

Research Paper

Effect of L-Carnitine Consumption and Endurance Training on Lung Tissue Structure Damage in Male Boldenone-Poisoned Rats



Sayyed Javad Ziaolhagh¹, Narges Hajabutalebi², *Maliheh Ardakanizadeh³, Majid Gholami¹

1. Department of Exercise Physiology, Shahroud Branch, Islamic Azad University, Shahroud, Semnan Province, Iran.

2. Department of Mathematics, Shahroud Branch, Islamic Azad University, Shahroud, Semnan Province, Iran.

3. Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities Sciences, Damghan University, Damghan, Semnan Province, Iran.



Citation Ziaolhagh S J, Hajabutalebi N, Ardakanizadeh M, Gholami M. [Effect of L-Carnitine Consumption and Endurance Training on Lung Tissue Structure Damage in Male Boldenone-Poisoned Rats (Persian)]. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*. 2022; 31(2):112-123. <https://doi.org/10.32598/JGUMS.31.2.1814.1>

doi <https://doi.org/10.32598/JGUMS.31.2.1814.1>



Received: 07 Oct 2021

Accepted: 01 May 2022

Available Online: 01 Jul 2022

Keywords:

Boldenone, L-carnitine, Endurance training, Lung damage

ABSTRACT

Background Performing endurance training and taking L-carnitine supplements is effective in improving the performance of athletes, but its effect on repairing lung damage caused by boldenone injection is still unknown.

Objective The present study aims to assess the effect of L-carnitine consumption alone with endurance training on lung tissue structure damage in male rats poisoned with boldenone.

Methods In this experimental study, 30 male Wistar rats (weight= 228.53±7.94 g) were randomly divided into five groups: Control, boldenone, boldenone+training, boldenone+supplementation, and boldenone+training+supplementation. Boldenone (5 mg/kg) was injected in the biceps femoris once a week, and L-carnitine supplementation (600 mg/kg) was administrated in gavage into the stomachs of animals, three days per week. The endurance training program was included running on a treadmill for 8-week, three days per week, each for 30 minutes at a speed of 12 m/min, which reached 60 minutes and 30 m/min in the final week. Histopathological changes in bronchioles and alveoli were examined using a light microscope.

Results The weight of two groups of boldenone+supplementation, and boldenone+training+supplementation increased significantly compared to the boldenone group (P=0.005). In the boldenone+training+supplementation group, a significant improvement in bronchioles and alveoli was observed compared to the boldenone group (P=0.001).

Conclusion It seems that performing endurance training along with L-carnitine supplementation has a great effect on reducing the destructive effects of boldenone on lung tissue.

*** Corresponding Author:**

Maliheh Ardakanizadeh

Address: Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities Sciences, Damghan University, Damghan, Semnan Province, Iran.

Tel: +98 (912) 3325494

E-Mail: maliheh_ardakani@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

Studies have shown that the use of anabolic androgenic steroids by athletes leads to increased strength and endurance by increasing protein production and improving muscle size; however, their abuse causes severe and irreversible damage to vital tissues of the body. One of the anabolic androgenic steroids is boldenone which is used by athletes [1].

The main function of L-carnitine in the body is to support metabolism and convert food into energy. Under the influence of exercise, more free fatty acids are transferred from the breakdown of triglycerides, leading to their further oxidation. The effectiveness of L-carnitine in reducing serum triglyceride levels is also due to increased excretion of acetyl carnitine [2].

Regular and moderate exercise has been shown to reduce the risk of infection, but the increase of the intensity and duration of exercise can cause damage to the immune system, followed by damage to most tissues in the body, including the lungs [3]. The present study aims to evaluate the effect of L-carnitine use combined with endurance training on structural damage to the lung tissue in male rats poisoned with boldenone.

Methods

In this study, 30 male Wistar rats (Weight= 228.53±7.94 g) were randomly divided into five groups: Control, boldenone, boldenone+training, boldenone+supplementation, and boldenone+training+supplementation. Boldenone steroid (5 mg/kg) was injected into the biceps femoris once a week to induce poisoning. L-carnitine supplement (600 mg/kg) was administered in gavage into the

stomach three days per week [4]. The endurance training program consisted of running on treadmill for 6 weeks, three days per week, each for 30 minutes at a speed of 12 meters per minute which reached 60 minutes and 30 meters per minute in the last week [5]. Histopathological changes in bronchioles and alveoli were examined with a light microscope. Kolmogorov-Smirnov test was used to assess the normality of data distribution, and one-way ANOVA with Bonferroni post-hoc test was used to analyze the data in SPSS v. 25 software, considering a significance level of $P \leq 0.05$

Results

The results of one-way ANOVA showed that 6 weeks of aerobic training combined with L-carnitine consumption had an effect on weight changes in rats poisoned by boldenone; a significant increase in the weight of two groups of supplementation and endurance training+supplementation was observed compared to the poisoned group ($P=0.005$). The destructive effects of boldenone in the group without endurance training showed moderate damage to bronchioles and alveoli and severe inflammation and hyperemia compared to the healthy control group. In the supplementation group, there was a mild damage, while in the endurance training+supplementation group, this damage improved significantly ($P=0.001$) (Table 1).

Discussion

It has been shown that taking testosterone analogs can increase the risk of cholesterol deposition and hypertension; the aromatase enzyme is activated in the body, leading to the accumulation of water, salts, and fat in the body [6]. L-carnitine plays an important role in skeletal muscles in the transfer of free fatty acids to the mitochondrial matrix under beta-oxidation process [2]. Therefore, it is possible that aerobic exercise combined with L-carnitine consumption may produce better results in weight balance.

Table 1. The changes in lungs damage after 6 weeks of intervention in the study groups

Group	Pneumocystis I	Pneumocystis II	Bronchioles	Alveoli	Inflammation and hyperemia
Control	0	0	0	0	0
Boldenone	2	1	2	2	3
Boldenone+Training	1	1	1	1	1
Boldenone+Supplementation	0	0	1	0	1
Boldenone+Training+Supplementation	0	0	0	0	1

0: No change, 1: Low change, 2: Moderate change, 3: High change

Anabolic androgenic steroids have been shown to cause liver inflammation, hyperemia, sinusoids, and fatty vacuole formation in liver tissue [7]. In the present study, it was observed that the consumption of L-carnitine along with endurance training greatly reduced the destructive effects of boldenone. In the acute phase of lung injury, the cells involved in swelling and inflammation are present in the tissues, and alveolar macrophages increase. Blood secretions fill the alveoli and the fibrin-containing hyaline membrane is expanded [8].

