



## اثر هشت هفته تمرین منتخب بر سطوح سرمی فاکتورهای التهابی بازیکنان نخبه واترپلو

کازم طالبی: دانشجوی دکترای تربیت بدنی، گروه تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران  
 رامبد خواجه‌ای: گروه تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران (✉ نویسنده مسئول) R.khajeie@gmail.com  
 محمد رضا رمضانپور: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران  
 آمنه برجسته یزدی: گروه تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران  
 امیر رشید لمیر: گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

واترپلو،

IL-10

TNF- $\alpha$

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۹

تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۰۳/۱۲

**زمینه و هدف:** بهترین تمرین برای ثبت بهترین رکورد، تمرینی است که با توجه به نیازهای فیزیولوژیکی همان رشته ورزشی طراحی شده و بیشترین شباهت را به شرایط رقابتی آن داشته باشد. هدف از انجام تحقیق حاضر تاثیر هشت هفته تمرین منتخب بر سطوح سرمی فاکتورهای التهابی بازیکنان نخبه واترپلو بود.

**روش کار:** برای انجام تحقیق نیمه آزمایشی حاضر ۳۰ واترپلو کار مرد (با میانگین سنی  $23 \pm 3$  سال) به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفری تجربی (تمرین منتخب واترپلو) و کنترل (تمرین سنتی واترپلو) تقسیم شدند. تمرین منتخب واترپلو به مدت هشت هفته و هر هفته ۶ جلسه با شدت ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب انجام شد. جهت بررسی سطوح سرمی IL-10، TNF- $\alpha$ ، ۵ میلی لیتر خون وریدی در مرحله پیش و پس از آزمون گرفته شد و با روش الایزای ساندویچی سنجش گردید. جهت مقایسه میانگین‌های اندازه‌گیری شده از آزمون تی (t-test) در سطح معنی داری  $P < 0/05$  استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که گروه تجربی نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری در میزان IL-10 داشته‌اند، اما در میزان TNF- $\alpha$  تغییر معناداری مشاهده نشد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج تایید کننده تاثیر تمرینات واترپلو بر فاکتورهای التهابی ورزشکاران واترپلو می‌باشد؛ با این حال جهت روشن شدن تاثیر لازم است تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.

**منبع حمایت‌کننده:** حامی مالی ندارد.

**شیوه استناد به این مقاله:**

Talebi K, Khajei R, Ramezanpour MR, Borjaste Yazdi A, Rashid Lamir A. The Effect of Physical Activity on Serum Levels of Anti-Inflammatory Factors in Athletes. Razi J Med Sci. 2025(2 Jun);32:40.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en>).

\*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 4.0 صورت گرفته است.



## The Effect of Physical Activity on Serum Levels of Anti-Inflammatory Factors in Athletes

**Kazem Talebi:** PhD Student, Department of Physical Education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran

**Rambod Khajei:** Department of Physical Education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran (\*Corresponding Author) R.khajeie@gmail.com

**Mohammad Reza Ramezanzpour:** Department of Physical Education, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

**Ameneh Borjaste Yazdi:** Department of Physical Education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran

**Amir Rashid Lamir:** Department of Physical Physiology, Sport Science Faculty, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

### Abstract

**Background & Aim:** New progress has been made in more than one field of sports science. One of the most important and current topics in the development of this field is the science of practice. In recent years, coping with a sedentary and car-free life is of particular importance to societies today, as doing exercise programs has become an undeniable necessity for disease prevention and quality of life. Noses. According to the design of exercise science, the best type of exercise to record the best record is the exercise that becomes the same sport according to the physiological needs and had the most similarity with its competitive conditions. Therefore, better selection and design in special training for swimming and water polo training needs to be found due to the competitive competition during the working group, which needs to maintain higher physical and motor fitness. In this regard, exercise immunology studies have focused on key components of immune functions such as immune cells, immunoglobulins, glutamines and messenger molecules (cytokines) and the effects of environmental, nutritional and exercise factors. Meanwhile, interleukin10 attracts a lot of attention because on the one hand it is in the post-exercise period that increases insulin release and on the other hand it is associated with obesity and decreased insulin function. There are conflicting findings about the appropriate intensity to reduce inflammatory factors and observe the anti-inflammatory effects of physical activity. Exercise with moderate and high intensity and duration in the training period has a greater effect on inflammatory variables and reduces inflammatory factors, and lower intensities have less effects. Although little research has been done on the relationship between intermittent exercise and changes in interleukin and interleukin10; But mainly in them, only nutritional and medical interventions are emphasized and more on patients. In the present study, the changes of these factors in relation to the adaptations of intense periodic training on water polo athletes without nutritional and pharmacological considerations are investigated. Finally, it seeks to answer the question, what effect does eight weeks of selected training have on the serum levels of Interleukin-10 and TNF- $\alpha$  elite water polo players?

