



Original Article

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

Maliheh Ardakanizadeh<sup>1</sup>, Soroush Saeedpour<sup>2\*</sup>, Sayed Javad Ziaolhagh<sup>1</sup>

### 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 ( $189.53 \pm 5.94$  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  $5 \times 3$ , 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

<sup>1</sup> Department of Sport Sciences, Faculty of Human Sciences, Damghan University, Damghan, Iran

<sup>2</sup> 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

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

ملیحه اردکانی‌زاده<sup>۱</sup>، سروش سعیدپور<sup>۲</sup>، سیدجواد ضیاءالحق<sup>۲\*</sup>

### 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  $۵/۹۴ \pm ۰/۵۳$  گرم) به صورت تصادفی به شش گروه (عکایی): 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 هفتۀ صعود از پلکان، و ۳ روز در هفته و هر جلسه ۳ است (پنج تکراری) بود، که با ۰/۵ درصد یک تکرار بیشینه موش آغاز شد، و در پایان هفته ششم به ۱۰۰ درصد رسید. تغییرات هیستوپاتولوژی در بافت عضله چهارسرانی با استفاده از رنگ آمیزی هماتوکسیلین و انوزین، و میکروسکوپ نوری بررسی گردید. به منظور بررسی نرمالیتۀ آزمون کلموگروف‌اسمیرنف و جهت تجزیه تحلیل آن‌ها، تحلیل واریانس یک طرفه با تست تعقیبی توکی در سطح معناداری  $P \leq 0/05$  به کار گرفته شد.

**یافته‌ها:** پس از مقایسه بین گروهی در وزن موش‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در گروه‌های دریافت کننده 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 ( $P > 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** به نظر 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 بیرونی. ۱۴۰۱: ۱۱۷-۱۲۷.

دربافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۴ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰۴

<sup>۱</sup> گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه دامغان، سمنان، ایران  
<sup>۲</sup> گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهروود، سمنان، ایران

\***نویسنده مسئول:** گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهروود، سمنان، ایران  
آدرس: سمنان - دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهروود، سمنان، ایران  
تلفن: ۰۹۲۱۵۱۲۱۲۴۲ نمایش: ۰۲۳۳۵۲۰۰۹۸ پست الکترونیکی: javadzia@gmail.com

## مقدمه

از دستگاه‌های بدن اثر می‌گذارند، دارای عوارض جانبی متعددی می‌باشند. صرف نظر از اینکه استروئیدهای آنابولیک-آندوژنیک 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، سندروم‌های کرونبری، پرولیفره شدن مجاری صفوایی، پلیوز کبدی، آدنومای کبدی و هپاتوکارسینوما باشند<sup>(۹)</sup>. 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<sup>(۱۰)</sup> 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<sup>(۱۰)</sup>.

از دیگر موارد که می‌تواند بر تغییرات فیزیولوژیک و ساختاری عضلات اسکلتی بدن تأثیر داشته باشد، اجرای تمرينات مقاومتی است که در افزایش قدرت، استقامت، توده عضلانی و همچنین کمک به بازتوانی و جلوگیری از صدمات، سابقه طولانی دارد. شرکت در برنامه تمرينات قدرتی باعث بهبود قدرت و استقامت عضلانی، تغییر در ترکیب بدن، لبییدهای خون، ظرفیت بیهوایی و هوایی، چگالی استخوانی و بهبود عملکرد مهاری می‌شود. از دیگر تأثیرات تمرينات مقاومتی، سازگاری در هورمون‌های آنابولیک است. در واقع، استرس ورزش مقاومتی یک محرك برای توسعه قدرت و هیپرتروفی فیبرعضلانی است. ، قسمتی از این پیامد می‌تواند با افزایش در هورمون‌های آنابولیک-آندوژنیک ناشی از ورزش در ارتباط باشد. بر همین اساس، پژوهشگران عنوان داشتند که اصلی‌ترین عامل در سنتز پروتئین پس از تمرينات قدرتی و ایجاد سازگاری‌های مثبت در ساختار عضلات اسکلتی، تغییر در میزان ترشح هورمون‌ها بر اثر تمرينات مقاومتی می‌باشد<sup>(۱۱)</sup>. در واقع، تمرينات مقاومتی با افزایش عوامل تنظیمی مثبت رشد عضلانی و سرکوب عوامل تنظیمی منفی، منجر به افزایش هیپرتروفی و هیپرپلازی و تحريك رشد عضلانی می‌گردد. با وجود این موارد، مشخص شده است که الگوی تمرينی، شدت و میزان اعمال فشار در