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

In this study, all ethical principles for the use of animals, including the availability of water and food, proper storage conditions, and no compulsion in training, were observed. An ethical approval was obtained from the ethics committee of [Islamic Azad University, Shahrood Branch \(SIAU\)](#) (Code: IR.IAU.SHAHROOD.REC.1396.9).

Funding

The study was funded by [Islamic Azad University, Shahrood Branch \(SIAU\)](#), Semnan, Iran

Authors' contributions

Research design and implementation: Seyyed Javad Ziaulhaq; Writing, editing and correction of the article: Maleeha Ardakanizadeh; Statistical method and data analysis: Narges Haj Abutalebi; Drafting: Majid Gholami.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

Thanks are given to all those who contributed to the implementation of this study.

مقاله پژوهشی

تأثیر مصرف ال کارنیتین و تمرین استقامتی بر آسیب‌های ساختاری بافت ریه در موش‌های صحرایی نر مسموم‌شده با بولدنون

سید جواد ضیاءالحق^۱، نرگس حاج‌ابوطالبی^۲، *ملیحه اردکانی‌زاده^۳، مجید غلامی^۱

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، استان سمنان، ایران.
۲. گروه ریاضی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، استان سمنان، ایران.
۳. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه دامغان، استان سمنان، ایران.



Citation Ziaolhagh S J, Hajabutalebi N, Ardakanizadeh M, Gholami M. [Effect of L-Carnitine Consumption and Endurance Training on Lung Tissue Structure Damage in Male Boldenone-Poisoned Rats (Persian)]. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*. 2022; 31(2):112-123. <https://doi.org/10.32598/JGUMS.31.2.1814.1>

doi <https://doi.org/10.32598/JGUMS.31.2.1814.1>

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۵ مهر ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۱۱ اردیبهشت ۱۴۰۱

تاریخ انتشار: ۱۰ تیر ۱۴۰۱

زمینه: اجرای تمرینات استقامتی و مصرف مکمل ال کارنیتین بر ارتقای عملکرد ورزشکاران مؤثر است، اما تأثیر آن بر ترمیم آسیب ریوی ناشی از تخریب تزریق استروئید بولدنون مشخص نیست.

هدف: مطالعه حاضر به بررسی تأثیر مصرف ال کارنیتین هم‌زمان با اجرای تمرین استقامتی بر آسیب‌های ساختاری بافت ریه موش‌های صحرایی نر مسموم‌شده با بولدنون می‌پردازد.

روش‌ها: در این مطالعه تجربی، تعداد ۳۰ سر موش نر صحرایی (وزن: $228/52 \pm 7/94$ گرم) به‌صورت تصادفی به ۵ گروه: کنترل، بولدنون، بولدنون+آزمایش، بولدنون+ال کارنیتین و بولدنون+آزمایش+ال کارنیتین تقسیم شدند. تزریق استروئید بولدنون (۵ میلی‌گرم/کیلوگرم) به عضله دو سر ران انجام شد و مکمل ال کارنیتین (۶۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم) به‌مدت ۳ روز در هفته به معده حیوانات گلاژ شد. برنامه تمرین استقامتی شامل ۶ هفته دویدن بر روی تردمیل و ۳ روز در هفته بود که با زمان ۳۰ دقیقه و در هفته پایانی به سرعت ۱۲ مترلایقه آغاز به ۶۰ دقیقه و سرعت ۳۰ مترلایقه رسید. تغییرات برونشیول و آلوئول‌ها در بافت ریه با استفاده از میکروسکوپ نوری بررسی شد.

یافته‌ها: مقادیر وزن در هر دو گروه مصرف‌کننده ال کارنیتین با یا بدون اجرای تمرین استقامتی در مقایسه با گروه بولدنون، افزایش معناداری داشت ($P=0/005$). در گروه آزمایش+ال کارنیتین در مقایسه با گروه بولدنون، بهبود معناداری در برونشیول و آلوئول‌های ریه به‌دست آمد ($P=0/001$).

نتیجه‌گیری: اجرای تمرین استقامتی همراه با مصرف مکمل ال کارنیتین بر کاهش اثرات مخرب ناشی از بولدنون در بافت ریه تأثیر زیادی دارد.

کلیدواژه‌ها:

استروئید بولدنون، ال کارنیتین، تمرین استقامتی، آسیب ریه

* نویسنده مسئول:

ملیحه اردکانی‌زاده

نشانی: سمنان، دانشگاه دامغان، دانشکده علوم انسانی، گروه علوم ورزشی.

تلفن: ۳۳۲۵۴۹۴ (۹۱۲) ۰۹۸+

رایانامه: maliheh_ardakani@yahoo.com

مقدمه

[۵]

کمبود کارنیتین، اختلال در متابولیسم لیپیدها را در پی دارد و از طرفی فعالیت بدنی موجب کاهش کارنیتین عضلات می‌شود. تحقیقات فراوانی درباره تأثیر مکمل ال کارنیتین بر توان هوازی و لاکتات پلاسما و همچنین گلوکز پلاسما و متابولیسم چربی انجام شده که در برخی موارد نتایج به‌دست‌آمده با هم متناقض هستند [۶].

پرندهک و همکاران اعلام کردند مصرف روزانه ۲ گرم مکمل ال کارنیتین به مدت دو هفته همراه با اجرای فعالیت استقامتی باعث کاهش اثرات پراکسیداسیون لیپیدی و عوامل آسیب عضلانی می‌شود [۷]. برخلاف آن، براد و همکاران نشان دادند مصرف روزانه ۳ گرم مکمل ال کارنیتین به مدت ۴ هفته بر اکسیداسیون کربوهیدرات و چربی هنگام اجرای فعالیت زیربیشینه بی‌تأثیر است [۸].

سازوکار اثرگذاری این نوع تمرینات در بهبود پروفایل لیپیدی، به فرایندهای آنزیمی دخیل در سوخت‌وساز لیپیدها مربوط است. در این مورد، افزایش فعالیت آنزیمی لیپوپروتئین لیپاز گزارش شده است [۵]. همچنین بررسی وضعیت آنتی‌اکسیدانی، پراکسیداسیون چربی و آسیب سلولی نشان داد ال کارنیتین تأثیر ناشی از آسیب ترکیبات شیمیایی را سرکوب می‌کند که در پی افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند گلوکاتایون پراکسیداز، گلوکاتایون ردوکتاز و کاتالاز اتفاق می‌افتد. نتایج مطالعه نامنی و همکاران نشان داد مکمل‌سازی با ال کارنیتین موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسیداز دیسموتاز، گلوکاتایون پروکسیداز، کاتالاز و گلوکاتایون ردوکتاز پس از یک جلسه تمرین شدید شد که این افزایش پس از قطع فعالیت در مورد هر چهار آنزیم روند کاهش داشت [۹].

