مجله فعالیت بدنی و تندرستی
سال ۱۴۰۱، شماره ۲، دوره ۱

بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات سبک مقاومتی بر بیان CD۱۷۸ زنان غیر ورزشکار

پریوش پیرکی[۱]، زینت ابراهیمی[۲*]

۱.کارشناس استادیار گروه تربیت بدنی, واحد دره شهر, دانشگاه آزاد اسلامی, ایلام, ایران.
*۲. استادیار گروه تربیت بدنی, واحد سنندج, دانشگاه آزاد اسلامی, سنندج, ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۱۱

چکیده

آپوپتوز یا مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی، نقش اصلی را در حذف سلول‌های از کار افتاده دارد. این پدیده، یک رخداد طبیعی و فیزیولوژیک است که فقدان آن می‌تواند منجر به سرطانی شدن سلول‌ها شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات متعادل بدنسازی بر میزان بیان CD۱۷۸ لنفوسیتی در زنان غیر ورزشکار پرداخت. در راستای این هدف ۳۰ دانشجوی زن غیر ورزشکار داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند و به صورت تصادفی انتخاب و به دو گروه مساوی تجربی و کنترل تقسیم شدند. برخلاف گروه کنترل، گروه تجربی هشت هفته تمرینات بدنسازی را اجرا کردند. نمونه‌های خون قبل و بعد از هشت هفته، و با فاصله ۲۴ ساعت نسبت به اخرین جلسه تمرینات بعد جمع‌آوری شدند. آزمون تحلیل واریانس دو عاملی و اندازه‌گیری‌های مکرر برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شدند. نتایج نشان دادند بیان CD۱۷۸ لنفوسیتی در دو گروه متفاوت بودند. مقادیر گیرنده CD۱۷۸ در گروه تجربی بعد از هشت هفته نسبت به مقادیر اولیه تفاوت معنی‌دار داشت (P=۰/۰۰۱)، اما کاهش معنی‌داری در اندازه‌گیری ۲۴ ساعت بعد از فعالیت، در گروه تجربی دیده نشد (P=۰/۰۴۰). بر اساس نتایج به دست آمده از گروه تجربی می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات سبک مقاومتی تأثیر مثبتی بر بیان گیرنده CD۱۷۸ داشته است. لذا سیستم ایمنی افرادی که از تمرینات مقاومتی با هدف تندرستی استفاده می‌کنند، می تواند تحت تأثیر این نوع تمرینات تقویت شود.

واژه‌های کلیدی: تمرینات سبک مقاومتی، CD۱۷۸ ، لنفوسیت‌ها

* نویسنده مسئول: زینت ابراهیمی
نشانی: استادیار گروه تربیت بدنی, واحد سنندج, دانشگاه آزاد اسلامی, سنندج, ایران
تلفن: ۰۹۱۸۳۳۳۶۰۰۷
پست الکترونیکی:Zin368@gmail.com

Physical Activity and Health
2022, Vol:1 Issue:2

Investigating the effect of eight weeks of light resistance exercises on the expression of CD178 in non-athlete women

Parivash Piraki[1], Zinat Ebrahimi[2*]

1. Assistant Professor in Department of physical education and sport science, Darehshahr Branch, Islamic Azad University, Ilalm, Iran.
2*. Assistant Professor, Department of physical education and sport science, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran. Email:Zin368@gmail.com.

Received: 2022-01-26 Accepted: 2022-06-01

Abstract

Apoptosis or programmed cell death plays a major role in removing dead cells. This phenomenon is a natural and physiological event, the lack of which can lead to cancerous cells. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of eight weeks of light resistance exercises on the expression level of lymphocyte CD178 in non-athlete women. In line with this goal, 30 non-athlete female students voluntarily participated in the research and were randomly selected and divided into two equal experimental and control groups. Unlike the control group, the experimental group performed eight weeks of light resistance exercises. Blood samples were collected before and after eight weeks, 24 hours later. Two-factor analysis of variance and repeated measurements were used to analyze the data. The results showed that the expression of lymphocyte CD178 was different in two groups. The values CD178 receptors in the experimental group after eight weeks were significantly different from the initial values (P=0.001), but there was no significant decrease in the measurement 24 hours after the activity in the experimental group (P=0.040). Based on the results obtained from the experimental group, it can be concluded that light resistance exercises had a positive effect on the expression of 178CD receptor. Therefore, the immune system of people who use resistance training for the purpose of health can be strengthened under the influence of this type of training.

Key words: Resistance Exercises, CD178, Lymphocytes

*Corresponding author: Zinat Ebrahimi
Address:Assistant Professor, Department of physical education and sport science, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran
Tell: +989183336007
Email: **Zin368@gmail.com.**

