب به اینگونه تمرینات می‌پردازند پاسخ‌های آن‌ها به این تمرینات چگونه است؟ و نهایتاً این که سازگاری نسبت به ورزش چه اثری را بر روی ماندگاری پاسخ‌های التهابی و یا برگشت به حالت هموستازی افراد می‌تواند داشته باشد؟

روش تحقیق

این پژوهش کاربردی و به روش نیمه تجربی انجام شده است. نمونه آماری پژوهش ۱۲ دانش‌آموز ورزشکار (حداقل ۳جلسه تمرین هندبال در هفته) و ۱۲ دانش‌آموز غیر ورزشکار (حداکثر ۱ جلسه تمرین در هفته) بودند که به صورت نمونه‌گیری خوشه‌ای و هدفمند انتخاب و داوطلبانه در آزمون شرکت نمودند. دامنه سنی آزمودنی‌ها بین ۱۷-۱۹ سال بود (جدول ۱).

در این پژوهش به منظور ایجاد انقباضات عضلانی برونگرا، از فاز دوم تمرینات با وزنه که شامل پایین آوردن وزنه می‌باشد، استفاده شد. پروتکل تمرینی بدین صورت بود که هر فرد ۵۰ انقباض برونگرا با ۸۵٪ حداکثر قدرت بیشینه‌ی درونگرای خود در ۵ ست ۱۰ تایی انجام داد. هر ست شامل ۱۰ انقباض بود که فرد وزنه را در مدت ۳ ثانیه پایین می‌آورد و در مدت ۲ ثانیه، دست به منظور انقباض بعدی در وضعیت خم (فلکشن) کامل قرار می‌گرفت. بین هر ست یک دقیقه استراحت به فرد داده می‌شد و زمان توسط کرنومترکنترل می‌گردید. در این فعالیت، زمانی که آزمودنی دستش در وضعیت خم شده (فلکشن) کامل قرار داشت، آزمون‌گر وزنه را در دست آزمودنی می‌گذاشت و زمانی که انقباض انجام می‌گرفت و دست در وضعیت باز شده (اکستنشن) کامل قرار داشت، آزمودنی وزنه را رها می‌کرد. این چرخه تا پایان آزمون تکرار می‌شد (۱۳). نمونه خونی قبل، ۳۰ دقیقه و ۲۴ ساعت بعد از اجرای پروتکل تمرینی جمع‌آوری و بلافاصله در حالت فریز و جهت تجزیه و تحلیل به آزمایشگاه منتقل گردید. جهت اندازه‌گیری میزان CRP از روش کمی و کیت نای کوکارد[3] (ساخت نروژ) و جهت اندازه‌گیری اجزاء C_3 و C_4 از روش نفلومتری و کیت مینی نف[4] (ساخت انگلستان) استفاده گردید.

جهت کنترل عوامل تأثیرگذار روی نتایج پژوهش از گروه‌ها خواسته شد که ۴۸ ساعت قبل از اجرای پروتکل تمرینی از فعالیت‌های شدید و هم‌چنین از مصرف هرگونه داروی مسکن تا ۲۴ ساعت بعد از آزمون خودداری نمایند. دمای هوا در روز اجرای پروتکل تمرینی۳۰ درجه سانتی گراد و رطوبت هوا ۱۰ درصد بود.

به منظور توصیف اندازه‌های نمونه از آمار توصیفی و با توجه به نتایج حاصل از آزمون جهت بررسی گروه‌ها از اندازه‌گیری مکرر و متعاقب آن از آزمون تعقیبی بونفرونی و همچنین جهت مقایسه گروه‌ها از آزمون t مستقل در سطح معنی‌داری $p\leq$ ۰/۰۵ استفاده شد. تمامی تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2007 و SPSS 13 انجام شد.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی ورزشکاران و غیر ورزشکاران

گروه‌ها / متغیرها	ورزشکار (N=۱۲)	غیرورزشکار (N=۱۲)
سن (سال)	۱۷/۵۸±۰/۵۱	۱۷/۴۲±۰/۵۱
وزن (کیلوگرم)	۷۱/۱۷±۷/۸۸	۶۰/۰۸±۷/۳۲
قد (متر)	۱/۷۹±۰/۱	۱/۷۴±۰/۰۵
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۲/۳۲±۲/۶	۱۹/۷۳±۲/۳۶
درصد چربی	۱۲/۵۴±۲/۹۵	۱۲/۰۴±۲/۹۸

[1] Espersen et al.
[2] Kieran
[3] Ny co card
[4] Mini nefh

جدول ۲. نتایج آزمون مقادیر CRP، C_3 و C_4 سرم در بین گروه‌های ورزشکار (N= ۱۲) و غیر ورزشکار (N=۱۲)