در رابطه با تأثیرات تمرینات استقامتی عنوان شده که موجب بهبود جریان خون مرکزی و محیطی شده و ظرفیت سلول‌های عضلانی را در جهت تمرینات ورزشی استقامتی و هوازی تقویت می‌کند. این تمرینات موجب افزایش ضربان قلب و تنفس می‌شود و طی این حرکات مصرف اکسیژن افزایش می‌یابد. در نتیجه کارایی قلب، ریه‌ها و سیستم گردش خون افزایش یافته و توانایی فرد در انجام کارهای روزانه بیشتر می‌شود [۱۰]. از طرف دیگر، مشاهده شده است تمرینات منظم و متوسط ورزشی، احتمال ایجاد عفونت را کاهش می‌دهد، اما افزایش شدت و مدت فعالیت ورزشی قادر به ایجاد آسیب‌های سیستم ایمنی و به‌دنبال آن آسیب به بیشتر بافت‌های بدن از جمله شش‌ها است [۱۱].

در مجموع و با توجه به یافته‌های فوق می‌توان بیان کرد مصرف استروئید آنابولیک بولدنون از طریق تولید گونه‌های رادیکالی و تضعیف سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن ممکن است بر بافت‌های مختلف بدن از جمله ریه اثر مخربی داشته باشد. در مقابل این اثرات نامطلوب، اثر بهبودسازی ال کارنیتین و تمرین هوازی منظم بر فعال‌سازی ظرفیت ضداکسایشی بدن به اثبات رسیده

بیش از سیصد میلیون آلوئول در ریه طبیعی وجود دارد که همگی آن‌ها هم‌زمان کار نمی‌کنند. بر همین اساس، هریک از ریه‌ها تعداد زیادی آلوئول ذخیره دارد و در مواقعی که ریه‌ها به علل متفاوت مانند بیماری، عفونت یا عمل جراحی آسیب می‌بینند از آلوئول‌های ذخیره استفاده می‌کنند [۲، ۱].

نتایج مطالعات نشان داده است مصرف استروئیدهای آندروژنیک آنابولیک از سوی ورزشکاران از طریق افزایش توده عضلانی اسکلتی (هیپرتروفی)، ساخت پروتئین و بهبود در اندازه عضلات باعث افزایش قدرت و استقامت می‌شود، اما سوءمصرف استروئیدهای آنابولیک به آسیب جدی و غیرقابل بازگشت بافت‌های حیاتی بدن منجر می‌شود.

مطالعات بیوشیمیایی نشان داد بولدنون یک پیوند دوگانه بین اتم‌های کربن ۱ و ۲ نسبت به تستوسترون بیشتر دارد، به همین دلیل شباهت‌های زیادی با تستوسترون دارد و وجود این پیوند اضافی موجب ویژگی‌های منحصر به فرد بولدنون شده است. به دلیل اینکه مصرف بولدنون بین ورزشکاران رشته‌های مختلف استقامتی، قدرتی یا سرعتی مصرف می‌شود، می‌تواند به‌عنوان نمونه خوبی از استروئید آنابولیک مطالعه شود [۳].

از طرف دیگر، مطرح شده است که آپوپتوز در پاسخ به مصرف استروئیدهای آنابولیک نقش کلیدی بازی می‌کند. این فرم فعال از مرگ سلولی با تغییرات مورفولوژیک مانند چروکیدگی شدن سلول و قطعه قطعه شدن دی‌ان‌ای دیده می‌شود. آپوپتوز هم مانند تمام مسیرهای سلولی از مسیرهای مشخص و توسط تحریک‌های خاصی القا شده و از طریق مسیر گیرنده لیگاند یا مسیر میتوکندریایی آماده مرگ می‌شود. با مصرف استروئیدهای آنابولیک و افزایش اثرات آنابولیکی، گونه‌های فعال اکسیژنی^۱ بیشتری تولید می‌شود که در نتیجه به عدم فعالیت منظم ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و راه‌اندازی مسیرهای آپوپتوزی منجر می‌شود [۴].

یکی از مکمل‌هایی که امروزه بسیاری از مردان ورزشکار به‌عنوان چربی‌سوز و ارتقادهنده عملکرد ورزشی با آن آشنا هستند، ال کارنیتین است. وظیفه اصلی ال کارنیتین در بدن، کمک به سوخت‌وساز و تبدیل غذا به انرژی است که این عمل را از طریق انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیره به داخل میتوکندری‌ها جهت بتا اکسیداسیون آن‌ها انجام می‌دهد و تحت تأثیر فعالیت ورزشی با انتقال بیشتر اسید چرب آزاد حاصل از تجزیه تری‌گلیسرید به اکسیداسیون بیشتر آن‌ها منجر می‌شود. کاهش سنتز تری‌گلیسرید موجب افزایش برداشت چربی بد خون^۲ توسط گیرنده‌ها و کاهش مقادیر آن می‌شود. اثر دیگر ال کارنیتین در کاهش سطح تری‌گلیسرید سرم مربوط به افزایش دفع استیل کارنیتین است

1. Reactive Oxygen Species
2. Low Density Lipoprotein

محرک صوتی استفاده شد. در صورتی که حیوان ۳ بار به بخش شوک تردمیل وارد می‌شد و شوک را به دوییدن ترجیح می‌داد، تمرین حیوان به پایان می‌رسید.

اندازه‌گیری وزن موش‌ها

در شروع، پس از تزریق استروئید بولدنون و پایان دوره قبل از کشتن و نمونه‌برداری، حیوانات به‌طور دقیق توسط ترازوی دیجیتال با حساسیت ۲ رقم اعشار (ساخت شرکت سارتاریاس آلمان) وزن شدند و اعداد به‌دست‌آمده برحسب گرم ثبت شدند.

تغییرات هیستوپاتولوژی

در پایان مطالعه، حیوانات به‌مدت ۱۲ ساعت ناشتا نگهداشته شدند. سپس موش‌ها وزن و بیهوش شدند. بیهوشی با تزریق درون‌صفاقی کتامین (۶۰ میلی‌گرم/کیلوگرم) و زایلوزین (۵ میلی‌گرم/کیلوگرم) با نسبت ۵ به ۲ انجام شد. پس از بیهوشی بلافاصله بافت ریه برداشته شد. نمونه‌ها پس از جداسازی در فرمالین ۱۰ درصد ثابت شده و سپس جهت انجام روش‌های معمول بافت‌شناسی آماده شدند. نمونه‌ها برای ۴۸ ساعت در محلول نگهداری شدند. پس از ۲۴ ساعت اولیه فرمالین تازه با فرمالین قبلی جایگزین شد. بعد از تثبیت با الکل آبگیری و قالب‌گیری با پارافین انجام شد. سپس به‌وسیله میکروتوم مقاطع با ضخامت ۵ میکرون به‌صورت نمونه‌گیری تصادفی و با فواصل منظم و یکنواخت تهیه شد. مقاطع میکروسکوپی انتخاب‌شده، پس از رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین با میکروسکوپ نوری مطالعه شد. براین اساس، هر بافت ویژگی‌های نرمال و طبیعی دارد و هرگاه این ویژگی تغییر کند، نشان از بروز آسیب و روند پاتولوژیک در بافت مورد مطالعه است. بدین‌منظور، در گروه کنترل که هیچ‌گونه اقدام تهاجمی یا آزمایشی صورت نگرفته است، دارای ویژگی‌های طبیعی و نرمال بوده و مابقی بافت‌ها در حالت مقایسه‌ای با آن قابل مطالعه هستند.