استروئیدهای آندروجنی-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 می‌گيرند<sup>(۱)</sup>. اين مواد از لحاظ ساختاري شبيه به سيسitem چرخه حلقه‌های استروئيدی بوده، در كبد متابوليزيه شده و با افزایش ذخيري آب سبب افزایش وزن می‌گردد<sup>(۲)</sup>. در پزشكى، استروئيدهای آندروجنیک برای درمان بلوغ ديررس، برخى از انواع ناتوانى‌های جنسى و ضعف جسماني ناشي از عفونت، تجويز می‌شود. در اواخر دهه ۱۹۳۰، دانشمندان و متخصصان پزشكى متوجه افزایش رشد عضلات اسكلتني ناشي از مصرف استروئيدهای آنابوليك در حيوانات آزميشگاهى شدند. متعاقب اين دستاوردهای علمي، اين مواد نخستين بار توسط متخصصين پرورش اندام وزنه‌برداران، و پس از آن در جامعه گستره‌دارتر از ورزشکاران مورد استفاده قرار گرفتند<sup>(۳)</sup>.

يکى از انواع استروئيد آنابوليك-آندروجنیک، بولدنون می‌باشد، كه سبب افزایش حجم عضله، تعادل مثبت نيتروژن، كاهش تخريب پروتئين؛ همچنین نگهداری آب، نيتروژن، سديم، پتاسيم و كلسيم در بدن می‌گردد<sup>(۴)</sup>. مطالعات شميابي نشان داده است که بولدنون يك پيوند دوگانه در بين اتمهای كربن ۱ و ۲ نسبت به تستوسترون بيشتر دارد و به همین دليل شبهه‌های زيادي با تستوسترون دارد و وجود اين پيوند اضافي موجب ويژگي‌های منحصر بهفرد بولدنون شده است<sup>(۵)</sup>. مطالعه محمد و همكارانش نشان داد که تزریق درون عضلانی بولدنون موجب افزایش معنى‌داری در وزن بدن می‌شود<sup>(۶)</sup>. Oda و همكارانش نيز در تحقيقي نشان دادند که تجويز بولدنون در دو دوز ۴/۵ و ۹ ميلى‌گرم/کيلوگرم وزن بدن، طى سه بار در فاصله زمانی سه هفته منجر به افزایش معنى‌داری در وزن بدن گردید<sup>(۷)</sup>. اين نتایج، احتمالاً مربوط به تغييرات ساختاري در عضلات اسكلتني توسط مكمل بولدنون است، که با تعادل مثبت نيتروژن توسط تحريك سنتز پروتئين و كاهش تخريب پروتئين به وجود می‌آيد<sup>(۸)</sup>. از آن جا که استروئيدهای آنابوليك بر روی سبياري

## 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 اخلاقی REC.1396.8 [IR.IAU.SHAHROOD]) 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.

## 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  $189 \pm 53$  گرم خردیاری شدند و تحت چرخه ۱۲-۱۲ ساعت تاریکی و روشنایی، با درجه حرارت  $1 \pm 22/4$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۰ تا ۶۰ درصد، به صورت شش تایی در قفس‌های مخصوص جوندگان نگهداری شدند، سپس به طور 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، ۴. گروه تمرین مقاومتی، ۵. گروه تمرین مقاومتی+ تزریق بولدنون با دوز دو میلی‌گرم/کیلوگرم. تزریق تمرین مقاومتی+ تزریق بولدنون دو بار در هفته و ساعت ده صبح، توسط سرنگ استروئید بولدنون در بارهای شش هفته تزریق شد. 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 نردهبان جوندگان در آزمایشگاه حیوانات انجام شد. پیش از شروع تمرینات اصلی،

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. به طوری که بررسی‌های میکروسکوپی در رشته‌های عضلانی، سیتوپلاسم ناظم به صورت فضاهای روشن و بزرگی را آشکار ساخت که این فضاهای رقيق شدن سیتوپلاسم و از بین رفتن مواد و اندامک‌های سیتوپلاسمی را نشان می‌دهند که در واقع دژنراسیون و مرحله قبل از مرگ برنامه‌بریزی 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 (۱۶). 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 به تنها یکی قادر به کاهش و ترمیم سلول‌های قلب نشد.