مقدمه

به طور عادی تکثیر و تمایز سلول‌ها توسط یک سازوکار کاملاً حساب‌شده و در پاسخ به نیازهای مختلف انجام می‌شود. در یک موجود جوان به موازات افزایش تکثیر سلولی، افزایش مرگ سلولی را نیز شاهد هستیم، به طوری‌که این دو با یکدیگر در یک حالت تعادل قرار می‌گیرند (جوکار و شرافتی مقدم، ۲۰۲۲). مطالعات پیرامون آپوپتوز در سال های بعد از ۱۹۹۰ زمانی که نقش آن در بیماری‌های مختلف مشخص شد، افزایش یافت. آپوپتوز روندی همیشه کامل و بی نقص نیست: گاهی اوقات سلول ها بر اثر حضور محرک‌های آپوپتوزی اشتباهی وارد مسیر آپوپتوز می‌شوند. برای مثال زمانی که سلول در معرض رادیکال‌های آزاد یا تابش های جهش‌زا و یا تحت تأثیر استرس قرار می‌گیرند امکان تشدید آپوپتوز وجود دارد. گاهی روند برعکس روی می‌دهد و سلول‌هایی که باید از بین بروند وارد میسر آپوپتوزی نمی‌شوند که منجر به روند سرطانی شدن سلول‌ها می‌شوند (کروگر[1] و همکاران، ۲۰۱۱؛ طیبی و همکاران ، ۲۰۱۴). لذا هرگونه اختلال در فرآیند آپوپتوز و کاهش مرگ سلولی منجر به بروز بیماری می‌گردد. این اختلال منجر به ایجاد و رشد سلول‌های سرطانی و یا اختلالات خود ایمنی می‌شود. در مقابل، افزایش غیرطبیعی مرگ سلول‌ها در بیماری‌هایی نظیر اختلالات نورودژنراتیو مانند پارکینسون، آلزایمر و ایدز دیده می‌شود. پژوهشگران در تلاش هستند تا با کنترل روند آپوپتوز سلول‌ها، این بیماری‌ها را درمان کنند. داروهای شیمی درمانی سبب القاء آپوپتوز در سلول‌های سرطانی می شوند (ناوالتا[2] و همکاران ، ۲۰۱۰؛ هانگ[3] و همکاران ، ۲۰۱۱).

دستگاه ایمنی بدن انسان شبکه‌ای کاملاً پیچیده است که میزبان را از بیماری، آلودگی ویروسی و عفونتهای بافتی دور نگه می‌دارد. فعالیت ورزشی تأثیر بسزایی بر عملکرد طبیعی دستگاه ایمنی دارد و نشان داده شده است که داشتن آمادگی جسمانی و قلبی-تنفسی بیشتر نسبت به همسن‌ها و همجنس‌های خود، همچنین انجام فعالیت ورزشی متوسط تا شدید طبق دستورالعمل‌های علمی باعث کاهش التهاب مزمن، بهبود پاسخ‌های دستگاه ایمنی به واکسن و بهبود شاخص‌های ایمنی در بیماری‌های مزمن از جمله سرطان، ایدز، بیماری‌های قلبی عروقی، چاقی و بیماری‌های روانی می‌شود (سیمسون و همکاران، ۲۰۱۵). برخی از تحقیقات از تأثیر فعالیت شدید بدنی بر تشدید آپوپتوز لنفوسیت‌ها گزارش داده‌اند (نوس و همکاران ، ۲۰۱۵؛ کروگر و مورن، ۲۰۱۴) و بعضی دیگر نتایج کاملاً متفاوتی را ارائه نموده‌اند. به عنوان نمونه هوانلو و همکاران دریافتند که هیچ تغییر معنی‌داری در پارامترهای ایمنی مورد نظر بین دو پروتکل تمرینی تداومی و تناوبی وجود نداشت؛ گرچه این پارامترها با کاهش همراه بوده است (اوتسوکی[4] و همکاران،

---

1. Kruger
2. Navalta
3. Huang
4. Otsuki

۲۰۱۲؛ هوانلو و همکاران، ۲۰۱۳). اختلال در پارامترهای ایمنی افراد، اغلب پس از انجام تمرینات شدید و فشارهای بیش از حد تمرینی بروز می‌کند. این تغییرات ممکن است منجر به بروز بیماری و یا کاهش عملکرد جسمانی شود (کروگر و همکاران، ۲۰۱۱). جهانی و همکاران (۲۰۱۳)، در بررسی اثرات ۱۲ هفته فعالیت شدید و منظم ورزشی، توام با مصرف کربوهیدرات بر برخی از فاکتورهای سیستم ایمنی، اظهار داشتند فعالیت شدید و منظم ورزشی همراه با مصرف کربوهیدرات سبب افزایش سطوح بعضی از سلول‌های ایمنی بدن و به دنبال آن افزایش دفاع سلولی در برابر بروز بیماری‌های ناشی از انجام تمرینات ورزشی شدید، می‌شود. نیازی و همکاران (۲۰۲۲)، تأثیر کاهش بار تمرین و شرایط هیپوباریک هایپوکسی متعاقب تمرین اینتروال فزاینده بر سطوح HIF-1α و میزان آپوپتوز برونش و برونشیول بافت ریه رت‌های نر ویستار را بررسی کردند. نتایج نشان دادند که شرایط محیطی هایپوکسی با افزایش سطوح ۱-α همچنین آپوپتوز برونش و برونشیول بافت ریه همراه است.

فشارها و استرس فیزیکی ناشی از تمرینات آماده سازی در ورزشکاران، ممکن است موجب اختلال در هموستاز بدنی و آسیب سیستم ایمنی شود، به بیان دیگر ورزشکاران برای بهبود اجرای خود، تحت فشار افزایش بارتمرینی قرار می‌گیرند.

