حرکت
شمارهٔ ۲۶ – ص ص : ۱۲۵- ۱۰۷
تاریخ دریافت : ۱۱/ ۰۴/ ۸۴
تاریخ تصویب : ۰۵ / ۰۷/ ۸۴

تأثیر شش هفته تمرین مداوم و متناوب هوازی بر سیستم ایمنی همورال موش‌های صحرایی مادهٔ مسن

دکتر فاطمه شب خیز[1] _ دکتر محمدتقی خانی _ دکتر توراندخت امینیان رضوی _ دکتر محمد زهیر حسن _ دکتر علی‌اصغر رواسی

استادیار دانشگاه تهران _ دانشیار گروه بیوشیمی دانشگاه تربیت مدرس _ استادیار دانشگاه تهران _ استاد گروه ایمونولوژی دانشگاه تربیت مدرس _ استادیار دانشگاه تهران

چکیده

کاهش توانایی و عملکرد سیستم ایمنی زندگی افراد را تحت تأثیر قرار می‌دهد و افزایش هزینه‌های بهداشتی، کلینیکی و حتی افزایش مرگ و میر را به دنبال دارد. محققان براین باورند که یکی از روش‌های جلوگیری از کاهش توانایی و عملکرد سیستم ایمنی بخصوص با افزایش سن، فعالیت‌های جسمانی و ورزشی است. باتوجه بر این باور، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر اجرای دو روش تمرینی مداوم و متناوب به مدت ٦ هفته بر سیستم ایمنی موش‌های صحرایی مادهٔ مسن انجام شد. این تحقیق از نوع تجربی و آزمایشگاهی است. نمونهٔ آماری این تحقیق را ٢٤ سر موش صحرایی مادهٔ مسن (سن = ۲۰ ماه و وزن ۳۰۰ ± ۱۰ گرم) از نژاد Wistar تشکیل می‌دهند که به طور تصادفی به ۳ گروه تداومی، تناوبی و کنترل تقسیم شدند. پس از اجرای پروتکل تمرینی (٦ هفته دویدن بر روی نوار گردان) از نمونه‌ها خونگیری شد. به‌منظور بررسی نتایج آزمایشگاهی شاخص‌های سیستم ایمنی همورال، از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی (تست t پیوسته وANOVA one- way و روش تعقیبیScheffe و$P= ۰/۰۵$) استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که ٦ هفته تمرین تداومی هوازی فزاینده تأثیر معنی‌داری بر وزن ($P= ۰/۰۰۱$)، تعداد گلبول‌های سفید خون ($P= ۰/۰۳۱$) و ایمونوگلوبولین A ($P= ۰/۰۴۹$) و ایمونوگلوبولین M ($P = ۰/۰۱٤$) از شاخص‌های سیستم ایمنی همورال موش‌های صحرایی مادهٔ مسن دارد. همچنین تأثیر ٦ هفته تمرین تناوبی هوازی فزاینده بر گلبول‌های سفید خون ($P= ۰/۰۰۱$)، لمفوسیت ($P = ۰/۰٤۰$) و وزن ($P= ۰/۰۰۵$) موش‌های صحرایی مادهٔ مسن معنی‌دار است.

واژه‌های کلیدی

تمرین تداومی[2]، تمرین تناوبی[3]، سیستم ایمنی همورال[4]، ایمونوگلوبولین[5]، موش‌های صحرایی[6].

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

---

1 - Email :shohrehshabkiz@hotmail.com
2 - Continuous Training
3 - Interval Training
4 - Humoral Immune System
5 - Immunoglobulin
6 - Wistar Rat

مقدمه

توانایی‌های بدن برای بازشناسی عوامل بیگانه و مبارزه با آنها فوق العاده پیچیده است و تمام پاسخ‌های دفاعی بدن با این عوامل در سیستم ایمنی به وقوع می‌پیوندد. در ۲۰ سال گذشته تحول اساسی در شناخت سیستم ایمنی و نقش آن صورت گرفته است. پیشرفت‌های به دست آمده در روش‌های کشت سلول، روش *DNA* نوترکیبی و بیوشیمی پروتئین‌ها، ایمونولوژی را از یک علم ابتدایی به علمی تبدیل کرده که در آن انواع پدیده‌های ایمنی به یکدیگر مربوط بوده و ویژگی‌های خاصی دارند.افراد سالم به کمک مکانیسم‌های دفاعی شامل ایمنی طبیعی[1] (ذاتی) و اکتسابی[2] (اختصاصی) به مقابله و دفاع علیه عوامل بیگانه محیطی می‌پردازند. ایمنی اختصاصی شامل لمفوسیت‌ها[3] و محصولات ترشحی آنها مثل آنتی‌بادی‌هاست. پاسخ‌های ایمنی اختصاصی براساس اجزای دخیل در ایجاد آنها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱. ایمنی به واسطهٔ سلول یا سیستم ایمنی سلولی[4] که توسط لنفوسیت‌های *T* به وجود می‌آید

۲. ایمنی هومورال که توسط مولکول‌های موجود در خون به نام آنتی بادی (مسئول تشخیص و حذف اختصاصی آنتی ژن) به وجود می‌آید.

لنفوسیت‌ها شامل زیرمجموعه‌های مشابهی هستند که از نظر مورفولوژی مشابه ولی از نظر اعمال و محصولات پروتئینی کاملاً با یکدیگر تفاوت دارند. ردهٔ اول لنفوسیت‌ها سلول‌های *T* هستند که آنتی بادی (یک مولکول ایمونوگلوبولین است که با آنتی‌ژن خاصی واکنش نشان می‌دهد) تولید نمی‌کنند. در صورتی که ردهٔ دوم از لنفوسیت‌ها که سلول‌های *B* می‌باشند قادر به تولید آنتی بادی هستند.

ایمونوگلوبولین‌ها مولکول‌های گلیکوپروتئینی هستند که توسط سلول‌های *B* و پلاسما سلها[5] ساخته شده و ترشح می‌شوند. ایمونوگلوبولین‌ها که ۲۰ درصد مولکول‌های پلاسما را تشکیل

1 - Innate Immune System
2 - Adaptive Immune System
3 - Lymphocyte
4 - Cellular Immune system

۵ – Plasma Cells سلول های تمایز یافته ای هستند که قابلیت تقسیم میتوز را ندارند و محل تولید و ترشح آنتی بادی ها به شمار می روند.

می‌دهند، شامل *IgG* که عمده‌ترین ایمونوگلوبولین سرم، *IgA* که ایمونوگلوبولین غالب در ترشحات بزاقی و *IgM* که ۱۰ درصد ایمونوگلوبولین سرمی را تشکیل می‌دهند، می‌شود. *IgD* یکی دیگر از ایمونوگلوبولین‌های سرمی و *IgE* که در پاسخ‌های حساسیتی نقش دارد نیز وجود دارند. باتوجه به نقش مرکزی آنتی بادی‌ها در دفاع میزبان علیه میکروب‌های عفونت زا، پاسخ ایمونوگلوبولین‌های سرمی به ورزش و ارتباط آنان با یکدیگر کمتر مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته است (۳). تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که سطوح *Ig* در ورزشکاران کمتر از گروه شاهد یا حتی غلظت سرمی سطوح *IgA* و *IgM* و *IgG* ، ۱۰ درصد کمتر از مقادیر طبیعی است (۱۷).