مقاطع بافت‌شناسی توسط متخصص مربوطه با دقت بررسی و ابتدا هر بافت به شکل کلی و سپس جزئی‌سنجش سلولی شد. عکسبرداری با دوربین میکروسکوپی دیجیتال اولمپوس DP12 و پس از آن بررسی‌های بافتی توسط نرم‌افزار Image J انجام شد [۱۱۲]. معیارهای ارزیابی ضایعات هیستوپاتولوژی ریه در **جدول شماره ۱** ذکر شده است.

روش آماری

در این مطالعه، مقادیر متغیرهای کمی به‌صورت «میانگین ± انحراف معیار» نشان داده شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف^۳ استفاده شد. جهت مقایسه

است که در پژوهش حاضر ممکن است بر ارتقای آسیب ناشی از استروئید بولدنون بر ریه‌ها مؤثر واقع شود. براین اساس، هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر ۶ هفته اجرای تمرین استقامتی همراه با دریافت آل‌کارنیتین و بولدنون بر بافت ساختاری ریه و تغییرات وزنی در موش‌های صحرایی نر است.

روش‌ها

این پژوهش یک مطالعه تجربی است که در آن امکان کنترل عوامل تأثیرگذار بر نتایج تحقیق بوده است. نمونه‌گیری بافت ریه از ۵ گروه ۶ تایی پس از آزمایش متغیرهای مستقل انجام و تغییرات مورفولوژیکی در بافت ریه آن‌ها مطالعه و سپس مقایسه شد.

جامعه آماری

به منظور بررسی اثر بولدنون بر بافت ریه موش‌های آزمایشی، ۳۰ سر موش صحرایی با سن ۱۲ هفته و وزن اولیه $228/53 \pm 7/94$ گرم تهیه و تحت چرخه ۱۲-۱۲ ساعت تاریکی و روشنایی، با درجه حرارت $22 \pm 4/1$ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۶۵ تا ۷۵ درصد، به‌صورت ۶ تایی در قفس‌های مخصوص جوندگان نگهداری شدند. وزن بدن به‌صورت روزانه ثبت و موش‌ها با غذای مخصوص جوندگان (تهیه‌شده از شرکت پارس دام) و آب تغذیه می‌شدند. پس از گذشت ۲ هفته، موش‌ها وزن‌کشی و به‌طور تصادفی به ۵ گروه ۶ تایی تقسیم شدند: ۱. گروه کنترل سالم، ۲. گروه تزریق بولدنون، ۳. گروه بولدنون و تمرین استقامتی، ۴. گروه بولدنون و مصرف آل‌کارنیتین و ۵. گروه بولدنون و تمرین استقامتی + مصرف آل‌کارنیتین.

استروئید بولدنون با مارک تجاری اکوتیپسی محصول شرکت Meditech آلمان تهیه شد. استروئید بولدنون دو بار در هفته (ساعت ۱۰ صبح)، با دُز ۵ میلی‌گرم/کیلوگرم با سرنگ انسولین به‌صورت عمیق به عضله دو سر ران تزریق شد [۱۱۲]. مکمل آل‌کارنیتین به‌مدت ۳ روز در هفته (ساعت ۱۱ صبح) با دُز ۶۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم به معده حیوانات گاوآژ شد [۱۱۲].

پروتکل تمرینی

تمرینات استقامتی به مدت ۶ هفته بر روی تردمیل جوندگان در آزمایشگاه حیوانات انجام شد. ابتدا، تمرینات شامل ۳ روز در هفته، هر جلسه ۳۰ دقیقه با سرعت ۱۲ متر در دقیقه و در پایان دوره، هر جلسه تمرین ۶۰ دقیقه و با سرعت حداکثر ۳۰ متر در دقیقه بود [۱۱۳]. به‌منظور تحریک موش‌های صحرایی برای دوییدن، از محرک صوتی (ضربه به دیواره نوار گردان) استفاده شد. بدین‌صورت که در جلسات اول از محرک الکتریکی با ولتاژ کم همراه با محرک صوتی استفاده شد و پس از شرطی کردن موش‌های صحرایی به‌همراه بودن دو محرک در سایر جلسات به‌منظور رعایت نکات اخلاقی کار با حیوان آزمایشگاهی فقط از

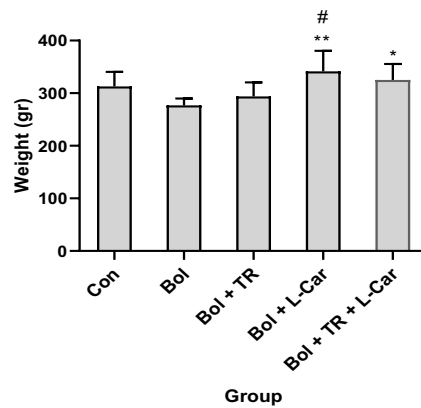
3. Kolmogorov-Smirnov test

جدول ۱. نتایج تغییرات آسیب ریوی پس از شش هفته در گروه‌های کنترل و آزمایش

گروه	دیواره آئونول نوع ۱	دیواره آئونول نوع ۲	برونشیولها	آئونولها	التهاب و پرخونی
کنترل	۰	۰	۰	۰	۰
بولدنون	۲	۱	۲	۲	۳
بولدنون+تمرین	۱	۱	۱	۱	۱
بولدنون+آل کارنیتین	۰	۰	۱	۰	۱
بولدنون+تمرین+آل کارنیتین	۰	۰	۰	۰	۱

صفر: عدم تغییر، ۱: تغییرات خفیف، ۲: تغییرات متوسط و ۳: تغییرات شدید

مجله دانشگاه علوم پزشکی کیلان



مجله دانشگاه علوم پزشکی کیلان

تصویر ۱. مقایسه وزن نمونه‌گیری بین گروه‌های مطالعه‌شده با تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی بونفرونی مقادیر به صورت «انحراف معیار ± میانگین». مخففها: Con: کنترل، Bol: بولدنون، TR: آزمایش و L-Car: آل کارنیتین. * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; # $P < 0.05$ (مقایسه با گروه بولدنون). # $P < 0.05$ (مقایسه با گروه بولدنون+آزمایش)

