

A Comparison between Resting Levels of Interleukin- γ , Tumor Necrosis Factor-Alpha, and Some Portions in the Immune System of Athletes and Non-Athletes with Spinal Cord Injury

Reza Shafei Sourk

Msc, Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran (Corresponding author), reza.shafiee.99@gmail.com

Mohammad Mashhadi*

PhD., Sports Injury and Corrective Exercises, Farhangian University, Qom, Iran md.mashhadi@gmail.com

Abstract

The purpose of the present study is to compare resting levels of Interleukin- γ , Tumor Necrosis Factor-Alpha, and some portions in the immune system of athletes and non-athletes with spinal cord injury. Convenience sampling was used in this study and accordingly 10 non-athletes and 10 athletes from different fields were chosen. For testing the immune system, the number of white blood cells (lymphocytes, monocytes, and neutrophils), and for testing inflammatory indexes, resting levels of Interleukin- γ and Tumor Necrosis Factor-Alpha in the blood serum sample were measured. For measurement of blood parameters, ELSA method and the special kit were used. Descriptive statistics was used for data explanation/description and inferential statistics was used to explore the research results. Independent t-test was applied for the comparison between the research variables related to two athletic and non-athletic groups. The results revealed that there is no significant difference between athletes and non-athletes in Interleukin- γ ($p=0.809$), Tumor Necrosis Factor-Alpha ($p=0.039$), and the number of white blood cells ($p=0.942$). It seems that exercising is not considered as a threat for the immune system of those who have spinal cord injury although more research is needed to explore the effect of sport on the immune system of such patients.

Keywords: Spinal Cord Injury, Immune System, Inflammatory Indexes, Tumor Necrosis Factor-Alpha, Interleukin- γ , Athletes.

Received: 2022/12/06; Revised: 2023/01/08; Accepted: 2022/02/16; Published online: 2023-03-23

Article type: Research Article

Publisher: Qom Islamic Azad University © the authors



مقایسه سطوح استراحتی اینترلوکین-۶، فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا و برخی مقادیر سیستم ایمنی افراد ضایعه نخاعی ورزشکار و غیرورزشکار

رضا شفیعی سورک

کارشناسی ارشد، فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران (نویسنده مسئول). reza.shafiee.99@gmail.com

محمد مشهدی

دکتری، آسیب‌شناسی ورزشی و تمرینات اصلاحی، دانشگاه فرهنگیان، قم، ایران. md.mashhadi@gmail.com

چکیده

هدف مطالعه حاضر مقایسه سطوح استراحتی اینترلوکین-۶، فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا و برخی مقادیر سیستم ایمنی افراد ضایعه نخاعی ورزشکار و غیرورزشکار بود. انتخاب نمونه‌ها نیز به صورت هدفمند و در دسترس انجام شد، بر این اساس، تعداد ۱۰ نفر غیرورزشکار و ۱۰ نفر ورزشکار از رشته‌های مختلف انتخاب شدند. جهت اندازه‌گیری سیستم ایمنی، تعداد گلبول‌های سفید (لنفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها) و جهت اندازه‌گیری شاخص‌های التهابی، سطوح اینترلوکین-۶ و فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا در شرایط استراحت در سرم نمونه خونی سنجیده شد. برای اندازه‌گیری پارامترهای خونی از روش الایزا (ELISA) و کیت مخصوص استفاده شد. از آمار توصیفی برای تشریح و توصیف داده‌ها و از روش‌های آمار استنباطی برای بررسی یافته‌های پژوهش استفاده گردید. برای مقایسه متغیرهای پژوهش در دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار از آزمون t مستقل استفاده شد. نتایج نشان داد که در هیچ کدام از فاکتورهای اینترلوکین-۶ ($p=0/859$)، فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا ($p=0/539$) و تعداد گلبول‌های سفید ($p=0/942$)، بین گروه ورزشکار و غیرورزشکار تفاوت معناداری وجود نداشت. به نظر می‌رسد در افراد ضایعه نخاعی پرداختن به ورزش، تهدیدی برای سیستم ایمنی این گروه نیست؛ هرچند برای بررسی تاثیر ورزش بر سیستم ایمنی افراد ضایعه نخاعی نیاز به مطالعات بیشتری است.