مراحل اندازه‌گیری	منابع تغییر / گروه‌ها	mean± SD		
		CRP (میلی‌گرم در لیتر)	C3 (گرم در لیتر)	C4 (گرم در لیتر)
پیش از آزمون	ورزشکار	۴/۵±۰/۴۳	۱/۳۰±۰/۲۷	۰/۲۸±۰/۰۴
	غیر ورزشکار	۴/۶۲±۰/۳۳	۱/۵۰±۰/۵۰	۰/۲۸±۰/۰۵
۰/۵ ساعت پس از آزمون	ورزشکار	$^{+}$۴/۸±۰/۲۸	$^{+}$۱/۷۶±۰/۲۲	$^{+}$۱/۱۵±۰/۴۰
	غیر ورزشکار	$^{+}$۵/۱±۰/۷۷	$^{+}$۱/۹۵±۰/۵۷	$^{+}$۰/۹۶±۰/۳۹
۲۴ ساعت پس از آزمون	ورزشکار	$^{+*}$۵/۲±۰/۳۱	$^{+}$۱/۳۹±۰/۲۹	$^{+}$۰/۳۴±۰/۰۶
	غیر ورزشکار	$^{+}$۶±۱/۲	$^{+}$۱/۶۴±۰/۴۵	$^{+}$۰/۳۳±۰/۰۴

سطح معنی‌داری α=۰/۰۵ در نظر گرفته شد. *=اختلاف معنی‌دار بین‌گروهی (p=۰/۰۳۵) + = اختلاف معنی‌دار درون‌گروهی (p=۰/۰۰۰)

نتایج

نتایج (جدول ۲) نشان می‌دهد ۰/۵ و ۲۴ ساعت بعد از اجرای آزمون نسبت به قبل از اجرای آزمون و همین طور ۲۴ ساعت بعد از اجرای آزمون نسبت به ۰/۵ ساعت بعد از اجرای آزمون به ترتیب مقادیر CRP، C_3 و C_4 سرم در هر دو گروه در سطح p≤۰/۰۰۱ به صورت معنی‌داری اختلاف دارد (جدول۲). از طرفی همان‌گونه که در جدول ۲ مشخص است با توجه به t محاسبه شده در سه مرحله بین گروه ورزشکاران و غیر ورزشکاران، تنها میزان CRP سرم، در ۲۴ ساعت بعد از انجام آزمون (۰/۳۱±۵/۲ گروه ورزشکار در مقابل ۱/۲±۶ گروه غیر ورزشکار در سطح P =۰/۰۳۵) اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود (نمودار۱).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که سطح مقادیر CRP سرم در هر دو گروه ورزشکار و غیر ورزشکار ۰/۵ و ۲۴ ساعت بعد از اجرای آزمون قدرتی نسبت به قبل از آزمون افزایش معنی‌داری داشت. از طرفی ۲۴ ساعت بعد از آزمون سطح CRP سرم نسبت به ۰/۵ ساعت بعد از آزمون به شکل معنی‌دار بالاتر بود (نمودار ۱). به نظر می‌رسد احتمالاً شدت بالای فعالیت باعث افزایش قابل توجه CRP در۰/۵ ساعت و متعاقب آن در ۲۴ ساعت بعد نسبت به سطوح استراحتی درآزمودنی‌ها شده است به‌طوری که نتایج تحقیقات دیگر نیز افزایش CRP را بعد از تمرینات شدید گزارش کرده‌اند (۱۹،۱۵،۱۱،۳). مکانیسم افزایش CRP در اثر فعالیت های ورزشی نشان‌دهنده اثر هر دو عامل شدت و طول مدت آن است (۹) از آن‌جایی‌که CRP به عنوان یک تسهیل‌کننده عملکرد سیستم ایمنی و در ارتباط با مراحل بازسازی محسوب می‌شود و در تشخیص و پاک‌سازی سلول‌های آسیب دیده با فراخوانی دیگر مکانیزم‌های ایمنی از جمله نوتروفیل ها و گلبول‌های سفید نقش مهمی را ایفا می‌کند (۲۱،۱۰) می‌توان افزایش CRP را در ۰/۵ و متعاقب آن ۲۴ ساعت بعد به علت ایجاد آسیب‌دیدگی و التهاب بافت‌های درگیر دانست (کراتین کیناز نیز به‌عنوان یکی از فاکتورهای نشان‌دهنده آسیب دیدگی عضلانی سنجش شد که مقدار آن نیز به طور معنی‌دار بالا رفته بود (۱۹،۱۵،۱۱). البته در برخی مطالعات افزایش معنی‌دار CRP بعد از پروتکل تمرینی توسط برخی محققین گزارش نشده است که آنها نتیجه گرفته بودند احتمالاً شدت و مدت به اندازه کافی در پروتکل تمرینی وجود نداشته که بتواند سیستم ایمنی را تحت تأثیر خویش قرار دهد (۱۳،۱۴). افزایش بیشتر CRP ۲۴ ساعت بعد از تمرین (نمودار ۱) به احتمال قریب به یقین مربوط به پیک CRP است که مکانیزم‌های تولید آن توسط کبد معمولاً ۲۴ تا ۴۸ ساعت به طول می‌انجامد (۲۳،۲۲).