راکر و همکاران[1] گزارش دادند که *IgG* و *IgM* دونده‌های استقامتی کمتراز غیر ورزشکاران است. ولی در غلظت *IgA* تفاوتی دیده نمی‌شود (۳۲). همچنین تحقیقات نشان می‌دهد که ایمونوگلوبولین‌های سرمی پس از ورزش‌های کوتاه یا طولانی مدت فقط کمی تغییر می‌کند یا هیچ‌گونه تغییری در ایمونوگلوبین‌های سرمی دیده نمی‌شود (۱، ۱۷، ۱۸، ۲۶ و ۳۰). نتایج تحقیقی که روی زنانی (قبل از دوران یائسگی) که دارای فعالیت متوسط بودند انجام شد، نشان داد که ۴۵ دقیقه پیاده‌روی یا۶۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه سبب افزایش قابل توجهی در ایمونوگلوبولین‌های سرمی (*IgA, IgG, IgM*) می‌شود و میزان این تغییرات در همهٔ ورزشکاران کمتر از ۱۰ درصد بود. آنها همچنین با تحقیق روی زنان چاق و بی‌تحرک و ساکن ۵۰ ساله دریافتند که ۱۵ هفته پیاده روی متوسط موجب افزایش ۲۰ درصد ایمونوگلوبولین‌های *G* ، *M* و *A* پس از ۶ و ۱۵ هفته تمرین می‌شود اما این افزایش نسبت به گروه شاهد معنی‌دار نیست (۲۷).

مایکل‌و همکاران[2] (۱۹۹۶) پس از ۳۰ دقیقه دوچرخه سواری با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه مشاهده کردند که بعد از ۱۲ هفته تمرین متوسط در ۱۱ مردی که قبلاً تمرین نداشتند، هیچ‌گونه تغییری در غلظت سرمی *IgG, IgM, IgA* دیده نشد (۲۴).

تحقیقات روی موش‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی متوسط تولید آنتی‌بادی‌های اختصاصی را تحریک می‌کند. داگلاس[3] (۱۹۷۴) در تحقیق خود روی موش‌های

1 - Rocker L, et al
2 - Mitchell J.B. et al
3 - Douglass J.H

آزمایشگاهی (روزی دو تکرار به مدت ۱۱ هفته تمرین شنا) دریافتند که پاسخ ثانویه به ایمن سازی به طور معنی‌داری تسهیل می‌شود. در این تحقیق سطح آنتی بادی در گروه ورزشی تا ١٤ روز پس از تمرین ۵۰ درصد بیشتر از گروه شاهد بود (۱۲).

لیو و وانگ[1] (۲۲) و کافمن و همکاران[2] (۲۱) با اجرای ۲۳ روز دو متوسط روی نوارگردان نشان دادند که پاسخ ثانویهٔ آنتی ژنی ۱۰ روز بعد از اولین تزریق، ایمنی سازی سطح آنتی بادی را ۳ تا ۵ برابر افزایش می‌دهد و تا ١٦ هفته پس از اولین ایمن سازی نیز دوام پیدا می‌کند. آنها گزارش دادند که ورزش کردن روی دو نوع پاسخ اولیه و ثانویه تأثیر معنی‌داری دارد. در مقابل راجر و کولمن[3] (۱۰) هفته‌ها بعد از ورزش اختیاری در موش‌های صحرایی هیچ گونه افزایشی در تولید آنتی بادی اختصاصی مشاهده نکردند. از طرف دیگر، سالخوردگی[4]، با کاهش عملکرد ایمنی و در نتیجه افزایش بروز سرطان، بیماری‌های عفونی و... همراه است. همچنین مانند بسیاری از تغییرات مربوط به سن، متغیرهای دیگری نیز با افزایش سن افت می‌کند و موجب بروز علائم سالخوردگی مانند نارسایی تغذیه‌ای، عدم تحرک جسمانی، افزایش وزن و میزان چربی ذخیرهٔ بدن و شیوع بیماری‌های خاص سالخوردگی می‌شوند و می‌توانند به طور وابسته و غیروابسته سیستم ایمنی را تحت تأثیر قرار دهند (۳).

یکی از نتایج سالخوردگی در بیشتر کشورها، افزایش هزینه‌های درمانی است که لزوم یافتن روش‌های غیرپزشکی ارزان مانند فعالیت‌های بدنی و ورزش منظم در این کشورها احساس می‌شود. فعالیت‌های ورزشی منظم که سبب افزایش کارایی و بهبود عملکرد سیستم ایمنی سلولی و هومورال در جمعیت جوان‌تر می‌شود، ممکن است علاوه بر افزایش توانایی این سیستم در جمعیت سالخوردگان، به کاهش هزینه‌های پزشکی نیز کمک کند. به نسبت جوان‌ترها، در مورد آثار ورزش بر عملکرد سیستم ایمنی در افراد مسن و سالخورده تحقیقات کمتری صورت گرفته است. تحقیقات انجام شده نیز بیشتر روی پاسخ ایمنی به ورزش حاد[5] در افراد مسن[6] تمرین کرده و

1 - Liu Y.G. et al
2 - Kaufman J.C. et al
3 - Coman K.J and Rager D.R.et a.
4 - Aging
5 - Acute Exercise
6 - Old People

تمرین نکرده است (٤، ٥، ٦، ٩، ١١ و ١٥). همچنین به نسبت تمرینات شدید و طولانی تحقیقات کمتری در مورد تأثیر تمرینات زیر بیشینه و هوازی بر شاخص‌های سیستم ایمنی هومورال (ایمونوگلوبولین‌ها، گلبول‌های سفید خون[1] و زیر مجموعه‌های آن) بخصوص در زنان انجام شده است. نتایج حاصل از این تحقیقات اندک هم، در خصوص پاسخ سیستم ایمنی هومورال متناقص است، که علت آن را به نوع، شدت و مدت تمرینات، تأثیر هورمون‌های استرسی و ویژگی و حساسیت ابزارهای اندازه‌گیری و عدم کنترل تغذیه (بخصوص در آزمون‌های انسانی) نسبت می‌دهند (١٩، ٢٨ و ٢٩). از این‌رو باتوجه به تأثیر برنامه‌های تمرینی مختلف با شدت و مدت‌های گوناگون و تأثیر اجرای این برنامه‌ها بر پاسخ‌های سیستم ایمنی هومورال، این تحقیق سعی دارد با استفاده از دو روش تمرینی مداوم و متناوب هوازی فزاینده، متغیرهایی چون تعداد گلبول‌های سفید خون، نوتروفیل‌ها، لمفوسیت‌ها و نیز ایمونوگلوبولین‌های *G,M,A* را در موش‌های صحرایی مادهٔ مسن تمرین‌کرده بسنجد و آنها را با گروه کنترل و نیز نتایج حاصل از دو روش را با یکدیگر مقایسه کند.