کلیدواژه‌ها: ضایعه نخاعی، سیستم ایمنی، شاخص‌های التهابی، فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا، اینترلوکین-۶، ورزشکاران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۵؛ تاریخ اصلاح: ۱۴۰۱/۱۰/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۰۱/۰۳

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم © نویسندگان.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی



مقدمه

ضایعه نخاعی از جمله معضلات جامعه بشری است که مانند هر نوع معلولیتی، مشکلات خاص مربوط به خود را دارد؛ از جمله افزایش وزن، تغییر در ترکیب بدن و افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن؛ اما به نظر می‌رسد، افراد مبتلا به ضایعه نخاعی با مشکلات بیشتری مواجه هستند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲). کاهش یا عدم فعالیت فیزیکی، کاهش مصرف انرژی و عوارض ثانویه فلج عضلانی، شامل کاهش توده عضلانی و تحلیل رفتن بدن، درصد چربی بدن را افزایش می‌دهد، مقاومت به انسولین را بالا می‌برد و خطر بیماری قلبی عروقی را بیشتر می‌کند. همچنین ضایعه نخاعی می‌تواند با تأثیر بر بسیاری از جنبه‌های عملکرد سیستم ایمنی، خطر ابتلا به عفونت‌ها را افزایش دهد (کامپگنولو^۱، ۲۰۰۰).

در عفونت‌های ادراری معلولین مبتلا به ضایعه نخاعی معمولاً، چند نوع باکتری دیده می‌شود و به علت مصرف آنتی‌بیوتیک‌های مختلف، مقاومت دارویی نیز در آن‌ها شایع است (سبادتی و همکاران، ۱۳۸۷). علاوه بر آن، یکی از مشاهدات اثبات شده، کاهش در تعداد لنفوسیت‌ها^۲ است. اکثر سلول‌های لنفاوی، بیان‌کننده گیرنده‌های آدرنرژیک هستند. بنابراین، کاهش عملکرد سیستم خودمختار و تغییرات همزمان در غلظت ناشتا (استراحتی) و بعد از ورزش (تمرین) کاتکولامین^۳، به ویژه در افراد مبتلا به تتراپلژی^۴، ممکن است مستقیماً روی سلول‌های ایمنی تأثیر گذارد و ایمنی را کاهش دهد. عوامل دیگری نیز به احتمال فراوان دخیل هستند؛ از جمله تغییر در عملکرد عضلانی، غدد درون‌ریز و عملکرد قلبی عروقی (لیچت و همکاران^۵، ۲۰۱۳).

به نظر می‌رسد سایتوکاین‌های^۶ التهابی در ایجاد عوارض ثانویه ضایعه نخاعی مثل اختلالات ریوی، سندرم‌های متابولیک، دیابت، برخی از انواع سرطان‌ها، ترمیم ضعیف زخم و زخم بستر، نقش اساسی دارند. نیفکس-زانولد و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقات خود چنین نتیجه گرفتند که اثرات تمرین طولانی‌مدت (سازگاری) در سطوح اینترلوکین^۷، فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا و پروتئین واکنشی در افرادی ضایعه نخاعی بسیار بیشتر از افراد بدون ضایعه نخاعی بوده است. در صورتی که به نظر می‌رسد در پاسخ شاخص‌های التهابی خون افراد ضایعه نخاعی و افراد سالم، تفاوتی وجود نداشته باشد؛ اما افراد ضایعه نخاعی بهره بیشتری از ورزش و فعالیت ورزشی می‌برند. امروزه بررسی تأثیر فعالیت بدنی در پژوهش‌های مختلف بشری و به ویژه در گروه‌های معلولین، از جمله سرفصل‌های مهم و کاربردی تلقی می‌شود (مشهدی و همکاران، ۲۰۱۵). ورزش به مثابه یک فعالیت درمانی - تفریحی، علاوه بر پرکردن اوقات فراغت، می‌تواند جنبه‌های متفاوت جسمانی، روانی و اجتماعی را در فرد معلول تقویت نماید و آثار و عوارض ثانویه این عارضه را کاهش دهد، یا درمان کند (حاج امینی، ۱۳۹۰). به نظر می‌رسد ایمنی مخاطی در افراد تتراپلژی به یک میزان نسبت به افراد سالم از ورزش تأثیر ببذیرد. در واقع، درمان توانبخشی و ورزش می‌تواند، برخی از شاخص‌های سیستم ایمنی و عملکرد سیستم خودمختار را در افراد ضایعه نخاعی بهبود دهد. از این رو ممکن است، مکانیسم‌های جبرانی، عوامل مرتبط با معلولیت را جبران کنند و شاید این عمل از طریق فعالیت‌های رفلکس سمپاتیک،

