Journal of Birjand University of Medical Sciences

Birjand University of Medical Sciences

Original Article

Effect of resistance training on structural injuries of skeletal muscle induced by different doses of Boldenone in male rats

Maliheh Ardakanizadeh[1], Soroush Saeedpour[2]*, Sayed Javad Ziaolhagh[2]

ABSTRACT

Background and Aims: The use of anabolic steroids is common among athletes who perform resistance training; nonetheless, the effect of their abuse, along with resistance training, on the structural destruction of skeletal muscles is not fully understood. The present study aimed to assess the effect of different doses of Boldenone, along with resistance training, on muscle injury.

Materials and Methods: In this experimental study, 36 male Wistar rats (189.53±5.94 gr) were randomly assigned to six groups (n=6 in each group): control, Boldenone (2mg/kg), Boldenone (5mg/kg), training, training+Boldenone (2mg/kg), and training+Boldenone (5mg/kg). Boldenone steroid was injected twice a week into the rat serine muscle. The resistance training program consisted of ladder-climbing 5×3, three times per week for six weeks. It began with 50% of the one-repetition maximum of rats and increased to 100% in the final week. Histopathological changes in quadriceps muscle tissue were assessed using hematoxylin staining and optical microscopic. To assess the normality of data, the Kolmogorov-Smirnov test was used. One-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey post hoc test were employed for data analysis at a significance level of $P \leq 0.05$.

Results: Based on the results, there was no significant difference in the weight of rats in all groups. In the groups receiving Boldenone, mild and moderate damages were observed in the tissue structure of the quadriceps muscle, which was slightly improved by performing resistance exercises; however, the difference was not statistically significant ($P>0.05$).

Conclusion: Resistance training in the present study did not seemingly prevent or improve the muscle injuries caused by taking Boldenone steroids.

Keywords: Boldenone steroid, Muscle damage, Rat, Resistant training

Citation: Ardakanizadeh M, Saeedpour S, Ziaolhagh S.J. [Effect of resistance training on structural injuries of skeletal muscle induced by different doses of Boldenone in male rats]. J Birjand Univ Med Sci. 2022; 29(2): 117-127. [Persian]

DOI https://www.doi.org/10.34785/bums024.2022.014

Received: November 25, 2021 **Accepted:** May 25, 2022

[1] Department of Sport Sciences, Faculty of Human Sciences, Damghan University, Damghan, Iran
[2] Department of Exercise Physiology, Islamic Azad University, Shahrood branch, Shahrood, Iran

***Corresponding author:** Department of exercise Physiology, Islamic Azad University, Shahrood branch, Shahrood, Iran
Tel: +989215121242 Fax: +982335220098 E-mail: javadzia@gmail.com

مقاله اصیل پژوهشی

بررسی تأثیر تمرین مقاومتی بر آسیب‌های ساختاری عضله اسکلتی ناشی از مصرف دوزهای مختلف بولدنون در موش‌های صحرایی نر

ملیحه اردکانی‌زاده [۱]، سروش سعیدپور [۲]، سیدجواد ضیاءالحق [۲]*

چکیده

زمینه و هدف: اجرای تمرینات مقاومتی همراه با مصرف استروئیدهای آنابولیک توسط ورزشکاران امری معمول است؛ اما تأثیر سوء مصرف آن‌ها در کنار تمرینات مقاومتی، بر تخریب ساختاری عضلات اسکلتی مشخص نیست. هدف از این مطالعه بررسی اثر دوزهای مختلف بولدنون بر آسیب عضلانی در کنار تمرینات مقاومتی می‌باشد.

روش تحقیق: در این مطالعه تجربی تعداد ۳۶ سر موش نر صحرایی نژاد ویستار (با وزن ۵/۹۴ ± ۱۸۹/۵۳ گرم) به‌صورت تصادفی به شش گروه (۶تایی): کنترل، بولدنون (۲میلی‌گرم/کیلوگرم)، بولدنون (۵میلی‌گرم/کیلوگرم)، تمرین، تمرین+بولدنون (۲میلی‌گرم/کیلوگرم)، تمرین+بولدنون (۵میلی‌گرم/کیلوگرم) تقسیم شدند. تزریق استروئید بولدنون دو بار در هفته به عضله سرینی موش تزریق می‌شد. برنامه تمرین مقاومتی شامل شش هفته صعود از پلکان، و ۳روز در هفته و هر جلسه ۳ست (پنج تکراری) بود، که با ۵۰درصد یک تکرار بیشینه موش آغاز شد، و در پایان هفته ششم به ۱۰۰درصد رسید. تغییرات هیستوپاتولوژی در بافت عضله چهارسررانی با استفاده از رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین، و میکروسکوپ نوری بررسی گردید. به‌منظور بررسی نرمالیته داده‌ها آزمون کلموگروف‌اسمیرنف و جهت تجزیه تحلیل آن‌ها، تحلیل واریانس یک طرفه با تست تعقیبی توکی در سطح معناداری P≤۰/۰۵ به‌کار گرفته شد.

یافته‌ها: پس از مقایسه بین گروهی در وزن موش‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در گروه‌های دریافت کننده‌ی بولدنون تخریبات خفیف و متوسطی در بافت ساختاری عضله چهارسر ملاحظه شده، که با اجرای تمرینات مقاومتی بهبود جزئی حاصل گردید که از نظر آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد که اجرای تمرین مقاومتی با پروتکل مطالعه حاضر، قادر به جلوگیری و بهبود آسیب عضلانی ناشی از مصرف استروئید بولدنون نباشد.

واژه‌های کلیدی: استروئید بولدنون، تمرین مقاومتی، آسیب عضلانی، موش صحرایی

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۴۰۱؛ ۲۹ (۲): ۱۱۷-۱۲۷.

دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۴ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰۴

[۱] گروه علوم‌ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه دامغان، سمنان، ایران

[۲] گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهرود، سمنان، ایران

***نویسنده مسئول:** گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهرود، سمنان، ایران

آدرس: سمنان- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهرود

تلفن: ۰۹۲۱۵۱۲۱۲۴۲ نمابر: ۰۲۳۳۵۲۲۰۰۹۸ پست الکترونیکی: javadzia@gmail.com

مقدمه

استروئیدهای آندروژنی–آنابولیک، مشتقات مصنوعی از هورمون جنسی مردانه یعنی تستوسترون هستند که ساخت پروتئین، رشد عضله، و تولید سلول‌های قرمز خون را افزایش می‌دهند و از این رو برای افزایش توده عضلانی و بهبود عملکرد ورزشی، توسط ورزشکاران مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱). این مواد از لحاظ ساختاری شبیه به سیستم چرخه حلقه‌های استروئیدی بوده، در کبد متابولیزه شده و با افزایش ذخیره آب سبب افزایش وزن می‌گردند (۲). در پزشکی، استروئیدهای آندروژنیک برای درمان بلوغ دیررس، برخی از انواع ناتوانی‌های جنسی و ضعف جسمانی ناشی از عفونت، تجویز می‌شود. در اواخر دهه ۱۹۳۰، دانشمندان و متخصصان پزشکی متوجه افزایش رشد عضلات اسکلتی ناشی از مصرف استروئیدهای آنابولیک در حیوانات آزمایشگاهی شدند. متعاقب این دستاوردهای علمی، این مواد نخستین بار توسط متخصصین پرورش اندام وزنه‌برداران، و پس از آن در جامعه گسترده‌تری از ورزشکاران مورد استفاده قرار گرفتند (۳).

یکی از انواع استروئید آنابولیک–آندروژنیک، بولدنون می‌باشد، که سبب افزایش حجم عضله، تعادل مثبت نیتروژن، کاهش تخریب پروتئین؛ همچنین نگهداری آب، نیتروژن، سدیم، پتاسیم و کلسیم در بدن می‌گردد (۴). مطالعات شمیایی نشان داده است که بولدنون یک پیوند دوگانه در بین اتم‌های کربن ۱و ۲ نسبت به تستوسترون بیشتر دارد و به همین دلیل شباهت‌های زیادی با تستوسترون دارد و وجود این پیوند اضافی موجب ویژگی‌های منحصر به‌فرد بولدنون شده است (۵). مطالعه محمد و همکارانش نشان داد که تزریق درون عضلانی بولدنون موجب افزایش معنی‌داری در وزن بدن می‌شود (۶). Oda و همکارانش نیز در تحقیقی نشان دادند که تجویز بولدنون در دو دوز ۴/۵ و ۹ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن، طی سه بار در فاصله زمانی سه هفته منجر به افزایش معنی‌داری در وزن بدن گردید (۷). این نتایج، احتمالاً مربوط به تغییرات ساختاری در عضلات اسکلتی توسط مکمل بولدنون است، که با تعادل مثبت نیتروژن توسط تحریک سنتز پروتئین و کاهش تخریب پروتئین به وجود می‌آید (۸). از آن‌جا که استروئیدهای آنابولیک بر روی بسیاری از دستگاه‌های بدن اثر می‌گذارند، دارای عوارض جانبی متعددی می‌باشند. صرف نظر از اینکه استروئیدهای آنابولیک–آندروژنیک در چند دوره و به مدت چند سال مورد استفاده قرار گرفته‌اند، می‌توانند دارای اثرات جانبی متفاوتی نظیر جوش پوستی، بزرگی بیضه و خطرات جدی‌تری همچون نارسایی کبدی، سندرم‌های کرونری، پرولیفره شدن مجاری صفراوی، پلیوز کبدی، آدنومای کبدی و هپاتوکارسینوما باشند (۹). در میان موارد ذکر شده، پس از دوره‌های مصرف استروئید آنابولیک، تغییرات ساختاری در بافت‌ها برای تشخیص آسیب‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر همین اساس Eldeen and Tousson پس از تزریق بولدنون تغییرات هیستوپاتولوژی را در عملکرد و ساختار کلیوی خرگوش‌های نر بزرگسال بررسی کرده و عنوان داشتند که مصرف بولدنون موجب آسیب کلیوی شده و حتی به نقص کلیوی منجر می‌شود (۱۰).

از دیگر موارد که می‌تواند بر تغییرات فیزیولوژیک و ساختاری عضلات اسکلتی بدن تأثیر داشته باشد، اجرای تمرینات مقاومتی است که در افزایش قدرت، استقامت، تودهٔ عضلانی و همچنین کمک به بازتوانی و جلوگیری از صدمات، سابقه طولانی دارد. شرکت در برنامه تمرینات قدرتی باعث بهبود قدرت و استقامت عضلانی، تغییر در ترکیب بدن، لیپیدهای خون، ظرفیت بی‌هوازی و هوازی، چگالی استخوانی و بهبود عملکرد مهارتی می‌شود. از دیگر تأثیرات تمرینات مقاومتی، سازگاری در هورمون‌های آنابولیک است. در واقع، استرس ورزش مقاومتی یک محرک برای توسعه قدرت و هیپرتروفی فیبرعضلانی است. ، قسمتی از این پیامد می‌تواند با افزایش در هورمون‌های آنابولیک–آندوژنی ناشی از ورزش در ارتباط باشد. بر همین اساس، پژوهشگران عنوان داشتند که اصلی‌ترین عامل در سنتز پروتئین پس از تمرینات قدرتی و ایجاد سازگاری‌های مثبت در ساختار عضلات اسکلتی، تغییر در میزان ترشح هورمون‌ها بر اثر تمرینات مقاومتی می‌باشد (۱۱). در واقع، تمرینات مقاومتی با افزایش عوامل تنظیمی مثبت رشد عضلانی و سرکوب عوامل تنظیمی منفی، منجر به افزایش هیپرتروفی و هیپرپلازی و تحریک رشد عضلانی می‌گردد. با وجود این موارد، مشخص شده است که الگوی تمرینی، شدت و میزان اعمال فشار در

تمرینات مقاومتی بر میزان توسعه‌ی حجم عضلات بسیار مؤثر هستند (۱۲). علاوه بر اثرات مطلوب تعامل مصرف استروئیدهای آنابولیک و اجرای تمرینات مقاومتی، مشخص شده است که استروئیدها موجب تغییرات فیزیولوژیکی وسیعی هنگام و پس از اجرای تمرین در بدن انسان و حیوانات می‌شود و بر روی متابولیسم مواد مختلف همانند داروها اثر می‌گذارند. به‌طوری‌که بررسی‌های میکروسکوپی در رشته‌های عضلانی، سیتوپلاسم نامنظم به‌صورت فضاهای روشن و بزرگی را آشکار ساخت که این فضاها رقیق شدن سیتوپلاسم و از بین رفتن مواد و اندامک‌های سیتوپلاسمی را نشان می‌دهند که در واقع دژنراسیون و مرحله قبل از مرگ برنامه‌ریزی شده‌ی سلول یا آپوپتوز می‌باشد (۱۴).