**Methods:** The aim of this study was to evaluate the effect of eight weeks of selected training on serum levels of IL-10, TNF- $\alpha$  of elite water polo players. For this purpose, 20 male water polo players (with a mean age of 23 years) were randomly divided into two groups of 10 experimental (selected water polo training) and control (traditional water polo training). Selected water polo training was performed for eight weeks and 6 sessions per week. To control the intensity of training, used percentage of maximum heart rate (80-100% MHR); Also, the intensity of training was increased

### Keywords

Water Polo,  
Interleukin 10,  
TNF- $\alpha$ ,

Received: 17/04/2024

Published: 02/06/2025

by 5% every week. In this study, To evaluate the serum levels of IL-10, TNF- $\alpha$  5 cc of venous blood was taken in the pre-and post-test stages and measured by sandwich ELISA method. To compare the measured means, t-test was used at a significant level of P < 0.05.

**Results:** The results showed that eight weeks of selected water polo training caused significant changes in IL-10 levels of elite water polo players (P < 0.05), however, there were no significant changes in TNF- $\alpha$  levels.

**Conclusion:** The results of the present study showed that eight weeks of selected water polo exercises had a significant increase in serum IL-10 level in the experimental group but these results did not show a significant increase in TNF- $\alpha$  serum level in the experimental group. Consistent with our research results, many studies have reported an increase in anti-inflammatory cytokines after a period of exercise (29,30,31). Among the studies that examined the effect of exercise on serum interleukin-10 levels; According to the results of our study, Baldusi et al. (2010) in a study measured the effect of one year of aerobic and resistance training on diabetic patients and observed a significant increase in interleukin 10 in one of their research groups compared to the control group. The results of some studies have also shown that obesity causes the production of TNF- $\alpha$ , leptin and proinflammatory cytokines such as 4-IL and 5-IL in patients with asthma (8). Regarding studies close to the present study, we can refer to Nikzad et al. (2017), who showed that twelve weeks of swimming training (on mice). Has decreased the amount of proinflammatory cytokine 6-IL. Ebrahimpour et al. (2017,) also showed that 8 weeks of endurance swimming training increased the inflammatory effects of breast cancer by increasing interleukin-10 and decreasing interleukin-6 in heart tissue(3). Also, the research of Kapomakio et al. (2011) on the effect of physical exercise on swimmers, an increase in interleukin-6 expression levels and no change in interleukin-6 receptor in the training group compared to the control group was observed. Rihaneh et al. In 2013 achieved almost the same findings, so that in the studies of these researchers, 6-IL was significantly increased as a result of exercise(25). our results showed that eight weeks of selected water polo training caused significant changes in plasma levels of interleukin-10 elite water polo players, however, it could not cause significant changes in plasma levels of TNF- $\alpha$ .

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

#### Cite this article as:

Talebi K, Khajei R, Ramezanpour MR, Borjaste Yazdi A, Rashid Lamir A. The Effect of Physical Activity on Serum Levels of Anti-Inflammatory Factors in Athletes. Razi J Med Sci. 2025(2 Jun);32.40.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en>).

**\*This work is published under CC BY-NC-SA 4.0 licence.**

## مقدمه

مطالعات ایمونولوژی ورزش بر روی اجزای کلیدی عملکردهای ایمنی مانند سلول‌های ایمنی، ایمونوگلوبین‌ها، گلو تامین و مولکول‌های محلول پیام رسان (سیتوکین‌ها) و تأثیر عوامل محیطی، تغذیه‌ای و تمرینی متمرکز شده است. در بین عوامل مختلف اینترلوکین‌ها (Interleukin) سیتوکین‌های ساخته شده توسط سلول‌های سفید خون هستند که اغلب بر لنفوسیت‌های دیگر مؤثر می‌باشند. سیتوکین‌ها به دو دسته‌ی ضد التهابی (اینترلوکین-۶ و اینترلوکین-۱۰) و پیش التهابی (اینترلوکین-۱۸، اینترلوکین-۱بتا و اینترلوکین-۶) تقسیم می‌شوند. سیتوکین‌های پیش التهابی در ایجاد و پیشرفت التهاب دخیل هستند. سیتوکین‌های ضد التهابی در پاسخ به التهاب ترشح می‌شوند و عامل محدود کننده و معکوس کننده‌ی فرآیند پیشرونده‌ی التهاب هستند. سیتوکین‌هایی که بر عملکرد عضله اثر می‌گذارند می‌توانند در خود عضله یا به وسیله‌ی نوتروفیل‌ها، ماکروفاژها، فیبروبلاست‌ها و سلول‌های عضله‌ی صاف عروق و اندوتلیوم عروقی تولید شوند. سیتوکین‌هایی مانند اینترلوکین-۶، فاکتور نکروز دهنده‌ی تومور آلفا (TNF- $\alpha$ ) (Tumor necrosis factor-alpha) و اینترلوکین-۱۵ به هنگام ورزش بیشترین اثر را بر توده‌ی عضلانی دارند (۱). TNF- $\alpha$  یک سیتوکین است که به طور عمده از مونوسیت‌ها و ماکروفاژها ترشح می‌شود، این سیتوکین باعث ایجاد تغییرات متابولیکی و سلولی بسیاری در بیماران با وضعیت بحرانی می‌گردد (۲). همچنین اثر ضد التهابی ناشی از ورزش منظم ممکن است میانجی اثر مفید ورزشی بر سلامتی در افراد بیمار باشد. غلظت‌های سرمی سیتوکین‌های ضد التهابی به دنبال انواع مختلف ورزش افزایش می‌یابد (۱).