^۱ Campagnolo

^۲ Lymphocyte

^۳ Catecholamines

^۴ Tetraplegia

^۵ Leicht

^۶ Cytokines

^۷ Interleukin

افزایش حساسیت گیرنده‌ها، یا تنظیمات پاراسمپاتیک و نرواندوکراین باشد. برای مشخص شدن پیامدهای ضایعه نخاعی بر پاسخ ایمنی به ورزش و حساسیت به عفونت، به کشف بیشتر این مکانیسم‌ها نیاز است. در نتیجه به نظر می‌رسد، شناخت اثرات ورزش می‌تواند راهی برای کمک به حفظ یا بهبود سلامت در افراد مبتلا به ضایعه نخاعی فراهم کند (لیچت و همکاران، ۲۰۱۳). فعالیت بدنی و تمرینات ورزشی می‌توانند از طریق تنظیم رفتار ماکروفاژها و پاسخ‌های التهابی در محیط تومور، نقش حمایتی را در افراد ضایعه نخاعی داشته باشند؛ زیرا یکی از وظایف مهم سیستم ایمنی، تولید اجزای محلول یا سلولی است که بدن را در برابر هرگونه التهابی حفظ می‌کند (علیزاده، ۱۳۹۰). افزون بر آن، محققان فعالیت بدنی را به‌عنوان یک عامل کمکی در بهبود کیفیت زندگی بیماران مبتلا به ضایعه نخاعی نام می‌برند؛ به طوری که بیش از سه چهارم تحقیقات صورت گرفته در مورد تأثیر ورزش بر ضایعات نخاعی، به کاهش خطر بیماری‌ها در پی تمرینات ورزشی اشاره کرده‌اند. ورزش می‌تواند اثرات تعدیل‌کننده‌ای بر متابولیسم ماکروفاژها، فاگوسیتوز و فعالیت ضدتوموری داشته باشد. بنابراین، درک و شناخت چگونگی اثرات مثبت فعالیت بدنی منظم و تمرینات ورزشی بر افراد ضایعه نخاعی، لازم و ضروری به نظر می‌رسد (گو^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). در نتیجه، هدف مطالعه حاضر، مقایسه سطوح استراحتی اینترلوکین-۶ و فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا و برخی مقادیر سیستم ایمنی افراد ضایعه نخاعی ورزشکار و غیرورزشکار بود.