تمرینات منظم ورزشی می‌توانند فرآیند آپوپتوز را تنظیم کنند. نتایج تحقیقات نشان داده است که تمرینات ورزشی با شدت متوسط، سیستم ایمنی را تحریک می‌کند و باعث کاهش بیماری‌ها می‌شود. با این وجود، تمرین شدید باعث سرکوب ایمنی دوره بازیافت می‌شود و می‌تواند به عنوان عامل افزاینده خطر عفونت در ورزشکاران مطرح شود (تیمونس[1] و همکاران، ۲۰۰۶؛ مورن و کروگر، ۲۰۱۵). حسنی و حبیبیان (۲۰۱۸)، در بررسی اثر تمرین منظم تناوبی پرشدت بر برخی از شاخص‌های آپوپتوتیک در بافت مغز موش‌های صحرایی ماده پیر نشان دادند که ۸ هفته تمرین تناوبی پرشدت موجب کاهش سطوح مغزی Bax در موش‌های صحرایی ماده پیر شده و باعث افزایش معنی‌دار سطوح مغزی Bcl-۲ در موش‌های گروه تمرین می‌شود. دلفانی و همکاران (۲۰۲۱)، در بررسی اثر یک دوره تمرین هوازی به همراه مکمل هیدورالکلی خارخاسک بر نشانگرهای استرس اکسیداتیو میتوکندریایی بافت قلبی موش‌های صحرای مسموم‌شده با پراکسید هیدروژن، نشان داد که آزمایش توأمان تمرینات منظم هوازی و مصرف دُزهای مختلف عصاره گیاه خارخاسک عامل تعدیل‌کننده در بیوژنز میتوکندری و اثرگذار در کاهش تخریب DNA بافت قلب است و مقدار دُز کمتر، مزایای بیشتری به همراه دارد.

دورنل[2] و همکاران (۲۰۱۵)، تأثیر بیان سلول‌های کشنده طبیعی[3] را پیرو یک جلسه تمرین قدرتی با شدت کم و شدت بالا در مردان جوان مورد بررسی و مقایسه قرار دادند و دریافتند که تمرین قدرتی کم شدت بر سلول‌های NK تأثیر معنی‌دار داشت، اما در

---

[1]. Timmons
[2]. Dorneles
[3]. Natural killer

گروه با شدت بالا تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد. گوردون[1]و همکاران (۲۰۱۱) نیز در پژوهش مشابهی، نشان داند که ۱۲ هفته تمرینات قدرتی فزاینده منجر به تشدید تنظیمات نسخه‌برداری فعالیت‌های ایمنی با کاهش بیان ژن‌های درگیر در تجدید کننده مونوسیت‌ها و تسهیل بیان ژن‌های تجدید کننده ماکروفاژها می‌شود.

هاف[2]و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی تأثیر بی وزنی شبیه‌سازی شده و تمرینات قدرتی را بر شاخص‌های ایمونولوژی ۲۴ مرد سالم (در سه گروه تمرینی) مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که استراحت مطلق به طور قابل توجهی بر جمعیت سلول‌های ایمنی و غلظت سایتوکاین‌ها تأثیر داشته است. فعالیت ورزشی می‌تواند تأثیر مطلوبی بر شاخص‌های مختلف ایمنی مانند سلول‌های B بگذارد.

براون و همکاران (۲۰۱۴)، در بررسی تأثیر تمرین شدید و جنسیت بر توزیع مجدد لنفوسیت‌های T دریافتند که در مقایسه با گروه کنترل، گروه تمرینی دارای کمترین میزان در توزیع مجدد لنفوسیت‌های T بودند. علاوه بر این، صرف نظر از فعالیت بدنی، توزیع مجدد لنفوسیت‌های T در زنان در مقایسه با مردان کمتر بود. زارعلی و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا(HIIT) با و بدون محدودیت کالری بر بیان ژن پروتیئن‌های کاسپاز ۳ و ۹ موش‌های نر صحرایی، نشان دادند گروه تمرین کاهش معنی‌داری در بیان پروتئین کاسپاز نُه نسبت به گروه محدودیت غذایی و تمرین داشت. همچنین گروه تمرین و تمرین و محدودیت غذایی کاهش معناداری در میزان بیان پروتئین کاسپاز نه نسبت به گروه محدودیت غذایی، کنترل پایه و کنترل و کاهش معنی‌داری در میزان بیان پروتئین کاسپاز سه نسبت به گروه کنترل پایه و کنترل داشت.

دستیابی به برنامه تمرین ورزشی مناسب که بتواند بالاترین سازگاری را در برابر تسریع روند آپوپتوز ایجاد کند و از سرکوب سیستم ایمنی بدن جلوگیری و نقش تقویت‌کنندگی در افزایش سطح آستانه آپوپتوز لنفوسیت‌ها داشته باشد؛ از دیدگاه سلامتی بسیار مهم است. علاوه براین، با افزایش سن و کاهش عملکرد ضد اکسایشی بدن و متعاقب آن آثار منفی ناشی از افزایش سطح پایه رادیکال‌های آزاد و فشار اکسیداتیو که موجب افزایش گرایش سلول‌های بدن به آپوپتوز می‌گردد، این مسئله اهمیت بیشتری می‌یابد. بنابراین جلوگیری از بروز این پدیده و یا حداقل کاهش شدت آن از طریق شناخت و مقایسه تأثیر نوع تمرینات و پروتکل‌های ورزشی از دیگر مواردی است که بر ضرورت انجام تحقیق حاضر افزوده است. لذا پژوهش حاضر به بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات بدنسازی بر تغییرات آپوپتوز لنفوسیت‌ها در دانشجویان زن غیر ورزشکار پرداخته است. و در تلاش است به سؤال زیر پاسخ دهد. که آیا تغییرات ناشی از هشت هفته تمرینات متعادل بدنسازی می‌تواند سیستم ایمنی زنان را تقویت کند؟