اینترلوکین-۱۰ به عنوان یکی از مهم‌ترین سیتوکین‌های ضد التهابی در پاسخ‌های ایمنی، دارای یک اثر فیزیولوژیک به پاسخ‌های التهاب سیستمیک نیز می‌باشد (۳). سیتوکین اینترلوکین-۱۰ یک سیتوکین ضد التهابی است که توسط سلول‌های ایمنی و خود ایمنی تولید می‌شود (۴). عملکرد بیولوژیکی اصلی این سیتوکین تضعیف پاسخ‌های ایمنی سازشی است (۴ و ۵).

بررسی‌ها نشان می‌دهد آدیپوکین‌هایی مثل اینترلوکین-۱۰ و آدیپونکتین می‌توانند به طور معنی داری بیان ژن و سنتز سیتوکین‌های پیش التهابی را متوقف سازند (۶). شواهد نشان می‌دهد اثر پیشگیری کننده ورزش ممکن است تا حدودی به اثر ضد التهابی ورزش منظم که موجب کاهش بافت چربی احشایی می‌گردد و یا به القای محیط ضد التهابی با هر جلسه تمرین مرتبط باشد (۷). در مدل‌های حیوانی، تمرین اجباری روی تردمیل باعث کاهش وزن و بهبود پروفایل لیپیدی، همچنین کاهش التهاب سیستمیک و کاهش مقاومت به انسولین می‌شود (۸). در رابطه با سازگاری با تمرین و سیتوکین‌های ضد التهابی مانند اینترلوکین ۱۰، ارتیس کورب و همکاران در مطالعه‌ای که یک دوره تمرینی و یک جلسه تمرین حاد را در تمرین در خشکی و آب روی اینترلوکین ۱۰ و فاکتورهای خونی دیگر در بیماران دیابتی نوع ۲ ارزیابی نمودند و گزارش کردند که دوازده هفته تمرین در هر دو محیط باعث افزایش اینترلوکین ۱۰ شد (۹). همچنین در مورد شدت تمرین می‌توان عنوان کرد که فشار بیش از حد تمرینی سبب بروز اختلالاتی در عملکرد غدد مترشحه داخلی می‌شود؛ به گونه‌ای که مقدار هورمون‌های تیروکسین و تستوسترون خون کاهش و مقدار هورمون کورتیزول افزایش می‌یابد. همچنین عملکرد دستگاه ایمنی بدن که یک خط دفاعی در برابر هجوم باکتری‌ها، ویروس‌ها و سلول‌های ویژه (مانند لنفوسیت‌ها، گرانولوسیت‌ها و ماکروفاژها) و پادتن‌ها است، به عنوان یکی از پیامدهای جدی "بیش تمرینی" سرکوب می‌شوند. در صورتی که فعالیت جسمانی منظم با نشانگرهای التهابی رابطه‌ی معکوس دارد و التهاب با درجه‌ی پایین را سرکوب می‌کند (۱۰). تمرین قدرتی موجب افزایش توده عضلانی، افزایش پروتئین‌های انقباضی و در نتیجه افزایش قدرت عضلانی می‌گردد. برنامه‌های تمرینی با شدت و مدت متفاوت موجب تغییرات متفاوتی در سطح سیتوکین‌ها می‌گردد. در مورد شدت مناسب برای کاهش عوامل التهابی و مشاهده‌ی اثرات ضد التهابی فعالیت بدنی یافته‌های ضد و نقیضی وجود دارد. ورزش با شدت و مدت متوسط و بالا در دوره‌ی تمرین اثر بیشتری بر متغیرهای التهابی داشته و موجب

