



Research Article

Effect of Trenbolone Steroid and CJC Peptide During Two Months of Resistance Training on Liver Damage in Adult Male Rats: An Experimental Study

Mehdi Teymouri¹, Mohammad Fathi^{2*}, Mustafa Bahrami³

¹ MSc in exercise physiology, faculty of humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran

² Professor, Physiology of Sport, Faculty of Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran

³ Assistant Professor, Sports Physiology, Faculty of Human Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran

* **Corresponding author:** Mohammad Fathi, Lorestan University, Khorramabad, Lorestan, Iran. Email: fathi.m@lu.ac.ir

DOI: [10.61882/jams.29.2.99](https://doi.org/10.61882/jams.29.2.99)

How to Cite this Article:

Teymouri M, Fathi M, Bahrami M. Effect of Trenbolone Steroid and CJC Peptide During Two Months of Resistance Training on Liver Damage in Adult Male Rats: An Experimental Study. *J Arak Uni Med Sci.* 2026;29(2): 99- 106. DOI: [10.61882/jams.29.2.99](https://doi.org/10.61882/jams.29.2.99)

Received: 17.06.2024

Published: 31.05.2026

Keywords:

Trenbolone;
CJC peptide;
Resistance training;
Liver injury

© 2024 Arak University of Medical
Sciences

Abstract

Introduction: The use of steroids and other supplements may affect body tissues, including the liver. This study aimed to investigate the effect of trenbolone steroid and CJC peptide during two months of resistance training on liver damage in adult male rats.

Methods: 40 male Wistar rats (aged 8 weeks and weighing 180-220 g) were randomly divided into four groups of 10: control, exercise-trenbolone, exercise-CJC, and exercise. Resistance training was performed for eight weeks, three sessions per week. Simultaneously with training, the specified injections were administered to the trenbolone and CJC groups once a week into the gluteal and posterior thigh muscles at a dose of $\mu\text{g/kg}$ body weight. After the intervention, body weight, 5 liver weight-to-body weight ratio, and liver damage were assessed using light microscopy. One-way analysis of variance and Tukey's post hoc test at a significance level of $P < 0.05$ were used to analyze the data.

Results: The groups receiving trenbolone and CJC peptide did not show a significant increase in body weight compared with the other groups $P \geq 0.05$. However, the liver weight-to-body weight ratio in the trenbolone group was significantly different from that in the training and control groups. Vascular hyperemia, fatty vacuoles, inflammation, and degeneration in the liver of the trenbolone and CJC peptide groups were significantly more pronounced than in the control and exercise groups ($P \leq 0.05$).

Conclusions: Based on the findings of this study, signs of liver damage were found in the rats that received these anabolic steroids.

تأثیر استروئید ترنبولون و پیتید CJC طی دو ماه تمرینات مقاومتی بر آسیب‌های کبدی رت‌های نر بالغ: یک مطالعه تجربی

مهدی تیموری^۱، محمد فتحی^{۲*}، مصطفی بهرامی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، لرستان، ایران

^۲ استاد، فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، لرستان، ایران

^۳ استادیار، فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، لرستان، ایران

* نویسنده مسئول: دکتر محمد فتحی، دانشگاه لرستان، دانشکده علوم انسانی خرم آباد، لرستان، ایران. ایمیل: fathi.m@lu.ac.ir

DOI: 10.61882/jams.29.2.99

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۸	چکیده
تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۳/۱۰	مقدمه: مصرف استروئیدها و سایر مکمل‌ها ممکن است بر بافت‌های بدن از جمله کبد تأثیر داشته باشد، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر استروئید ترنبولون و پیتید CJC طی دو ماه تمرینات مقاومتی بر آسیب‌های کبدی رت‌های نر بالغ انجام شد.
واژگان کلیدی: ترنبولون؛ پیتید CJC؛ تمرین مقاومتی؛ آسیب کبدی	روش کار: ۴۰ رت نر ویستار (سن ۸ هفته و وزن ۱۸۰ تا ۲۲۰ گرم) به طور تصادفی در ۴ گروه ۱۰ تایی کنترل، تمرین-ترنبولون، تمرین-CJC و تمرین قرار گرفتند. تمرین مقاومتی به مدت هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه انجام شد و هم‌زمان با تمرین، تزریقات مورد نظر نیز برای گروه‌های ترنبولون و CJC به صورت یک بار در هفته از طریق عضلات سرینی و پشت ران به مقدار ۵ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن انجام شد. پس از اتمام دوره پروتکل پژوهشی، وزن، نسبت وزن کبد به وزن نمونه‌ها و آسیب کبدی با استفاده از میکروسکوپ نوری ارزیابی شد. از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی Tukey در سطح $P < 0.05$ جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.
تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.	یافته‌ها: گروه‌های دریافت کننده ترنبولون و پیتید CJC افزایش معناداری در وزن نسبت به دیگر گروه‌ها نداشتند ($P \geq 0.05$). اما نسبت وزن کبد به وزن بدن در گروه ترنبولون نسبت به گروه تمرین و کنترل معنی‌دار بود ($P < 0.05$). پرخونی عروق، واکوئل‌های چربی، التهاب و دژنراسیون در کبد گروه‌های ترنبولون و پیتید CJC به طور معنی‌داری نسبت به گروه کنترل و تمرین بیشتر بود ($P \leq 0.05$).
	نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌ها این پژوهش در نمونه‌هایی که این استروئیدهای آنابولیک را مصرف کرده بودند نشانه‌هایی از آسیب‌های کبدی یافت شد.