روش تحقیق

روش تحقیق حاضر از نوع علی مقایسه‌ای پس رویدادی است. جامعه آماری پژوهش نیز شامل همه مردان ضایعه نخاعی ورزشکار و غیرورزشکار استان قم بود. جهت انتخاب آزمودنی‌های ضایعه نخاعی غیرورزشکار در این پژوهش پس از هماهنگی با سازمان بهزیستی قم، حدود ۴۲۰ پرونده مطالعه شد که از میان آنها حدود ۱۰۰ نفر از افراد ضایعه نخاعی آسیب دیده از ناحیه مهره‌های پشتی انتخاب شدند و جهت اطلاع از پرونده پزشکی این افراد و تعیین شدت و نوع ضایعه با تمامی افراد به صورت حضوری ملاقات گردید و پس از مطالعه اطلاعات حاصله و همگن‌سازی آزمودنی‌ها، حدود ۱۱ نفر واجد شرایط شرکت در این طرح شدند. همچنین افراد ورزشکار با ضایعه نخاعی، از میان تیم‌های بستکبال با ویلچر، تیم شنای جانبازان و معلولان و باشگاه بدن‌سازی و وزنه‌برداری استان قم انتخاب شدند. از میان این افراد پس از گرفتن اطلاعات پزشکی و مشخص شدن شدت و نوع ضایعه، تعداد ۱۰ نفر واجد شرایط شرکت در این طرح بودند. افراد به صورت داوطلبانه در این طرح شرکت نموده و فرم رضایت‌نامه را تکمیل نمودند.

جهت اندازه‌گیری شاخص‌های التهابی، سطوح اینترلوکین-۶ و فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا و جهت اندازه‌گیری سیستم ایمنی از شمارش تعداد گلبول‌های سفید (لنفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها) و در شرایط استراحت در سرم نمونه خونی سنجیده شد. برای اندازه‌گیری پارامترهای خونی از روش الایزا برای سنجش میزان سایتوکاین مذکور با استفاده از کیت تجاری اختصاصی اندازه‌گیری سایتوکاین استفاده شد. با توجه به پروتکل کارخانه سازنده، مراحل انجام تست برای سنجش سایتوکاین اجرا گردید. برای مقایسه متغیرهای پژوهش در دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار از آزمون t مستقل استفاده شد و برای بررسی آزمون فرضیه‌ها و تصمیم‌گیری در مورد پذیرش و یا رد فرضیه‌ها، سطح معنی‌داری ($\alpha \leq 0/05$) در نظر گرفته شد. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

^۱ Goh
^۲ ELISA

یافته‌های پژوهش

نتایج تجزیه و تحلیل آماری نیز نشان داد که تفاوت معناداری در ویژگی‌های دموگرافیک دو گروه وجود نداشته است. به طوری که در گروه غیرورزشکار، میانگین و انحراف معیار سن $36/18 \pm 6/45$ سال، قد $174/75 \pm 3/02$ سانتی‌متر و وزن $77/71 \pm 6/92$ کیلوگرم بود. در گروه ورزشکار نیز، میانگین و انحراف معیار سن $36/11 \pm 9/3$ سال، قد $177/37 \pm 7/76$ سانتی‌متر و وزن $83/25 \pm 3/86$ کیلوگرم بود. آزمون کولموگروف اسمیرنوف جهت بررسی نرمالیتت فرض‌های آماری نشان داد که تمامی فاکتورهای این پژوهش دارای توزیع طبیعی هستند. نتایج آزمون t مستقل نیز نشان داد که در هیچ‌کدام از فاکتورهای ایتروکین-6 ($p=0/859$) و فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا ($p=0/539$) بین گروه ورزشکار و غیرورزشکار تفاوت معناداری وجود نداشت. در مقادیر سیستم ایمنی نیز در تعداد گلبول‌های سفید ($p=0/942$)، نوتروفیل ($p=0/901$)، لنفوسیت ($p=0/843$)، مونوسیت ($p=0/615$)، ائوزینوفیل ($p=0/883$) و بازوفیل ($p=0/344$) نیز بین گروه ورزشکار و غیرورزشکار تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول شماره ۱).