این تحقیق از نوع تجربی و آزمایشگاهی است و جامعهٔ آماری آن را ٢٤ سر موش صحرایی مادهٔ مسن (سن = ٢٠ ماه و وزن ٣٠٠ ±١٠ گرم) از نژاد *Wustar* تشکیل می‌دهند که از مرکز تحقیقات انستیتو پاستور ایران تهیه شده بودند. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه حیوانات دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، به مدت ٤ هفته با رعایت شرایط خاص (چرخهٔ نور به نسبت ١٢ به ١٢، دما ١ ±٢٠ درجهٔ سانتی‌گراد، رطوبت ٤٥ تا ٦٥ درصد) برای انطباق با محیط جدید نگهداری شدند. غذای مصرفی آنها، شامل ١٠ گرم پلت به ازای هر ١٠٠ گرم وزن در روز (دبلیو ـ اچ ـ وهیه)[2] بود و آب نیز در بطری‌های مخصوص ٥٠٠ گرمی به طور آزاد در اختیار آزمودنی‌ها قرار داشت. پس از دورهٔ انطباق پذیری، نمونه‌ها به طور تصادفی به ٣ گروه تداومی، تناوبی و کنترل تقسیم و پروتکل تمرینی گروه‌های تداومی و تناوبی به شرح زیر برای هر گروه تدوین شد و به مدت ٦ هفته روی نوار گردان مخصوص موش‌های صحرایی اجرا گردید. قبل از شروع و پس از پایان پروتکل تمرینی، از نمونه‌ها خونگیری شده و با استفاده از روش الایزا،

1 - With Blood Cell (WBC)
2 - W.H.Whihe

ایمونوگلوبولین‌های G، M و A سرمی اندازه‌گیری و نتایج حاصله با استفاده از روش آماری تست t پیوسته و *ANOVA one - way* و روش تعقیبی *Scheffe* مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین به‌منظور اطمینان از نرمال بودن توزیع آزمودنی‌ها در هر سه گروه تداومی، تناوبی و کنترل، از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. سطح انتخاب‌شده برای معنی‌دار بودن تأثیر ٦ هفته تمرین هوازی فزاینده بین گروه‌ها و درون هر گروه $P = ۰/۰۵$ بود. برای محاسبات و تجزیه و تحلیل آماری از برنامهٔ نرم‌افزاری *SPSS:pc* (۱۱/۵) استفاده شد.

پروتکل تمرینی هفتگی (با تکرار ۵ روز در هفته) برای دو گروه آزمودنی

هفته	گروه تداومی	گروه تناوبی
۱	۱۴ دقیقه با سرعت ۱۲ متر در دقیقه	۲ تکرار ۷ دقیقه ای با سرعت ۱۲ متر در دقیقه
۲	۱۹ دقیقه با سرعت ۱۲ متر در دقیقه	۲ تکرار ۹/۵ دقیقه ای با سرعت ۱۲ متر در دقیقه
۳	۲۴ دقیقه با سرعت ۱۳ متر در دقیقه	۲ تکرار ۱۲ دقیقه ای با سرعت ۱۳ متر در دقیقه
۴	۲۹ دقیقه با سرعت ۱۴ متر در دقیقه	۲ تکرار ۱۴/۵ دقیقه ای با سرعت ۱۴ متر در دقیقه
۵	۳۶ دقیقه با سرعت ۱۵ متر در دقیقه	۳ تکرار ۱۲ دقیقه ای با سرعت ۱۵ متر در دقیقه
۶	۲۳/۵ دقیقه با سرعت ۱۶ متر در دقیقه	۳ تکرار ۱۴/۵ دقیقه ای با سرعت ۱۶ متر در دقیقه

نتایج و یافته‌های تحقیق

آزمون کلموگروف - اسمیرنوف به‌منظور اطمینان از نرمال بودن توزیع آزمودنی‌ها در گروه‌های تداومی، تناوبی و کنترل قبل از شروع پروتکل تمرینی انجام شد. نتایج نشان داد که توزیع در هر سه گروه نرمال است. ٢٤ تا ٣٠ ساعت پس از تمرین و ١٤ تا ٢٠ ساعت ناشتایی، پیش و پس از اجرای پروتکل تمرینی، از آزمودنی‌ها توسط جراح دامپزشک خونگیری به عمل آمد و نمونه‌ها برای تعیین سطح شاخص‌های سیستم ایمنی همورال (گلبول‌های سفیدخون، نوتروفیل، لمفوسیت، ایمونوگلوبولین G ، ایمونوگلوبولین M ، ایمونوگلوبولین A) در حداقل زمان به آزمایشگاه فرستاده شد. سپس با استفاده از تست t وابسته، میزان تأثیر ٦ هفته تمرین هوازی فزاینده بین پیش آزمون با پس آزمون در گروه‌های تداومی و تناوبی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. یافته‌های تحقیق به شرح جدول ۱ است.

جدول ۱ – آمار توصیفی شاخص‌های سیستم ایمنی همورال در گروه تداومی

شاخص های اماری / شاخص های سیستم ایمنی	آزمون ها	میانگین	انحراف معیار	خطای معیار میانگین	مقدار آماره t	Sig.
گلبول های سفید خون	پیش آزمون	۵۳۵۰	۱۰۳۷/۸۵	۳۶۶/۹۴	-۲/۶۹۵	۰/۰۳۱*
	پس آزمون	۶۵۰۰	۱۴۳۰/۲۸	۵۰۵/۶۸		
نوتروفیل	پیش آزمون	۲۸	۴/۶۳	۱/۶۴	-۲/۰۲۰	۰/۰۸۳
	پس آزمون	۳۶/۸۸	۹/۲۸	۳/۲۸		
لمفوسیت	پیش آزمون	۶۵/۶۳	۶/۷۴	۲/۳۸	۲/۳۳۲	۰/۰۶۱
	پس آزمون	۵۷/۷۵	۷/۳۸	۲/۶۱		
ایمونوگلوبولین G میلی گرم در دسی لیتر	پیش آزمون	۲۴۸/۸۸	۲۲/۴۵	۷/۹۴	۰/۸۲۹	۰/۴۳۴
	پس آزمون	۲۴۳/۳۸	۱۸/۹۲	۶/۶۹		
ایمونوگلوبین M میلی گرم در دسی لیتر	پیش آزمون	۱۱/۲۵	۲/۷۶	۰/۹۸	۳/۲۴۰	۰/۰۱۴*
	پس آزمون	۹/۷۵	۲/۶۰	۰/۹۲		
ایمونوگلوبین A میلی گرم در دسی لیتر	پیش آزمون	۱/۵۰	۰/۳۵	۰/۱۹	-۲/۳۷۶	۰/۰۴۹*
	پس آزمون	۲/۱۳	۰/۹۹	۰/۳۵		
وزن به گرم	پیش آزمون	۳۲۲/۷۵	۸/۱۴	۲/۸۸	۵/۶۲۵	۰/۰۰۱*
	پس آزمون	۳۱۴	۶/۳۹	۲/۲۶		

$P = ۰/۰۵$ و *= اختلاف معنی‌دار است.