ارجاع: تیموری مهدی، فتحی محمد، بهرامی مصطفی. تأثیر استروئید ترنبولون و پیتید CJC طی دو ماه تمرینات مقاومتی بر آسیب‌های کبدی رت‌های نر بالغ: یک مطالعه تجربی. تأثیر استروئید ترنبولون و پیتید CJC طی دو ماه تمرینات مقاومتی بر آسیب‌های کبدی رت‌های نر بالغ: یک مطالعه تجربی. مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک ۲۹؛ ۱۴۰۵ (۲): ۹۹-۱۰۶.

مقدمه

امروزه مصرف مواد نیروزا جهت افزایش عملکرد ورزشی به یک مشکل تبدیل شده است و علاقه ورزشکاران حرفه‌ای و حتی غیرحرفه‌ای به مصرف این مواد به خصوص داروهای استروئیدی در حال افزایش است (۱). مصرف این مواد با هدف تقویت عضلات و در نتیجه بالا بردن توانایی جسمی انجام می‌شود، به طوری که با اثرات آندروژنی و آنابولیکی (Anabolic-Aandrogenic Steroids) موجب بهبود کارایی و پیشرفت ورزشی می‌شود (۲). مصرف این مواد (به صورت خوراکی و یا تزریقی) در بین ورزشکاران قدرتی با هدف افزایش توده عضلانی، سنتز پروتئین و در نتیجه افزایش قدرت عضلانی شایع‌تر است (۳). مشخص شده مصرف نادرست استروئیدها با طیف گسترده‌ای از عوارض جانبی از جمله آسیب‌های کبدی همراه است (۳). کبد در سم‌زدایی و متابولیسم ترکیبات دارویی و برخی مکمل‌های غذایی و صنعتی از جمله استروئیدهای آنابولیک- آندروژنیک

نقش مهمی ایفا می‌کند (۴).

یکی از استروئیدهای آنابولیک پرمصرف که با افزایش سنتز پروتئین موجب افزایش توده عضلانی می‌شود ترنبولون (Trenbolone) است (۵). افزایش تعریق، بی‌خوابی و اختلال در خواب، مشکل در ترشح هورمون‌های پروژسترون (Progesterone) و پرولاکتین (Prolactin)، سرفه، کاهش تنفسی، افزایش پرخاشگری و تحریک‌پذیری، آسیب‌های کلیوی و کبدی از جمله عوارض جانبی این دارو است (۶). علاوه بر موارد ذکر شده، آسیب‌های کبدی مرتبط با مصرف نادرست این دارو که توسط تحقیقات گزارش شده‌اند عبارتند از: ۱- سطح سرمی ترانس آمیناسیون‌های کبدی؛ ۲- محتوای سیتوکروم‌های کبدی؛ ۳- پراکسیداسیون چربی‌های غشای کبدی؛ ۴- آسیب به بافت کبدی؛ ۵- وضعیت پلوئیدی و چرخه سلولی سلول‌های کبدی در سطح داخل سلولی و نیز آسیب‌های ساختاری مانند پرخونی و خونریزی عروقی، ایجاد کانن‌های آماسی یا التهاب لوبول‌ها، دژنراسیون و

تغییر شکل سلولی و هسته، ایجاد واکوئل چربی در سیتوپلاسم. در میان موارد ذکر شده تغییرات بافتی کبدی برای تشخیص آسیب‌ها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۴، ۷).

یکی دیگر از مکمل‌هایی که مصرف آن در بین ورزشکاران رواج یافته است، داروی هورمونی پپتیدی سی‌جی‌سی (CJC-1295) است که از نظر ساختاری، این هورمون شبیه به هورمون رشد (سوماتروپین) است، این هورمون ترشح هورمون رشد از غده هیپوفیز را به شدت تحریک می‌کند. عوارض جانبی CJC بسیار محدودتر از استروئیدها است، با این حال مصرف بی‌رویه آن نیز می‌تواند برای فرد مضر باشد. از عوارض احتمالی آن می‌توان به مواردی چون خستگی، سرگیجه، بی‌حسی دست و انگشتان، سردرد، ضعف در مفاصل و ضریان در شقیقه‌ها اشاره کرد (۸). پژوهش‌های متعددی تأثیر استروئیدها را در افراد بررسی کرده‌اند که با توجه به دوز مصرفی، شرایط بدنی آزمودنی و نوع تمرین، نتایج مختلفی گزارش کرده‌اند (۹-۱۱).

با توجه به بروز دیر هنگام علائم برخی از آسیب‌های کبدی، در راستای درک صحیح و مناسب از میزان آسیب کبدی ناشی از مصرف مکمل‌های استروئیدی و پپتیدی CJC و همچنین محدودیت در استفاده از نمونه‌های انسانی سوالی که نیاز به پاسخ دقیق و علمی دارد این است که آیا مصرف ترنبولون و پپتیدی CJC طی دو ماه تمرینات مقاومتی بر شاخص‌های مرتبط با آسیب‌های کبدی در رت‌های نر بالغ تأثیر دارد؟

روش کار

آزمودنی‌های این پژوهش تجربی ۴۰ سر رت نر نژاد ویستار با سن ۸ هفته و وزن ۱۸۰ تا ۲۲۰ گرم بودند که از مرکز پرورش حیوانات دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران تهیه شدند. به صورت تصادفی نمونه‌ها به ۴ گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند. گروه‌های مورد نظر عبارت بود از: ۱. تمرین + ترنبولون، ۲. تمرین + CJC، ۳. تمرین و ۴. گروه کنترل (بدون تمرین و بدون تزریق). نمونه‌ها در قفسه‌های مخصوص جوندگان در دمای ۲۲ درجه سانتیگراد و رطوبت ۵۵ درصد در چرخه ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و دسترسی به آب و غذا مخصوص رت (حاوی ۲۳ درصد پروتئین، ۶۵ درصد کربوهیدرات و ۱۲ درصد چربی ساخت کارخانه خوراک مینودشت) نگهداری شدند. بعد از گذشت یک هفته سازگاری با محیط آزمایشگاه، آشناسازی با پروتکل تمرینی (به مدت ۱ هفته) آغاز شد، پروتکل اصلی از هفته دوم شروع شد و تا دو ماه ادامه یافت. هم‌زمان با تمرینات، تزریق مواد موردنظر برای گروه‌های دریافت کننده مکمل انجام شد.