مقایسه دو گروه ورزشکار و غیر ورزشکار مشخص ساخت که تنها ۲۴ ساعت بعد از انجام آزمون میزان CRP سرم غیرورزشکاران نسبت به ورزشکاران در سطح معنی‌دار بالاتر بود (نمودار ۱). افزایش قابل توجه و معنی‌دار CRP غیر ورزشکاران نسبت به ورزشکاران، ۲۴ ساعت بعد از انجام آزمون (نمودار ۱) احتمالاً به علت سازگاری‌هایی است که بدن ورزشکاران نسبت به غیر ورزشکاران در ارتباط با CRP پیدا نموده است به طوری که کریستاس[1] (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای قابلیت‌های ضد التهابی را در اثر تمرینات ورزشی دراز مدت، تأیید و گزارش کرده است (۲۴). عدم اختلاف

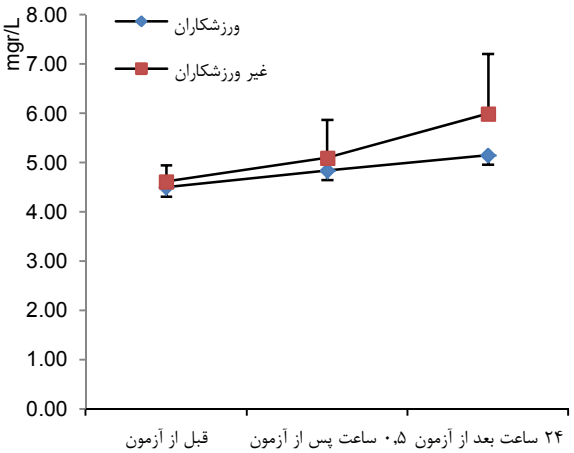
[1] Christos

معنی‌دار مقادیر CRP سرم، ۰/۵ ساعت بعد از تمرین ممکن است به علت پیک CRP باشد که ۲۴تا ۴۸ساعت طول می‌کشد تا به اوج خودش برسد (۲۳،۲۲) و از آن جایی که ۰/۵ ساعت بعد از ورزش مکانیسم‌های تولید CRP نتوانسته به طورکامل فعال شود، این موضوع به احتمال زیاد باعث گردیده که اختلاف معنی‌داری بین ورزشکاران و غیر ورزشکاران مشاهده نگردد. در مقایسه با غیر ورزشکاران و یا محدوده طبیعی، سطح CRP در بعضی ورزشکاران کمتر، بیشتر و یا طبیعی گزارش شده است (۲۵،۱۳). از آن جایی که افراد ورزشکار و غیر ورزشکار پیش از آزمون سطح CRP سرم آن‌ها در محدوده طبیعی بوده معنی‌دار نشدن اختلاف بین آن‌ها در قبل از آزمون طبیعی است.

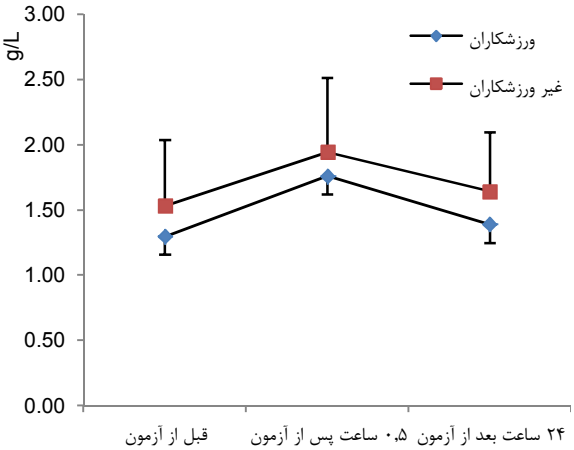
البته در برخی مطالعات تناقضاتی نیز به چشم می‌خورد که این موضوع با توجه به این که عوامل بسیاری روی CRP اثرگذار هستند از جمله این که زمان خون‌گیری، سازگاری نسبت به ورزش و نوع پروتکل تمرینی قابل توجیه می‌باشد (۲۷،۲۶،۱۳،۲). اگر چه در اکثر تمرینات پرشدت و طولانی مدت افزایش معنی‌دار CRP گزارش شده است (۱۵،۱۲،۱۱).

نتایج این پژوهش هم چنین نشان داد که سطوح مقادیر C_3 و C_4 سرم در هر دو گروه ورزشکار و غیر ورزشکار ۰/۵ و ۲۴ ساعت بعد از اجرای آزمون نسبت به قبل از آزمون افزایش معنی‌داری داشت. از طرفی ۲۴ ساعت بعد از آزمون سطوح مقادیر C_3 و C_4 سرم نسبت به ۰/۵ ساعت بعد از آزمون کاهش معنی‌داری داشت (نمودار ۲،۳).