باتوجه به نتایج ارائه شده در جدول ۱ می‌توان گفت: الف) اجرای ٦ هفته تمرین تداومی هوازی فزاینده، تأثیر معنی‌داری بر تعداد نوتروفیل ($t = -۲/۰۲۰$، $p=۰/۰۸۳$)، لمفوسیت ($t=۲/۲۳۲$، $p= ۰/۰٦۱$) و ایمونوگلوبولین G ($t = ۰/۰۸۲۹$ ، $P= ۰/٤۳٤$)، موش‌های صحرایی مادهٔ مسن ندارد.

ب) اجرای ٦ هفته تموین تداومی هوازی فزاینده تأثیر معنی داری بر وزن ($t= ۵/٦۲۵$، $p =۰/۰۰۱$)، تعداد گلبول‌های سفید خون ($t = -۲/٦۹۵$ ، $P= ۰/۰۳۱$)، ایمونوگلوبولین A (t - -۲۳۷٦ ،

P = ۰/۰۴۹) و ایمونوگلوبولین M (t = ۳/۲۴۰ ، P = ۰/۰۱٤) موش‌های صحرایی مادهٔ مسن دارد.

جدول ۲ – آمار توصیفی شاخص‌های سیستم ایمنی هومورال در گروه تناوبی

شاخص های اماری / شاخص های سیستم ایمنی	آزمون ها	میانگین	انحراف معیار	خطای معیار میانگین	مقدار آماره t	Sig.
گلبول های سفید خون	پیش آزمون	۵۲۷۵	۱۰۳۷/۸۵	۲۶۷/۷۶	-۵/۰۶۶	۰/۰۰۱*
	پس آزمون	۶۵۷۵	۷۷۵/۹۸	۲۷۴/۳۵		
نوتروفیل	پیش آزمون	۲۷/۳۸	۳/۵۰	۱/۲۴	۰/۵۷۷	۰/۵۸۲
	پس آزمون	۲۶/۳۸	۶/۰۲	۲/۱۳		
لمفوسیت	پیش آزمون	۶۴/۱۳	۶/۴۷	۲/۲۹	-۲/۵۱۰	۰/۰۴۰*
	پس آزمون	۶۸/۶۳	۵/۶۳	۱/۹۹		
ایمونوگلوبولین G میلی گرم در دسی لیتر	پیش آزمون	۲۴۴/۳۸	۲۳/۱۰	۸/۱۸	-۱/۳۲۳	۰/۲۲۷
	پس آزمون	۲۷۴	۵۲/۰۸	۱۸/۴۱		
ایمونوگلوبین M میلی گرم در دسی لیتر	پیش آزمون	۱۱/۲۵	۲/۹۲	۱/۰۳	۰/۶۲۴	۰/۵۵۳
	پس آزمون	۱۰/۲۵	۳/۸۳	۱/۳۲		
ایمونوگلوبین A میلی گرم در دسی لیتر	پیش آزمون	۱/۵۰	۰/۵۳	۰/۱۹	-۱/۹۳۰	۰/۰۹۵
	پس آزمون	۲/۱۳	۱/۲۵	۰/۴۴		
وزن به گرم	پیش آزمون	۳۲۸/۱۳	۲/۸۰	۰/۹۹	۴/۰۰۰	۰/۰۰۵*
	پس آزمون	۳۲۴/۱۳	۳/۲۳	۱/۱۴		

P = ۰/۰۵ و *= اختلاف معنی‌دار است.

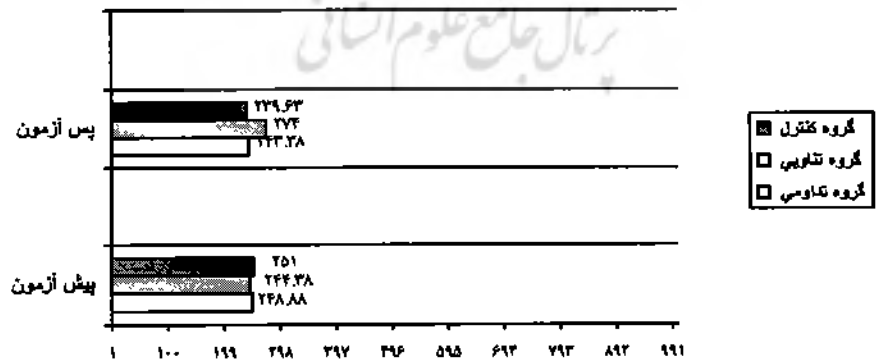
جدول ۲ نشان می‌دهد: اجرای ٦ هفته تمرین تناوبی هوازی فزاینده تأثیر معنی داری بر گلبول‌های سفید خون(t= -۵/۰٦٦، P = ۰/۰۰۱)، لمفوسیت (t = -۲/۵۱۰، P= ۰/۰٤۰) و وزن (t =٤/۰۰۰ ، P = ۰/۰۰۵) موش‌های صحرایی مادهٔ مسن دارد، ولی این تأثیر بر نوتروفیل (t =۰/۵۷۷ ، P= ۰/۵۸۲)، ایمونوگلوبولین G (t = -۱/۳۲۳ ، P = ۰/۲۲۷)، ایمونوگلوبولین M (t =۰/٦۲٤ ، P = ۰/۵۵۳)، و ایمونوگلوبولین A (t = -۱/۹۳۰ ، P= ۰/۰۹۵) معنی‌دار نیست. همچنین برای تعیین

تأثیر معنی‌دار ٦ هفته تمرین هوازی فزاینده در بین گروه‌های آزمودنی از تست *ANOVA one-way* و برای اطمینان از این تأثیر، از روش تعقیبی *Scheffe* استفاده شد (جدول ۳ و نمودارهای ۱ تا ٤).