پروتکل تمرین: تمرین مقاومتی به مدت هشت هفته و هفته‌ای سه جلسه اجرا شد. شدت تمرین بر اساس وزن رت‌ها طراحی شد. بعد از وزن‌کشی آنها ۵۰ درصد از وزن هر رت به عنوان بار اولیه به دم آنها بسته شده که در هفته‌های بعد به تدریج افزایش یافت و به حدود ۱۰۰ درصد وزن بدن آنها در هفته پایانی رسید (جدول ۱). اجرای تمرینات روی یک

نردبان به طول ۱/۲ متر (بالا رفتن از نردبان با وزنه بسته شده به دم) صورت گرفت. این کار در سه نوبت پنج تکراری انجام شد. فاصله استراحتی بین نوبت‌ها سه دقیقه و بین تکرارها یک دقیقه بود (۱۲). اثربخشی این نوع تمرین مقاومتی در آمادگی عضلانی نیز در پژوهش‌های قبلی به تأیید رسیده است. در این مدت، گروه کنترل هیچگونه تمرینی انجام نداد. جهت اندازه‌گیری قدرت عضلانی، از آزمون حداکثر قدرت بالا رفتن از نردبان (نشان‌گر قدرت بیشینه) در شروع کار (۵ روز قبل از جلسه اول) و در جلسه آخر اندازه‌گیری استفاده شد. بدین منظور، ابتدا وزنه‌ای معادل ۵۰ درصد وزن بدن به دم موش متصل شد و پس از صعود موفق و استراحت ۱ دقیقه‌ای، هر بار درصدی (جدول ۱) به وزنه افزوده شد تا وقتی که موش قادر به صعود از نردبان نباشد. آخرین وزنه حمل شده به عنوان حداکثر قدرت بالا رفتن از نردبان آزمودنی منظور گردید (۱۲).

نحوه تزریق: بعد از وزن‌کشی دقیق آزمودنی‌ها (تا دو رقم اعشار)، در زمان‌های معین با استفاده از سرنگ انسولین، ترنبولون و CJC (۵ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هفته) به عضلات سرینی و پشت ران آزمودنی‌های مورد نظر بصورت عمیق تزریق شد (۴).

ارزیابی متغیرها: پس از بی‌هوشی و کالبد شکافی بلافاصله نمونه‌برداری از لوب راست کبد برای مطالعه با میکروسکوپ نوری انجام شد. برای فیکساتیو، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در فرمالین ۱۰ درصد نگهداری شدند. پس از ۲۴ ساعت اولیه، فرمالین تازه با فرمالین قبلی جایگزین گردید، سپس بعد از تثبیت با الکل آبگیری و با پارافین قالب‌گیری انجام شد. بعد از این مراحل توسط میکروتوم مقاطع با ضخامت ۵ میکرون به صورت نمونه‌گیری تصادفی و با فواصل منظم و یکنواخت تهیه شد. پس از رنگ‌آمیزی با هماتوکسیلین و اتوزین در زیر میکروسکوپ با نظر متخصص بافت‌شناسی، مقاطع میکروسکوپی به صورت تصادفی انتخاب و تعداد آسیب‌های سلولی و بافتی شمارش و ثبت شد (۲).

تجزیه و تحلیل آماری: اطلاعات به دست آمده بر اساس میانگین و انحراف استاندارد دسته‌بندی و توصیف شدند. جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده گردید و برای مقایسه اختلاف میانگین گروه‌ها از تحلیل واریانس (ANOVA) یک طرفه و نهایتاً آزمون تعقیبی توکی برای تعیین محل تفاوت‌ها استفاده شد. با استفاده از برنامه آماری SPSS نسخه ۲۶ (IBM Corporation, Armonk, NY) و در سطح $\alpha = 0.05$ تجزیه و تحلیل داده‌ها صورت گرفت.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر طبق معاهده هلسینکی اجرا شد. قوانین و نحوه رفتار با حیوانات (آشناسازی، تمرین، بی‌هوشی و کشتن آنها) بر اساس انجمن ارزیابی و بین‌المللی مراقبت از حیوانات آزمایشگاهی و با تأیید شورای شورای پژوهشی دانشکده دامپزشکی دانشگاه لرستان (کد اخلاق LU.ECRA.2022.62) صورت گرفت.

جدول ۱. پروتکل تمرینات مقاومتی

هفته	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
بار (درصد وزن)	۵۰	۵۰	۶۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰

جدول ۲. مشخصات طول بدن، وزن بدن و نسبت وزن کبد به وزن بدن در گروه‌ها در پایان مطالعه

گروه	تعداد	طول (سانتی‌متر)	وزن (گرم)	نسبت وزن کبد به وزن بدن
تمرین+ ترنبولون	۱۰	۷۵/۱±۳/۱۷	۶۴/۲۹±۲۰/۶	۵۲/۰±۲/۴۰
تمرین+ CJC	۹	۷۳/۲±۸/۱۸	۹۱/۲۶±۲/۲۱۰	۸۱/۰±۹۹/۲
تمرین	۹	۹۷/۰±۹/۱۶	۰۵/۲۸±۵/۲۱۶	۴۵/۰±۰/۸/۳
کنترل	۱۰	۸۰/۰±۱/۱۷	۹۶/۲۳±۳/۲۱۸	۳۶/۰±۱۱/۳

یافته‌ها

در جدول ۲، میانگین و انحراف معیار مربوط به قد، وزن و نسبت وزن کبد به وزن کل نمونه‌ها در هر گروه ارائه شده است. با توجه به اینکه یکی از رت‌های گروه تمرین و یکی از رت‌های گروه تمرین+ CJC تلف شدند، تعداد این دو گروه به ۹ رت کاهش یافت.