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

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  $0.05\%$  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 منویتی در سطح معنی‌داری کمتر یا مساوی با  $0.05\%$  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 ( $P > 0.05$ ) (جدول ۱).

**جدول ۱- مقادیر تغییرات وزن، در گروه‌های کنترل و تجربی (میانگین $\pm$  انحراف استاندارد)**

پس آزمون	پیش آزمون	گروه‌ها
$281/43 \pm 24/1$	$185 \pm 2/38$	کنترل سالم
$273/44 \pm 8/79$	$195 \pm 2/16$	ترریق بولدنون
$273/8 \pm 44/79$	$192 \pm 2/64$	(۲) میلی-گرم/کیلوگرم ترریق بولدنون
$278/7 \pm 25/05$	$195 \pm 1/63$	(۵) میلی-گرم/کیلوگرم گروه تمرین
$299/0.57 \pm 34/1$	$195 \pm 2/38$	تمرین+ بولدنون
$307/4 \pm 18/27$	$192/14 \pm 2/58$	(۲) میلی-گرم/کیلوگرم تمرین+ بولدنون (۵) میلی-گرم/کیلوگرم

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

### تغییرات هیستوپاتولوژی

در پایان مطالعه، حیوانات به مدت ۱۲ ساعت ناشتا نگه داشته شدند. سپس، موش‌ها وزن شده (ترازووی دیجیتال با حساسیت دو رقم اعشار بر حسب گرم) و با استفاده از دسیکاتور محتوی پنبه آگوسته به کلروفروم (مرک، آلمان) بیهوش شدند. پس از بیهوشی بالا فاصله بافت عضله برداشته شد. نمونه‌ها پس از جداسازی در فرمالین ۱۰ درصد ثابت شده و سپس جهت انجام روش‌های معمول بافت شناسی آماده شدند. نمونه‌ها برای ۴۸ ساعت در محلول نگه داری شدند. پس از ۲۴ ساعت اولیه فرمالین تازه با فرمالین قبلی جایگزین گردید. بعد از تثبیت، با الکل آبگیری و توسط گزیل شفاف سازی شده و قالب‌گیری با پارافین انجام شد. سپس، توسط میکروتوم مقاطع با ضخامت ۵ میکرون به صورت 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 عکس برداری 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 به دقت بررسی شده و در ابتدا هر بافت به صورت کلی و سپس جزئی با معیار متريک مورد سنجش و شمارش سلولی قرار می‌گيرد (۱۴). معیارهای ارزیابی ۲۵ سایرات هیستوپاتولوژی عضله‌ی چهار سر رانی در جدول شماره

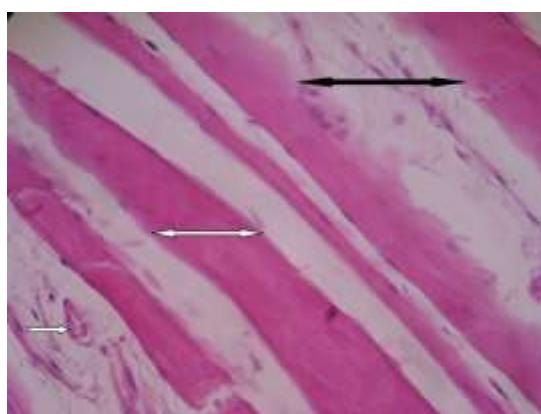
پس از بررسی و مقایسه گروه‌ها با یکدیگر مشاهده شد که اجرای شش هفته فعالیت مقاومتی همراه و بدون هر دو دوز بولدنون (۲ و ۵ میلی‌گرم/کیلوگرم) تخریبات خفیف و متوسط را تا یک درجه بهبود بخشید؛ اما این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ) (جدول ۲).

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.