یافته‌ها

نتایج آزمون آماری واریانس یک‌سویه نشان داد اجرای ۶ هفته فعالیت هوازی همراه با مصرف آل کارنیتین بر تغییرات وزنی موش‌های دریافت‌کننده استروئید بولدنون مؤثر بوده است. به این صورت که در مقادیر وزن هر دو گروه مصرف‌کننده بولدنون+آل کارنیتین با اجرای تمرین استقامتی ($P = 0.024$) و بدون تمرین استقامتی ($P = 0.001$) در مقایسه با گروه بولدنون

میانگین وزن نمونه‌گیری بین گروه‌های مختلف از تحلیل واریانس یک‌طرفه (و آزمون تعقیبی بونفرونی) و جهت مقایسه میزان آسیب بافت ریه از آزمون کروسکال-والیس^۵ (و آزمون من‌ویتنی^۴) استفاده شد. داده‌ها با نرم‌افزار IBM SPSS Statistics نسخه ۲۵ تجزیه و تحلیل و سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

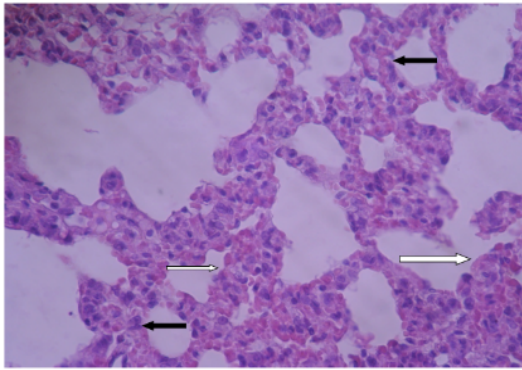
4. Bonferroni
5. Kruskal-Wallis H test
6. Mann-Whitney U test

جدول ۲. مقادیر تغییرات وزن (گرم)، در گروه‌های کنترل و آزمایش

گروه‌ها	وزن اولیه (گرم)	پس از تزریق (گرم)	میانگین ± انحراف معیار
کنترل سالم	۲۴۵±۱۹/۵۸	۳۰۵±۲۵/۰۹	۳۱۲/۷۱±۲۶/۶
تزریق بولدنون	۲۳۲/۱۷±۲۶/۸۱	۲۸۴/۸۳±۳۰/۲	۲۷۶/۸۳±۱۵/۵۹
بولدنون+تمرین	۲۲۴±۴	۲۹۴±۳۲/۷۱	۲۹۳/۸۳±۲۵/۳۵
بولدنون+آل کارنیتین	۲۳۲/۱۷±۲۶/۸۱	۳۱۶/۵۳±۳۶/۶۸	۳۴۱/۶۷±۳۷/۱
بولدنون+تمرین+آل کارنیتین	۲۲۸/۳۳±۲۵/۸۴	۳۱۲/۳۳±۲۵/۵۳	۳۲۵/۳۳±۲۸/۹۵

$P < 0.05$

مجله دانشگاه علوم پزشکی کیلان



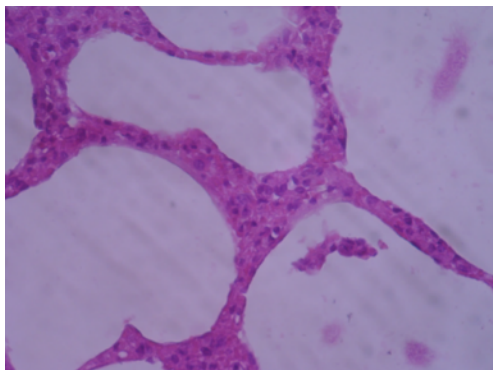
مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

تصویر ۳. فتومیکروگراف بافت ریه با بزرگنمایی ۴۰۰، دیواره آلوئول نوع (فلش سفید) و نوع ۲ (فلش سیاه)

در تصاویر به دست آمده از نمونه‌های گروه دریافت کننده استروئید بولدنون، مشخصات بافتی تغییرات محسوس دارد. طبق مشاهدات دیواره برونشیول‌ها ضخیم، به شدت ملتهب و بی‌نظم دیده می‌شود. اندازه آلوئول‌ها تغییرات زیادی دارند و دیواره نامنظم و غیرنرمال است. توده حجیم سلول‌های التهابی (فلش سیاه) داخل ریه نشان از درگیری وسیع آلوئولی دارد. علاوه بر این، پرخونی نیز قابل مشاهده است (فلش سفید). همچنین دیواره عروق داخلی ریه نیز مشخصات طبیعی ندارند (تصویر شماره ۳).

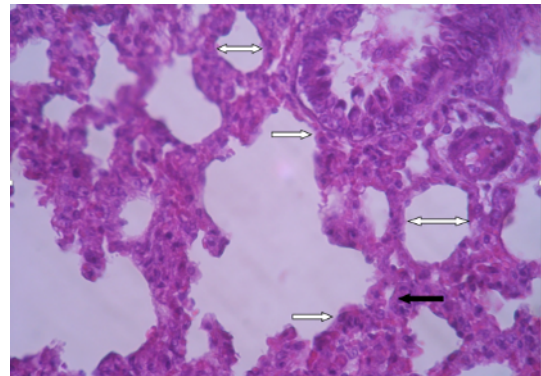
در نمونه‌های موجود در گروه آزمایش، مجاری و ساختار آلوئول‌ها اندازه و تعداد مناسب دارد (فلش دوطرفه) و سلول‌های آلوئولی تغییرات بسیار اندکی را نشان می‌دهند. همچنین وریدها دارای اندکی احتباس خونی است و در داخل بافت نیز خون و میزان اندکی التهاب وجود دارد (تصویر شماره ۴).