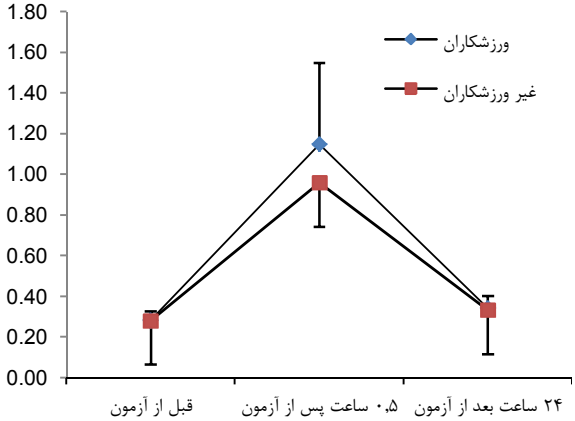
اگرچه در رابطه با نقش ورزش در سطح سرمی کمپلمان مطالعات چندانی صورت نگرفته است ولی به دنبال یک جلسه تمرین ممکن است سطح کمپلمان بدون تغییر بوده و یا افزایش پیدا کند، بنابراین ممکن است بعد از ورزش، سیستم کمپلمان فعال بوده و بسیاری از جنبه‌های عملکرد ایمنی را تغییر دهد معمولاً پس از ورزش سیستم کمپلمان در ورزشکاران و غیر ورزشکاران وابسته به شدت و مدت ورزش است (۲۷،۱۸). افزایش قابل توجه مقادیر C_3 و C_4 سرم در ورزشکاران و غیر ورزشکاران در ۰/۵ و ۲۴ ساعت بعد از ورزش نسبت به حالت استراحت در این مطالعه احتمالاً به علت شدت بالای تمرین و ایجاد التهاب وآسیبی است که منجر به فعال شدن زنجیره‌ی آبشاری کمپلمان در ورزشکاران و غیر ورزشکاران جوان شده است. این نتیجه با گزارش مطالعات اکثر محققین همسان است (۲۹،۲۸،۲۰،۱۷) ۲۴ ساعت بعد از ورزش سطوح C_3 و C_4 نسبت به ۰/۵ ساعت بعد از ورزش به طور معنی‌داری



نمودار ۱. میانگین مقادیر CRP سرم ورزشکاران و غیر ورزشکاران در پیش‌آزمون، ۰/۵ و ۲۴ ساعت پس از آزمون



نمودار ۲. میانگین مقادیر C3 سرم ورزشکاران و غیر ورزشکاران در پیش‌آزمون، ۰/۵ و۲۴ ساعت پس از آزمون



نمودار ۳. میانگین مقادیر C_4 سرم ورزشکاران و غیر ورزشکاران در پیش‌آزمون، ۰/۵ و۲۴ ساعت پس از آزمون

کاهش نشان می‌دهد که این موضوع با اکثر مطالعات مغایرتی ندارد در بیشتر تحقیقات ۴۵ دقیقه تا ۴ ساعت بعد از ورزش مقادیر C_3 و C_4 کاهش داشته است، به طور مثال دافاکس و همکارانش (۱۹۹۱) گزارش کردند که غلظت پلاسمایی C_3 و C_4 بعد از یک وهله فعالیت سنگین تا سر حد خستگی به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند ولی تا ۴۵ دقیقه بعد به میزان اولیه بر می‌گردد (۲۷).