جدول ۳ - آمار توصیفی شاخص‌های سیستم ایمنی همورال در بین گروه‌ها

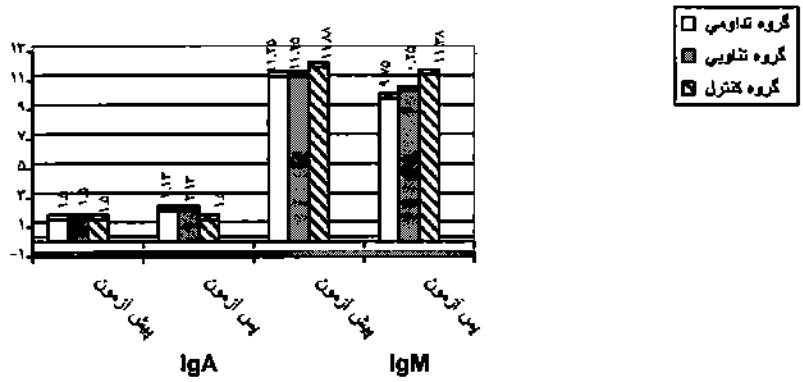
شاخص های آماری / شاخص های سیستم ایمنی	آزمون ها	تست *F*	*Sig.*	اختلاف میانگین	*Sig.*
گلبول های سفید خون	تداومی – تناوبی	۲/۵۸۶	۰/۹۹	-۷۵	۰/۹۹۲
	– کنترل			۱۱۳۷/۵۰	۰/۱۸۸
	تناوبی – کنترل			۱۲۱۲/۵۰	۰/۱۵۳
نوتروفیل	تداومی – تناوبی	۴/۱۴۰	۰/۳۱*	-۱۰/۵۰	۰/۰۳۱*
	– کنترل			۵/۳۸	۰/۳۵۶
	تناوبی – کنترل			-۵/۱۳	۰/۳۹۰
لمفوسیت	تداومی – تناوبی	۵/۲۰۳	۰/۰۱۵*	-۱۰/۸۸	۰/۰۱۶*
	– کنترل			-۴/۰۰	۰/۵۱۴
	تناوبی – کنترل			۶/۸۸	۰/۱۵۶
ایمونوگلوبولین *G*	تداومی – تناوبی	۲/۳۰۷	۰/۱۲۴	۴/۵۰	۰/۲۴۲
	– کنترل			-۲/۱۳	۰/۹۷۷
	تناوبی – کنترل			-۶/۶۳	۰/۱۷۲
ایمونوگلوبین *M*	تداومی – تناوبی	۰/۶۲۳	۰/۵۴۶	-۰/۵۰	۰/۹۴۶
	– کنترل			-۱/۶۳	۰/۵۶۱
	تناوبی – کنترل			-۱/۱۳	۰/۷۵۵
ایمونوگلوبولین *A*	تداومی – تناوبی	۱/۱۰۸	۰/۳۴۹	۰/۰۰	۱/۰۰۰
	– کنترل			۰/۶۳	۰/۴۵۰
	تناوبی – کنترل			۰/۶۳	۰/۴۵۰
وزن	تداومی – تناوبی	۱۹/۸۶۹	۰/۰۰۰*	-۱۰/۱۳	۰/۰۰۱*
	– کنترل			-۱۲/۳۸	۰/۰۰۰
	تناوبی – کنترل			-۲/۲۵	۰/۶۱۹

باتوجه به نتایج حاصل از تست *ANOVA one - way* مشخص شد که اجرای ٦ هفته تمرین هوازی فزاینده به روش مداوم یا متناوب موجب ایجاد اختلاف معنی‌داری در گلبول‌های سفید خون (F= ۲/۵۸٦ ، P = ۰/۰۹۹)، ایمونوگلوبولین G (F = ۲/۳۰۷ ، P = ۰/۱۲٤)، ایمونوگلوبولین M (F = ۰/٦۲۳ ، P= ۰/۵٤٦) و ایمونوگلوبولین A (F = ۱/۱۰۸ ، P= ۰/۳٤۹) بین سه گروه تداومی، تناوبی و کنترل نمی‌شود.در صورتی که اجرای ٦ هفته تمرین اختلاف معنی‌داری را در وزن موش‌های صحرایی، بین گروه تداومی با گروه تناوبی (با اختلاف میانگین۱۰/۱۳- وp=۰/۰۰۱) و با گروه کنترل (با اختلاف میانگین = ۱۲/۳۸ - و P= ۰/۰۰) نشان داد. تعداد لنفوسیت‌ها نیز بین گروه تداومی با گروه تناوبی (با اختلاف میانگین ۱۰/۸۸- و P = ۰/۰۱٦) و تعداد نوتروفیل‌ها نیز بین گروه تداومی با گروه کنترل (با اختلاف میانگین ۱۰/۵۰- و P = ۰/۰۳۱) اختلاف معنی‌داری را نشان داد. این نتایج همچنین تأثیر معنی‌داری را در تعداد لمفوسیت در بین گروه‌های تداومی و گروه تناوبی با گروه کنترل (با اختلاف میانگین ٤- و P = ۰/۵۱٤ و با اختلاف میانگین ٦/۸۸ و P = ۰/۱۵٦) و نوتروفیل بین گروه‌های تداومی و گروه تناوبی با گروه کنترل (با اختلاف میانگین ۵۳۸ و P = ۰/۳۵٦) و با اختلاف میانگین ۵/۱۳- و P= ۰/۳۹۰) نشان نداد.



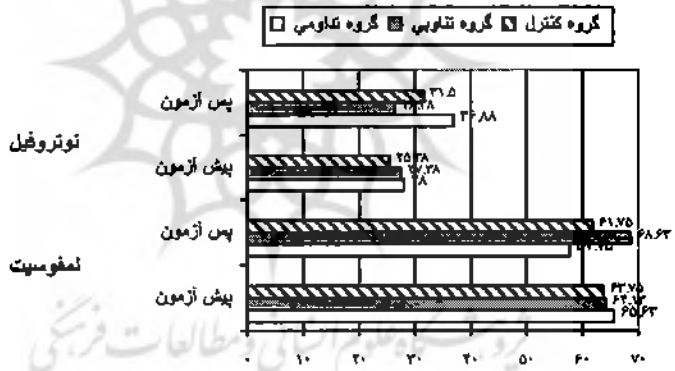
نمودار ۱ - نتایج اندازه‌گیری پیش و پس آزمون ایمونوگلوبولین **G** *در گروه‌های تداومی، تناوبی کنترل.*

واحد اندازه‌گیری ایمونوگلوبولین به میلی‌گرم در دسی لیتر است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ٦ هفته تمرین هوازی (تداومی و تناوبی) تأثیری در ایمونوگلوبولین G گروه‌های آزمودنی ندارد.



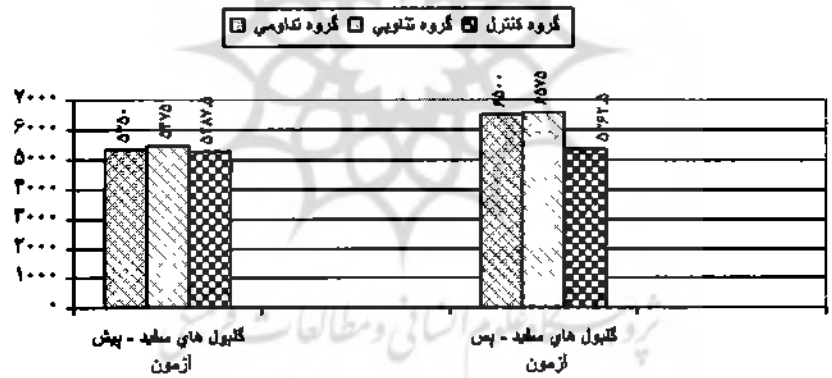
نمودار۲ـ نتایج پیش و پس آزمون ایمونوگلوبولین A و M در گروه‌های تداومی، تناوبی و کنترل.