در مطالعه‌ی ضیاءالحق و همکارانش تزریق استروئید بولدنون به موش‌های نر موجب آسیب ساختاری به بافت کبد شده که پس از اجرای هشت هفته تمرین مقاومتی، بهبود بولدنون با دوزهای مختلف (۲ و ۵ میلی‌گرم/کیلوگرم) مشاهده نشد (۱۵). در مطالعه‌ی قدم‌پور و همکارانش مشاهده شد که تزریق استروئید استانوزول، به موش‌های نر موجب آسیب ساختاری شدید به ساختار کبد شده که با دوز بیشتر (۵ میلی‌گرم/کیلوگرم در مقایسه با ۲ میلی‌گرم/کیلوگرم) رابطه مستقیم داشته و اجرای هشت هفته تمرین مقاومتی، بر بهبود بافت کبد مؤثر نبوده است (۱۴). در مطالعه‌ی دیگری از ضیاءالحق و همکارانش تزریق هر دو دوز استروئید بولدنون (۵ و ۲ میلی‌گرم/کیلوگرم) به موش‌های، نر موجب آسیب ساختاری به بافت طحال شده که اجرای شش هفته تمرین مقاومتی، قادر به ترمیم و جلوگیری از مصرف استروئید آنابولیک نبود (۱۶). نتایج مطالعه‌ی احمدی و همکارانش ، عنوان داشت که تزریق بولدنون منجر به آسیب‌های ساختاری شدیدی در بافت قلب موش‌های نر می‌گردد و اجرای هشت هفته تمرین مقاومتی به‌تنهایی قادر به کاهش و ترمیم سلول‌های قلب نشد.

بر همین اساس هدف از این پژوهش، بررسی اثر شش هفته تمرین مقاومتی فزاینده، همراه با دریافت استروئید بولدنون بر تغییرات وزن بدن و بافت عضله‌ی چهارسر ران، در موش‌های صحرایی نر می‌باشد.

روش تحقیق

این پژوهش یک مطالعه تجربی- آزمایشگاهی بود که در آن امکان کنترل عوامل تأثیرگذار بر نتایج تحقیق بوده است. نمونه‌گیری بافت عضله از شش گروه شش تایی، پس از مداخله متغیرهای مستقل انجام و تغییرات مورفولوژیکی در بافت عضله‌ی چهار سر رانی آن‌ها مطالعه، سپس مورد مقایسه قرار گرفت. در این تحقیق کلیه اصول اخلاقی (با کد کمیته اخلاق IR.IAU.SHAHROOD.REC.1396.8) در مورد نحوه کار با حیوانات آزمایشگاهی از جمله در دسترس بودن آب و غذا، شرایط نگه‌داری مناسب و عدم اجبار در تمرینات مد نظر قرار گرفت.

جامعه آماری

به منظور بررسی اثر بولدنون و تمرین مقاومتی بر بافت عضلانی موش‌های آزمایشگاهی، تعداد ۳۶ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار، با سن ۱۲ هفته، با میانگین وزن اولیه ۵۳/۹۴±۱۸۹/۵ گرم خریداری شدند و تحت چرخه‌ی ۱۲-۱۲ ساعت تاریکی و روشنایی، با درجه حرارت ۱±۲۲/۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۰ تا ۶۰ درصد، به صورت شش تایی در قفس‌های مخصوص جوندگان نگه‌داری شدند، سپس به‌طور تصادفی به شش گروه شش تایی تقسیم شدند: ۱. گروه کنترل سالم، ۲. گروه تزریق بولدنون با دوز دو میلی‌گرم/کیلوگرم، ۳. گروه تزریق بولدنون با دوز پنج میلی‌گرم/کیلوگرم (۱۵)، ۴. گروه تمرین مقاومتی، ۵. گروه تمرین مقاومتی+ تزریق بولدنون با دوز دو میلی‌گرم/کیلوگرم، ۶. گروه تمرین مقاومتی+ تزریق بولدنون با دوز دو میلی‌گرم/کیلوگرم. تزریق استروئید بولدنون دو بار در هفته و ساعت ده صبح، توسط سرنگ انسولین به صورت عمیق به عضله‌ی سرینی موش‌ها تزریق گردید. استروئید بولدنون با مارک تجاری Equipsy محصول شرکت Meditech آلمان تهیه گردید. تزریقات، راس ساعت ۱۰ صبح و دو روز در هفته، انجام می‌گردید.

پروتکل تمرینی

تمرینات مقاومتی به مدت شش هفته، بر روی نردبان جوندگان در آزمایشگاه حیوانات انجام شد. پیش از شروع تمرینات اصلی،

صعود بدون وزنه به منظور آشناسازی موش‌ها اجرا گردید. تمرینات به‌صورت سه روز در هفته و سه ست پنج تکراری بود که در پس از هر تکرار یک دقیقه و پس از هر ست دو دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. مقدار وزنه‌های بسته شده به دم موش‌ها در هفته اول، پنجاه درصد یک تکرار بیشینه بود که در هر هفته به وزنه‌ها ده درصد اضافه شد، تا اینکه در هفته ششم به صد درصد یک تکرار بیشینه موش‌ها رسید (۱۷).