جدول ۲- نتایج تغییرات آسیب عضلانی پس از ۶ هفته در گروه‌های کنترل و تجویی

گروه	تعداد و اندازه سلول‌های عضلانی	همسته سلول‌های عضلانی	هیپرتروفی سلولی سلولی	تغییرات دژنراتیو	التهاب و پرخونی
کنترل سالم	.	.	.	.	.
بولدنون (۲ میلی‌گرم/کیلوگرم)	۱	۱	.	.	.
بولدنون (۵ میلی‌گرم/کیلوگرم)	۲	۲	.	۱	.
تمرین	۱	.	.	.	.
تمرین+بولدنون (۲ میلی‌گرم/کیلوگرم)	۱	.	.	.	.
تمرین+بولدنون (۵ میلی‌گرم/کیلوگرم)	۱	.	.	۱	.

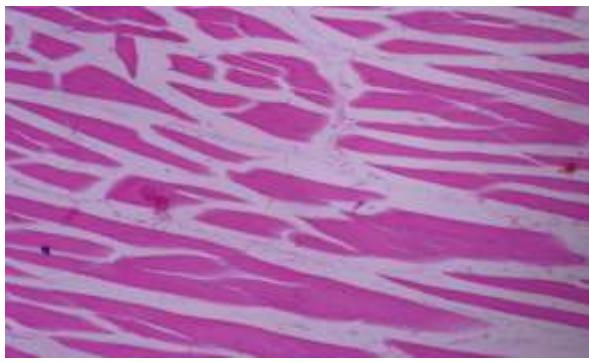
: عدم تغییر، ۱: تغییرات خفیف، ۲: تغییرات متوسط، ۳: تغییرات شدید (در مقایسه با ویژگی‌های بافت نرمال، شمارش تعداد تار و هسته و اندازه سلول بر اساس معیار متربیک) (۱۵)



تصویر ۱- فتومیکروگراف بافت عضلانی گروه کنترل با بزرگنمایی ۴۰۰، رگ خونی (فلش سفید)، رشته عضله (فلش سفید دوطرفه)، فضای همبندی بین سلولی (فلش سیاه دوطرفه)

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 بینایی‌نیز مناسب و منظم پختش شده است (تصویر ۱).

در تصاویر به دست 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 بینایی‌نیز مقداری بیشتر از حالت طبیعی قابل رویت است (تصویر ۲).



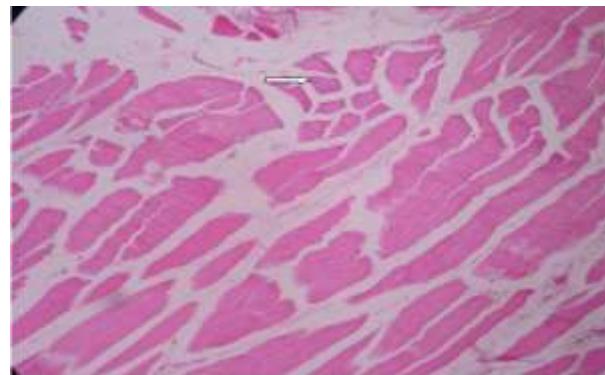
تصویر ۴- فتومیکروگراف بافت عضلانی پس از شش هفته تمرین مقاومتی، با بزرگنمایی ۴۰۰

بر اساس مشاهدات تصاویر بافت عضلانی در گروه تمرین+بولدنون دو میلی گرم/کیلو گرم، اندازه و طول سلول های عضلانی نمونه های بافت شناسی گروه حاضر در مقایسه با گروه کنترل تغییرات اندکی را نشان می دهد؛ اما فضای همبندی بین این بسیار وسیع و دارای میزان اندکی بافت همبندی و سلول های همبندی می باشد. قطر سلول های عضلانی کم شده و تعداد و شکل هسته ها طبیعی هست (تصویر ۵).