نتایج آزمون ANOVA در جدول ۳ نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین وزن گروه‌های مختلف مشاهده نشد ($P = ۰/۲۴۱$) اما اختلاف معنی‌داری بین میانگین نسبت وزن کبد به وزن بدن مشاهده شد ($P = ۰/۰۰۰۱$).

نتایج آزمون Tukey نشان داد که نسبت وزن کبد به وزن بدن بین گروه تمرین+ CJC با گروه‌های تمرین ($P < ۰/۲۰۳$) و کنترل ($P < ۰/۱۸۸$) معنی‌دار نبود، اما اختلاف نسبت وزن کبد به وزن بدن

بین گروه تمرین+ ترنبولون با گروه‌های تمرین و کنترل معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۰۱$).

نتایج هیستوپاتولوژی

به منظور بررسی تغییرات بافتی، به صورت توصیفی روی لام‌های تهیه شده از نمونه‌ها، با استفاده از میکروسکوپ نوری (1 OBF کمپانی کرن) عکس‌برداری و مطالعه شدند.

(۱) گروه تمرین+ ترنبولون

نظم هپاتوسیتی در این گروه طبیعی بوده و اکثر هپاتوسیت‌ها دارای ویژگی‌های تقریباً طبیعی همراه با سیتوپلاسم و هسته مشخص بودند (شکل ۱). برخی از سلول‌های کبدی سیتوپلاسم واکوئوله و پر رنگی داشتند (فلش سفید). همچنین مقداری پرخونی و التهاب در فضای سینوزوئیدی مشاهده شد (فلش سیاه).

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک راهه مربوط به برخی متغیرهای پژوهش

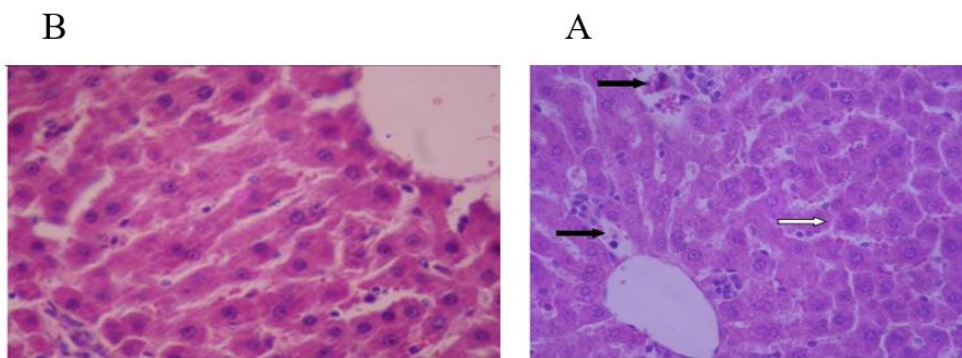
متغیر	منابع تغییر	مجموع مجذورات	Df	میانگین مجذورات	F	P
وزن	بین گروه	۵۵۳۱/۴۱	۳	۱۸۴۳/۸۰	۱/۷۹	۰/۲۴۱
	درون گروه	۲۳۰۶۹/۷۰	۳۶	۶۴۰/۸۲		
	کل	۲۸۶۰۱/۱۱	۳۹			
نسبت وزن کبد به وزن	بین گروه	۷۹/۳۳	۳	۲۶/۴۴	۱۴/۲۰	* ۰/۰۰۱
	درون گروه	۳۲۹/۵۵	۳۶	۹/۱۵		
	کل	۴۰۸/۸۸	۳۹			

* : معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

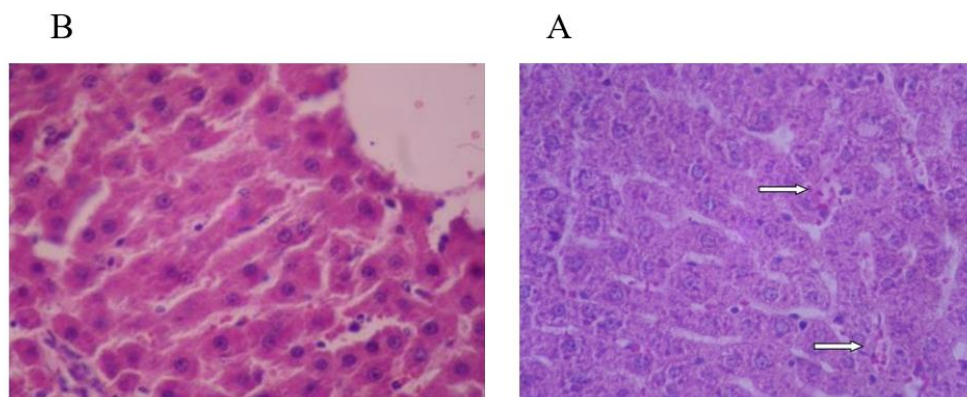
جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی Tukey برای مقایسه گروه‌ها در شاخص نسبت وزن کبد به وزن بدن

شاخص	گروه (I)	گروه (J)	مقایسه میانگین‌ها (I-J)	P
نسبت وزن کبد به وزن	تمرین+ CJC	تمرین+ ترنبولون	۰/۵۹	* ۰/۰۰۱
		تمرین	-۰/۰۹	۰/۲۰۳
		کنترل	-۰/۱۲	۰/۱۸۸
	تمرین+ ترنبولون	تمرین	-۰/۶۸	* ۰/۰۰۱
		کنترل	-۰/۷۱	* ۰/۰۰۱

* : معنی‌دار در سطح ۰/۰۱



شکل ۱. مقطع بافت‌شناسی کبد در گروه تمرین+ ترنبولون (A: سلول‌های آسیب دیده B: سلول‌های سالم) بزرگ‌نمایی ۴۰۰x ← نمونه‌های از محل آسیب (پرخونی)