جدول ۱- مقایسه متغیرها در دو گروه

معناداری	t	انحراف استاندارد	میانگین	گروه	
0/942	-0/074	1/820	7/20	ورزشکار	تعداد گلبول‌های سفید
		2/25	7/27	غیرورزشکار	
0/852	-0/189	0/831	4/22	ورزشکار	ایتروکین-6
		1/151	4/30	غیرورزشکار	
0/539	-0/627	0/831	12/22	ورزشکار	فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا
		1/041	12/49	غیرورزشکار	
0/901	0/127	0/831	3/79	ورزشکار	نوتروفیل
		1/232	3/73	غیرورزشکار	
0/843	0/202	1/127	2/51	ورزشکار	لنفوسیت
		1/227	2/40	غیرورزشکار	
0/615	0/511	0/236	0/60	ورزشکار	مونوسیت
		0/235	0/54	غیرورزشکار	
0/883	-0/150	0/152	0/26	ورزشکار	ائوزینوفیل
		0/176	0/27	غیرورزشکار	
0/344	-0/972	0/020	0/022	ورزشکار	بازوفیل
		0/0181	0/029	غیرورزشکار	

نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه، مقایسه سطوح استراحتی اینترلوکین-۶ و فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا و برخی مقادیر سیستم ایمنی افراد ضایعه نخاعی ورزشکار و غیرورزشکار بود. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که بین سطوح استراحتی شاخص اینترلوکین-۶ افراد ضایعه نخاعی ورزشکار و غیرورزشکار، از لحاظ آماری تفاوت معناداری وجود ندارد. نتایج پژوهش گریفین^۱ و همکاران (۲۰۰۹)، نیفکس-زانولید و همکاران (۲۰۱۵)، اکبرپور (۱۳۹۲)، ولنگ^۲ و همکاران (۲۰۰۷) و بیژه و همکاران (۱۳۹۳) با نتایج تحقیق حاضر همخوانی نداشت. نیفکس-زانولید و همکاران (۲۰۱۵) نیز نتیجه گرفتند، فعالیت بدنی طولانی مدت و تمرین ورزشی حاد می‌تواند، شاخص‌های سیستمیک درجه پایین به‌ویژه اینترلوکین-۶ و CRP در افراد مبتلا به ضایعه نخاعی را بهبود بخشد. به نظر می‌رسد این بهبود در سطوح اینترلوکین-۶ و CRP در افراد ضایعه نخاعی پاراپلژی نسبت به تتراپلژی بیشتر باشد. اکبرپور (۱۳۹۲) در نتیجه‌گیری نشان داد که تمرینات منظم مقاومتی موجب بهبود مقادیر اینترلوکین-۶ پلاسما می‌شود. بیژه و همکاران (۱۳۹۳) نیز نشان دادند که تمرین موجب کاهش معنی‌دار اینترلوکین-۶ در بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس می‌شود.

البته وانگ و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که آسیب نخاعی با افزایش اینترلوکین-۶، همراه بوده است. این تغییرات نشان می‌دهد که ضایعه نخاعی همواره با حالتی از التهاب مزمن در ارتباط است و این ارتباط می‌تواند، افزایش خطر آتروژنیک^۳ در این بیماران را تعبیر کند، حال مستقل از این عامل، دیگر عوامل التهاب‌زا مانند چاقی و سایش‌های پوستی نیز می‌تواند این التهاب را تشدید کند (وانگ، ۲۰۰۷). از آنجایی که محقق در پژوهش حاضر به دنبال کاهش این شاخص در افراد ورزشکار بوده است، شاید بتوان گفت دلیل محقق نشدن این فرضیه همین التهاب مزمن موجود در بدن افراد ضایعه نخاعی باشد. از طرف دیگر در گروه غیرورزشکار، توقع در افزایش سطوح بالای اینترلوکین-۶ را به عنوان شاخص التهابی می‌رفت، ولی رهایش اینترلوکین-۶ از عضله به‌طور کامل با انقباض عضله در ارتباط است و به علت غیرفعال و بی‌تحرك بودن عضلات بزرگ و حجیم در اندام تحتانی به خاطر نقص سیستم عصبی عضلانی، شاید نتوان رهایش زیادی از اینترلوکین-۶ را انتظار داشت. لذا دلایل بیان شده را شاید بتوان گواهی بر عدم اختلاف بین دو گروه در شاخص اینترلوکین-۶ را بیان کرد. البته تحقیق حاضر از نوع مقایسه‌ای بوده و به نظر می‌رسد شاید یکی از علت‌های این ناهمخوانی، گرفتن نمونه خون در سطوح استراحتی از آزمودنی‌ها باشد؛ زیرا فعالیت ورزشی با شدت متوسط و پایین در افراد ضایعه نخاعی نمی‌تواند بیان سایتوکاین‌های التهابی را دستخوش تغییرات کند؛ پس شاید، علت این امر، شدت پایین تمرینات یا در خدمت نبودن پمپ عضلانی اندام تحتانی در چرخش خون و سیستم لنف باشد.