---

[1]. Gordon
[2]. Hoof

روش شناسی تحقیق

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود. در این پژوهش ۳۰ دانشجوی زن غیر ورزشکار به صورت تصادفی از بین دانشجویان شاغل به تحصیل در دانشگاه آزاد سنندج انتخاب و به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند (جدول ۱).. گروه تجربی به مدت دو ماه به اجرای تمرینات بدنسازی پرداختند. برنامه تمرینی شامل هشت هفته تمرینات قدرتی بود. تمرینات قدرتی سه روز در هفته، هر دوره با ۱۳-۱۰ تکرار در هر جلسه و زمان استراحت ۹۰-۶۰ ثانیه آغاز شد. در چهار هفته اول با شدت تمرین ۵۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه و در چهار هفته دوم با ۶۵ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه اجرا شد. برای تعیین حداکثر قدرت یا یک تکرار بیشینه آزمودنی‌ها از رابطه شماره یک استفاده شد. تمرینات شامل پرس سینه[1]، کشش زیر بغل[2]، سرشانه هالتر از پشت[3]، پرس پا[4]، جلو ران[5] و پشت ران[6] بود. در هر جلسه تمرینی ۵-۳ دقیقه گرم‌کردن و ۵-۳ دقیقه سردکردن شامل تمرینات کششی و نرمشی نیز منظور گردید. الگوی باردهی تمرین به صورت پلکانی ساده اجرا شد.

گروه کنترل در مدت دو ماه فعالیت‌های روزمره خود را انجام دادند. نمونه‌گیری اولیه از محل ورید بازویی قبل از شروع تمرینات، بلافاصله پس از اجرای تمرین و ۲۴ ساعت بعد از هر دو گروه جمع‌آوری شد. سپس نمونه‌های خونی، جهت سنجش سلول‌های آپوپتوتیک شده از طریق دستگاه فلوسایتومتری (FACScan; Becton-Dickinson), به آزمایشگاه تشخیص طبی ارسال شد.

$$\text{حداکثر قدرت (یک تکرار بیشینه)} = \frac{\text{وزنه به کیلوگرم}}{1-(0.02\ (\text{تکرارها}))} \qquad (۱)$$

جدول ۱. توصیف آماری ویژگی های آزمودنی ها بر حسب شاخص های مرکزی و پراکندگی

گروه ها	سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلوگرم)	BMI (کیلوگرم بر مجذور قد)
گروه تجربی	۲۱/۷±۰/۹	۱۶۲/۴±۰/۵۸	۵۷/۰۸±۶/۹	۲۲/۸±۲/۵۶
کنترل گروه	۲۰/۹ ۲۰/۹±	۱۶۲/±۴ ۰/۶۸	۶۱/۰۵±۰۵/۲	۲۳/۲۵±۱/۹

[1]. Bench Press
[2]. Lateral Pull Down
[3]. Barbell Overhead Back Press
[4]. Leg Press
[5]. Hip Flexion
[6]. Hip Extension

روش آنالیز نمونه‌های خونی

ابتدا کانال‌های دستگاه از نظر اوتوفلورنس سلول‌ها راه اندازی شد. در مرحله بعد همپوشانی سلول‌ها[1]در کانال‌های مختلف به صورت زیر تنظیم شد. در همپوشانی اول دستگاه، کانال یک در برابر کانال دو و سه با استفاده از کیت FITC anti human CD3 تنظیم شد؛ سپس در همپوشانی دوم کانال دو در برابر کانال یک و سه با استفاده از کیت PerCP anti human Fas CD95 تنظیم شد و در پایان برای همپوشانی سوم، کانال سه در برابر کانال یک و دو با استفاده از کیت PerCP anti human CD19 تنظیم شد. سپس هر کدام از نمونه ها توسط دستگاه آنالیز شدند. زمان اجرا برای هر کدام از نمونه ها یک دقیقه تنظیم گردید. سپس نتایج توسط نرم افزار Fcs express تجزیه و تحلیل شدند. ابتدا لنفوسیت ها بر اساس شاخص هایAntihuman Fas CD95 و Antihuman CD178 شناسایی شدند و میانگین فلورسانت بر روی جمعیت کل لنفوسیت های خون برای تمام نمونه ها محاسبه گردید.

روش‌های آماری

برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. برای محاسبهٔ شاخص‌های مرکزی و پراکندگی از آمار توصیفی و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس[2]با اندازه‌گیری‌های مکرر[3] و تست تعقیبی بن فرونی برای چهار نقطهٔ زمانی متفاوت (قبل از فعالیت ورزشی، پس از دو ماه، بلافاصله پس از فعالیت شدید، ۲۴ ساعت پس از فعالیت شدید ورزشی) در دو گروه استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم‌افزار SPSS-19 استفاده و سطح معنی داری برای تمام داده‌ها $p\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایج

تحلیل داده‌ها نشان داد، بین میزان آپوپتوز لنفوسیت‌های گروه کنترل در مرحله پیش از تمرین و بعد از دو ماه بی تمرینی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P\geq ۰/۰۵$). که به علت عدم فعالیت ورزشی گروه کنترل در مدت دو ماه این نتیجه مورد انتظار بود. برخلاف گروه کنترل، مقایسه میزان آپوپتوز لنفوسیت‌ها در گروه تجربی بعد از دو ماه تمرینات بدنسازی نسبت به مقادیر اولیه تفاوت معنی دار داشت ($P\leq ۰/۰۰۱$). اما ۲۴ ساعت بعد منجر به کاهش معنی دار میزان آپوپتوز در این گروه شد ($P=۰/۰۴۰$) (جدول ۲).