سیستم کمپلمان شامل فعالیت زنجیره‌ای یا عوامل آبشاری[1] می‌باشد که در آن هر یک از اجزای فعال شده به نوبه خود باعث فعال شدن اجزاء دیگر کمپلمان می‌شود و از آن جائی که این سیستم یکی از مهم‌ترین اجزای سیستم ایمنی ذاتی بدن محسوب می‌شود و فعال شدن کمپلمان باعث شروع سه پیامد اصلی ۱- فراخوانی سلول‌های التهابی به محل عفونت یا التهاب ۲- اپسونیزاسیون عوامل بیماریزا به منظور شناسایی و کشته شدن آن‌ها توسط بیگانه خوارها ۳- کشتن مستقیم عوامل بیماری زا به خصوص باکتری‌ها می‌شود (۳۰،۶). احتمالاً بعد از فعالیت‌های شدید پیک کمپلمان فوری شکل گرفته و باعث فراخوانی عواملی (از جمله گلبول‌های سفید و نوتروفیل‌ها)که موجب پاک‌سازی اجزاء ناشی از شکسته شدن پروتئین‌ها در عضلات آسیب دیده می‌گردد و با فعال شدن دیگر سیستم‌های دفاعی بدن نظیر CRP فعالیت کمپلمان کاهش می‌یابد. CRP نقش دوگانه‌ای روی سیستم کمپلمان دارد به‌طوری که در تعدیل و فعال شدن کمپلمان از مسیر کلاسیک کمک می‌کند و باعث فعال شدن زنجیره‌ی آبشاری کمپلمان می‌شود، این عمل نهایتاً اپسونیزاسیون سلول‌های آسیب دیده را افزایش داده و باعث التهاب موضعی می‌گردد. البته CRP از عملکرد سیستم کمپلمان از طریق مسیر آلترناتیو (با اتصال مستقیم اجزای خاصی از کمپلمان به سطح عوامل بیماری‌زا، کمپلمان فعال می‌شود) و لکتین (کمپلمان از طریق یک پروتئین سرمی که مستقیماً به مولکول‌های سطحی عوامل بیماری زا متصل می‌شود، فعال می‌گردد) جلوگیری می‌کند (۳۱) که این موضوع با توجه به پیک CRP هم‌خوانی دارد به گونه‌ای که احتمالاً در ساعات اولیه آسیب و التهاب، چون مکانیزم‌های تولید CRP کامل نشده با فعال کردن سیستم کمپلمان باعث افزایش آن شده و تقویت سیستم را موجب می‌گردد ولی با گذشت ۲۴ ساعت مکانیزم‌های CRP کامل گشته (پیک CRP) و خود CRP به عنوان اپسونیزاسیون عمل می‌کند و از عملکرد بیشتر کمپلمان جلوگیری می‌شود (مسیر لکتین و آلترناتیو). البته ناگفته نماند که غلظت پلاسمایی C_3 و C_4 ۲۴ ساعت بعد از ورزش نسبت به قبل از ورزش بالاتر می‌باشد که این موضوع نشان از شدت بالای پروتکل تمرینی و شدت التهاب دارد.

از جهتی مقایسه دو گروه ورزشکار و غیر ورزشکار مشخص ساخت اختلاف معنی‌داری در مراحل مختلف در این فاکتورها وجود ندارد (نمودار۲،۳). معمولاً عملکرد سیستم کمپلمان پس از ورزش در ورزشکاران و غیر ورزشکاران بستگی به شدت و مدت ورزش دارد سیستم کمپلمان با توجه به این که یکی از مکانیزم‌های مهم سیستم ایمنی ذاتی بدن محسوب می‌شود و یک عامل اساسی برای مقابله با عفونت‌های باکتریایی و روندهای التهاب به حساب می‌آید (۱۷،۳۰). احتمالاً سیستم ایمنی افراد ورزشکار همانند غیر ورزشکاران عمل می‌نماید. به همین دلیل در این پژوهش احتمالاً شدت تمرین بالا بوده که توانسته سیستم کمپلمان را فعال و مقادیر c3 و C_4 را در هر دو گروه طوری بالا ببرد که باعث شده مقادیر C_3 و C4 سرم بین دانش‌آموزان ورزشکار و غیر ورزشکار در ۰/۵ و ۲۴ ساعت بعد از اجرای آزمون معنی‌دار نشود از طرفی معنی‌دار نشدن مقادیر C_3 و C_4 در قبل از اجرای آزمون به دلیل طبیعی بودن مقادیر C_3 و C_4 سرم استراحت ورزشکاران و غیر ورزشکاران بوده است. معمولاً مقادیر C_3 و C4 سرم ورزشکاران در محدوده طبیعی می‌باشد و این موضوع شاید باعث معنی‌دار نشدن اختلاف سطح کمپلمان سرم در قبل از اجرای آزمون بین ورزشکاران و غیر ورزشکاران باشد.

از سویی، در مطالعه‌ای که اسپرسون(۱۹۹۱) انجام داد مقدار کمپلمان قبل و بعد از تمرین اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند وی گزارش داد احتمالاً شدت و مدت پروتکل تمرین به اندازه‌ای نبوده که بتواند سیستم کمپلمان را فعال نماید (۱۸).

به طور کلی نتایج حاصل از پژوهش نشان داد به علت این که تمرینات شدید و قدرتی مخصوصاً از نوع برونگرا باعث ایجاد آسیب و متعاقب آن پاسخ های التهابی در جوانان ورزشکار و به ویژه غیر ورزشکار می‌شود، به همین دلیل تا تکمیل و روشن شدن این عوامل درتحقیقات مربیان باید نسبت به استفاده از تمرینات قدرتی برونگرا احتیاط

[1] Cascade

بیشتری داشته و در تمرینات خویش با توجه به اصول تمرین سعی کنند حتی الامکان در اواخر دوره آمادگی و با حداقل شدت از این نوع تمرینات استفاده نمایند.

منابع

1- Kohut, M. L., McCann. D. A., Franke, DW., Castill, M. C., Reighard, A. E., Vanderah (2005). Aerobic, but not flexibility/resistance exercise, reduce serum il-18, CRP, and il-6 independent of B-blockers, BMI, and psychosocial factors in older adults. Brain, Behavior, and immunity 20 201-209.