تغییرات هیستوپاتولوژی

در پایان مطالعه، حیوانات به‌مدت ۱۲ ساعت ناشتا نگه داشته شدند. سپس، موش‌ها وزن شده (ترازوی دیجیتال با حساسیت دو رقم اعشار بر حسب گرم) و با استفاده از دسیکاتور محتوی پنبه آغشته به کلروفروم (مرک، آلمان) بیهوش شدند. پس از بیهوشی بلافاصله بافت عضله برداشته شد. نمونه‌ها پس از جداسازی در فرمالین ۱۰درصد ثابت شده و سپس جهت انجام روش‌های معمول بافت شناسی آماده شدند. نمونه‌ها برای ۴۸ ساعت در محلول نگه‌داری شدند. پس از ۲۴ ساعت اولیه فرمالین تازه با فرمالین قبلی جایگزین گردید. بعد از تثبیت، با الکل آبگیری و توسط گزیلل شفاف سازی شده و قالب‌گیری با پارافین انجام شد. سپس، توسط میکروتوم مقاطع با ضخامت ۵ میکرون به‌صورت نمونه‌گیری تصادفی و با فواصل منظم و یکنواخت تهیه شد. مقاطع میکروسکوپی انتخاب شده، پس از رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین توسط میکروسکوپ نوری (ساخت کشور ژاپن با قابلیت بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰) مورد مطالعه قرار گرفته و عکس‌برداری انجام شد. چگونگی تعیین آسیب‌های بافتی بر اساس معیارهای هیستوپاتولوژیک در هر بافت می‌باشد. بر این اساس، هر بافت دارای ویژگی‌های نرمال و طبیعی بوده و هر گاه این ویژگی تغییر نماید، نشان از بروز آسیب و روند پاتولوژیک در بافت مورد مطالعه می‌باشد. مقاطع بافت‌شناسی توسط متخصص مربوطه به‌دقت بررسی شده و در ابتدا هر بافت به‌صورت کلی و سپس جزئی با معیار متریک مورد سنجش و شمارش سلولی قرار می‌گیرد (۱۴). معیارهای ارزیابی ضایعات هیستوپاتولوژی عضله‌ی چهار سر رانی در جدول شماره۲ ذکر شده است.

روش آماری

به منظور مقایسه وزن موش‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون کلموگروف-اسمیرنف انجام شد. به منظور مقایسه میانگین‌های جفتی از آزمون تعقیبی بونفرونی و جهت بررسی تغییرات بین گروهی آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه در سطح معنی‌داری کمتر یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. با توجه به رتبه‌ای بودن و نحوه‌ی امتیازبندی مقایسه آسیب بافت عضله از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده گردید. بر اساس طرح تحقیق و تفاوت پس از آزمون گروه‌های مستقل، از آزمون کروسکال والیس استفاده شد و در صورت مشاهده تفاوت معنادار، به منظور تعیین گروه‌های متفاوت، از آزمون من‌ویتنی در سطح معنی‌داری کمتر یا مساوی با ۰/۰۵ استفاده گردید.

یافته‌ها

نتایج آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه، نشان داد که اجرای شش هفته تمرین مقاومتی بر تغییرات وزنی موش‌های دریافت کننده‌ی استروئید بولدنون با هر دو دوز دو و پنج میلی‌گرم/کیلوگرم مؤثر نبوده است، و بین گروه‌ها نیز تغییرات معناداری مشاهده نگردید ($P>0/05$)(جدول۱).

جدول۱- مقادیر تغییرات وزن، در گروه‌های کنترل و تجربی (میانگین±انحراف استاندارد)

گروه‌ها	پیش آزمون	پس آزمون
کنترل سالم	۱۸۵ ± ۲/۳۸	۲۸۱/۴۳ ± ۲۴/۱
تزریق بولدنون (۲میلی-گرم/کیلوگرم)	۱۹۵ ± ۲/۱۶	۲۷۳/۴۴±۸/۷۹
تزریق بولدنون (۵میلی-گرم/کیلوگرم)	۱۹۲ ± ۲/۶۴	۲۷۳/۸ ± ۴۴/۷۹
گروه تمرین	۱۹۵ ± ۱/۶۳	۲۷۸/۷ ± ۲۵/۰۵
تمرین+ بولدنون (۲میلی-گرم/کیلوگرم)	۱۹۵ ± ۲/۳۸	۲۹۹/.۵۷ ± ۳۴/۱
تمرین+ بولدنون (۵میلی-گرم/کیلوگرم)	۱۹۲/۱۴ ± ۲/۵۸	۳۰۷/۴ ± ۱۸/۲۷

در بررسی اثرات مخرب تزریق هورمون بولدنون در گروه دریافت کننده‌ی دو میلی‌گرم/کیلوگرم، تخریب‌های خفیفی در تعداد و اندازه، و هسته‌ی سلول‌های عضلانی مشاهده شد که این تخریب‌ها در گروه بولدنون پنج میلی‌گرم/کیلوگرم، در حد متوسط بوده و تغییرات دژنراتیو در این گروه نیز در حد خفیف مشاهده گردید.

پس از بررسی و مقایسه گروه‌ها با یکدیگر مشاهده شد که اجرای شش هفته فعالیت مقاومتی همراه و بدون هر دو دوز بولدنون (۲ و ۵ میلی‌گرم/کیلوگرم) تخریبات خفیف و متوسط را تا یک درجه بهبود بخشید؛ امّا این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵)(جدول۲).

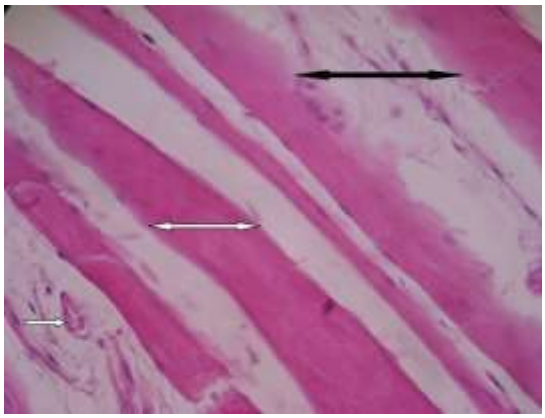
جدول۲- نتایج تغییرات آسیب عضلانی پس از ۶هفته در گروه‌های کنترل و تجربی