---

[1]. Compensation
[2]. ANOVA
[3]. Repeated measure

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار پیش‌آزمون و پس آزمون بیان CD۱۷۸ در دو گروه

متغیرها	گروهها	میانگین	انحراف استاندارد
پیش آزمون	تجربی	۴۳۹/۳۳	۳۲/۲۸۱
	کنترل	۴۹۴/۰۸	۶۴/۲۹
پس از دو ماه تمرین	تجربی	۲۵۷/۶۷	۸۴/۰۳۲
	کنترل	۴۸۸/۵۰	۶۶/۲۱۱
۲۴ ساعت بعد	تجربی	۲۲۴/۹۲	۴۸/۹۳۵
	کنترل	۴۴۳/۹۲	۹۰/۸۶۳

جدول۳. مقایسه درون‌گروهی میانگین CD۱۷۸ لنفوسیت‌ها با استفاده از اندازه‌گیری مکرر در گروه تجربی و کنترل

	مراحل نمونه گیری		میانگین±انحراف‌استاندارد	معنی‌داری
گروه تجربی	پیش آزمون	پس از دو ماه تمرین	۳/۱۹±۹۰/۸۱	*۰/۰۰۱
	پس از دو ماه تمرین	۲۴ ساعت بعد	۳۷/۸۷±۳۱/۳۲	*۰/۰۴۰
گروه کنترل	پیش آزمون	پس از دو ماه بی‌تمرینی	۴/۵۵±۴۳/۷۱	۰/۵۶۵
	پس از دوماه بی‌تمرینی	۲۴ ساعت بعد	-۱/۰۲±۵۱/۲۶	۰/۲۳۴

*نشان‌دهنده اختلاف معنی دار در اندازه‌گیری مکرر در گروه تجربی و کنترل در سطح P <۰/۰۵

بحث و نتیجه گیری

تمرینات منظم ورزشی می‌توانند فرآیند آپوپتوز را تنظیم کنند. نتایج این پژوهش نشان داد که انجام دو ماه تمرینات متعادل بدنسازی توسط گروه تجربی سبب کاهش معنی‌داری در بیان CD۱۷۸ شد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج حسنی و حبیبیان (۲۰۱۸)، دلفانی و همکاران (۲۰۲۱)، دورنل[1] و همکاران (۲۰۱۵) بود. گوردون[2] و همکاران (۲۰۱۱) نیز نتایجی همسو با پژوهش حاضر پس از بررسی

[1]. Dorneles
[2]. Gordon

۱۲ هفته تمرینات قدرتی فزاینده گزارش دادند. همچنین هاف[1] و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تأثیر بی وزنی شبیه‌سازی شده و تمرینات قدرتی را بر شاخص‌های ایمونولوژی، دریافتند که استراحت مطلق به طور قابل توجهی بر جمعیت سلول‌های ایمنی و غلظت سایتوکاین‌ها تأثیر داشته است. در کل فعالیت ورزشی متوسط می‌تواند تأثیر مطلوبی بر شاخص‌های مختلف ایمنی بگذارد. براون و همکاران (۲۰۱۴)، در بررسی تأثیر تمرین شدید و جنسیت بر توزیع مجدد لنفوسیت‌های T دریافتند گروه تمرینی دارای کمترین میزان در توزیع مجدد لنفوسیت‌های T بودند. زارعلی و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) با و بدون محدودیت کالری بر بیان ژن پروتیئن‌های کاسپاز ۳ و ۹ موش‌های نر صحرایی، نشان دادند گروه تمرین کاهش معنی‌داری در بیان پروتئین کاسپاز نُه نسبت به گروه محدودیت غذایی و تمرین داشت. همچنین گروه تمرین و تمرین و محدودیت غذایی کاهش معنی‌داری در میزان بیان پروتئین کاسپاز نه نسبت به گروه محدودیت غذایی، کنترل پایه و کنترل و کاهش معنی‌داری در میزان بیان پروتئین کاسپاز سه نسبت به گروه کنترل پایه و کنترل داشت.

اما نتایج این مطالعه، در پژوهشی که توسط دورنل و همکاران (۲۰۱۵)، درباره تأثیر تمرینات قدرتی بر شاخص‌های عملکرد ایمنی در زنان سالخورده انجام دادند، تأیید نشد؛ آن‌ها هیچ تغییر معنی‌داری در تکثیر لنفوسیت‌ها بین هیچ‌کدام از گروه‌های تجربی و کنترل در طول تمرین یا بعد از تمرین مشاهده نکردند. این عدم همخوانی می‌تواند به نوع برنامه تمرینی متوسط مورد استفاده در پژوهش جهت انطباق سیستم ایمنی بدن با تمرینات نسبت داده شود که منجر به بروز تأثیرات مثبت بر سیستم ایمنی با کاهش بیان CD95 در لنفوسیت‌ها شده است.