2- Taylor J. Marcellab, Kirsten A. McAuleyc, Tinna Traustadttirb, Peter D. Reavend (2004). Exercise training is not associated with improved levels of C-Reactive protein or adiponectin. Metabolism-clinical and experimental Volume 54, Issue 4, pp. 533-541.

3- Das. U. N., FAMS (2001). Is obesity an inflammatory condition?, nutrition. 17:953-966

4- Blake, G. J. and Ridker, P. M. (2002). Inflammatory bio-marker and cardiovascular risk prediction: J. Intem. Med. 252(4):283-94.

5- Blake, G. J. and Ridker, P. M. (2001). Novel clinical markers of vascular wall inflammation: Circulation research. 89(9):763.

6- Cem, Gabay, M.D., and Irving Kushner, M.D. (1999). Acute - Phase Proteins and Other Systemic Responses to Inflammation. N. Engl. J Med. 340 (17):1376.

7- Komi, P.V, Buskirk, E. R. (1972). Effect of eccentric and concentric muscle conditioning on tension and electrical activity of human muscle. Ergonomic 15(4):417-434.

8- Baumann, H., and J. Gauldie. (1994). The acute phase response. Immunology Today.15:74-80.

9- Lisen, H., B. dufaux, and W. Hollman. (1997). Modifications of serum glycoproteins on the days following a prolonged physical exercise and the influence of physical training. European Journal of Applied physiology. 37: 243-245.

10- Christer Malm, The Late Bertil Sjodin1, Berit Sjo berg1, Rodica Lenkei3, Per Renstrom4, Ingrid E. Lundberg5 and Bjorn Ekblom. (2003). Leukocytes, cytokines, growth factors and hormones in human skeletal muscle and blood after uphill or downhill running. J. physiol. 056598v1.

11- Paulsen, Goran, Benestad, Haakon, B., Strom Gundersen, Inger, Morkrid, Lars, Lappegard, knu tore, Raastad, Truls. (2005). Delayed leukocytosis and cytokine response to high – force eccentric exercise. Medicine &science in sport &exercise. 37(11):1883.

12- Chatzinikolaou, A, Fatouros, IG, Gourgoulis, V, Avloniti, A, Jamurtas, AZ, Nikolaidis, MG, Douroudos, I, Michailidis, Y, Beneka, A, Malliou, P, Tofas, T, Georgiadis, I, Mandalidis, D, and Taxildaris, K. (2010). Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. J Strength Cond Res 24(5): 1389-1398.

13- Kasonuri, Nosaka and priscillam. k, larkson (1995). Muscle damage fallowing repeated bout high force eccentric exercise. Department of science, Yokohama University. Medicine & Science in Sport & Exercise. 28(8).

14- Jonathan M Peake, Kazunori Nosaka, Makii Muthalib, Katsuhiko Suzuki (2010). Systemic inflammatory responses to maximal versus submaximal lengthening contraction of the elbow flexors. Exerc. Immunol. Rev. 12, 2006: 72-85.

15- Wataru, Takashima, Kojiro, Ishii, kasoki, Takizawa, Taichi yamaguchi, kazunori, nosaka. (2007). muscle damage and soreness fallowing a 50-km cross-country ski race.european journal of sport science. 7(1):27-33.

16- Smith, L. L. (1991). Acut inflammation: The underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? Medicine and science in sports and exercise 23:542-551.

17- Dufaux, B., Order, U. (1989). Complement activation after prolonged exercise. Clinical Chemical Acta. 179:45-50.

18- Espersen, G. T., Toft, E., Ernest, E., Kaalund, S., Grunnet, N. (1991). Changes of poly-morphonuclear granulocyte migration and lymphocyte proliferative responses in elite runners undergoing intense exercise. Scandinavian Journal of Medicine and Science in sports 1: 158-162.

19- Fallon, K. E. (2001) .The acute phase response and exercise: the ultramarathon as prototype exercise. Clinical Journal of Sport Medicine, 11(1): 38-43.

20- Cannon, J. G., Fiatarone, M. A., Fielding, R. A., Evans, W. J. (1994). Aging and stress-induced changes in complement activation and neutrophil mobilization. J. Appl Physiol, 76: 2616-2620.

21- Gershov, D., Kim S., Brot, N, Elkon, KB. (2000). C-reactive protein binds to apoptotic cells, protects the cells from assembly of the terminal complement components, and sustains an anti-inflammatory innate immune response: implication for systemic autoimmunity. J Exp Med: 192:1353-64.

22- Carlos M. Luna (2004). C-Reactive protein in pneumonia. American college of chest physicians, chest. ,2004 , 125: 1192-1195.

23- Kushner l. Rzewnicki D. (1994). The acute phase response: General aspects. Baillieres clin Rheumatol, 8:513-530.