نتایج این پژوهش بین فاکتور نکروز دهنده تومور آلفای ضایعه نخاعی ورزشکار و غیرورزشکار از لحاظ آماری، تفاوت معناداری نشان نداد. از آنجائیکه هیچ پاسخ التهابی خاصی دیده نشده است (یکسان بودن عامل اینترلوکین-۶)، پس یکسان بودن عامل ضدالتهابی در بین دو گروه (فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا) نیز طبیعی خواهد بود. در تحقیق حاضر یکی از نتایج به دست آمده این بود که بین تعداد گلبول‌های سفید افراد ضایعه نخاعی ورزشکار و غیرورزشکار از لحاظ

^۱ Griffin^۲ Wang^۳ Latrogenic

آماری اختلاف معناداری وجود نداشت. البته هیچ تحقیقی نیز یافت نشد که سطوح استراحتی تعداد گلبول‌های سفید را به صورت مقایسه‌ای بررسی کرده باشد، زیرا در حالت استراحت، حدود نیمی از لکوسیت‌های خون به دیواره عروق می‌چسبند، که این لکوسیت‌ها را لکوسیت‌های حاشیه‌ای می‌نامند؛ اما به هنگام ورزش و فعالیت عضلانی این لکوسیت‌های حاشیه‌ای جدا شده و وارد گردش خون می‌شوند. لذا تفاوت در نتایج سطوح پلاسمایی سلول‌های سفید در دو حالت استراحتی و فعالیت نیز، دور از انتظار نیست.

با توجه به معنادار نشدن اختلاف شاخص‌های التهابی بین گروه ورزشکار و غیرورزشکار و از طرف دیگر با توجه به مورد تأیید واقع شدن نتایج مطالعات طولی و مقطعی بر اثر ضدالتهابی تمرین و ورزش، محقق معنادار نبودن تحقیق را احتمالاً عدم به کارگیری نیمه تحتانی بدن در فعالیت‌های ورزشی دانسته است که در پیرو آن، سیستم گردش لنف و خون نیز ضعیف‌تر خواهند بود و به همین علت شاید نتوان تغییرات سایتوکاین‌های مورد نظر را انتظار داشت. از آنجا که ورزش خود می‌تواند عامل التهاب‌زا برای ورزشکار باشد؛ به نظر می‌رسد در افراد ضایعه نخاعی پرداختن به ورزش با شدت پایین با هدف سلامتی، تهدیدی نیز برای سیستم ایمنی آنان نخواهد بود و آنها می‌توانند از دیگر اثرات مفید ورزش، استفاده لازم را ببرند. البته برای بررسی تأثیر ورزش بر سیستم ایمنی افراد ضایعه نخاعی، نیاز به مطالعات بیشتری است.