تصویر ۵- فتومیکروگراف بافت عضلانی در گروه تمرین+بولدنون دو میلی گرم/کیلو گرم با بزرگنمایی ۴۰۰

در نمونه های به دست آمده در گروه تمرین+بولدنون ۵ میلی گرم/کیلو گرم، قطر، اندازه و شکل سلول ها مناسب است ولی فشار و چین خودگی بافتی مشهود است. فضای بین این بسیار اندازه های متفاوت (فلش سفید دوطرفه) بوده؛ اما بافت همبندی در فضای مذکور مناسب است. تغییرات دژنراتیو در برخی سلول ها دیده می شود. تعداد و اندازه هسته ها دارای ویژگی نرمال بوده و در اطراف



تصویر ۲- فتومیکروگراف بافت عضلانی گروه بولدنون با دور دو میلی گرم/کیلو گرم، با بزرگنمایی ۴۰۰، رشته عضله (فلش سفید) در نمونه های بافت عضلانی گروه دریافت کننده استروئید بولدنون با دوز پنج میلی گرم/کیلو گرم، شکل و اندازه سلول تغییرات شدیدی از قبیل کوچک شدن، پارگی و کم شدن ضخامت و تعداد را نشان می دهند. فضای بین سلولی افزایش چشمگیری داشته ولی از میزان بافت همبندی بین این کاسته شده است. تعداد هسته ها کمتر از حد نرمال است (فلش سفید) (تصویر ۳).

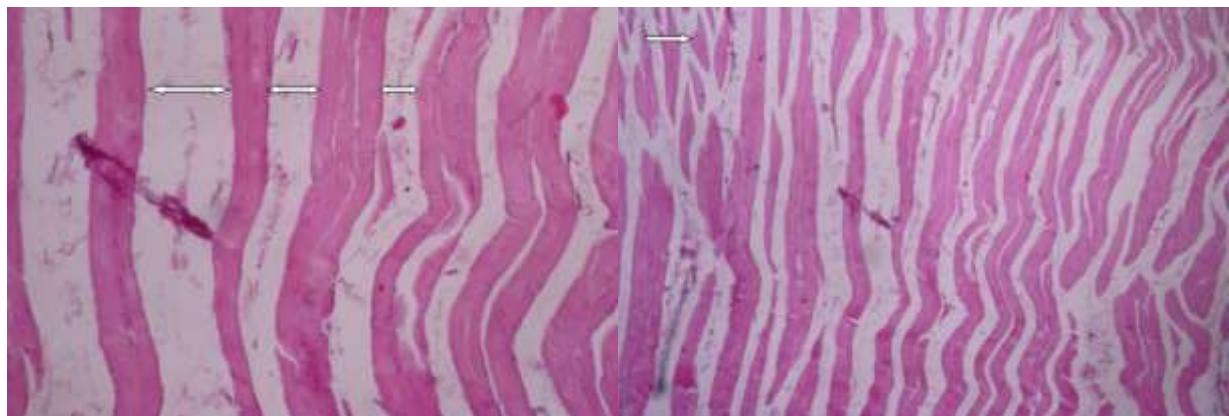


تصویر ۳- فتومیکروگراف بافت عضلانی گروه بولدنون با دوز پنج میلی گرم/کیلو گرم، با بزرگنمایی ۱۰۰۰

در نمونه های عضلانی گروهی که شش هفته تمرین مقاومتی داشتند، مشاهده گردید که در واحد طولی اندازه سلول ها کاهش یافته و مقاطع بریده شده دیده شد. فضای همبندی و بافت همبندی و رشته های مربوط به آن گسترش بیشتری را نشان می دهند (تصویر ۴).

کوتاه‌تر از حالت طبیعی آن دیده می‌شود (فلش سفید) (تصویر ۶).

سلول تجمع دارند. در برخی نواحی در واحد طولی اندازه سلول



تصویر ۶- فتومیکروگراف بافت عضلانی در گروه تمرین+بولدنون ۵میلی گرم/کیلوگرم، تصویر سمت راست با بزرگنمایی ۱۰۰، و تصویر سمت چپ با بزرگنمایی ۴۰۰

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 مماعت 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 به وجود نیامده باشد.

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

در رابطه با تعداد، اندازه و هسته‌ی سلول‌های عضلانی، در گروهی که دوز دو میلی گرم/کیلوگرم بولدنون را دریافت می‌کردند، تخریب‌های خفیف مشاهده شد، در حالی که در گروه با دوز پنج میلی گرم/کیلوگرم بولدنون، تخریب‌های متوسط در تعداد، اندازه و هسته‌ی سلول‌ها و نیز ضایعات دژنراتیو خفیف ملاحظه گردید. بنابراین یافته‌ها می‌توان گفت که سوءاستفاده از استروئیدهای آندروژنیک 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