در گروه دریافت کننده ال کارنیتین، در بافت و دیواره آلوئولی میزان اندکی خون و التهاب قابل مشاهده است، اما نظم و ساختار کلی بافت قوام مناسب و سالم دارد. اپیتلیوم برونشیول‌ها شکل مناسبی را نشان می‌دهد، اما مقداری از هم‌گسیختگی در آن



مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

تصویر ۵. فتومیکروگراف بافت ریه رت‌های نر ویستار در گروه ال کارنیتین با بزرگنمایی ۴۰۰



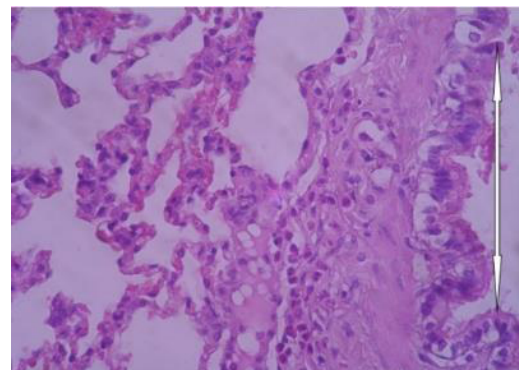
مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

تصویر ۲. فتومیکروگراف بافت ریه رت‌های نر ویستار گروه کنترل با بزرگنمایی ۴۰۰

(در مرحله نمونه‌گیری)، افزایش معناداری مشاهده شد. همچنین مشاهده شد وزن گروه بولدنون+آزمایش با مصرف ال کارنیتین در مقایسه با گروه بولدنون+آزمایش (در مرحله نمونه‌گیری)، کاهش معناداری دارد ($P=0/047$) (جدول شماره ۲) (تصویر شماره ۱).

در بررسی اثرات مخرب تزریق هورمون بولدنون در گروه بدون آزمایش، تخریب متوسط در برونشیول و آلوئول و التهاب و پرخونی شدید در مقایسه با گروه کنترل سالم مشاهده شد که در گروه ال کارنیتین به آسیب خفیف و در گروه آزمایش استقامتی+ال کارنیتین، این آسیب‌ها بهبود معناداری یافت ($P=0/001$) (جدول شماره ۱).

گروه کنترل، مجاری ریوی و برونشیول‌های موجود، دیواره مشخص با اپیتلیوم سالم دارند و سلول‌های موجود در دیواره، یعنی دیواره آلوئول نوع ۱ و ۲ کاملاً مشهود بود و از نظر تعداد و مشخصات سلولی نرمال هستند. اندازه و تعداد آلوئول‌ها نیز مناسب و طبیعی است. سلول دیواره آلوئول نوع ۱ (فلش سفید) و نوع ۲ (فلش سیاه) را همراه با فضای آلوئولی (فلش دوطرفه) با مشخصات طبیعی نشان می‌دهد (تصویر شماره ۲).



مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

تصویر ۶. فتومیکروگراف بافت ریه رت‌های نر ویستار در گروه تمرین با بزرگنمایی ۱۰۰

برهمن اساس، به نظر می‌رسد در هر دو گروه آزمایشی، افزایش مقادیر وزنی ناشی از اثرات مثبت تمرینات ورزشی هوازی باشد، هرچند که در گروهی که مکمل ال کارنیتین نیز دریافت کرده بود، این افزایش بیشتر بود (۳۲۵ گرم در مقایسه با ۲۹۳ گرم در گروه آزمایش). در مورد اثرات مصرف ال کارنیتین عنوان شده است در عضلات اسکلتی در انتقال اسید چرب آزاد به ماتریکس میتوکندری در فرایند بتاکسیداسیون نقش مهمی دارد [۵]. بنابراین ممکن است اجرای تمرینات هوازی همراه با مصرف ال کارنیتین، بر تعادل وزنی نتایج مطلوب‌تری داشته باشد.

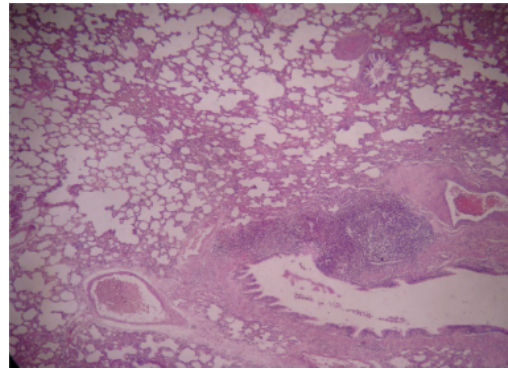
نتایج تحلیل آماری در پژوهش حاضر نشان داد مصرف استروئید آنابولیک بولدنون به‌طور فزاینده‌ای باعث بروز تغییراتی در دیواره آئوئول‌ها، برونشیول‌ها، آئوئول‌ها و التهاب و پرخونی ریه می‌شود. براساس تفسیر هیستوپاتوبیولوژی در گروهی که استروئید بولدنون تزریق شده بود، بیشترین آسیب مشاهده شد. به‌طوری‌که دیواره آئوئول نوع ۱ و برونشیول‌ها و آئوئول‌ها آسیب متوسط، دیواره آئوئول نوع ۲ آسیب متوسط و التهاب و پرخونی ریه آسیب شدید مشاهده شد.

بولدنون یکی از استروئیدهای آنابولیک است که از طریق تحریک تولید پروتئین و نیز کاهش تخریب پروتئین موجب افزایش اندازه عضلات می‌شود [۱۶]. به‌علاوه، مصرف استروئیدها به افزایش احتباس آب و سدیم در بدن نیز منجر می‌شود [۱۴].

براساس نتایج مطالعات، ثابت شده است استروئیدهای آنابولیک به التهاب کبد، پرخونی، سینوزیت و ایجاد واکوئول‌های چربی در بافت کبد منجر می‌شود. اکسیداسیون استروئیدهای آنابولیک در بدن به تولید گونه‌های فعال اکسیژن، رخدادهای استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون چربی‌ها منجر می‌شود و زمینه آسیب سلولی و افزایش میزان آپوپتوز را فراهم می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند استروئیدهای آنابولیک به دلیل ایجاد محصولات کاتابولیکی، کاتالیزورهای بالقوه‌ای برای آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد محسوب می‌شوند و همراه با متابولیت‌های اکسیداتیو موجب بروز آسیب‌های اکسیداتیو در بافت کلیه می‌شوند [۱۷].

در گروهی که فقط ال کارنیتین تزریق شده بود، در دیواره آئوئول نوع ۱ و ۲ و آئوئول‌ها تغییراتی مشاهده نشد و تنها در برونشیول‌ها و التهاب و پرخونی ریه، درجه خفیف مشاهده شد. در گروه اجرای تمرین ورزشی در دیواره آئوئول نوع ۱ و ۲، برونشیول‌ها و آئوئول‌های ریه و التهاب و پرخونی ریه، آسیب خفیف و یکسانی مشاهده شد.

همچنین ملاحظه شد در گروهی که همراه با تمرین استقامتی، از ال کارنیتین استفاده شده بود، بهترین نتیجه ممکن بین گروه‌ها به‌دست آمد که در دیواره آئوئول نوع ۱ و ۲، برونشیول‌ها و آئوئول‌های ریه بهبود معناداری مشاهده شد و تنها التهاب و پرخونی ریه، تغییرات خفیفی داشت. به این معنا که مصرف



مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

تصویر ۶. فتومیکروگراف بافت ریه رت‌های نروستار در گروه ال کارنیتین+تمرین استقامتی با بزرگنمایی ۱۰۰

دیده می‌شود. آئوئول‌ها اندازه و تعداد مناسبی دارند و تغییری در سلول‌های دیواره آئوئولی مشاهده نمی‌شود (تصویر شماره ۵).