گروه	تعداد و اندازه سلول‌های عضلانی	هسته سلول‌های عضلانی	هیپرتروفی سلولی	تغییرات دژنراتیو سلولی	التهاب و پرخونی
کنترل سالم	۰	۰	۰	۰	۰
بولدنون (۲میلی‌گرم/کیلوگرم)	۱	۱	۰	۰	۰
بولدنون (۵میلی‌گرم/کیلوگرم)	۲	۲	۰	۱	۰
تمرین	۱	۰	۰	۰	۰
تمرین+بولدنون (۲میلی-گرم/کیلوگرم)	۱	۰	۰	۰	۰
تمرین+ بولدنون (۵میلی-گرم/کیلوگرم)	۱	۰	۰	۱	۰

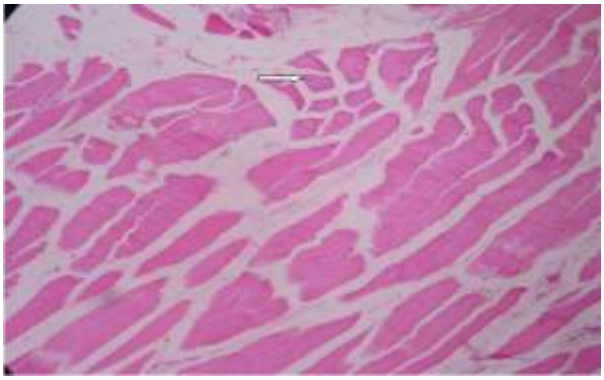
۰: عدم تغییر، ۱: تغییرات خفیف، ۲: تغییرات متوسط، ۳: تغییرات شدید (در مقایسه با ویژگی‌های بافت نرمال، شمارش تعداد تار و هسته و اندازه سلول بر اساس معیار متریک)(۱۵)

بررسی‌های میکروسکوپ نوری در گروه کنترل نشان داد که بافت عضلانی، دارای دیواره و سلول‌های نرمال می‌باشد. سلول‌های عضله اسکلتی، دارای اندازه و قطر طبیعی و یکسان با هسته‌های کناری متعدد می‌باشد. بافت همبندی بینابینی نیز مناسب و منظم پخش شده است (تصویر ۱).

در تصاویر به‌دست آمده از نمونه‌های گروه دریافت کننده استروئید بولدنون با دوز دو میلی‌گرم/کیلوگرم، اندازه سلول‌ها در واحد طولی کاهش یافته و در واحد عرضی نیز شکل سلول چند وجهی و نامرتب است (فلش سفید). از تعداد هسته‌ها کم شده و میزان فضای بافت هم‌بندی بینابینی نیز مقداری بیشتر از حالت طبیعی قابل رویت است (تصویر۲).

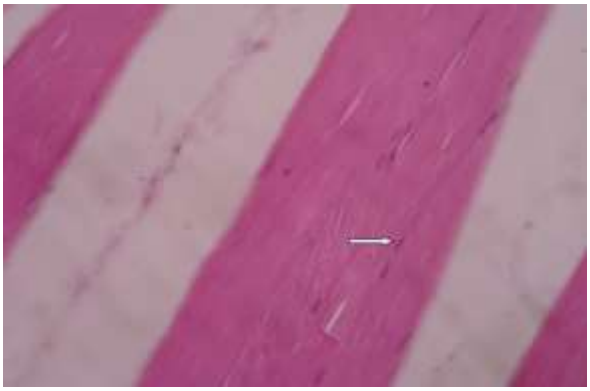


تصویر۱- فتومیکروگراف بافت عضلانی گروه کنترل با بزرگنمائی ۴۰۰، رگ خونی (فلش سفید)، رشته عضله (فلش سفید دوطرفه)، فضای هم‌بندی بین سلولی (فلش سیاه دوطرفه)



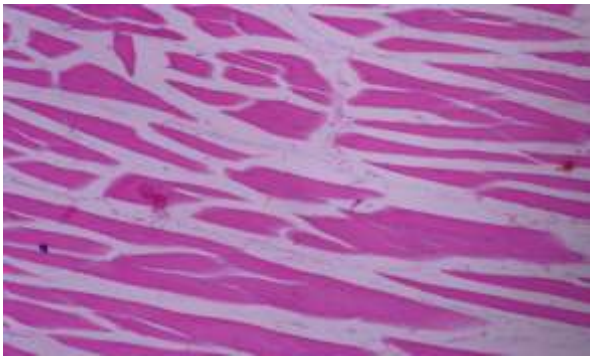
تصویر ۲- فتومیکروگراف بافت عضلانی گروه بولدنون با دور دو میلی‌گرم/کیلوگرم، با بزرگنمائی ۴۰۰، رشته عضله (فلش سفید)

در نمونه‌های بافت عضلانی گروه دریافت کننده استروئید بولدنون با دوز پنج میلی‌گرم/کیلوگرم، شکل و اندازه سلول تغییرات شدیدی از قبیل کوچک شدگی، پارگی و کم شدن ضخامت و تعداد را نشان می‌دهند. فضای بین سلولی افزایش چشمگیری داشته ولی از میزان بافت همبندی بینابینی کاسته شده است. تعداد هسته‌ها کمتر از حد نرمال است (فلش سفید) (تصویر ۳).



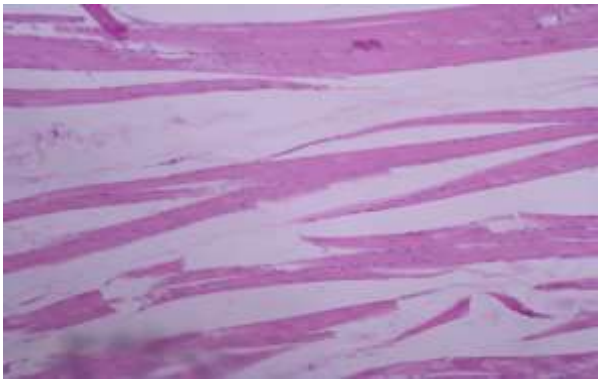
تصویر ۳- فتومیکروگراف بافت عضلانی گروه بولدنون با دوز پنج میلی‌گرم/کیلوگرم، با بزرگنمائی ۱۰۰۰

در نمونه‌های عضلانی گروهی که شش هفته تمرین مقاومی داشتند، مشاهده گردید که در واحد طولی اندازه سلول‌ها کاهش یافته و مقاطع بریده شده دیده شد. فضای همبندی و بافت همبندی و رشته‌های مربوط به آن گسترش بیشتری را نشان می‌دهند (تصویر ۴).