شکل ۲. مقطع بافت‌شناسی کبد در گروه تمرین + CJC (A: سلول‌های آسیب دیده B: سلول‌های سالم) بزرگ‌نمایی ۴۰۰X ← نمونه‌های از محل آسیب (پرخونی)

جدول ۵. تغییرات پدید آمده در مقطع بافت‌شناسی کبد در گروه‌های پژوهش

گروه	لوبول کبدی	ورید مرکز لوبولی	آسیب هپاتوسیتی	ناحیه پورتال	نوع آسیب	فضای سینوزوئیدی	پرخونی و التهاب	جمع کل
تمرین + ترنبولون	۱	۰	۲	۰	۰	۰	۳	۶
تمرین + CJC	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۲
تمرین	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کنترل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمع آسیب	۱	۰	۳	۰	۰	۰	۳	

۲) گروه تمرین + CJC

آرایش هپاتوسیت‌ها منظم بوده و فضای سینوزوئیدی و ورید مرکز لوبولی مشخصات طبیعی داشت (شکل ۲). تغییرات درون سیتوپلاسمی در هپاتوسیت‌ها قابل رویت بود. تنها مقدار اندکی پرخونی همراه با ارتشاح سلول‌های التهابی به صورت پراکنده قابل مشاهده بود (فلش سفید). تغییرات پدید آمده در مقطع بافت‌شناسی کبد گروه‌های پژوهشی به تفکیک در جدول ۵ ارائه شده است. تغییرات مشاهده شده از عدد ۰ تا ۳ درجه‌بندی گردیده است. ۰ بیانگر عدم مشاهده تغییر، درجه ۱ بیانگر تغییرات خفیف، درجه ۲ بیانگر تغییرات متوسط و درجه ۳ بیانگر تغییرات شدید می‌باشند.

طبق جدول ۵، مجموع آسیب‌های وارده در گروهی که ترنبولون مصرف کرده بودند شدیدتر (برابر ۶) بود و گروه تمرین + CJC، رتبه بعدی را به خود اختصاص دادند. از میان آسیب‌های وارده به بافت کبد، آسیب هپاتوسیتی (هرگونه آسیب وارد به سلول‌های کبدی)، پرخونی و التهاب ناحیه پورتال بیشترین میزان آسیب‌ها را به خود اختصاص دادند. لازم به ذکر است که در گروه تمرین و کنترل هیچ‌گونه آسیب بافتی در بافت کبد مشاهده نشد.

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین وزن گروه‌های مشاهده نشد. اما اختلاف معنی‌داری بین میانگین نسبت وزن کبد به وزن بدن مشاهده شد به این صورت که نسبت وزن کبد به وزن بدن بین گروه تمرین + ترنبولون و CJC کمتر از گروه‌های تمرین و کنترل بود. همچنین آسیب‌های وارده در گروهی که ترنبولون و پیتید CJC مصرف کرده بودند بیشتر بود. از میان آسیب‌های وارده به بافت کبد آسیب هپاتوسیتی (هرگونه آسیب وارد به سلول‌های کبدی) و پرخونی و التهاب

ناحیه پورتال بیشترین میزان آسیب‌ها را به خود اختصاص دادند. در گروه تمرین و کنترل هیچ‌گونه آسیب بافتی در کبد مشاهده نشد. از آنجایی که با جستجوی پژوهش‌ها نتوانستیم پژوهشی مشابه بیابیم بنابراین در ارتباط با مقایسه یافته‌ها، ما به ناچار پژوهش‌های استروئید آنابولیک مشابه را مینا مقایسه قرار می‌دهیم. همسو با این یافته، مشخص شده که هشت هفته مصرف پروپولیس و مصرف تستوسترون انانتات طی تمرین مقاومتی بر وزن کبد موش‌های ویستار اثر تأثیری نداشت (۱۳). در بررسی تأثیر مصرف استروئید آنابولیک بولدون و عصاره عناب همراه با هشت هفته تمرین استقامتی بر آسیب‌های ساختاری بافت کبد در رت‌های نر ویستار مشاهده شد که گروه‌های دریافت‌کننده بولدون افزایش وزن معناداری را نسبت به دیگر گروه‌ها نداشتند (۱)

در همین راستا قدم‌پور واحد و همکاران (۱۰) و Björnsson و همکاران (۱۴) نیز نتایج مشابهی گزارش کردند. هر چند در پژوهش‌های دیگر این عدم تغییر وزن تأیید نشد زیرا مشاهده شد که تزریق تستوسترون به موش‌های نر قبل از بلوغ موجب می‌شود که وزن برخی از اندام‌های مشخص آنها به‌طور معناداری کاهش یابد (۱۵). این تناقض در نتایج می‌تواند ناشی از عوامل مختلف مانند دوز مصرفی، مدت دوره و مدل‌های آزمودنی مورد مطالعه باشد. در ارتباط با تأثیر مصرف استروئیدهای آنابولیک بر نمونه‌های انسانی نتایج نشان داده که مصرف استروئیدهای آنابولیک در ورزشکاران قدرتی موجب افزایش وزن بدن طی مصرف ۱۰ هفته می‌شود (۱۶). 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. بر اساس یافته‌های فوق که استروئید ترنبولون و پیتید

جایگزین شده و فیروز ایجاد می‌شود. از دیگر موارد می‌توان به ضایعات دژنراتیو سلولی اشاره کرد که در نمونه‌های مصرف‌کننده پپتید CJC در بخش مرکزی هپاتوسیت‌ها به مقدار کم و در گروه مصرف‌کننده ترنبولون به مقدار بیشتری دیده شد. ضایعات دژنراسیون با تورم متوسط سلول‌های کبدی مشخص می‌شود که برگشت‌پذیر است. سیتوپلاسم نامنظم است و به صورت فضاهای روشن و بزرگ دیده می‌شود (۲۴).