مقایسه بین شدت‌های مختلف فعالیت‌بدنی نیز نشان داد که تأثیر فعالیت شدید و متوسط بر آپوپتوز لنفوسیت‌ها متفاوت است. شروع فرآیند آپوپتوز نیازمند تمرین با شدت و یا آستانه ۴۰ تا ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی است؛ تا بتواند تأثیرات معنی‌داری در میزان آپوپتوز داشته باشد (ناوالتا و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر با گزارشات ارائه شده مورن[2] و همکاران (۲۰۱۲)، ناوالتا و همکاران (۲۰۰۷)، سیمسون و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد. تیمونس و همکاران (۲۰۰۶)، در بررسی بیان لنفوسیتی CD95 در حالت استراحت و در پاسخ به تمرینات شدید بدنی در کودکان و افراد بالغ سالم گزارش کردند که تعداد سلول‌های T دختران ۱۴ ساله در طول ورزش افزایش یافته است، در حالی که تعداد سلول CD95 وT به طور مشابه در تمام گروه ها افزایش یافته است. اما سلول‌های CD95, +B تغییری نکرده بودند. بر اساس نتایج گزارش شده در پژوهش‌های پیشین، انجام فعالیت بدنی شدید و کوتاه مدت موجب اختلال طولانی مدت در وضعیت انرژی‌زای میتوکندری سلول‌های محیطی خون و لکوسیت‌ها

[1]. Hoof
[2]. Mooren

می‌شود؛ به طوری که میزان گرایش این سلول ها را به آپوپتوز افزایش می‌دهد. از آنجایی‌که آپوپتوز بلافاصله بعد از تمرین شدید رخ می‌دهد، بنابراین تمرینات ورزشی دارای شدت متعادل می‌توانند از اثرات مخرب فعالیت‌های بدنی جلوگیری‌کند. برخی محققان افزایش معنی‌داری فرایند آپوپتوز لنفوسیت‌ها را به دنبال تمرین شدید بدنی در انسان گزارش داده‌اند (کولن[1]و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج به‌دست آمده پس از ۲۴ ساعت استراحت، نشان داد مقادیر آپوپتوز در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشته است (P=۰/۰۲۰). در حالی که این مقادیر در گروه کنترل نسبت به مرحله قبل تغییر معنی‌داری نداشت (P=۰/۴۹۶). این پدیده نشان داد که تمرینات متعادل قدرتی نسبت به بی‌تمرینی تأثیر مثبتی بر سیستم ایمنی بدن دارد (هانگ و همکاران، ۲۰۱۱؛ هاف و همکاران، ۲۰۱۴). در این راستا ناوالتا و همکاران (۲۰۰۷)، تأثیر شدت ورزش بر آپوپتوز لنفوسیت‌ها در فواصل زمانی پس از تمرین را بررسی نمودند. نتایج نشان داد، در فواصل زمانی ۲۰ دقیقه پس از ریکاوری شاخص آپوپتوز به طور معنی‌داری کمتر از مقادیر به دست آمده بلافاصله پس از تمرین بود. در حالی که ۴۰ دقیقه بعد از ریکاوری نتایج افزایش معنی دار ثانویه‌ای را نشان داد و یک ساعت بعد از تمرین شاخص آپوپتوز شبیه مقادیر قبل از تمرین شد. تمرینات شدید با کاهش زودگذر و موقتی لنفوسیت‌های در گردش ارتباط دارد که با نتایج ارائه شده توسط تانیمورا[2]و همکاران (۲۰۰۹)، کولن و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت.

لنفوسیتوپنیا که در مراحل ریکاوری بعد از تمرین اتفاق می‌افتد ممکن است برآیندی از آپوپتوز ناشی از افزایش بیان CD95 و کاهش پروتئین‌های تنظیم‌کننده مکمل CD95 و CD55 یا هر دوی آن‌ها باشد. نتایج پیشین نشان داد که لنفوسیتوپنیا یک ساعت پس از پروتکل‌های تمرین شدید و تمرین با شیب معکوس[3]رخ داده و تعداد CD95 لنفوسیت ها بلافاصله پس از تمرین شدید و تمرین با شیب معکوس افزایش یافته است (سیمپسون و همکاران، ۲۰۰۷). کروگر و همکاران (۲۰۱۱)، دریافتند که ۳ ساعت پس از تمرینات شدید قدرتی افزایش معنی‌داری در آپوپتوز لنفوسیت‌ها ایجاد می‌شود.

نتایج به دست آمده در این پژوهش، یافته‌های پیشین (مورن و همکاران، ۲۰۰۴؛ وانگ و لین، ۲۰۱۰) را تأیید نکردند. آن‌ها نشان دادند که رقابت ماراتن می‌تواند موجب آپوپتوز لفوسیت‌ها پس از سه ساعت و کاهش آن در روز بعد شود. نکته قابل تأمل در یافته‌های این محققان، عدم مشاهده آپوپتوز معنی‌دار در ورزشکاران دارای آمادگی جسمانی بالا بود. آن‌ها برای تعیین شدت آپوپتوز از بیان گیرنده مرگ و لیگاندها[4]استفاده کردند و اظهار داشتند که فعالیت‌هایی مانند دو ماراتن و دویدن وامانده‌ساز بر روی تردمیل موجب افزایش بیان گیرنده‌های مرگ و لیگاندهای آن‌ها می‌گردد. افزایش سطح بیان گیرنده‌های مرگ و لیگاندها ممکن است نشان‌دهنده

---

1. Cullen
2. Tanimura
3. Downhill treadmill running
4. Death receptors and ligands

پتانسیل زیاد القاءکننده آپوپتوز این گونه از فعالیت‌ها باشد در حالی که دویدن بر روی نوارگردان با شدت کم چنین اثراتی را به دنبال ندارد. به نظر می‌رسد اختلاف، ناشی از تفاوت در توده عضلانی درگیر و نیز استرس‌های فیزیولوژیکی حاصل بین دو نوع پروتکل تمرینی باشد. شواهد حاکی از آن است که میزان آمادگی افراد ممکن است بر میزان لنفوسیت‌های آپوپتوز شده به صورت معکوس تأثیر بگذارد.