منابع

- اکبریور، محسن (۱۳۹۲). تأثیر تمرین مقاومتی بر سطح سرمی ادیپوکاین‌ها و شاخص‌های التهابی بیماری قلبی-عروقی مردان چاق. *مجله دانشگاه علوم پزشکی قم*، ۳(۷)، ص ۱۰-۱.
- بیژه، ناهید؛ سلطانی، محمود؛ خالق‌زاده، هما (۱۳۹۳). تأثیر برنامه تمرین در آب بر اینترلوکین-۶ و اینترلوکین-۱۰ بیماران مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس. *مراقبت مبتنی بر شواهد*، ۷(۴)، ص ۶۳-۷۲.
- حاج امینی، زهرا (۱۳۹۰). *بررسی تأثیر یک برنامه هوازی منتخب بر برخی از عوامل قلبی-عروقی، تنفسی و بیوشیمیایی افراد ضایعه نخاعی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. استاد راهنما عباسعلی گائینی و استاد مشاور آذر آقاییاری. دانشگاه پیام نور مرکز تهران.
- سیادتی، سید محمد؛ رنجبر، رضا؛ بادامی، ناصر؛ محمدی نصر، الهام؛ کرمی، علی (۱۳۸۷). شیوع عفونت‌های ادراری در معلولین با ضایعات نخاعی و تعیین حساسیت دارویی ایزوله‌های جدا شده. *بیماری‌های عفونی و گرمسیری ایران*، ۱۳(۴۲)، ص ۵۲-۴۹.
- علیزاده، حمید؛ دریانوش، فرهاد؛ مهربانی، داوود؛ کوشکی جهرمی، مریم (۱۳۹۰). بررسی تغییرات شاخص‌های التهابی و آسیب عضلانی در موش‌های سوری پس از هشت هفته تمرین هوازی. *علوم زیستی ورزشی*، ۳(۳)، ص ۹۴-۷۷.
- محمدی، ویدا و همکاران (۱۳۹۲). تأثیر مصرف مکمل آلفا-لیپوئیک اسید بر اینترلوکین-۶، hs-CRP، فشار خون، شاخص‌های تن‌سنجی و دریافت غذایی در مردان مبتلا به ضایعه نخاعی مزمن. *علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، ۸(۴)، ص ۱-۱۲.

- Campagnolo, D.I., Bartlett, J.A. & Keller, S.E. (۲۰۰۰). Influence of neurological level on immune function following spinal cord injury: a review. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, ۲۳(۲), p.۱۲۱-۱۲۸.
- Goh, J., Kirk, E.A., Lee, S.X. & Ladiges, W.C. (۲۰۱۲). Exercise, physical activity and breast cancer: the role of tumor-associated macrophages. *Exercise immunology review*, No. ۱۸.
- Griffin, L., Decker, M.J., Hwang, J.Y., Wang, B., Kitchen, K., Ding, Z. & Ivy, J.L. (۲۰۰۹). Functional electrical stimulation cycling improves body composition, metabolic and neural factors in persons with spinal cord injury. *Journal of electromyography and Kinesiology*, ۱۹(۴), p.۶۱۴-۶۲۲.
- Leicht, C., Goosey-Tolfrey, V. & Bishop, N. (۲۰۱۳). Spinal cord injury: known and possible influences on the immune response to exercise. *Exercise Immunology Review*, ۱۹, p.۱۴۴-۱۶۳.
- Mashhadi, M., Ghasemi, G. & Zolaktaf, V. (۲۰۱۵). Effect of eight-week school-based exercise training on cardiorespiratory fitness and body composition of educable mentally retarded adolescents. *Int J Sport Stud*, ۵(۱۱), p.۱۲۳۴-۸.
- Neefkes-Zonneveld, C.R., Bakkum, A.J., Bishop, N.C., van Tulder, M.W. & Janssen, T.W. (۲۰۱۵). Effect of long-term physical activity and acute exercise on markers of systemic inflammation in persons with chronic spinal cord injury: a systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, ۹۶(۱), p.۳۰-۴۲.
- Wang, T.D., Wang, Y.H., Huang, T.S., Su, T.C., Pan, S.L. & Chen, S.Y. (۲۰۰۷). Circulating levels of markers of inflammation and endothelial activation are increased in men with chronic spinal cord injury. *Journal of the Formosan Medical Association*, ۱۰۶(۱۱), p.۹۱۹-۹۲۸.