واکنش‌سازی چربی در گروه مصرف‌کننده پپتید CJC به طور وسیع‌تر و با تجمع موجب فعالیت بیش از حد این سیستم‌های هورمونی می‌شود. مصرف استروئیدهای آنابولیک موجب توقف چرخه طبیعی تولید تستوسترون می‌شود. با توقف تولید تستوسترون یاخته‌های لایدیگ دیگر کلسترول جریان خون را به پرگنولون تبدیل نمی‌کنند، این مسئله موجب افزایش کلسترول خون خواهد شد که خود یکی از عوامل ایجادکننده کبد چرب است (۲۵، ۲۶). کبد بسیاری از داروهای مختلف، چندین هورمون ترشح شده از غدد درون‌ریز و همه هورمون‌های استروئیدی را با تغییر شیمیایی سم‌زدایی کرده یا به داخل صفرا دفع می‌کند. هورمون‌های استروئیدی اغلب توسط کبد به آندروسترون و دی‌هیدرواپی آندروسترون تبدیل شده و بلافاصله کونژوگه یا سولفات می‌شوند و از طریق صفرا به روده یا کلیه به ادرار دفع می‌شوند. مصرف این داروها به بافت کبد آسیب می‌رساند و ممکن است به تجمع بیش از حد یک یا چند هورمون در مایعات بدن منجر شده و موجب فعالیت بیش از حد این سیستم‌های هورمونی شود. شدت این آسیب‌ها به عوامل متعددی از جمله نوع دارو، دوره مصرف و مقدار مصرفی وابسته است. مقادیر مصرفی بیشتر عوارض جدی‌تر و طولانی‌تری را ایجاد می‌کند. دلیل این آسیب‌ها به احتمال زیاد این است که کبد محل اولیه پاک‌سازی و سم‌زدایی استروئیدهاست (۲۷).

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، با وجود تمرین مقاومتی و مصرف پپتید CJC، استفاده از مقادیر کم و فرم تزریقی استروئید آنابولیک ترنبولون موجب آسیب‌های بافتی و آزارهای سلولی از جمله پرخونی عروقی، دژنراسیون، التهاب در بافت کبد و افزایش واکنش چربی سیتوپلاسمی می‌شود. آسیب‌های مشاهده شده که نشان‌دهنده مرگ سلولی، فیروز و تغییر شکل در بافت کبد است، روی جریان خون کبد تأثیر منفی داشته و مانع خون‌رسانی طبیعی کبد می‌شود، این حوادث سبب به‌وجود آمدن فشارخون ورید باب و انشعابات آن در کبد می‌شود که در ادامه مشکلات متعددی را ایجاد خواهد کرد. این آسیب‌ها می‌توانند سبب تغییر شکل و سخت شدن کبد، در نتیجه از بین رفتن بافت کبدی و جانشین شدن آن توسط بافت پیوندی شوند. رشته‌های فیبری ایجاد شده مناطقی از کبد را به هم وصل می‌کنند و فیروز پل زنده را ایجاد خواهند کرد. با ایجاد فیروز و آسیب پارانشیمی ساختمان طبیعی کبد تخریب می‌شود و سرانجام سیروز ایجاد خواهد شد. سیروز بیماری انتهایی کبدی است و خطر بدخیم شدن را به همراه دارد و در مواردی به نارسایی و انسفالوپاتی کبدی می‌انجامد (۲۸، ۲۹).

نتیجه‌گیری

با وجود محدودیت (استفاده از مدل‌های حیوانی و عدم امکان ارزیابی متغیرها در چندین نوبت) در این پژوهش مشخص شد که مصرف

CJC و نیز تمرینات مقاومتی از طریق سنتز پروتئین و ممانعت از تجزیه پروتئین منجر به افزایش نسبت توده عضلانی به بافت چربی می‌گردد، می‌توان عنوان داشت که ممکن است با جایگزینی و تغییر توده چربی بدن موش‌ها به توده عضلات، تغییر معناداری در وزن به وجود نیامده باشد. زیرا مشخص شده که استروئیدهای آنابولیک علاوه بر کاهش مقادیر عوامل میوستاتیک در عضلات اسکلتی، سبب افزایش مقادیر عوامل میوژنیک نیز می‌گردند (۱۷).

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که نمونه‌های تمرین‌کرده، در بافت‌کننده پپتید CJC و کنترل، در نسبت وزن کبد به وزن بدن تغییری نداشتند اما این متغیر در گروهی که ترنبولون مصرف کرده بودند کاهش یافته بود. این یافته با یافته‌های مطالعات Abbasnezhad و همکاران (۱)، قدم‌پور واحد و همکاران (۱۰) و Björnsson و همکاران (۱۴)، همسو بود، که به نظر می‌رسد تاییدی بر آسیب کبدی باشد، به عنوان مثال در مطالعه‌ی توسط مروتی و همکاران با مطالعه ۷۲ موش نر بالغ مشخص شد که مصرف دیانابول در مقادیر متفاوت (۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به صورت خوراکی موجب افزایش آنزیم‌های کبدی می‌شود به طوری که میزان آنزیم‌های AST، ALT و ALP به طور معنی‌داری افزایش یافت هرچند بعداً مشخص شد که مصرف ویتامین E به شکل قابل ملاحظه‌ای سطح آنها را کاهش می‌دهد. اما این موضوع نشان داد که مصرف استروئیدها احتمال آسیب کبدی را افزایش می‌دهد (۱۸).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد مصرف استروئید ترنبولون و پپتید CJC طی دو ماه تمرینات مقاومتی منجر به آسیب کبدی در رت‌های نر بالغ می‌شود. نتایج پژوهش حاضر در این زمینه با یافته‌های احمدی و همکاران (۱۹)، ضیاءالحق و همکاران (۱۱)، Motsinger و همکاران (۲۰)، Björnsson و همکاران (۱۴) همسو بود.