تصویر ۴- فتومیکروگراف بافت عضلانی پس از شش هفته تمرین مقاومتی، با بزرگنمائی ۴۰۰

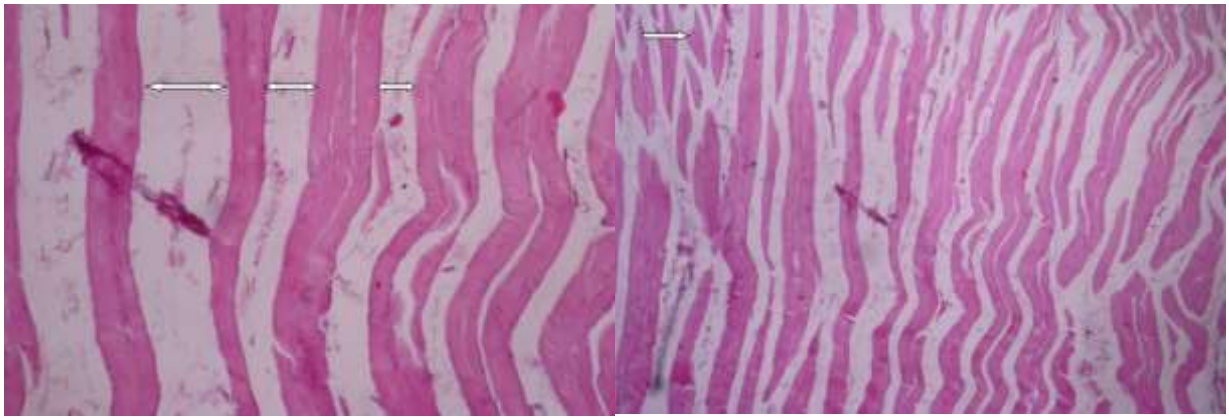
بر اساس مشاهدات تصاویر بافت عضلانی در گروه تمرین+بولدنون دو میلی‌گرم/کیلوگرم، اندازه و طول سلول‌های عضلانی نمونه‌های بافت شناسی گروه حاضر در مقایسه با گروه کنترل تغییرات اندکی را نشان می‌دهد؛ امّا فضای همبندی بینابینی بسیار وسیع و دارای میزان اندکی بافت همبندی و سلول‌های همبندی می‌باشد. قطر سلول‌های عضلانی کم شده و تعداد و شکل هسته‌ها طبیعی هست (تصویر ۵).



تصویر ۵- فتومیکروگراف بافت عضلانی درگروه تمرین+بولدنون دو میلی‌گرم/کیلوگرم با بزرگنمائی ۴۰۰

در نمونه‌های به‌دست آمده در گروه تمرین+بولدنون ۵میلی‌گرم/کیلوگرم، قطر، اندازه و شکل سلول‌ها مناسب است ولی فشار و چین خوردگی بافتی مشهود است. فضای بینابینی دارای اندازه‌های متفاوت (فلش سفید دوطرفه) بوده؛ امّا بافت همبندی در فضای مذکور مناسب است. تغییرات دژنراتیو در برخی سلول‌ها دیده می‌شود. تعداد و اندازه هسته‌ها دارای ویژگی نرمال بوده و در اطراف

سلول تجمع دارند. در برخی نواحی در واحد طولی اندازه سلول کوتاه‌تر از حالت طبیعی آن دیده می‌شود (فلش سفید)(تصویر ۶).



تصویر ۶- فتومیکروگراف بافت عضلانی درگروه تمرین+بولدنون ۵میلی‌گرم/کیلوگرم، تصویر سمت راست با بزرگنمایی ۱۰۰، و تصویر سمت چپ با بزرگنمائی ۴۰۰

بحث

در بررسی‌های وزن موش‌ها هنگام مقایسه‌ی پیش و پس از شش هفته مداخله‌های استروئید بولدنون و تمرین مقاومتی، افزایش وزن مشاهده گردید که امری عادی و مربوط به رشد جسمانی آن‌ها می‌باشد. پس از پایان شش هفته و در مقایسه‌ی (بین گروهی) بین گروه‌های تمرینی و دوزهای مختلف بولدنون، تفاوت معناداری ملاحظه نشد. ناهمسو با یافته‌های پژوهش حاضر، در چندین پژوهش، پس از اجرای تمرینات مقاومتی با یا بدون مصرف استروئید آنابولیک، افزایش وزن را در .....نشان دادند (۸، ۷).

در رابطه با تأثیرات مصرف استروئیدهای آنابولیک بر میزان وزن بدن، در بسیاری از ورزشکاران قدرتی پس از استفاده از استروئیدهای آنابولیک آندروژنیک اغلب افزایش وزن بدن گزارش شده است. اکثر مطالعات نشان می‌دهند که وزن بدن ممکن است در نتیجه استفاده کوتاه (کمتر از ۱۰ هفته) از استروئیدهای آنابولیک آندروژنیک افزایش یابد (۸). هم‌چنین استروئیدهای آنابولیک علاوه بر کاهش مقادیر عوامل میوستاتیک در عضلات اسکلتی، سبب افزایش مقادیر عوامل میوژنیکی نیز می‌گردند (۱۲). همسو با اثرات مصرف استروئید آنابولیک بر میزان وزن بدن، عنوان شده است که به دنبال اجرای تمرینات مقاومتی نیز، نسبت تستوسترون به کورتیزول افزایش خواهد یافت و با افزایش عوامل تنظیمی مثبت رشد عضلانی و سرکوب عوامل تنظیمی منفی سبب تحریک رشد عضلانی می‌گردد. (۱۲). بر اساس یافته‌های فوق که استروئید بولدنون و نیز تمرینات مقاومتی، از طریق سنتز پروتئین و ممانعت از تجزیه پروتئین، منجر به افزایش نسبت توده‌ی عضلانی به بافت چربی می‌گردد، می‌توان عنوان داشت که ممکن است با جایگزینی و تغییر توده چربی بدن موش‌ها به توده عضلات (۱۶)، تغییر معناداری در وزن به‌وجود نیامده باشد.