واحد اندازه‌گیری ایمونوگلوبولین = میلی گرم در دسی لیتر است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ٦ هفته تمرین تداومی و تناوبی هوازی سبب افزایش در ایمونوگلوبولین A شده، ولی این افزایش از ظر آماری معنی‌دار نیست. در مورد ایمونوگلوبولینM نیز می‌توان گفت که ٦ هفته فعالیت تداومی و تناوبی هوازی سبب کاهش ایمونوگلوبولینM می‌شود، ولی نتایج آماری اختلاف معنی‌داری را نسبت به گروه کنترل نشان نمی‌دهد.



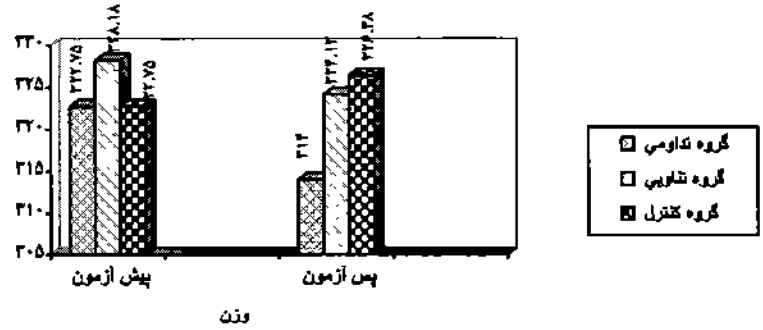
نمودار ۳ – نتایج پیش و پس آزمون لمفوسیت و نوتروفیل در گروه‌های تداومی، تناوبی و کنترل.

نمودار نشان می‌دهد که تعداد لمفوسیت‌ها در گروه تناوبی با انجام ٦ هفته فعالیت تناوبی هوازی افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه تداومی نشان می‌دهد ولی این افزایش در مقایسه با گروه کنترل معنی‌دار نیست. در مورد تعداد نوتروفیل‌ها افزایش در گروه تداومی در سطح معنی‌داری بیشتر از گروه تناوبی است اما مجدداً این افزایش نسبت به گروه کنترل اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد.



نمودار ٤ - نتایج پیش و پس آزمون سلول‌های سفید خون در گروه‌های تداومی، تناوبی و کنترل

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ٦ هفته تمرین هوازی (تداومی و تناوبی) سبب افزایش تعداد گلبول‌های سفیدخون موش‌های صحرایی مادهٔ مسن می‌شود، ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نیست.



نمودار ۵ – نتایج پیش و پس آزمون وزن آزمودنی‌ها در گروه‌های تداومی، تناوبی و کنترل.

باتوجه به تأثیر فعالیت تداومی و تناوبی در کاهش وزن در موش‌های صحرایی مادهٔ مشاهده می‌شود که ٦ هفته فعالیت تداومی سبب کاهش وزن بیشتر به نسبت فعالیت تناوبی می‌گردد. نتایج آماری نیز این کاهش را معنی‌دار نشان می‌دهد. در مقایسهٔ گروه تداومی با گروه کنترل این کاهش معنی‌دار است در صورتی که کاهش وزن گروه تناوبی با گروه کنترل معنی‌دار نیست.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر دو شیوهٔ تمرینی مداوم و متناوب هوازی فزاینده بر برخی شاخص‌های سیستم ایمنی همورال در موش‌های صحرایی بود. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که اختلاف معنی داری بین گروه تداومی با گروه تناوبی و کنترل وجود دارد که با نتایج تحقیق آلبرت موراسکا و همکارانش (۲۰۰۰) روی موش‌های صحرایی (*Sprague Dawley*) که به مدت ۸ هفته تمرین هوازی (هفته‌ای ۵ روز و با سرعت ۱۷/٤ متر در دقیقه و در نهایت به مدت ٦۰ دقیقه) انجام دادند، مطابقت دارد (۲۵). می‌توان گفت روش تمرینی اجرا شده که هوازی است، انرژی مورد نیاز خود را از منابع چربی موجود در بدن موش صحرایی تامین کرده و به کاهش وزن منجر شده است. البته نتایج تحقیق بین پیش و پس آزمون وزن، در گروه‌های تداومی (P= ۰/۰۰۱) و تناوبی (P= ۰/۰۰۵) نیز اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد. بدین معنی که موش‌های صحرایی ساکن که با روش تناوبی هوازی (اختلاف میانگین پیش آزمون با پس آزمون = ٤ گرم) همانند گروه تداومی

(اختلاف میانگین پیش آزمون با پس آزمون = ۸/۷۵-گرم) با اجرای پروتکل ورزشی انرژی بیشتری صرف کرده و در نتیجه با کاهش وزن روبه‌رو شدند، اما در گروه تداومی کاهش وزن بیشتر بود.

یکی از تغییرات مهمی که با اجرای فعالیت ورزشی ایجاد می‌شود، لکومیتوز یا افزایش تعداد گلبول‌های سفید خون است که ممکن است تا ٤ برابر زمان استراحت افزایش یابد و بعد از اتمام فعالیت به مدت چندین ساعت نیز در حد بالا باقی بماند. اما لکومیتوز حاصل از فعالیت ورزشی به شدت و مدت فعالیت بستگی دارد و نقش مدت بمراتب بیشتر از شدت است (۲۳). شایان ذکر است که لکومیتوز تحت تأثیر عوامل هورمونی قرار می‌گیرد که با استفاده از آزمودنی‌های مسن در تحقیق حاضر، این تأثیر برطرف شده است (۱ و۲).

اگرچه میانگین تعداد گلبول‌های سفیدخون در گروه‌های آزمودنی تداومی (اختلاف میانگین پیش آزمون با پس آزمون = ۱۱۵۰) و تناوبی (اختلاف میانگین پیش آزمون با پس آزمون = ۱۱۰۰) افزایش داشت و این اختلاف با استفاده از تستt پیوسته (گروه تداومی ۵/۰٦٦ - = t و ۰/۰۰۱ = p و گروه تناوبی ۲/٦۹۵- =t و ۰/۰۳۱ =p) معنی‌دار بود. ولی نتایج حاصل از اجرای ٦ هفته تمرین هوازی تداومی و تناوبی هوازی فزاینده اختلاف معنی‌داری را بین سه گروه آزمودنی نشان نداد. این نتیجه با نتایج تحقیقات ایورسون و همکاران (۱۹۹٤)، فیربارن و همکاران (۱۹۹۳) و نایمن و همکاران (۱۹۹۲) که فعالیت‌های ورزشی متوسط زیر ٤۵ دقیقه را روی افراد ورزشکار و ساکن انجام دادند، همخوانی دارد (۱٤، ۲۰ و ۳۰). محققان نشان دادند که افزایش برونده قلبی و تعداد تنفس در دقیقه و نیز هورمون‌های استرسی اپی نفرین و کورتیزول می‌توانند دلیلی بر افزایش تعداد گلبول‌های سفید در حین و پس از اجرای فعالیت‌های ورزشی باشند (۱۳، ۱٦ و ۳۱).