پرخونی عروقی از برجسته‌ترین آسیب‌های کبدی مشاهده شده در گروه‌های دریافت ترنبولون بود که از هپاتوسیت‌های مرکزی به سمت بخش محیطی گسترش یافته بود. ترنبولون مصرفی همراه با جریان خون به کبد رفته و در آنجا سبب آسیب سمی به سلول‌های اندوتلیوم و ریزش آنها به داخل سینوزوئیدها و عروق می‌شود (۲۱). این امر به انسداد جریان خون در آنها می‌انجامد. در این هنگام ناحیه مرکز لوبولی توسط گلبول‌های قرمز پر می‌شود. گلبول‌های رانده شده با تحریک تکثیر سلول‌های ستاره‌ای موجب تغییر شکل بافت و در نتیجه فیروز شاخه انتهایی سیاهرگی می‌شوند که به انسداد وسیع‌تر جریان خون بافتی آن ناحیه منجر می‌شود. انسداد جریان خون محل آسیب دیده سبب ایسکمی نکروز مرکز لوبولی و سرانجام فیروز گسترده بافت کبد می‌شود (۲۱، ۲۲).

کانون‌های آماسی یا التهاب، آسیب مهم دیگری است که در نمونه‌های مصرف‌کننده ترنبولون مشاهده شد. تجمع آب، چربی، پروتئین یا دارو در اطراف عروق یا داخل بافت کبد سبب تغییر ساختمان لوبولی شده و به نکروز آن ناحیه منجر می‌شود. به دنبال نکروز سلول‌های التهابی در آن ناحیه تجمع می‌یابند و موجب ترشح کلاژن در زیر اندوتلیوم سیاهرگ‌های مرکزی و فضای دور سینوزوئیدی می‌شوند که در ادامه به بافت کبد نیز تراوش می‌کنند. سپس رشته‌های کلاژن به هم وصل می‌شوند و هپاتیت بینابینی ایجاد خواهد شد (۲۳). در این هنگام پارانشیم کبد با بافت همبند

استروئید ترنبولون و پیتید CJC منجر به آسیب بافت کبد می شود و توصیه می شود که افراد از مصرف جنین داروهای دوری کنند.

تشکر و قدردانی

این پژوهش مستخرج از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی (۴۰۰۱۱۲۲۴) دانشگاه لرستان است. بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه لرستان قدردانی می شود.

سهم نویسندگان

طراحی: م.ف

تحریر و تصویب پروپوزال: م.ب و م.ت

جمع آوری داده ها: م.ت

تجزیه و تحلیل داده ها: ر.ر

تفسیر داده ها: ر.ر

گزارش نویسی: م.ف. همه مؤلفان مقاله را مطالعه و تایید کردند.

تضاد منافع

تعارض منافع در بین نویسندگان وجود ندارد.