## 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 (۷، ۸).

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). همچنان استروئیدهای آنابولیک علاوه بر کاهش مقادیر عوامل میوستاتیک در عضلات اسکلتی، سبب افزایش مقادیر عوامل میوژنیکی نیز می‌گردد (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 از طریق افزایش هیپرتروفی و هیپرپلازی عضلانی می‌گردد (۱۲). از دیگر تأثیرات تمرينات مقاومتی، سازگاری در هورمون‌های آنابولیک است، به طوری که نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که تغییر در میزان ترشح هورمون‌ها بر اثر تمرينات مقاومتی اصلی‌ترین عامل در سنتز پروتئین پس از تمرينات 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 تمرينات مقاومتی، تأثیر اندکی بر کاهش اثرات مخرب بولدنون داشته است؛ اما بر بهبود و برگشت ضایعات دژنراسیون، پیش‌بینی تأثیرات ضعیفی وجود دارد.

### نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به تأثیرات مثبت تمرينات مقاومتی بر کاهش اثرات مخرب استروئیدهای پیشنهاد می‌شود که با اجرای این نوع از فعالیت‌های ورزشی، از اختلال عملکرد ناشی از آثار استروئیدهای آنابولیک، بر بدن بهبود عضلات اسکلتی بکاهند و همراه با مصرف استروئیدهای آنابولیک، از تمرينات 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 تمرينی جهت بهبود شاخص‌های مرتبط با آسیب‌های عضلانی وجود ندارد، لذا پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات بعدی، به کارگیری پروتکل‌های مختلف تمرين‌های مقاومتی و یا استقاماتی ممکن است بتواند اطلاعات دقیق‌تری در خصوص اثر تمرين بر این اندام حاصل نماید.

### تقدیر و تشکر

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

تشخیص آسیب‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۶). ضایعات دژنراسیون با تورم متوسط سلول‌ها مشخص می‌شود که برگشت‌پذیر می‌باشد. سیتوپلاسم نامنظم بوده و به صورت فضاهای روشن و بزرگ دیده می‌شود. این فضاهای رقيق 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 اوخر دهه ۱۹۳۰، استروئیدهای آنابولیک برای درمان هیپوگنادیسم و کمبود تستوسترون کافی ساخته و تجویز شده است (۳). بولدنون و پیش ماده آن، بولیدیون از مشتقات تستوسترون هستند و به عنوان استروئیدهای آندروژنی آنابولیک استفاده می‌گردد (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؛ اما در مقابل این مواد مشتق شده، هورمون تستوسترون بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی را در ارگانیسم به حدکثر 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 تمرينات مقاومتی به تنها یی 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؛ درحالی که در ضایعات دژنراتیو در گروه بولدنون ۵ میلی‌گرم/کیلوگرم به دنبال اجرای شش هفته تمرين مقاومتی، بهبودی حاصل نگردید.

عضلات اسکلتی برای حفظ سلامت، از اهمیت حیاتی برخوردار هستند. مشخص شده است که اجرای تمرينات مقاومتی موجب تغییرات فیزیولوژیکی وسیع هنگام و پس از تمرين در بدن انسان و حیوانات می‌شود و بر روی متابولیسم مواد مختلف بدن اثر می‌گذارد (۱۴). در واقع، تمرينات مقاومتی با افزایش عوامل تنظیمی مثبت

## تضاد منافع

نویسنده‌گان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در

## منابع:

- پژوهش حاضر وجود ندارد.
- 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](https://feyz.kaums.ac.ir/browse.php?a_id=3350&sid=1&slc_lang=en)
  - 2- Babaei M, Tootin Z, Morovati H, Shojaei B, Fazeli Pour 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](https://doi.org/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](https://doi.org/10.18869/acadpub.aums.3.1.48)
  - 4- Ranjbar K, Matinhomaei 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.html](https://jme.guilan.ac.ir/article_1693_8a0752b1551e8a51141815d4984e85fa.html)
  - 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. [Persian] 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](https://doi.org/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](https://doi.org/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](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](https://doi.org/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](https://doi.org/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](https://doi.org/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 Dalooi 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](https://doi.org/10.22089/SPJ.2017.2366.1319)
- 17- Fernández M D, Fuente M L, Fernández 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](https://doi.org/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](https://doi.org/10.22077/JPSBS.2014.24)