TNF- $\alpha$ ، IL-10 در بازیکنان واترپلو دارد؟

### روش کار

پژوهش انجام گرفته کاربردی و از نوع تحقیقات نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون است. جامعه آماری شامل تمام بازیکنان واترپلو شهر مشهد با دامنه سنی ۲۰-۲۵ سال، دارای حداقل چهار سال سابقه تمرین مداوم و حضور در لیگ برتر واترپلو کشور بودند. روش نمونه‌گیری به صورت نمونه در دسترس بود. از این جامعه آماری، تعداد ۳۰ نفر به صورت هدفمند و به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفری تمرینات منتخب واترپلو با مشخصات  $23/27 \pm 2/59$  سال،  $6/22 \pm 181/8$  سانتی‌متر و  $6/12 \pm 90/2$  کیلوگرم) و تمرینات سنتی واترپلو با مشخصات  $23/12 \pm 2/65$  سال،  $5/48 \pm 180/1$  سانتی‌متر و  $5/16 \pm 89/6$  کیلوگرم) تقسیم شدند. همچنین طرح تحقیق حاضر کد اخلاق با شماره IR.IAU.NEYSHABUR.REC.1402.005 را دریافت کرد.

پس از انتخاب آزمودنی‌ها طی جلسه‌ای اهداف و روش پژوهش به تفصیل توضیح داده شد و آزمودنی‌ها فرم رضایت نامه کتبی را امضاء نمودند. لازم به یادآوری است که کلیه آزمودنی‌ها در زمان پژوهش سالم بوده و تحت درمان دارویی نبودند. ۴۸ ساعت قبل و ۲۴ ساعت بعد از پروتکل تحقیق جهت اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق ۵ میلی لیتر خون وریدی تهیه گردید و سپس سرم‌ها جمع‌آوری شدند و تا زمان سنجش در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. مقادیر سرمی IL-10، TNF- $\alpha$  با روش الایزای ساندویچی و توسط کیت‌های تجاری ab46027 و ab46087 (شرکت EASTBIOPHARM کشور آمریکا) سنجش گردیدند. لازم به ذکر است رژیم غذایی آزمودنی‌ها شب قبل از پیش‌آزمون و پس‌آزمون همسان‌سازی شد.

تمرینات منتخب واترپلو به مدت هشت هفته (جدول ۱) اجرا شد. جهت کنترل شدت تمرینات از روش کارونن به عنوان در صدی از حداکثر ضربان قلب

کاهش عوامل التهابی می‌شود و شدت‌های پایین‌تر اثرات کمتری دارد (۱۱).

تحقیق دیگری نشان داد، تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی تأثیری بر مقدار پلاسمایی اینترلوکین-۶ و اینترلوکین-۱۰ به دنبال ریکاوری فعال پس از ورزش برون‌گرا در مقایسه با ریکاوری ندارد (۱۲). نقش ورزش در کاهش التهاب به اثبات رسیده است، اما در ارتباط با نقش ورزش بر اینترلوکین-۱۰ به عنوان یکی از آدیپوکین‌های ضدالتهابی و مکانیسم اثر آن، اطلاعات متناقضی وجود دارد. در برخی تحقیقات، افزایش سطوح اینترلوکین-۱۰ پس از فعالیت ورزشی گزارش شده است (۱۳)، درحالی‌که در برخی مطالعات دیگر، در سطوح اینترلوکین-۱۰ پس از یک دوره تمرین، تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (۱۴و۱۵).

چندین شواهد وجود دارد که نشان می‌دهد ورزش منظم باعث بهبود مشخصات التهابی می‌شود (۱۶)، در حالی‌که به نظر می‌رسد جلسات منفرد با پاسخ التهابی همراه است (۱۷). علاوه بر این، ورزش حاد باعث افزایش غلظت اینترلوکین-۶ پلازما و متعاقباً افزایش سطح اینترلوکین-۱۰ می‌شود که یک سیتوکین ضد التهابی است.