References

1. Abbasnezhad A, Mahdavi M, Kianmehr M, Ghorbani M, Motaghy MR, Sohrabi M, et al. The effects of anabolic-androgenic steroids on DNA damage in bodybuilders' blood lymphocytes. *Biomarkers*. 2021;26(8):685-90. **pmid:** 34472401 **doi:**10.1080/1354750X.2021.1976837
2. Yahyaei B, Nouri M, Ramezani M. The effects of anabolic steroids boldenone with 8 weeks aerobic exercise on histopathological changes in cerebellum male wistar rats [in Persian]. *JSUMS*. 2019;25(6):885-94.
3. Grennan D, Wang S. Steroid Side Effects. *JAMA*. 2019;322(3):282. **pmid:** 31310300 **doi:**10.1001/jama.2019.8506
4. Niedfeldt MW. Anabolic Steroid Effect on the Liver. *Curr Sports Med Rep*. 2018;17(3):97-102. **pmid:** 29521706 **doi:**10.1249/JSR.00000000000000467
5. Borodi G, Turza A, Camarasan PA, Ulici A. Structural studies of Trenbolone, Trenbolone Acetate, Hexahydrobenzylcarbonate and Enanthate esters. *J Mol Struct*. 2020;1212:128127. **doi:**10.1016/j.molstruc.2020.128127
6. Bond P, Smit DL, de Ronde W. Anabolic-androgenic steroids: How do they work and what are the risks? *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022;13:1059473. **pmid:** 36644692 **doi:**10.3389/fendo.2022.1059473
7. Bertozzi G, Sessa F, Albano GD, Sani G, Maglietta F, Roshan MHK, et al. The role of anabolic androgenic steroids in disruption of the physiological function in discrete areas of the central nervous system. *Mol Neurobiol*. 2018;55(7):5548-56. **pmid:** 28971285 **doi:**10.1007/s12035-017-0774-1
8. Van Hout MC, Hearne E. Netnography of Female Use of the Synthetic Growth Hormone CJC-1295: Pulses and Potions. *Subst Use Misuse*. 2016;51(1):73-84. **pmid:** 26771670 **doi:**10.3109/10826084.2015.1082595
9. Abeles RD, Foxton M, Khan S, Goldin R, Smith B, Thursz MR, et al. Androgenic anabolic steroid-induced liver injury: two case reports assessed for causality by the updated Roussel Uclaf Causality Assessment Method (RUCAM) score and a comprehensive review of the literature. *BMJ Open Gastroenterol*. 2020;7(1):e000549. **pmid:** 33214235 **doi:** 10.1136/bmjgast-2020-000549
10. Qadampour Vahed Z, Rashidlamir A, Moosavi Z, Raji AR. The effects of anabolic steroid stanozolol along with eight weeks of resistance training on structural changes in male rats' liver [in Persian]. *J Sports Sci*. 2013;5(2):115-32. **doi:**10.22059/jsb.2013.35043
11. 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 [in Persian]. *Feyz Med Sci J*. 2018;22(2):143-52.
12. Reisi1, Rajabi H, Ghaedi K, Marandi M, Asady Samani Z, Kazemi Nasab F. Effect of 8 weeks resistance training on plasma irisin protein level and muscle FNDC5 and adipose tissue UCP1 genes expression in male rats [in Persian]. *SPJ*. 2016;7(28):117-30.
13. Azhandeh A, Kazemzadeh Y, Gorzi A, Valiollah S. The effect of propolis and chicory consumption during eight weeks of resistance training on some indicators of liver tissue apoptosis in female mice consuming testosterone enanthate [in Persian]. *Med J Mashhad Univ Med Sci*. 2021;64(1):2319-29. **doi:**10.22038/mjms.2021.18873
14. Björnsson ES, Vucic V, Stirnimann G, Robles-Díaz M. Role of corticosteroids in drug-induced liver injury. a systematic review. *Front Pharmacol*. 2022;13:820724. **pmid:** 35222034 **doi:**10.3389/fphar.2022.820724
15. Blystone CR, Furr J, Lambright CS, Howdeshell KL, Ryan BC, Wilson VS, et al. Prochloraz inhibits testosterone production at dosages below those that affect androgen-dependent organ weights or the onset of puberty in the male Sprague Dawley rat. *Toxicol Sci*. 2007;97(1):65-74. **pmid:** 17234647 **doi:**10.1093/toxsci/kfm004
16. Sadeghi M, Abbassi Daloii 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 [in Persian]. *Intern Med Today*. 2017;23(3):193-8.
17. 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 [in Persian]. *J Arak Uni Med Sci*. 2016;19(7):56-65.
18. Morovvati H, Babaie M, TooTian Z, Fazelipour S, Anbara H, Akbarzadeh A. The effects of vitamin e on liver and kidney damage induced by dianabol in small laboratory mice [in Persian]. *J Babol Univ Med Sci*. 2018;20(9):36-47. **doi:**10.18869/acadpub.jbums.20.9.36
19. Ahmadi M, Abbassi Daloii A, Salehi Kiasari S. Response of liver tissue bax and bcl-2 gene expression to aerobic training with l-carnitine supplementation in rats toxicated by boldenone [in Persian]. *J Complement Med*. 2020;9(4):3890-901. **doi:**10.32598/cmja.9.3.896.1
20. Motsinger LA, Okamoto LL, Ineck NE, Udy BA, Erickson CL, Harraq Y, et al. Understanding the Effects of Trenbolone Acetate, Polyamine Precursors, and Polyamines on Proliferation, Protein Synthesis Rates, and the Abundance of Genes Involved in Myoblast Growth, Polyamine Biosynthesis, and Protein Synthesis in Murine Myoblasts. *Biology (Basel)*. 2023;12(3):446. **pmid:** 36979138 **doi:** 10.3390/biology12030446
21. Balasubramonian B, Selcer KW. The phytochemical curcumin inhibits steroid sulfatase activity in rat liver tissue and NIH-3T3 mouse fibroblast cells. *Steroids*. 2023;191:109163. **pmid:** 36581086 **doi:**10.1016/j.steroids.2022.109163
22. Sultana N, Afrose M, Rafiq K. Effects of steroid growth promoter on morphological and biochemical adaptations in

- liver of broiler. Vet World. 2020;13(11):2330-7. **pmid:** 33363323 **doi:**10.14202/vetworld.2020.2330-2337
23. Aziz H, Kwon YIC, Alvi S, Ahmad S, Ganguli S, Goodman M, et al. Does Chronic Use of Steroids Affect Outcomes After Liver Resection? Analysis of a National Database. J Gastrointest Surg. 2022;26(10):2093-100. **pmid:** 35776295 **doi:**10.1007/s11605-022-05393-y
 24. Petrovic A, Vukadin S, Sikora R, Bojanic K, Smolic R, Plavec D, et al. Anabolic androgenic steroid-induced liver injury: An update. WJG. 2022;28(26):3071-80. **pmid:** 36051334 **doi:**10.3748/wjg.v28.i26.3071
 25. Hai HH, Aw P, Teng TZJ, Shelat VG. Perioperative steroid administration reduces overall complications in patients undergoing liver resection: A meta-analysis. World J Gastrointest Surg. 2021;13(9):1079-94. **pmid:** 34621482 **doi:**10.4240/wjgs.v13.i9.1079
 26. Jötten L, Steinkraus KC, Traub B, Graf S, Mihaljevic AL, Kornmann M, et al. Impact of perioperative steroid administration in patients undergoing elective liver resection: meta-analysis. BJS Open. 2022;6(6). **pmid:** 36537738 **doi:**10.1093/bjsopen/zrac139
 27. Shirdel I, Kalbassi MR, Esmailbeigi M, Tinoush B. Disruptive effects of nonylphenol on reproductive hormones, antioxidant enzymes, and histology of liver, kidney and gonads in Caspian trout smolts. Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol. 2020;232:108756. **pmid:** 32229183 **doi:**10.1016/j.cbpc.2020.108756
 28. Alves AS, Perdigão S, Morais S, Sousa C, Salvador F. Androgenic-Anabolic Steroids: From the Gym to Drug-Induced Liver Injury. Cureus. 2022;14(9):e28798. **pmid:** 36105900 **doi:**10.7759/cureus.28798
 29. Kathirvel M, Mallick S, Sethi P, Thillai M, Durairaj MS, Nair K, et al. Randomized trial of steroid free immunosuppression with basiliximab induction in adult live donor liver transplantation (LDLT). HPB (Oxford). 2021;23(5):666-74. **pmid:** 33032883 **doi:**10.1016/j.hpb.2020.09.012.