24- Christer Malm, pernilla Nyberg, Marianne Engstrom, Bertil Sjodin, Rodica Lenkei, Bjorn Ekblom and ingrid lundberg. (2007). Immunological changes in human skeletal and blood after eccentric exercise and multiple biopsies. J. Physiol, 529,243-262.

25- Taylor, C., G. Rogers, C. Goodman, R. D. Baynes, T. H. Rothwell, W. R. Bezwoda, F. Kramer, and J. Hattingh. (1987). Hematologic, iron-related, and acut-phase protein response to sustained strenuous exercise. Journal of Applied Physiology. 62:464-469.

26- Czarkowska. B. paczek, Irena Bartlomiejczyk, Tomaz Gabrys, Jacek Przybylski, Marcin Nowak and leszek Paczek. (2005). Lack of relationship between interleukin-6 and CRP levels in healthy male athletes. Immunology Letters, Volume 99 , pages136-140.

27- Hanson, P. G. and D. K. Flaherty. (1981). Immuunological responses to training in conditioned runners. Clinical Science 60:225-228.

28- Dufaux, B. and U. Order . (1991). Effect of a short Maximal physical exercise on Coagulation, fibrinolysis, and complement system . International journal of sport medicine 12:538-542.

29- Kojima, A., Umeda, T., Saito, K., Ookubo, Y., Sato, J., Nakaji, S., Matsuzaka, M., Yaegaki, M., Ohnishi, M., Miyazawa, M. and Takahashi, I. (2009), Effects of 2.5-hour sumo training on serum opsonic activity. Luminescence, 24: 224–229.

30- Casttel, L.M., E.A. Newsholme, and J.R. Poortmans. 1996. Dose glutamine have a role in reducing infections in athletes? European Journal of Applied Physiology, 73:488-490.

31- Berman, S., Gerwuz, H., Mold, C. (1986). Binding of C-reactive protein to nucleated cell leads to complement activation without cytolysis. J. Immunol. 136(4):1354-9.

راهنمای تهیه مقاله

مجله فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی در نظر دارد مقالات پژوهشی اصیل (Original Research Articles)، گزارشات موردی (Case Reports) و در گستره پژوهش‌های فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی که قبلاً در هیچ مجلهٔ داخلی چاپ نشده‌اند، را منتشر نماید.

نکات عمومی

بخش‌های مختلف مقاله باید به ترتیب زیر تنظیم گردند:

- صفحه عنوان
- خلاصه (چکیده) فارسی مقاله و کلمات کلیدی آن
- خلاصه (چکیده) انگلیسی مقاله و کلمات کلیدی آن
- مقدمه
- روش تحقیق
  - نمونه‌ها
  - پروتکل تحقیق
  - روش‌های آزمایشگاهی
  - تحلیل آماری
- نتایج
- بحث و نتیجه‌گیری
- تشکر و قدردانی
- منابع
- جداول
- نمودارها یا گراف‌ها

صفحه عنوان

صفحه عنوان باید شامل:

- عنوان دقیق مقاله
- نام نویسنده یا نویسندگان
- آدرس دانشگاهی نویسنده یا نویسندگان
- نام، شماره‌تلفن، نمابر، آدرس‌پستی و آدرس پست الکترونیکی مؤلف مکاتبه‌کننده

خلاصه مقاله (چکیده مقاله)

- خلاصه فارسی و انگلیسی مقاله هر کدام باید شامل ۲۰۰ تا ۲۵۰ کلمه و به ترتیب شامل هدف تحقیق، روش تحقیق، نتایج و بحث و نتیجه‌گیری باشند.
- خلاصه مقاله نباید شامل کلمات اختصاری تعریف نشده باشد.
- بعد از هر دو چکیده (فارسی و انگلیسی) ۴ تا ۶ کلمه کلیدی فراهم شود که در عنوان مقاله آورده نشده‌اند.
- خلاصه فارسی و انگلیسی هر دو باید مطابقت داشته باشند.

متن اصلی

- نسخه اصلی مقاله (Manuscript) با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Word تایپ شود. نوع و اندازه حروف برای زبان فارسی B Nazanin 12 باشد.
- فاصلهٔ بین خطوط ۲ سانتی‌متر و حاشیه متن باید ۲/۵ سانتیمتر از چهار طرف و شمارهٔ صفحه در وسط و پایین هر صفحه باشد.
- کلمات اختصاری باید اولین باری که بیان می‌شوند (به استثنای خلاصه مقاله) یک بار تعریف شوند و متعاقب آن به طور پیوسته از آنها استفاده شود.
- تا حد امکان کمتر از کلمات اختصاری استفاده شود.
- اصطلاحات علمی انگلیسی کمتر استفاده شود و معادل فارسی آنها بکار برده شود.
- عناوین قسمت‌های مختلف مقاله (چکیده، مقدمه، روش تحقیق و...) از پاراگراف قبلی خود یک خط فاصله داشته باشند.
- تنها اصطلاحات علمی ناآشنا زیرنویس شوند و نیازی به زیرنویس نمودن اسامی محققین خارجی نیست.