دورنلز و همکارانش در مطالعه‌ای مشاهده کردند که یک دوره تمرین با شدت بالا باعث ایجاد پروفایل ضد التهابی همزمان با تغییرات فعالیت دیاستیلازهای هیستون در افراد دارای اضافه وزن می‌شود (۱۸). با این حال، هیچ گزارشی درباره ارزیابی اثرات ورزش‌های آبی روی سایتوکین‌ها، به ویژه اینترلوکین-۱۰، وجود ندارد. اگرچه تحقیقات اندکی درخصوص ارتباط تمرینات تناوبی با تغییرات اینترلوکین-۱۰ و TNF- $\alpha$  صورت گرفته؛ اما عمدتاً در آن‌ها تنها به مداخلات تغذیه‌ای و دارویی تأکید شده است. در پژوهش حاضر یک عامل پیش التهابی (TNF- $\alpha$ ) و یک عامل ضد التهاب (IL-10) نسبت به سازگاری‌های تمرینات تناوبی شدید بدون ملاحظات تغذیه‌ای و دارویی بررسی می‌شود. لذا، مطالعه حاضر برای پاسخ به این سوال می‌باشد که آیا تمرینات منتخب واترپلو که عمدتاً تناوبی می‌باشد چه تأثیری روی سطوح سرمی

جدول ۱- برنامه تمرینات تخصصی واترپلو در طول دوره

روزهای هفته	گرم کردن عمومی	گرم کردن اختصاصی	تمرین اصلی	سرد کردن
شنبه	حرکات کششی	متر ۲۰۰ متر آزاد	متر ۱۰×۱۰۰ شنا با استراحت ۳ دقیقه	متر ۲×۲۰۰ کرال سینه
	۵ دقیقه دویدن آرام	متر ۴×۵۰ متر مختلط	شنا سر بالا با توپ	متر ۲×۱۰۰ کرال پشت با پای قورباغه
یکشنبه	حرکات کششی	متر ۲۰۰ متر آزاد	متر ۶×۲۰۰ شنا آزاد با استراحت ۴/۵ دقیقه	متر ۴۰۰ کرال سینه
	۵ دقیقه دویدن	متر ۴×۵۰ متر مختلط	متر ۱۰×۵۰ شنا با استراحت ۱/۵ دقیقه	متر ۱۰۰ کرال پشت
		متر ۴×۵۰ متر پا مختلط	کار با توپ، شوت، پاس	
دوشنبه	حرکات کششی	متر ۴×۵۰ متر مختلط	متر ۴×۱۵ (دقیقه) بازی واترپلو (بدون شروع مجدد از وسط زمین)	متر ۴۰۰ شنای آزاد
	حرکت شوت واترپلو با کش در جهت‌های مختلف	متر ۴×۵۰ متر مختلط		
سه شنبه	حرکات کششی	متر ۴×۵۰ متر مختلط	متر ۵×۴۰۰ (با کفی+دوقلو) کرال سینه	متر ۴۰۰ شنای آزاد
		متر ۴×۵۰ متر پا مختلط	متر ۵×۴۰۰ (۵۰ پروانه+ ۳۰۰ کرال سینه+ ۵۰ پروانه) با فین	
چهارشنبه	حرکات کششی	متر ۴×۵۰ متر مختلط	(دقیقه) ۳×۱۵ بازی واترپلو داخل کم عمق بدون خطاهای خطر ساز بدون قوانین واترپلو	متر ۲۰۰ کرال سینه
	۵ دقیقه دویدن	متر ۲۰۰ متر پا مختلط	شنا امدادی با توپ به صورت Z شکل و حمله و ضد حمله با اجرای شوت	متر ۱۰۰ کرال پست
			متر (۱۰۰-۲۰۰-۳۰۰-۴۰۰) کرال سینه	متر ۱۰۰ پا
پنج‌شنبه	حرکات کششی	متر ۴×۵۰ متر مختلط	متر (۱۰۰-۲۰۰-۳۰۰-۴۰۰) کرال سینه	متر ۲۰۰ کرال سینه
	۵ دقیقه دویدن	متر ۱۰۰ متر پا مختلط	کار با توپ، شوت، تمرین تاکتیک‌های تیمی	متر ۱۰۰ کرال پست
جمعه			بازی رسمی با قوانین کامل	متر ۱۰۰ پا

یافته‌های این پژوهش نشان داد هشت هفته تمرینات منتخب واترپلو افزایش معناداری در سطح سرمی IL-10 در گروه تجربی داشته است، اما تغییر معناداری در سطح سرمی TNF- $\alpha$  در آزمودنی‌های تجربی ایجاد نکرده است.

همسو با نتایج این پژوهش، کادوگلوو و همکاران اثرات شش ماه تمرین هوازی به صورت چهار جلسه در هفته را در ۶۰ بیمار دارای اضافه وزن مطالعه کردند و نشان دادند که سطح IL-10 افزایش معناداری داشت. یکی از دلایل افزایش IL-10 متعاقب تمرینات ورزشی، افزایش اکسیداسیون چربی و در نتیجه کاهش بافت چربی از جمله چربی احشائی است (۱۳). تحقیقات نشان داده است که کاهش در توده چربی همراه با کاهش نفوذ ماکروفاژها به درون بافت چربی و تبدیل مونوسیت‌های ماکروفاژی نوع M1 به فنوتیپ مونوسیت‌های ماکروفاژی نوع M2 موجب می‌شود

بیشینه (MHR % ۸۰-۱۰۰) استفاده شد؛ همچنین هر هفته به میزان پنج درصد بر شدت تمرینات افزوده شد.