براساس مشاهدات، تصاویر بافتی نمونه‌های گروه آزمایش+ال کارنیتین دارای التهاب و تجمع اندک خون مانند گروه قبل است. نواحی مختلف بافت تغییرات ساختاری دارد که روند تمرینی را در بافت نشان می‌دهد (تصویر شماره ۶).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد در هر دو گروه کنترل و تزریق بولدنون، پس از اجرای ۶ هفته فعالیت استقامتی، تغییرات وزنی معناداری مشاهده نشد. براساس مطالعات زیادی بیان شده است که در اثر مصرف آنالوگ‌های مربوط به تستوسترون، خطرانی چون رسوب کلسترول و افزایش فشار خون رخ می‌دهد که به‌منظور ثبات فشار خون و کلسترول و نیز گلبول‌های قرمز خون، آنزیم آروماتاز در بدن فعال می‌شود که به تجمع آب، املاح و چربی در بدن منجر می‌شود [۱۴]. با توجه به نتایج آماری در این مطالعه، به نظر می‌رسد شاید تزریق مقادیر استروئید بولدنون (۵ میلی‌گرم/کیلوگرم) بر تغییرات وزنی این گروه مؤثر نبوده است.

مقادیر وزنی در هر دو گروه ال کارنیتین و ال کارنیتین+آزمایش استقامتی بر مبنای تحلیل‌های آماری در مقایسه با گروه بولدنون افزایش معناداری نشان می‌دهد، به این معنا که تغییرات وزنی مشاهده شده است. امروزه تمرینات استقامتی از کاربردی‌ترین روش‌های تمرینی در جهت توسعه قدرت، افزایش تناسب اندام، کاهش ضربان قلب استراحتی، افزایش ظرفیت هوازی، کاهش توده چربی و بهبود ترکیب بدنی است [۵]. در واقع، اثبات شده است که تمرینات استقامتی از جمله فعالیت‌هایی است که ممکن است مقادیر تستوسترون را کاهش دهد [۴]. بر اثر مصرف این داروها میزان چربی پرچگال سرم کاهش و میزان چربی کم چگال سرم افزایش می‌یابد [۱۵].

بهره بگیرند. از آنجا که استفاده از آل کارنیتین بر کاهش اثرات منفی استروئید استفاده شده است. باین حال، با توجه به اینکه مستندات کافی در مورد مناسب ترین دوز مصرف این داروی کمکی در جهت بهبود شاخص های مرتبط با آسیب های ریه وجود ندارد، پیشنهاد می شود در تحقیقات بعدی اثر دزهای مختلف آن در گروه های لازم هم زمان بررسی شود. همچنین استفاده از شدت های مختلف تمرین استقامتی در دزهای تمرینی طولانی تر می تواند اطلاعات دقیق تری درباره اثر تمرین بر این متغیرها به دست آورد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این تحقیق همه اصول اخلاقی در مورد نحوه کار با حیوانات آزمایشگاهی از جمله در دسترس بودن آب و غذا، شرایط نگهداری مناسب و عدم اجبار در تمرینات مدنظر قرار گرفت و با کد اخلاق IR.IAU.SHAHROOD.REC.1396.9 به ثبت رسید.

حامی مالی

پژوهش حاضر با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود انجام شده است.

مشارکت نویسندگان

طراحی و اجرای پژوهش: سید جواد ضیاءالحق؛ نگارش، ویرایش و اصلاح مقاله: ملیحه اردکانی زاده؛ روش آماری و تجزیه و تحلیل داده ها: نرگس حاج ابوطالبی؛ نگارش پیش نویس: مجید غلامی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از همه کسانی که در اجرای مطالعه حاضر نقش داشته اند، تشکر و قدردانی می شود.

آل کارنیتین همراه با اجرای تمرینات استقامتی، تأثیر زیادی بر کاهش اثرات مخرب بولدنون داشته است، اما در عروق خونی با وجود درجه خفیف، پیش بینی تأثیرات ضعیفی وجود دارد.

داروهای استروئید آنابولیکی با ایجاد رادیکال های آزاد در سلول ها و ترکیب آن ها با اسیدهای چرب غیراشباع در غشای سلول به تولید لیپیدهای رادیکالی منجر می شوند. در نتیجه، فسفولیپیدهای موجود در شبکه آندوپلاسمی تجزیه و باعث آزاد شدن آنزیم ها شده که در نهایت، این واکنش ها به نکرروز و مرگ سلولی منجر می شود [۱۷].

مطالعات زیادی نشان داده اند مصرف استروئیدها موجب افزایش احتباس آب و سدیم در بدن می شود. در همین راستا، گزارش شده است برخی استروئیدها از قبیل وینسترون به افزایش احتباس مایعات درون سلولی منجر می شود و برخی دیگر از مشتقات تستوسترون، مانند استندرون به محبوس شدن آب در مایع میان بافتی کمک می کند [۱۸]. در مرحله حاد آسیب ریوی، سلول های دخیل در تورم و التهاب در بافت ها وجود دارند و ماکروفاژهای آلوئولار افزایش می یابند. ترشحات خونی آلوئول را پر کرده و غشای هیالین متشکل از فیبرین گسترش می یابند [۱۹].

آل کارنیتین یک آمینواسید غیر پروتئینی است که از آمینواسیدهای لیزین و متیونین تولید می شود و خاصیت آنتی اکسیدانی دارد. آل کارنیتین بتا اکسیداسیون اسیدهای چرب زنجیره بلند را تسهیل می کند و در متابولیسم آمینواسیدهای شاخه دار شرکت و غشای سلولی را ثابت می کند. در یک پژوهش عنوان شد آل کارنیتین از آنزیم های آنتی اکسیدانی در مقابل آسیب اکسیداتیو محافظت می کند [۲۰] و به نظر می رسد کاهش فعالیت التهاب با آل کارنیتین به اثرات کاهش چربی آل کارنیتین و خواص آنتی اکسیدانی مربوط باشد [۱۶].