تشکر و قدردانی

تشکر از افراد، سازمان‌ها یا حمایت‌کنندگان مالی تحقیق باید قبل از فهرست منابع و مأخذ به شکل مجزا تحت عنوان تشکر و قدردانی ارایه شود.

منابع

- تعداد منابع حداکثر ۴۰ مورد باشد.
- تا حد امکان از کتاب‌ها به عنوان منبع استفاده نشود و بیشتر سعی در استفاده از مقالات تحقیقاتی چاپ شده در مجلات معتبر علمی شود.
- از پایان‌نامه‌های دانشجویی و مقالات ارائه شده در کنفرانس‌ها به عنوان منبع استفاده نشود.
- منابع در متن مقاله براساس ترتیب استفاده از اول تا آخر مقاله شماره‌گذاری شوند. اولین منبع شماره ۱ و الی آخر.
- لیست منابع در انتهای مقاله به صورت مرتب و صعودی با ذکر شماره منبع مطابق متن مقاله باشد.
- شمارهٔ منبع باید در انتهای جمله و در داخل پرانتز نوشته شود.
- تا حد امکان منابع فارسی هم به انگلیسی تایپ شوند.
- در قسمت چکیدهٔ مقاله منابع آورده نشوند.
- منبع باید به شکلی نوشته شود که با اسم فامیلی اولین نویسنده شروع شود. برای منابع فارسی، اسم فامیلی و اسم کلیهٔ نویسندگان به ترتیب ذکر شود. برای منابع انگلیسی اسم فامیلی و سپس حرف اول اسم نویسنده‌ها ذکر گردد.
- در منابعی که مقاله تحقیقی هستند، حتماً باید نام کامل مجله در منبع ذکر گردد و از اختصاری نویسی نام مجله خودداری شود. به مثال‌های زیر توجه کنید:

مقالهٔ تحقیقی

- عبدلی بهروز، عشایری حسن، باقرزاده فضل‌اله و فرخی احمد. (۱۳۸۳). مقایسه تأثیر یادگیری پنهان و آشکار بر زمان واکنش زنجیره‌ای. مجله حرکت. شماره ۱۹. صفحات ۴۰-۲۳.

کتاب و فصلی از کتاب

- نمازی‌زاده مهدی و اصلانخانی محمدعلی (مترجمین) (۱۳۸۸). رشد و تکامل حرکتی در طول عمر. انتشارات سمت، چاپ دهم؛ صفحات ۵۳۵-۴۹۶.

منابع خارجی

مقالات و کتاب‌های خارجی به شکل زیر نوشته شوند.

Wulf G. (2008). Attentional focus effects in balance acrobats. Research quarterly for exercise and sport. 79, 3: pp.319-325.

Payne V. G., Isaacs L. D. (2008). Human motor development. Mc Graw-Hill. pp. 429-460.

جداول

- جدول‌ها نباید به صورت عکس ارایه گردند، بلکه باید با استفاده از Word و در انتهای مقاله بعد از فهرست منابع آورده شوند. جداول باید حاوی عنوان باشند و عنوان جدول باید بیانگر محتوای جدول باشد و به صورت متوالی شماره‌گذاری شوند.

فرم اشتراک نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی

نام: ..... **نام خانوادگی:** ..... **تحصیلات:** .....
تاریخ شروع اشتراک: ..... **از شمارهٔ:** .....
شغل: .....
نشانی پستی: ..... **کدپستی:** .....
صندوق پستی: ..... **آدرس پست الکترونیکی:** .....
تلفن: ..... **به پیوست رسید بانکی شمارهٔ** .....
مورخ ..... **به‌مبلغ** ..... **ریال بابت اشتراک یکساله ضمیمه می‌باشد.**

تاریخ **امضاء**

« راهنمای اشتراک نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی»

خواهشمند است قبل از پر کردن برگ درخواست اشتراک به نکات زیر توجه فرمائید:

۱. نشانی خود را کامل و خوانا با ذکر کدپستی بنویسید.
۲. بهای اشتراک سالانه (۴ شماره) ۴۰۰۰۰ ریال می‌باشد.
۳. وجه اشتراک را به‌حساب جاری **۳۴۲۰۴۴۵۲۲** بانک تجارت شعبه دانشگاه شهید بهشتی کد ۳۴۲۰ به‌نام وجوه درآمد اختصاصی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی واریز کرده و فیش بانکی را به‌همراه فرم اشتراک به آدرس دفتر نشریه ارسال نمائید.

آدرس: تهران، اوین، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی
کدپستی: ۱۹۸۳۹۶۳۱۱۳
تلفن: ۰۲۱-۲۲۴۳۱۹۵۲ **دورنگار:** ۰۲۱-۲۲۴۳۱۹۵۳
پست الکترونیک: Sep@mail.sbu.ac.ir