هر چند که بررسی‌های آماری توسط آزمون کروسکال‌والیس تفاوت معناداری را در آسیب‌های ناشی از تزریق استروئید بولدنون در موش‌ها نشان نداد؛ امّا درجات خفیف و متوسطی به شرح زیر مشاهده شد.

در رابطه با تعداد، اندازه و هسته‌ی سلول‌های عضلانی، در گروهی که دوز دو میلی‌گرم/کیلوگرم بولدنون را دریافت می‌کردند، تخریب‌های خفیفی مشاهده شد، در حالی‌که در گروه با دوز پنج میلی‌گرم/کیلوگرم بولدنون، تخریب‌های متوسط در تعداد، اندازه و هسته‌ی سلول‌ها و نیز ضایعات دژنراتیو خفیفی ملاحظه گردید. بنابراین یافته‌ها می‌توان گفت که سوءاستفاده از استروئیدهای آندروژنی می‌تواند منجر به آسیب بافت‌های حیاتی بدن شود. در میان موارد ذکر شده، تغییرات ساختاری در بافت‌های مختلف بدن، به‌ویژه عضلات اسکلتی پس از دوره‌های مصرف استروئید آنابولیک برای

تشخیص آسیب‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۶). ضایعات دژنراسیون با تورم متوسط سلول‌ها مشخص می‌شود که برگشت‌پذیر می‌باشد. سیتوپلاسم نامنظم بوده و به‌صورت فضاهای روشن و بزرگ دیده می‌شود. این فضاها رقیق شدن سیتوپلاسم و از بین رفتن مواد و اندامک‌های سیتوپلاسمی را نشان می‌دهند. دژنراسیون اسیدوفیلیک یک مرحله قبل از مرگ برنامه‌ریزی شده سلول یا آپوپتوز است (۱۵).

از نقطه نظر تاریخی، در اواخر دهه ۱۹۳۰، استروئیدهای آنابولیک برای درمان هیپوگنادیسم و کمبود تستوسترون کافی ساخته و تجویز شده است (۳). بولدنون و پیش ماده آن، بولدیون از مشتقات تستوسترون هستند و به عنوان استروئیدهای آندروژنی آنابولیک استفاده می‌گردند (۱). همانند بیشتر استروئیدهای مشتق از تستوسترون مشخص شده است که استروئیدهای آنابولیک–آندوژنیک، اثرات جانبی مانند اختلال عملکرد هورمونی و ایمنی، تغییرات سیستم پوستی، سیستم هموستاتیک و تغییر در دستگاه ادراری تناسلی را موجب می‌شوند؛ امّا در مقابل این مواد مشتق شده، هورمون تستوسترون بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی را در ارگانیسم به حداکثر می‌رساند که از آن جمله می‌توان به متابولیسم پروتئین عضلانی، اعمال جنسی و شناختی، ساخت گلبول‌های قرمز خون، نیم‌رخ چربی و متابولیسم استخوان اشاره کرد (۹).

پس از اجرای شش هفته تمرینات مقاومتی به تنهایی و نیز همراه با مصرف هر دو دوز استروئید بولدنون (دو و پنج میلی‌گرم/کیلوگرم)، هسته‌ی سلول‌ها در گروه‌های بولدنون بهبود یافته و تعداد و اندازه‌ی سلول‌ها نیز از درجه‌ی متوسط به درجه‌ی خفیف تغییر ی یافت؛ درحالی‌که در ضایعات دژنراتیو در گروه بولدنون ۵ میلی‌گرم/کیلوگرم به دنبال اجرای شش هفته تمرین مقاومتی، بهبودی حاصل نگردید.

عضلات اسکلتی برای حفظ سلامت، از اهمیت حیاتی برخوردار هستند. مشخص شده است که اجرای تمرینات مقاومتی موجب تغییرات فیزیولوژیکی وسیع هنگام و پس از تمرین در بدن انسان و حیوانات می‌شود و بر روی متابولیسم مواد مختلف بدن اثر می‌گذارد (۱۴). در واقع، تمرینات مقاومتی با افزایش عوامل تنظیمی مثبت رشد عضلانی و سرکوب عوامل تنظیمی منفی سبب تحریک رشد عضلانی از طریق افزایش هیپرتروفی و هیپرپلازی عضلانی می‌گردد (۱۲). از دیگر تأثیرات تمرینات مقاومتی، سازگاری در هورمون‌های آنابولیک است، به‌طوری‌که نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که تغییر در میزان ترشح هورمون‌ها بر اثر تمرینات مقاومتی اصلی‌ترین عامل در سنتز پروتئین پس از تمرینات قدرتی و ایجاد سازگاری‌های مثبت در ساختار عضلات اسکلتی می‌باشد (۱۱)؛ به علاوه مصرف استروئیدهای آنابولیک، منجر به افزایش احتباس آب و سدیم در بدن نیز می‌شود (۱۸). به این معنا که اجرای تمرینات مقاومتی، تأثیر اندکی بر کاهش اثرات مخرب بولدنون داشته است؛ امّا بر بهبود و برگشت ضایعات دژنراسیون، پیش‌بینی تأثیرات ضعیفی وجود دارد.

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به تأثیرات مثبت تمرینات مقاومتی بر کاهش اثرات مخرب استروئیدها، پیشنهاد می‌شود که با اجرای این نوع از فعالیت‌های ورزشی، از اختلال عملکرد ناشی از آثار استروئیدهای آنابولیک، بر بدن به‌ویژه عضلات اسکلتی بکاهند و همراه با مصرف استروئیدهای آنابولیک، از تمرینات مقاومتی با پروتکل‌های متنوع بهره بگیرند. از آن‌جا که استفاده از استروئید بولدنون، دارای اثرات منفی بر اندام‌های مختلف بدن است؛ با این حال با توجه به این که مستندات کافی در خصوص مناسب‌ترین برنامه‌های تمرینی جهت بهبود شاخص‌های مرتبط با آسیب‌های عضلانی وجود ندارد، لذا پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات بعدی، به‌کارگیری پروتکل‌های مختلف تمرین‌های مقاومتی و یا استقامتی ممکن است بتواند اطلاعات دقیق‌تری در خصوص اثر تمرین بر این اندام حاصل نماید.