نهایتاً از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و آزمون‌های شاپیرو ویلک جهت طبیعی بودن توزیع داده‌ها و تی جهت مقایسه میانگین‌های اندازه‌گیری شده در سطح معنی داری  $P < 0/05$  استفاده شد.

### یافته‌ها

نتایج نشان داد که گروه تجربی نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری در میزان IL-10 داشته‌اند، اما در میزان TNF- $\alpha$  تغییر معناداری مشاهده نشد (جدول ۲).

### بحث

**جدول ۲- مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی واترپلو بیست های نخبه**

متغیر	گروه	پیش آزمون		پس آزمون		تغییرات	
		انحراف معیار ± میانگین		انحراف معیار ± میانگین		تغییرات درون گروهی	
		تجربی	کنترل	تجربی	کنترل	تغییرات بین گروهی	
IL-10 تغییرات درون گروهی	تجربی	۱۹/۳±۵۴/۱۳	۲۰/۵۰±۴/۶۶	۳۱/۳۶±۷/۶۴	۲۱/۰۳±۵/۶۲	۰/۰۰۰	۶/۹۱
	کنترل	۳۱/۱۵±۴۹/۱۵	۳۰/۵۸±۱۱/۰۲	۳۰/۸۵±۱۰/۱۲	۳۲/۷۱±۸/۵۰	۰/۵۶۸	۰/۵۶۲
TNF تغییرات درون گروهی	تجربی	۰/۳۹۵	۰/۸۶۰	۰/۶۸۵	۰/۴۱۳	۰/۳۴۹	۰/۸۵۰
	کنترل	۰/۳۹۵	۰/۸۶۰	۰/۶۸۵	۰/۴۱۳	۰/۳۴۹	۰/۸۵۰

\*سطح معناداری  $P < 0.05$  در نظر گرفته شده است.

توده بدنی غیر مشترک و میزان شدت تمرین اشاره کرد (۲۱-۲۴).

به طور کلی اعتقاد بر آن است که تمرین از طریق سه مکانیسم عمده یعنی کاهش چربی های احشایی، افزایش تولید سایتوکین های ضدالتهابی و کاهش سایتوکین های التهابی، در کنترل و تعدیل التهاب نقش دارد (۱۳). یافته های موجود در خصوص سایتوکین ها به ویژه  $TNF-\alpha$ ، نشان از پیچیدگی مربوط به اثرات متفاوت تمرین با شدت و مدت زمان متفاوت دارد. به عنوان مثال پس از اجرای یک مسابقه دوی ماراتن،  $TNF-\alpha$  سه برابر افزایش یافت. در مقابل، به دنبال سه ساعت دوچرخه سواری با شدت ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، مقدار آن به طور معناداری کاهش یافت. با این حال در یک تمرین دوچرخه سواری ۳۰ دقیقه ای با شدت ۴۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، میزان  $TNF-\alpha$  افزایش یافته و در یک تمرین هوازی پیاده روی که با همان شدت و به مسافت ۱۰ هزار گام در جلسه انجام شد، تغییری در میزان  $TNF-\alpha$  ایجاد نگردید.

### نتیجه گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، تمرین انتخابی هشت هفته ای در رشته واترپلو تأثیر قابل توجهی بر سیستم ایمنی و التهابی بازیکنان نخبه داشته است، اما این تأثیر یکنواخت نبوده است. به طور خاص، این برنامه تمرینی منجر به افزایش معنی دار سطح سرمی  $IL-10$  در ورزشکاران شده است. این فاکتور، یک سایتوکین

سایتوکین های ضدالتهابی مانند  $IL-10$  افزایش یافته و سایتوکین های پیش التهابی مانند  $TNF-\alpha$  کاهش یابند (۱۶). یکی دیگر از سازوکارهای درگیر در افزایش  $IL-10$ ، افزایش  $IL-6$  در اثر تمرین می باشد. نشان داده شده است که تمرین باعث افزایش متابولیسم عضلانی شده و منجر به افزایش  $IL-6$  در عضله و خون می گردد. افزایش  $IL-6$  خود باعث افزایش ترشح  $IL-10$  در ماکروفاژها می شود (۱۹).