همچنین آل کارنیتین اثر حفاظت کنندگی بر فعالیت آنزیم میتوکندریایی سوکسینات دهیدروژناز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز دارد. بر همین اساس، مطرح شد مصرف آل کارنیتین بر از بین رفتن رادیکال های سوپراکسید و پراکسید هیدروژن مؤثر است و از پراکسیداسیون لیپید ممانعت می کند [۲۱]. همسو با اثرات مثبت آل کارنیتین مشاهده شد تمرین های ورزشی هوازی منظم با شدت متوسط نیز می تواند ظرفیت آنتی اکسیدانی را افزایش دهد و باعث افزایش مقاومت در برابر عوامل اکسایشی شود [۲۰].

نتیجه گیری نهایی

با توجه به تأثیرات مثبت آل کارنیتین بر کاهش اثرات مخرب استروئیدها، پیشنهاد می شود با این داروی کمکی از اختلال عملکرد ناشی از آثار استروئید بر بدن به ویژه ریه کاسته و همراه با مصرف آن از تمرینات استقامتی بیشتری با پروتکل های متنوع

References

- [1] Hull J. Pocket companion to Guyton and Hall textbook of medical physiology. [R. Badalzadeh, A. Rastgarfarajzadeh, Persian trans]. Tehran: Andishehraf Publications; 2012. [Link]
- [2] Edington, DW. The biology of physical activity c1976. [Nikbakht H, Persian trans]. Tehran: Samt Publishers; 2012. [Link]
- [3] Ziaolhagh SJ, Khojasteh L, Ziaolhagh SS, Yahyaei B. [The effect of boldenone anabolic steroid, and endurance and resistance training on liver damage markers in rats. (Persian)]. Feyz. 2018; 22(2):143-52. [Link]
- [4] Hadadpour Z, Abaszadeh H. [The effect of endurance exercise and boldenone consumption at a dose of 5 mg on the expression of 5 alpha gene of liver tissue in male wistar rats (Persian)]. In: The 2nd National Conference on New Achievements in Physical Education and Sports. 2016 Sep 15-16; Chabahar International University. Chabahar, Iran. [Link]
- [5] Hakimi M, Sheikholeslami-vatani D, Ali-Mohammadi M. [Effect of concurrent training with ingested of L-carnitine supplementation on hormonal changes, lipid profile and body composition in obese men (Persian)]. Studies in Medical Sciences. 2015; 26(3): 185-93. [Link]
- [6] Azizimasouleh M, Sharifi K, Ahmadi P, Hedayati M. [Effects of Caffeine, L-Carnitine and their combination on 400m freestyle performance in adolescent female swimmers (Persian)]. Razi Journal of Medical Sciences. 2015; 22(133):16-26. [Link]
- [7] Parandak K, Arazi H, Khoshkharesh F, Nakhostin-Roohi B. The effect of two-week L-carnitine supplementation on exercise-induced oxidative stress and muscle damage. Asian Journal of Sports Medicine. 2014; 5(2):123-8 [PMID] [PMCID]
- [8] Broad EM, Maughan RJ, Galloway SD. Effects of four weeks L-carnitine L-tartrate ingestion on substrate utilization during prolonged exercise. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2005; 15(6):665-79. [DOI:10.1123/ijsnem.15.6.665] [PMID]
- [9] Nameni F, Nurani-pilehrud M. [Comparing the effects of curcumin supplementation and that of L-carnitine supplementation on superoxide dismutase, glutathione peroxidase, catalase and glutathione reductase after acute exercise (Persian)]. Complementary Medicine Journal. 2019; 8(4):3517-30. [Link]
- [10] Norozikamreh M, Behpour N, Taadibi V, Monazami A. [The effect of 30 minutes of aerobic activity on a workhorse bike on serum IgG concentration of physical education students (Persian)]. Journal of Sports Science Research. 2011; 2(7):60-2. [Link]
- [11] Mirdar S, Arabzadeh E, Hamidian G. [Effects of two and three weeks of tapering on lower respiratory tract in the maturing rat (Persian)]. Koomesh. 2015; 16(3):366-75. [Link]
- [12] Yahyaei B, Nouri M, Mirfazeli G S. [Assessment of the Effects of L-Carnitine with Endurance Training After Boldenone use on Testicular Tissue Changes in Male Rats (Persian)]. Journal of Guilan University of Medical Sciences. 2019; 28(109):30-7. [Link]
- [13] Joo YI, Sone T, Fukunaga M, Lim SG, Onodera S. Effects of endurance exercise on three-dimensional trabecular bone micro-architecture in young growing rats. Bone. 2003; 33(4):485-93. [DOI:10.1016/S8756-3282(03)00212-6]
- [14] Bijeh N, Dehbashi M, Saghi M. Studying the amount of prevalence awareness and complications of anabolic steroids among the male athletes in Mashhad city. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2014; 2(4):78-89. [DOI:10.22077/JPSBS.2014.24]
- [15] Dorri K, Nedaei-nia R, Hemayatkhah-jahromi V. [The effect of taking anabolic androgenic drugs on blood factors of male bodybuilders in Jahrom (Persian)]. Journal of Laboratory Science. 2010; 4(1):20-5. [Link]
- [16] Adyani P, Abbasi-dorri A, Shadmehri S. [The Effect of Endurance Training and L-Carnitine Consumption on TNF-a and IL-1 β Gene Expression of Heart Tissue in Wistar Male Rats following Anabolic Steroid Consumption (Boldenone) Persian]. Journal of Fasa University of Medical Sciences. 2019; 9(4):1903-12. [Link]
- [17] Morovvati H, Babaei M, Tootian Z, Fazelpour S, Anbara H, Akbarzadeh A. The effects of vitamin E on Liver and kidney damage induced by Dianabol in Small Laboratory Mice. Journal of Babol University of Medical Sciences. 2018; 20(9):36-47. [DOI:10.18869/acadpub.jbums.20.9.36]
- [18] Rashidlamir A, Dehbashi M, Ketabdar B. [Examination of Effects of Anabolic Steroids Abuse on Liver Enzymes and Blood Albumin of Bodybuilders (Persian)]. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 2016; 23(1):6-13. [Link]
- [19] Rezaeyan A, Haddadi GH, Hosseinzadeh M. Evaluating superoxide dismutase (SOD), glutathione (GSH), malondialdehyde (MDA) and the histological changes of the lung tissue after γ -irradiation in rats. Journal of Advanced Biomedical Sciences. 2016; 6(2):235-45. [Link]
- [20] Fakourian A, Matinhomae H, Azarbayjani M, Farzanegi P. [Effect of aerobic training and L-carnitine consumption on some oxidative stress factors in diabetic rat kidney (Persian)]. Arma-gane-danesh. 2019; 24(3): 293-305. [Link]
- [21] Shekarzadeh M, Abbasi A, Shadborestan A, Omid M. Pathology examination of liver and kidney in diazinon exposed rat and role of L- carnitine. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2013; 23(2):140-4. [Link]

This Page Intentionally Left Blank