تقدیر و تشکّر

این مقاله برگرفته از پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر شاهرود می‌باشد.

تضاد منافع

پژوهش حاضر وجود ندارد.

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در

منابع:

1- Ahmadi M, Abbassi-Daloii A, Ziaolhagh SJ, Yahyaei B. Structural changes of cardiac tissue in response to boldenone supplementation along with the alcoholic extract of jujuba fruit during resistance training in male Wistar rats. Feyz. 2018; 21(6): 534-42. [Persian] URL: https://feyz.kaums.ac.ir/browse.php?a_id=3350&sid=1&slc_lang=en

2- Babaei M, Tootin Z, Morovati H, Shojaei B, Fazelipour S. The Protective effects of vitamin E on sperm quality and some serum parameters of little laboratory white rats in toxicity caused by the Dianabole. Med Sci J Islam Azad Univ Tehran Med. 2018; 28(2): 81-91. [Persian] DOI: 10.29252/iau.28.2.81

3- Arazi H, Bazyar F. Prevalence of anabolic steroid abuse and the level of awareness and attitude of their negative consequences in bodybuilding athletes in Karaj. Alborz Univer Med J. 2013; 3(1): 48-56. [Persian] DOI: 10.18869/acadpub.aums.3.1.48

4- Ranjbar K, Matinhomaee H, Azar bayjani M, Peeri M. Effect of zizyphus jujube extract and resistance exercise on liver damaging biomarkers in male toxicated by anabolic steroid. Metabolism and Exercise a bioannual journal. 2015; 5(1): 35-45. [Persian] https://jme.guilan.ac.ir/article_1693_8a0752b1551e8a51141815d4984e85fa.

5- Hadadpour Z, Abaszadeh H. The effect of endurance exercise and boldone consumption at a dose of 5 mg on the of 5 alpha reductases gene expression of liver tissue in male wistar rats. The Second National Conference on New Achievements in Physical Education and Sports. Chabahar International University. 2016. [Persisn] URL: https://civilica.com/doc/583687/

6- Mohammed HH, Badawi ME, El-Tarabany MS, Rania M. Effects of boldenone undecylenate on growth performance, maintenance behavior, reproductive hormones and carcass traits of growing rabbits. Pol J Vet Sci. 2016; 19(2): 245-51. DOI: 10.1515/pjvs-2016-0031

7- Oda SS, El-Ashmawy IM. Adverse effects of the anabolic steroid, boldenone undecylenate, on reproductive functions of male rabbits. Int J Exp Pathol. 2012; 93(3): 172-8. DOI: 10.1111/j.1365-2613.2012.00814.x

8- Sadeghi M, Abbasidaloii A, Ziaolhagh SJ. Effect of 6 Weeks of Resistance Training and Boldenone Supplementation on 5-alpha Reductase and Aromatase Gene Expression in Testes Tissue of Male Wistar Rats. Horizon Med Sci. 2017; 23(3): 193-199. URL: http://hms.gmu.ac.ir/article-1-2549-en.html

9- Abbasi Daloii A, Ziaolhagh SJ, Abdi A, Fazelnia M. The Effects of 6 Weeks of Endurance Training and Consumption of Different Doses of Boldenone on Hematological Factors and Spleen Structure Changes in Male Wistar Rats. Qom Univ Med Sci J. 2017; 11(4): 20-31. [Persian] URL: https://journal.muq.ac.ir/browse.php?a_id=312&sid=1&slc_lang=en

10- Alm-Eldeen A, Tousson E. Deterioration of glomerular endothelial surface layer and the alteration in the renal function in Rabbits after treatment with a growth promoter Boldenone. Hum Exp Toxicol. 2012; 31(5): 465-72. DOI: 10.1177/0960327111420745

11- Asad MR, Zoghi R, Fashi M. The effect of eight weeks of resistance training with supplementation HMB on growth hormone and testosterone changes in non-athlete men. Alborz Univer Med J. 2016; 5(3): 187-193. [Persian] DOI: 10.18869/acadpub.aums.5.3.187

12- Attarzadeh Hosseini SR, Motahari Rad M, Moien Neia N. The effect of two different intensities resistance training on muscle growth regulatory myokines in sedentary young women. J Arak Uni Med Sci. 2016; 19(7): 56-65. [Persian] URL: http://jams.arakmu.ac.ir/article-1-4375-en.html

13- Rozbehi M, Gaeini AA, Nouri R, Kordi MR. Interaction effect of stanozolol and endurance training on oxidant and antioxidant capacity in liver tissue on healthy male Wistar rats. Stud Med Sci. 2019; 30(7): 537-547. [Persian] URL: http://umj.umsu.ac.ir/article-1-4824-en.html

14- Qadampour Vahed Z, Rashidlamir A, Moosavi Z, Raji A R. The effects of anabolic steroid stanozolol along with eight weeks of resistance training on structural changes in male rats' liver. Sport Biosciences. 2013; 5(2): 115-32. [Persian] DOI: 10.22059/JSB.2013.35043

15- Ziaolhagh SJ, Khojasteh L, Ziaolhag SS, Yahyaei B. The effect of boldenone anabolic steroid, and endurance and resistance training on liver damage markers in rats. Fayz. 2018; 22(2): 143-152. [Persian] URL: http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-3477-en.html

16- Abbassi Daloii A, Abdi A, Ziaolhagh S. J, Shah Bahrami A. The Effect of Boldenone and Resistance Training on Hematological Profile and Spleen Structure in Wistar Rats. Sport Physiology. Summer 2017; 9(34): 129-46. [Persian] DOI: 10.22089/SPJ.2017.2366.1319

17- Fernández M D, Fuente M L, Fernfindez E, Manso R. Anabolic steroids and lymphocyte function in sedentary and exercise-trained rats.J Steroid Biochem Mol Biol. 1996; 59: 225-32. DOI: 10.1016/s0960-0760(96)00111-2

18- 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. 2014-2015; 2(4): 78-89. [Persian] DOI: 10.22077/JPSBS.2014.24