تفاوت بین دو گروه مورد بررسی در پژوهش حاضر نشان‌دهنده تأثیر مثبت فعالیت ورزشی مناسب بر تقویت سیستم ایمنی بدن بود. بر اساس مطالعات انجام شده، پاسخ حاد سیستم ایمنی به تمرینات ورزشی افزایشی می‌باشد اما این افزایش به شدت و مدت تمرینات بستگی دارد. به طور کلی می‌توان گفت که تمرینات ورزشی می‌تواند در تعدیل میزان آپوپتوز مؤثر باشد؛ در پژوهش‌های مختلف، در پاسخ حاد به ورزش، عدم تغییر و یا افزایش آپوپتوز و در پاسخ مزمن به تمرینات ورزشی، کاهش آپوپتوز مشاهده شده است. اگرچه باز هم نیاز به مطالعاتی با کیفیت بالا و حجم نمونه کافی در این زمینه احساس می‌شود.

تشکر و قدردانی: بدینوسیله از کلیه عزیزانی که در انجام پژوهش حاضر بنده را یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌کنم.

منابع

Brown, F.F., Bigley, A.B., Sherry, C., Neal, C.M., Witard, O.C., Simpson, R.J., Galloway, S.D.R. (2014). Training status and sex influence on senescent T-lymphocyte redistribution in response to acute maximal exercise. Brain, Behavior, and Immunity, 39, 152–159.

Cullen, S.P., Henry, C.M., Kearney, C.J., Logue, S.E., Feoktistova, M., Tynan, G.A. (2013). Fas/CD95-Induced Chemokines Can Serve as "Find-Me" Signals for Apoptotic Cells. Molecular Cell, 19(13), 1034-1048.

Dorneles, G.P., Colato, A.S., Galvão, S.L., Ramis, T.R., Ribeiro, J.L. (2015). Acute response of peripheral CCr5 chemoreceptor and NK cells in individuals submitted to a single session of low-intensity strength exercise with blood flow restriction. Clinical Physiology and Functional Imaging, 35.

Delfani N, Peeri M, Matin Homaee H. (2021). Effect of Aerobic Exercise and Hydroalcoholic Extract of Tribulus Terrestris on Mitochondrial Oxidative Stress Markers in Heart Tissue of Rats Poisoned With Hydrogen Peroxide. cmja. 11 (1): 30-43. (Persian)

Eslami R, Heidary D, Mehdipour A, Heidari S. (2021). The Effects of Acute Exercise and Exercise Training onPlasma Fibrinogen Levels in Healthy Individuals:A Meta-Analysis. Sci J Iran Blood Transfus Organ. 18 (2): 127-141. (Persian)

Gordon, P.M., Liu, D., Sartor, M.A., IglayReger, H.B., Pistilli, E.E., Gutmann, L, Nader, G.A., & Hoffman, E.P. (2011). Resistance exercise training influences skeletal muscle immune activation: a microarray analysis. Journal Apply Physiology, 112(3), 443-453 .

Hovanloo, F., Arefirad, T., Ahmadizad, S. (2013). Effects of sprint interval and continuous endurance training on serum levels of inflammatory biomarkers. Journal of Diabetes & Metabolic Disorders, 12, 22. Doi: 10.1186/2251-6581-12-22.

Hoff, P., Belavý, D.L., Huscher, D., Lang, A., Hahne, M., Kuhlmey, A.K, Maschmeyer, P., Armbrecht, G., Fitzner, R., Perschel, F.H., Gaber, T., Burmester, G.R., Straub, R.H., Felsenberg, D., Buttgereit, F. (2014). Effects of 60-day bed rest with and without exercise on cellular and humeral immunological parameters. Cellular & Molecular Immunology, online publication, 1-10.

Huang, Ch.Y., Yang, A.L., Lin, Y.M., Wu, F.N., Lin, J.A., Chan, Y, Lin, J.A., Chan, .YS., Tsai, F.J., Tsai, CH., Kuo, CH., Lee, S.D. (2011). Anti-apoptotic and pro-survival effects of exercise training on hypertensive hearts. Journal Apply Physiology, 112(5), 883-891.

Hasani S, Habibian M. The effect of regular high-intensity interval exercise on some apoptotic factors in the brain tissue of old female rats. Feyz 2018; 22(2): 128-33. (Persian)

Jahani G R, Entezami K, Haydari H, Abkar A, Mollasaeidi Z. (2013). The effect of intensive activity and regular exercise with carbohydrate ingestion on cell-mediated immunity. RJMS. 19 (104) :43-59. (Persian)

Jokar M, Sherafati Moghadam M. (2022). Effect of 4 weeks of High-Intensity Interval Training on P53 and Caspase-3 Proteins Content in the Heart Muscle Tissue of Rats with Type 1 Diabetes. JSSU. 29 (11) :4255-4267. (Persian)

Koch, M., Hussein, F., Woeste, A., Gründker, C., Frontzek, K., Emons, G., Hawighors, T. (2011). CD36 mediated activation of endothelial cell apoptosis by an N. terminal recombinant fragment of thrombospondin.2 inhibits breast cancer growth and metastasis in vivo. Breast Cancer Research and Treatment, 128(2), 337-346.

Krüger, K., Mooren, F.C. (2014). Exercise-induced leukocyte apoptosis. Exercise Immunology Review, 117-134.

Kruger, K., Agnischock, S., Lechtermann, A., Tiwari, S., Mishra, M., Pilat, et al. (2011). Intensive resistance exercise induces lymphocyte apoptosis via cortisol and glucocorticoid receptor-dependent pathways. Journal Apply Physiology, 110(5), 1226-1232.

Mooren, F.C, Volker, K., Klocke, R., Nikol, S., Waltenberger, J., Kruger, K. (2012). Exercise delays neutrophil apoptosis by a G, CSF, and dependent mechanism. Journal Apply Physiology, 113(7), 1082-1090.

Margaritelis, N.V., Kyparos, A., Paschalis, V., Theodorou, A.A., Panayiotou, G., Zafeiridis, A., et al. (2014). Reductive stress after exercise: The issue of redox individuality, Redox Biology, 2, 520–528.

Mooren, F.C., Lechtermann, A., Volker, K. (2004). Exercise-induced apoptosis of lymphocytes depends on training status. Medicine & Science in Sports & Exercise, 36(9), 1476-1483.

Mooren, F.C., Krüger, K. (2015). Exercise, Autophagy, and Apoptosis. Progress in Molecular Biology and translational Science135, http://dx.doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.07.023.

Mooren FC, Kruger K. (2015). Apoptotic lymphocytes induce progenitor cell mobilization after exercise. Journal Apply physiology, 119 (2), 135–139.

Navalta, J.W., McFarlin, B.K., Lyons, T.S. (2010). Does exercise really induce lymphocyte apoptosis? Frontiers in Bioscience, (Elite Ed), 2, 478-88.

Navalta, J.W, Sedlock, D.A, Park KS. (2007). Effect of exercise intensity on exercise induced lymphocyte apoptosis. International Journal of Sports Medicine, 28(6), 539-542.

Navalta, J.W., McFarlin, B.K., Lyons, T.S., Faircloth, J.C., Bacon, N.T., Callahan, Z.J. (2009). Exercise induced lymphocyte apoptosis attributable to cycle ergometer exercise in endurance, trained individuals. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 34(4), 603-608.

Neves, P.R.D.S., Tenório, T.R.D.S., Lins, T.A., muniz, M.T.C., Curi, T.C.P., Botero, G.P., Prado, W.L.D. (2015). Acute effects of high- and low-intensity exercise bouts on leukocyte counts. Journal of Exercise Science & Fitness, 13(1), 24–28.

Niazi, S., Mirdar, Sh., Bazar, B., Hamidian, Gh., Talebi, V. (2022). evaluation of HIF -1α response and the rate of bronchial and bronchiole apoptosis in lung tissue of male wistar rats in case of decreased exercise load and hypobaric hypoxia conditions belonging to high - intensity interval training. Studies in Medical Sciences, Vol. 32(6), 437-447. (Persian)

Otsuki, T., Shimizu, K., Iemitsu, M., Kono, L. (2012). Chlorella intake attenuates reduced salivary SIgA secretion in kendo training camp participants. Nutrition Journal, 11, 103. Doi: 10.1186/1475-2891-11-103.

Simpson, R.J., Florida-James, G.D., Whyte, G.P., Black, J.R., Ross, J.A., Guy, K. (2007). Apoptosis does not contribute to the blood lymphocytopenia observed after intensive and downhill treadmill running in humans. Research in Sports Medicine, 15(3), 157-174.

Steinbacher, P., Eckl, P. (2015). Impact of Oxidative Stress on Exercising Skeletal Muscle. Biomolecules, 5(2), 356–377.

Simpson, R.J. (2011). Aging, Persistent Viral Infections, and Immunosenescence: Can Exercise "Make Space". Exercise Sport Science Review 39(1), 23-33.

Simpson RJ, Kunz H, Agha N, Graff R. (2015). Exercise and the regulation of immune functions. Progress in Molecular Biology and Translational Science. 135: 355-380.

Tayebi, S.M., Alinejad, A.H., Shafaee, S.H., Ashori, G.R. (2014). Short-Term Effects of Oral Feeding Jujube Zizi plus Solution before a Single Session of Circuit Resistance Exercise on Apoptosis of Human Neutrophil. Annals of Applied Sport Science, 2(1), 53-68. (Persian).

Tanimura, Y., Kon, M., Shimizu, K., et al. (2009). Effect of 6-day intense Kendo training on lymphocyte counts and its expression of CD95. European Journal of Applied Physiology, 107(2), 227–233.

Timmons, B.W., Bar-Or, O. (2006). Lymphocyte expression of CD95 at rest and in response to acute exercise in healthy children and adolescents. Brain, Behavior, and Immunity, 2192007), 442–449.

Wang, J.S., Lin, Ch.T. (2010). Systemic hypoxia promotes lymphocyte apoptosis induced by oxidative stress during moderate exercise. European Journal Apply Physiology, 108(2), 371-382.

Zarali M., Etemad Z., Azizbeigi K., Karimi P. (2020). Effect of 8 Weeks of High Intensity Interval Training (HIIT) With and Without Calorie Restriction on Gene Expression of Caspase-3 and Caspase-9 Proteins in Male Rats. J Arak Uni Med Sci. 23 (3): 300-313. (Persian).