همان‌طور که اشاره شد، با اجرای فعالیت ورزشی تعداد گلبول‌های سفید خون افزایش می‌یابد که در نتیجه افزایش تعداد زیرجمعیت‌های اصلی بخصوص نوتروفیل‌ها و لمفوسیت‌هاست (۱ - ۳). نتیجهٔ تحقیق حاضر نیز این افزایش را نشان داد (البته در مقایسهٔ بین سه گروه این افزایش معنی‌دار نبود). مقدار این افزایش نیز مجدداً به مدت و شدت فعالیت بستگی دارد و ممکن است ساعت‌ها پس از اتمام فعالیت ادامه داشته باشد. نتایج تحقیق حاضر با استفاده از تست F و تست تعقیبی *Scheffe* نشان داد که بین گروه‌های آزمودنی تداومی و تناوبی (نوتروفیل ٤/۱٤۰ = F و ۰/۰۳۱ =P) و (لمفوسیت ۵/۲۰۳ =F و ۰/۰۱۵ = P) با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری وجود

دارد و این اختلاف بین گروه تداومی با گروه تناوبی نوتروفیل (اختلاف بین میانگین = ۱۰/۵۰- و $P=$ ۰/۰۳۱) و لمفوسیت (اختلاف میانگین = ۱۰/۸۸- و $P=$ ۰/۰۱٦) است. اما بین گروه‌های آزمودنی تداومی و تناوبی با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. این نتیجه با نتیجهٔ تحقیق کیوموس و همکاران (۱۹۹۲) و فیربارن و همکاران (۱۹۹۳) که اجرای فعالیت ورزشی متوسط کمتر از ٤٥ دقیقه را روی افراد ورزشکار و غیرورزشکار انجام دادند، مغایر است (۷ و ١٤). آنها دریافتند که تعداد نوتروفیل‌ها در گروه تجربی به میزان ۳۰ تا ۵۰ درصد و لمفوسیت‌ها بین ۵۰ تا ۱۰۰ درصد افزایش می‌یابد. این افزایش به شدت و مدت فعالیت بستگی دارد. نتایج حاصله احتمالاً به پاسخ دو مرحله‌ای گلبول‌های سفید به فعالیت ورزشی بستگی دارد و علامت آن افزایش زیاد در لمفوسیت‌ها و افزایش کمتر در نوتروفیل‌ها در شروع و مراحل اولیهٔ فعالیت و به دنبال آن و با ادامه فعالیت افزایش بیشتر در نوتروفیل‌ها و کاهش یا ثبات تعداد لمفوسیت‌هاست (۳). اگرچه این پاسخ دو مرحله‌ای در نتایج حاصل از تحقیق حاضر و در گروه آزمودنی تداومی نیز مشاهده شد، ولی اختلاف معنی‌داری رانشان نداد. همچنین مقایسه پیش آزمون با پس آزمون در گروه تناوبی نشان دادکه اختلاف معنی داری بین تعداد لمفوسیت‌ها وجود دارد که می‌توان اجرای روش تمرینی تناوبی و وجود استراحت در بین دوره‌های تکرار فعالیت را دلیل آن دانست. نتایج حاصل از تحقیق اختلاف معنی‌داری را بین پیش و پس آزمون گروه‌های تداومی در سطح ایمونوگلوبولین M ($t =$ ۳/۲٤۰ و $P =$ ۰/۰۱٤) و ایمونوگلوبولین A ($t =$ -۲/۳۷٦ و $P =$ ۰/۰٤۹) نشان داد و این نتیجه با نتیجهٔ تحقیق نلسون - کانارلا (b ۱۹۹۱) که بر روی زنان چاق ساکن ۵۰ ساله انجام داد و افزایش ۲۰ درصدی ایمونوگلوبولین‌های A و M را پس از ٦ هفته فعالیت با ٦۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه روی نوار گردان مشاهده کرد مطابقت دارد. ولی در مورد ایمونوگلوبولین G با نتیجهٔ تحقیق حاضر مغایرت دارد. چون نتایج حاصل از تحقیق حاضر اختلاف معنی‌داری بین پیش آزمون با پس آزمون گروه‌های تداومی و تناوبی در ایمونوگلوبولین G نشان نمی‌دهد. با وجود نتایج درون گروهی، نتایج بین گروهی اختلاف معنی‌داری پس از ٦ هفته تمرین هوازی تداومی و تناوبی با گروه کنترل دیده نشد که با نتایج بیشتر تحقیقات مطابقت دارد (۳، ۱۷، ۱۸ و ۳۰). همچنین تحقیقات راجر و کولمن (۱۹۹۳) روی موش‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد که هفته‌ها فعالیت اختیاری متوسط هیچ‌گونه افزایش معنی‌داری در تولید آنتی بادی‌های اختصاصی

ایجاد نمی‌کند که با نتایج ایمونوگلوبولین G گروه آزمودنی تداومی و ایمونوگلوبولین‌های M ، A و G گروه آزمودنی تناوبی همخوانی و با نتایج ایمونوگلوبولین‌های M و A گروه آزمودنی تداومی مغایرت دارد (۱۰).

به طور کلی می‌توان گفت فعالیت‌های ورزشی تداومی و تناوبی روی وزن موش‌های صحرایی مسن تأثیر داشته و موجب کاهش وزن آنان شده که دلیل اصلی آن تأمین انرژی از طریق سوختن چربی است. البته در مقایسه باگروه کنترل تأثیر روش تداومی بیشتر از روش تناوبی است. همچنین نتایج نشان داد که دو روش تداومی و تناوبی روی شاخص‌های انتخابی سیستم ایمنی همورال موش‌های صحرایی تأثیر ندارد که دلیل آن را می‌توان در مدت اجرای پروتکل ورزشی (٦ هفته) جست وجو کرد. اختلاف مشاهده شده بین دو شیوهٔ تمرینی تداومی و تناوبی عمدتاً نشان می‌دهد که اجرای ٦ هفته فعالیت تداومی تأثیر بیشتری روی سیستم ایمنی همورال (ایمونوگلوبولین A و M) و گلبول‌های سفید خون دارد در صورتی که فعالیت تناوبی بیشتر روی تعداد سلول‌های سفید و لمفوسیت‌ها تأثیر دارد و به افزایش نوتروفیل‌ها و ایمونوگلوبولین‌های A و M و G منجر نمی‌شود.

منابع و مآخذ

۱.ا.ک.عباس.،لیچمن، آندره اچ و پابر، جوردن اس."ایمونولوژی سلولی و مولکولی"، ترجمهٔ علی مصطفایی، اسکندر کمالی سروستانی، محمد رئیس زاده و جعفر ذوالنبین، انتشارات جهاد دانشگاهی.

۲. گایتون، آرتور. "فیزیولوژی پزشکی"، ترجمه فرخ شادان،جلد اول، انتشارات چهر.

۳.مکینون ال، تی. (۱۳۸۲). "ایمونولوژی و ورزش". ترجمه طاهره موسوی ومجتبی عبداللهی، جلد اول، انتشارات دانشگاه امام حسین.

4. Benoni G., Bellavite P., Adami A., Chirumbolo S., Lippi G., Braco G ،Guilini G. M. and Cuzzolin L. (1995b), "Effect of acute exercise on some haematological parameters and neutrophil function in active and inactive subjects", European J. of applied physiol, 70: PP: 187-191.