در پژوهش حاضر مقدار سایتوکین  $TNF-\alpha$  پس از فعالیت ورزشی نسبت به گروه کنترل کاهش نشان داد، اما مقدار این کاهش معنادار نبود. در این رابطه می توان عنوان کرد که ورزش با شدت بالا اثر بیشتری بر متغیرهای التهابی داشته و موجب کاهش عوامل التهابی می شود. این در صورتی است که شدت های پایین تر ورزش اثرات کمتری دارد. در اکثر مطالعاتی که کاهش شاخص های التهابی را گزارش کرده اند، دوره طولانی تر و شدت بیشتری از تمرین اجرا شده است. تحقیقات نشان می دهد فعالیت ورزشی احتمالاً از طریق تعدیل آدیپوکاین های مرتبط با مقاومت به انسولین مترشح شده از بافت چربی به کاهش التهاب کمک می کند. به دنبال ورزش سطوح  $IL-6$  افزایش می یابد و موجب تحریک سایتوکین ضدالتهابی  $IL-10$  می گردد (۲۰). در تحقیقات گزارش شده است که پس از سه هفته تمرین هوازی بر روی افراد چاق مقادیر  $TNF-\alpha$  به طور معناداری کاهش پیدا کرد. از دلایل عدم همسویی نتایج تحقیقات با تحقیق حاضر می توان به آزمودنی هایی با شاخص

مقاله؛ رامبد خواجه ای: نظارت، متودولوژی؛ محمدرضا رمضانپور: آنالیز داده‌ها، مرور و ادیت؛ آمنه برجسته یزدی: مرور، نوشتن مقاله و ویرایش مقاله؛ امیر رشید لمیر: طراحی آزمایشات، تفسیر داده‌ها.

## References

1. Hong E, Ko HJ, Cho Y, Kim H, Ma Z, Yu TY, et al. Interleukin-10 prevents diet-induced Insulin resistance skeletal muscle. *Diabetes* 2009;58(11):25–35.
2. Babbitt DM, Diaz KM, Fearheller DL, Sturgeon KM, Perkins AM, Veerabhadrapa P, Endothelial activation micro particles and inflammation status improve with exercise training in African Americans. *Int J Hypertens*. 2013;1-8.
3. Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA, the anti-inflammatory effects of exercise mechanism and implications for the preventions treatment of disease. *Nat Rev Immunol*. 2011; 11(9) 607-15.
4. Gregor MF, Hotamisligil GS. Inflammatory mechanisms in obesity. *Ann Rev Immunol*. 2011;29:415-45.
5. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, Gleeson M, Woods JA, Bishop N, et al. Position statement part one: immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev*. 2011;17:6-63.
6. Bradley RL, Jeon JY, Liu F, Maratos-flier E. Voluntary exercise improves insulin sensitivity and adipose tissue inflammation in diet-induced obese mice. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2008;295(3):586–94.
7. Korb A, Bertoldi K, Agustini Lovatel G, Sudatti Delevatti R, Rostiola Elsner V, Carolina Ferreira Meireles L, et al. Acute exercise and periodized training in different environments affect histone deacetylase activity and interleukin-10 levels in peripheral blood of patients with type 2 diabetes. *Diabetes Res Hand Clin Pract*. 2018;141:132–139.
8. Kadoglou NPE, Iliadis F, Angelopoulou N, Perrea D, Ampatzidis G, Liapis CD, et al. The anti-inflammatory effects of exercise training in patients with type 2 diabetes mellitus. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2007;14(6):837–43.
9. Ranjbar R, Habibi AH, Abolfathi NN. The effect of aerobic interval training on IL-6 and IL-10 serum concentration in women with type II diabetes. *Arak Med Univ J*. 2016;19(112):36–45.
10. Hovanloo F, Tahereh A, Ahmadizad S. Effects of sprint interval and continuous endurance training on serum levels of inflammatory biomarkers. *J Diabetes Metab*. 2013;2(11):193–202.

ضدالتهابی کلیدی است که نقش مهمی در مهار واکنش‌های التهابی و بازگرداندن هموستاز (تعادل) بدن دارد. افزایش سطح آن نشان می‌دهد که بدن بازیکنان به طور مؤثری توانسته است با استرس تمرینات سازگار شده و یک پاسخ ترمیمی و تعدیل‌کننده التهاب را فعال نماید. در مقابل، سطح سرمی  $TNF-\alpha$ ، که یک سایتوکین پیش‌التهابی قوی محسوب می‌شود، در طول دوره تمرین تغییر معنی‌داری نشان نداد. این یافته می‌تواند حاکی از آن باشد که شدت و نوع تمرینات انتخابی به اندازه‌ای نبوده که باعث استرس اکسیداتیو یا التهاب مزمن قابل اندازه‌گیری شود که سطح  $TNF-\alpha$  را افزایش دهد، یا اینکه پاسخ‌های ضدالتهابی بدن (مانند افزایش IL-10) به خوبی توانسته‌اند هرگونه افزایش احتمالی  $TNF-\alpha$  را خنثی کنند. در مجموع، این تحقیق نشان می‌دهد که تمرینات خاص واترپلو می‌توانند با تقویت مسیرهای ضدالتهابی بدن (از طریق افزایش IL-10)، به مدیریت و تعدیل پاسخ‌های التهابی در سطح نخبه کمک کنند، اما برای درک کامل چگونگی تأثیر بلندمدت این تمرینات بر پاسخ‌های التهابی پیچیده و سایر فاکتورهای ایمنی، انجام مطالعات آتی با طراحی‌های جامع‌تر ضروری به نظر می‌رسد.

## تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله مراتب قدردانی و سپاس را از کلیه مسئولین محترم و شرکت کنندگان که با حضور در طرح ما را در اجرا و پیشبرد دقیق برنامه‌ها یاری کردند، دارند.

## ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر با دریافت کد اخلاق IR.IAU.NEYSHABUR.REC.1402.005 در کمیته اخلاق پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور تایید شده است.

## مشارکت نویسندگان

کاظم طالبی: جمع‌آوری داده‌ها، آماده‌سازی درفت

Endocrinology and Metabolism. 2010;12(4):418–426. [In Persian]

22. Ranjbar R, Habibi AH, Abolfathi NN. The effect of aerobic interval training on IL-6 and IL-10 serum concentration in women with type II diabetes. Arak Medical University Journal. 2016;19(112):36–45. [In Persian]

23. Hovanloo F, Ahmadizad S. Effects of sprint interval and continuous endurance training on serum levels of inflammatory biomarkers. Journal of Diabetes and Metabolism. 2013;2(11):193–202. [In Persian]

24. Ghorbanian B, Ghasemnia A. (2016). The effects of 8 weeks interval endurance combined training on plasma TNF- $\alpha$ , IL-10, insulin resistance and lipid profile in adolescent boys. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2016;4(7):43–54. [In Persian]

11. Hopps E, Canino B, Caimi G. Effects of exercise on inflammation markers in type 2 diabetic subjects. Acta Diabetol. 2011;48:183–9.

12. Gleeson M. Immune function in sport and exercise. J Appl Physiol. 2007; 103: 693–9.

13. Dorneles GP, Boeira MCR, Schipper LL, Silva IRV, Elsner VR, Dal Lago P, et al. Acute strenuous exercise induces an imbalance on histone H4 acetylation/histone deacetylase 2 and increases the proinflammatory profile of PBMC of obese individuals. Oxid Med Cell Longevity. 2017;2017:1530230.

14. Butcher LR, Thomas A, Backx K, Roberts A, Webb R, Morris K. Low-Intensity Exercise Exerts Beneficial Effects on Plasma Lipids via PPAR [gamma]. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2008; 40(7): 1263-70.

15. Ghorbanian B, Ghasemnia A. The effects of 8 weeks interval endurance combined training on plasma TNF- $\alpha$ , IL-10, insulin resistance and lipid profile in boy adolescent. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2016; 4(7): 43-54.

16. Tadeu Frajacomo F, Kannen V, Deminice R, Herrero Geraldino T, Pereira-da-Silva G, Akira Uyemura S, et al. Aerobic Training Activates Interleukin 10 for Colon Anticarcinogenic Effects. Medicine & Science in Sports & Exercise (2015), Publish Ahead of Print.

17. Aghaalienejad H, Malanouri Shamsi M. (2010). The effect of exercise on cytokine release from skeletal muscle with emphasis on interleukin-6. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 12(2):181–190. [In Persian]

18. Hosseini SM, Fallah Mohammadi Z, Feyzi F. The effect of a period of high-intensity resistance training on interleukin-10, TNF- $\alpha$  and BDNF levels in Lewis rats with experimental autoimmune encephalomyelitis. Isfahan University of Medical Sciences Journal. 2017;422. [In Persian]

19. Amani Shamlzadeh S, Aghaalienejad H, Qarahanlu R, Malanouri Shamsi M, Talebi Badrabad K. The effect of physical activity on levels of interleukin-6, interleukin-18 and inflammatory protein and their association with insulin resistance index. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2009;11(6):699–706. [In Persian]

20. Mokhtarzadeh M, Ranjbar R, Majdinasab N. Relationship between serum levels of leptin, interleukin-10 and TNF- $\alpha$  with fatigue and aerobic capacity in women with MS. Shefaye Khatam Journal. 2017;5(3). [In Persian]

21. Gayeni A, Kazemi A, Fallahi A, Ghasemnia A. Response of some inflammatory and immune indices of cardiovascular diseases in obese boys to a short-term physical activity. Iranian Journal of