5. Blair S.N., Kohl H. W., Paffenbarger R.S., Clark D.G., Cooper K.H. and Gibbons L.W. ,(1989). "Physical fitness and all - cause mortality; a prospective study of healthy men and women", JAma, 262: PP: 2395-2401.

6. Blannin A.K., Chatwin L.J., Cave R. and Gleeson M.(1996). "Effects of submaximal cycling and long term endurance training on neutrophil ohagocytic activity in middle aged men , British ",J. of sports Med, 30: PP: 125-129.

7.Camus G., Pincemail J., Ledent M., Juchmes - Ferir A, Lamy M. and Deby - Dupont G.(1992). "Plasma levels of polymorphonuclear elastase and myeloperoxidase after walking and downhill running at similar energy cost", Inter J. of sports Med; 13: PP: 443-446.

8. Canon J. G., Fiatarone M. A., Fielding R.A. and Evans W.J.(1994). " Aging and stress induced changes in complement activation and neutrophil mobilization", J of applied physiol; 76: PP: 2616-262.

9. Cannon J.G., Oriencole S.F., Fielding R.A., Meydani M., Meydani S. N ., Fiatarone M. A., Blumberg J. B. and Evans W.J.(1990). "Acute phase response in exercise: Ineraction of age and vitamin E on neutrophils and muscule enzyme release", American J. of phesiol; 359:PP: R 1214-R1219.

10.Coleman K.J. and Rager D.R. (1993). "Effects of voluntary exercise on Immune function in rats", Physiol and Behavior; 54: PP: 771-774.

11. Crist D.M., Mackinnon L. T., Thompson R.F., Atterbom H. A. and Egan P.A. (1989). "Physcial exercise increases natural cellular mediated tumor cytotoxicity in elderly women". Gerontology; 35: PP: 66-71.

12.Douglass J.H.(1974). "The effects of physical tracing (sic) on the Immunological response in mice". J. of sports Med; 14: PP: 48-54.

13.Ferrnandez M.D., Delafuente M.,(1996). "Changes with aging, sex and physical exercise in murine natural killer activity and antibody - dependent cellular cytotoxicity". Mech. Aging dev; 86 (2): PP: 83-94.

14. Fairbarn M. S., Blackie S.P., Pardy R.L. and Hogg J. C. (1993). " Comparison of effects of exercise and hyperventilation on leukocyte kinetics in humans",J.of applied physiol; 75: PP: 2425-2428.

15. fiatarone M. A., Morely J. E., Baloom E. T., Benton D., Solomon G.F. and Makinidan T. (1989). "The effect of exercise on natural killer activity on young and okl subjects". J. of Gerontology; 44: PP: M 37-45.

16.Gabriel H., Brechtel L, Urhausen A., and Kinderma, W.(1994a). "Recruitment and repressing high levels leukocytes after an ultramarathon run: preferential homing

of cells expressing high levels of the adhesion molecule LFA – 1", Inter, J of sports Med. 15: PP: s148-s153.

17. Gleeson M., McDonald A.W., Cripps D.B., Pyne R.L., Clancy and fricker P.A., (1995). "The effect on immunity of long term intensive training in elite swimmers". Clinical and experimental Immunology, 102: PP:210-216.

18.Gmunder F.K., Joller P.W., Joller - jemelka H. I., Bechler B., Cogoli M ،Ziegler W.H., Muller J., Aeppli R.E. and Cogoli A. (1990). "Effect of a herbal yeast food supplements and long distance running on Immunological parameters", British J. of sports med; 24: PP: 103-112.

19.Hao X., Huang H., Duan W., Gae X. and Qiang D.(1995). " Immune response and adaptation during aerobic exercise". Sydney 31 Oct. 5 Nov.

20. Iverson P, O., Arvesen B. I. and Benestad H. B.(1994). " No mandatory role for the spleen in the exercise induced leukocytosis in man", Clinical science 3, 86: PP: 505-510.

21.Kaufman, J. C., Harris T. J., Higgins J. and Maisel A.S.(1994). "Exercise induced enhancenment of Immune function in the rat", Circulation; 90:PP: 525-532.

22. Liu Y. G. and Wang S.Y.(1986). "The enhancing effect of exercise on the production of antibody to salmonella typhi in mice", immunology Letters, 87:(14): PP:117-120.

23.McCarthy D.L. and Dale M. M.(1988). "The leukocytosis of exercise: a review and model".sports Med, 6: 333-363. moderate aerobic training on lymphocyte proliferation. Inter. J. Of sports Med; 17:PP: 384-489.

24.Mitchell J.B., Pacuet A.J., Pizza F.X., Starling R.D., Holtz R.W. and Grandjean P.W. (1996). "The effect of moderate aerobic training on lymphocyte proliferation" Inter. J.Of sports Med.; 17: PP: 384-389.

25. Moraska A., Deak T., Spencer R.L., Roth D., and Fleshner M., Oct.(2000). "Treadmill running produces both positive and negative physiological adaptations in Sprague Dawley rats". Am. J. physiol. regul. Integer. Vol 279, Issue 4, PP: R 1321 – R 1329.

26.Nehlsen - Cannarelaa S.L., Nieman D.C., Jessen J., Chang L., Gusewitch G., Blix G. and Ashley E.(1991b). "The effects of acute moderate exercise on lymphocyte function and serum immunoglobulin levels". Inter. J. f sports med;12. PP: 391-398.

27. Nehlsen - Cannarella S.L., Nieman D.C., Balk - Lamberton A. J., Markoff P. A., Chritton D.B.W., Gusewitch G. and Lee J.V.(1991a). "The effects of moderate exercise training on immune response". Med . Sci. In sports and exer. 23: PP:64-70.

28. Nieman D.C.(1997). "Review articles , exercise and Immune system, Inter". J . sports Med; 18 (1) : PP: s91-s100.

29.Nieman D.C. (2000). "Exercise effect of systemic Immunity", Immunology and cell biology; 78 (5): PP: 494-501.

30.Nieman D.C., Henson D.A., Johnson R., Lebeck L., Davis J. M. and Nehlsen - Cannarella S.L. (1992). "Effects of brief, heavy exertion n circulating lymphocyte sub - poplulations and proliferative reponse". Med. and sci. in sports and exerci.; 24: PP: 1339-1345.

31. Nemet D., Rose - Gattron C.M., Mils P.G., and Cooper D.M.,(2003). "Effect of water Polo practice on cytokines, Growth mediators, and leukocytes in girls", Med and Sci. in sports and exerc; 35 (2): PP:356-363.

32.Rocker L., Krisch K. A. and Stoboy H.(1976). "Plasma volume, albumin and globulin concentrations and their intravascular masses", Eruopean J. of Applied physiology; 5: PP: 57-64.

33. Whihe W.H., (1987). "The laboratory rat in T-Pool (Ed). UFAW Hand book on the care and management of laboratory animals": 6th Ed. Longman. Scientific and technical, Harlow, UK.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی