اثر شدت و حجم تمرینات استقامتی بر بروز استئوآرتریت در مفصل زانوی رت‌های نر سالم

***مهلا رمضانی:** کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (*نویسنده مسئول). mahla.ramezani@gmail.com

محمد حسین علیزاده: دانشیار طب ورزشی، گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. mhalizadeh47@yahoo.com

محمد رضا کردی: دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. mkordi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۹/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: استئوآرتریت (OA=Osteoarthritis) شایع‌ترین بیماری مفاصل سینوویال می‌باشد که در ورزشکاران حرفه‌ای شیوع فراوانی دارد. تمرینات استقامتی باعث بروز OA در مفاصل به خصوص در مفصل زانوی آنان می‌شود. هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر دو نوع تمرین استقامتی با حجم و شدت متفاوت بر روی میزان بروز OA در مفصل زانوی رت‌های نر سالم بود.

روش کار: در تحقیق تجربی حاضر ۲۴ سر رت به طور تصادفی به سه گروه کنترل، استقامتی یک و استقامتی دو تقسیم شدند. تمرین شامل پنج روز و در مجموع به مدت هشت هفته بود که برای گروه استقامتی یک تمرین روزانه شامل یک ساعت دویدن با شدت ۵۰ تا ۵۵ درصد و برای گروه استقامتی دو، نیم ساعت دویدن با ۷۰ تا ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بود. برای بررسی استئوآرتریت، ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی تمرین، نمونه‌های مفصلی استخراج شدند. میزان تخریب مفصلی با روش هیستوپاتولوژی سنجیده شد و داده‌ها به روش تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته ها: نتایج به دست آمده نشان داد که هیچ کدام از گروه‌ها تاثیر معناداری بر افزایش قطر غضروف نداشتند (p=۰/۰۲). همچنین مشاهده شد تمرین استقامتی یک ساعته موجب بروز OA از نوع متوسط (درجه ۳) در زانوی رت‌ها شده (p=۰/۰۲). اما در گروه تمرین استقامتی ۳۰ دقیقه OA ایجاد شده از نوع ملایم (درجه دو) بود (p=۰/۰۲).

نتیجه گیری: نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرین استقامتی موجب بروز OA در مفصل زانو شد. کاهش حجم تمرین، روش مناسبی برای کاهش میزان آسیب می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: تمرین استقامتی، حجم و شدت تمرینی، استئو آرتریت.

مقدمه

استئوآرتریت یا آرتروز (OA= Osteoarthritis) که به نام بیماری مخرب مفصل (DJD=Destructive Joint Disease) نیز نامیده می‌شود، شایع‌ترین آسیب مفصلی و یکی از اختلالات اسکلتی- عضلانی و فیزیکی عمده انسانی به شمار می‌آید که با تخریب غضروف و تغییرات استخوانی مشخص می‌شود (۱-۴). پیشرفت بیماری معمولاً آهسته است، اما در نهایت می‌تواند منجر به از کار افتادن غضروف و درد و ناتوانی شود. علاوه بر از دست دادن غضروف مفصلی، تغییرات دیگری از جمله تغییر استخوان زیر مفصلی، تشکیل برآمدگی‌های استخوانی، شلی لیگامان، ضعیف شدن عضلات دور مفصل و در بعضی موارد التهاب غشاء سینوویال رخ می‌دهد (۱). در بین مفاصل بزرگ بدن، زانو شایع‌ترین محل ابتلا به این بیماری است (۲،۳).

عوامل خطرزای متعددی برای OA زانو بیان شده است که اصلی‌ترین آن‌ها شامل چاقی، صدمه‌ی قبلی زانو، جنس، سن بالا، ضعف عضلانی، ویژگی‌های استخوانی و استفاده‌ی بیش از حد مرتبط با شغل یا ورزش می‌باشند (۳-۷). این‌گونه به نظر می‌رسد، تمرین یا ورزش، یکی از عوامل بروز OA باشد. چنگ و همکاران (۱۱) نشان دادند، سطوح بالای فعالیت بدنی (دویدن دو مایل یا بیشتر در هفته)، در مردان زیر ۵۰ سال، همراه با OA است (۸-۱۰). کوجالا و همکارانش (۱۴) در تحقیقی درباره‌ی ورزشکاران سابق در رشته‌های

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-07]

دو، فوتبال و وزنه‌برداری، نشان دادند، شرکت در فعالیت‌های ورزشی به گونه مداوم و در سطوح بالا، با افزایش خطر ابتلا به استئوآرتریت در مفاصل اندام تحتانی همراه است (۱۱).

همان‌گونه که یافته‌های این تحقیقات نشان می‌دهند، ورزشکاران حرفه‌ای در معرض یا مبتلا به OA هستند. در میان عوامل بروز OA در ورزشکاران حرفه‌ای به نظر می‌رسد تمرین به عنوان اصلی‌ترین جزء برنامه ورزشی هر ورزشکار، می‌تواند به عنوان عامل اصلی ایجاد آسیب OA باشد، زیرا فشار مداوم ناشی از شرکت در تمرینات بر مفاصل، باعث ضربات کوچک (Microtrauma) و تخریب غضروف مفصلی می‌شود.

ورزشکاران برای کسب آمادگی‌های لازم، پروتکل‌های تمرینی متفاوتی را باهدف بهبود عملکرد قلبی _عروقی، سوخت و سازی و عضلانی- اسکلتی اجرا می‌کنند. یکی از شایع‌ترین پروتکل‌های تمرینی در میان ورزشکاران، پروتکل تمرینات استقامتی است که برای کسب آمادگی هوازی به کار می‌رود. تمرینات استقامتی به صورت دویدن مداوم و معمولا در زمان و مسافت بالای تمرینی اجرا می‌شوند. برای اولین بار پاپ و همکاران (۱۵) به دلیل مشکلات سنجش OA در انسان و عوامل مداخله‌گر زیاد که بسیاری از آن‌ها در انسان قابل کنترل نیستند، تاثیر تمرینات استقامتی را در زانوی رت‌ها سنجید و مشاهده کرد پس از شش هفته، تمرین استقامتی (هوازی) موجب بروز OA از نوع متوسط شد (۱۲)؛ اما از آنجایی که پژوهش پاپ بر روی چرخ گردان انجام شده بود و دویدن بر روی آن فشار بیشتری را بر مفصل زانو وارد می‌کند تائو تانگ و همکاران (۱۶) تاثیر یک ساعت تمرین استقامتی را بر میزان بروز OA در زانوی رت‌های نر سالم پس از شش هفته دویدن بر روی تردمیل بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نیز نشان داد تمرین استقامتی موجب بروز OA می‌شود. میزان OA ایجاد شده در پژوهش آن‌ها نیز از نوع متوسط بود (۱۳) میزان بروز OA این دو پژوهش بر اساس شاخص انجمن بین المللی تحقیقات استئوآرتریت OARSI (Osteoarthritis Research Society International) محاسبه شده بود و به دلیل اینکه این شاخص برای رت‌ها بوده و میزان بروز OA در انسان بر اساس شاخص انسانی (MMS=modified Mankin system) برآورده می‌شود، مقایسه و تعمیم آن را برای انسان مشکل کرده است؛ اما یانگ لی (۲۰۱۱) همبستگی این دو روش را در میزان بروز OA در رت‌ها را در پی یک ساعت دویدن روزانه پس از ۸، ۱۰ و ۱۲ هفته را نشان داد و عنوان کرد هر دو روش میزان بروز OA را به یک میزان نشان می‌دهند و همبستگی بالایی دارند (۱۴).

همانگونه که مشاهده شد، تحقیقات نشان می‌دهند تمرین استقامتی به مدت یک ساعت در روز و پنج روز در هفته باعث بروز OA متوسط در زانوی رت‌ها می‌شود. با این حال، بررسی عوامل موثر در یک برنامه تمرینی همچون شدت، مدت نوع و تکرار آن بر میزان بروز OA چندان مشخص نیست و نیازمند پژوهش‌های دیگر می‌باشد. در این زمینه گئو نشان داد اگر سرعت تمرین هوازی را از ۲۰ متر در دقیقه به ۱۵ متر کاهش دهیم از بروز OA جلوگیری می‌شود (۱۵) اما این سرعت بر اساس مطالعات ورزشی سرعت گرم کردن رت بوده است و به راه رفتن نزدیک‌تر بوده تا دویدن، هرچند این تحقیق مشخص نکرد که آیا این سرعت، افزایشی در سازگاری‌های هوازی آزمودنی‌ها داشته است یا نه؟ یاماگوچی و همکارانش (۲۰۱۳)، تأثیر مدت زمان و حجم تمرینی را بر نشانگرهای OA در زانوی رت‌های ویستار که تحت جابجایی رباط مورب قدامی (ACL) قرار گرفته بودند، مورد مطالعه قرار دادند، نتایج آن‌ها نشان داد تمرین روزانه نیم ساعت و یک ساعت پس از چهار هفته، به یک میزان آسیب وارد کرده بود؛ اما به دلیل اینکه رت‌های آن‌ها تحت جراحی قرار گرفته بودند و در معرض بروز OA بوده‌اند نمی‌توان عنوان کرد که تغییر حجم تمرینی باعث تغییر در میزان بروز OA نمی‌شود؛ بنابراین از آنجایی که تاکنون تأثیر شدت و حجم‌های متفاوت تمرینات استقامتی بر میزان بروز OA سنجیده نشده است و پیدا کردن شدت و مدت تمرینی که کمترین خطر و عارضه را برای

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-07]

ورزشکار در پی داشته باشد ضروری است، هدف از انجام این پـژوهش بررسـی تـأثیر دو نـوع تمـرین استقامتی (هوازی) با حجم و شدت متفـاوت را بـر روی میزان بروز OA مفصـل زانـو در رت‌هـای نـر سالم بود.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع بنیادی و بـه روش تجربـی بود. تعداد ۲۴ سر رت نر نژاد ویستار (میانگین وزن ۲۰ ± ۱۸۰ گرم و سن هشـت هفتـه) از انسـتیتو پاستور ایران خریـداری و بـه آزمایشـگاه حیوانـات دانشگاه تهران منتقل شدند. تحت چرخه خـواب و بیداری (۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ سـاعت تـاریکی چهار عصر تا چهار صبح) و در دمای ۳±۲۲ درجـه سانتی‌گراد و رطوبـت ۴۰ تـا ۶۰ درصـد نگهـداری شدند. رت‌ها به ازای ۱۰۰ گرم وزن بـدن و ۱۰ تـا ۱۵ میلی‌لیتر آب نیاز دارند. با این وجـود، در ایـن پژوهش، آب و غذا در اختیار رت‌هـا گذاشـته شـد رت‌ها پس از انتقـال بـه آزمایشـگاه بـه سـه گـروه: تمـرین اسـتقامتی یـک سـاعته (=n۸)، تمـرین استقامتی نیم ساعته (=n۸)، کنترل (=n۸) تقسیم شدند و با توجه به وزن، همسـان سـازی شـدند. از رت‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه حیوانات به مدت سه روز برای سازگاری با محیط و رسیدن بـه حـد وزنی مطلوب (۲۰۰+ گـرم) مراقبـت شـد. سـپس گروه‌هـای تمرینـی در دو هفتـه اول ۷ تـا ۱۰ روز برای آشنا سازی بـا اجـرای اسـتقامتی بـه تمـرین پرداختنـد، البتـه همزمـان بـرای عملیـاتی کـردن پروتکل، برنامه به شکل آزمایشی اجرا شد.

برنامه پروتکل‌های ورزشی براساس پژوهش‌های برنیسـتون و همکـاران (۱۹) و جـو و همکـاران طراحی شد (در جدول ۱ آوره شده اسـت) و بـرای هشت هفتـه، هفتـه‌ای پـنج جلسـه اجـرا شـد. در انتهای دو هفته آشنایی، حداکثر اکسیژن مصـرفی رت‌ها، سـنجیده شـد و رت‌هـا بـا توجـه پروتکـل ورزشی و درصدی از حداکثر اکسیژن مصرفی (کـه به متر بر دقیقه تبدیل شد)، پنج جلسه تمـرین در هفته را آغاز کردند. در پایان هر دو هفتـه، آزمـون حـداکثر اکسـیژن مصـرفی اجـرا شـد (۱۶،۱۷) و سرعت تمرینی جدیدی بـرای هفتـه تمـرین بعـد،

جدول ۱- طرح پروتکل تمرین استقامتی

مراحل تمرین / مؤلفه تمرین	گرم کردن	بدنه اصلی تمرین	سرد کردن
زمان تمرین (دقیقه)	۶ دقیقه	۳۰ دقیقه	۶ دقیقه
شدت تمرین ($VO2_{max}$)	۵۰ تا ۶۰ درصد	۷۰-۷۵ درصد	۵۰ تا ۶۰ درصد
زمان تمرین (دقیقه)	۶ دقیقه	۶۰ دقیقه	۶ دقیقه
شدت تمرین ($VO2_{max}$)	۵۰ تا ۶۰ درصد	۵۰-۵۵ درصد	۵۰ تا ۶۰ درصد

اجرا شد. در این پژوهش به علت نداشتن دسترسی به ابزار مستقیم - دستگاه تجزیه و تحلیـل کننـده گازهای تنفسی- توان هوازی رت‌ها غیر مستقیم با استفاده از پژوهش‌های اخیر هویدال و همکـارانش (۴) انجام شد. همه جلسات تمرین، عصر هنگام که بهترین زمان تمرین در ریتم فعالیتی طبیعی رت‌ها می‌باشد، در زیر نور قرمز (به علت کمترین استرس زایی) انجام شد.

شرایط زیستی حیوانات در گروه کنترل بـه جـز انجـام تمرینـات روزانـه در سـایر اوقـات، مشـابه گروه‌های تمرینی بود و حتـی بـرای شـبیه سـازی بیشتر گروه کنترل در بازه‌ی زمانی تمرین، سه بـار در هفته و هر بار به مدت ۱۵ دقیقه روی دسـتگاه نوار گردان با سرعت دو متر بر دقیقـه (۱۸)، قـرار گرفتند.

۲۴ ساعت پس از آخرین جلسـه تمـرین رت‌هـا پس از ناشتایی شبانه، نمونه‌برداری‌ها انجام شـدند. ابتـدا حیـوان بـا ترکیبـی از داروی زایلازیـن (۱۰ میلـی‌گرم/کیلـوگرم) و کتـامین (۷۵ میلـی‌گـرم/ کیلوگرم) به صورت تزریق درون صفاقی بـی‌هـوش شد. برای جمع آوری نمونه از مفاصـل زانـو، ابتـدا بافت های نرم اطراف مفصل جدا و سپس مفاصـل زانـوی رت‌هـا (شـامل ناحیـه‌ی دیسـتال ران و پروکسیمال درشت نی) توسـط قیچـی مخصـوص جدا شد؛ و با استفاده از چوب کبریت و نـخ کتـان در حالت اکستنشـن (اتسـاع کامـل) فـیکس و بـه داخل محلول پایدار کننده در داخـل قـوطی‌هـای مخصوص با برچسـب کـددار حـاوی فرمـالین ۱۰ درصد انتقـال داده شـد. بعـد از آن، نمونـه هـا بـه آزمایشـگاه پـاتولوژی دانشـکده ی دامپزشـکی دانشـگاه تهـران فرسـتاده شـد. تمـام مراحـل

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-07]

هیستوپاتولوژیکی آزمایش‌ها زیر نظر متخصص پاتولوژی انجام شد. در بخش مطالعات هیستوپاتولوژی، نمونه‌های فوق را به مدت ۷۲ ساعت در اسید نیتریک ۵٪ قرار داده شد تا عمل کلسیم گیری به طور کامل انجام گیرد. سپس بافت‌ها در اتانول خشک شده در پارافین فرو برده می‌شدند تا پس از آن برش‌هایی در مقطع ساجیتال و فرونتال از مفصل درشت نیئی-رانی تهیه شده و در میان لام‌های مخصوص شیشه‌ای قرار گیرد. لام‌های تهیه شده توسط رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین، توسط میکروسکوپ استاندارد نوری مدل (ZEISS West Kf2 Germany®) مجهز به لنز و گرتیکول مدرج (Erma Japan®) با بزرگنمایی لنز آبجکتیو ۱۰، مورد بررسی قرار گرفته شدند. شاخص‌های هیستوپاتولوژیکی مهم در این آزمایش بر اساس دستور OARSI شامل قطر غضروف (cartilage thickness)، قطر ضایعه (Lesion diameter) و نسبت قطر غضروف به قطر ضایعه (ratio cartilage Thickness to lesion diameter) بود. هر چقدر میزان قطر غضروف در مفصل کاهش یابد، نشانه‌ی فشار بیشتر و در نتیجه تخریب بیشتر اجزای غضروف در آن ناحیه می‌باشد. قطر ضایعه، میزان عمق تخریب غضروف (شامل نواحی تخریب شده‌ی کندروسیت‌ها و پروتئوگلیکان‌ها) می‌باشد که از نقطه‌ی وسط هر دو برش ساجیتال و فرونتال بدست می‌آید (۴). دقت شود منظور از ضایعه تغییر در رنگ غضروف مفصلی می باشد به طوری که در غضروف سالم رنگ ماتریکس خارج سلولی (ECM) به رنگ بنفش یا آبی نیلی بوده (شکل ۱) ولی با ایجاد تغییرات پاتولوژیکی این رنگ به دلیل تغییر میزان آب و دیگر ترکیبات بویژه پلیمریزه شدن کلاژن تیپ دو از شکل فیبریل به حالت باندل‌های ضخیم تر، درجه انکسار و جذب نوری ماتریکس بین سلولی به درجاتی از زرد تا نارنجی و قرمز تغییر می یابد. بسته به شدت ضایعه، عمق و وسعت این تغییرات رنگ افزایش یافته و حتی احتمال کاهش قطر غضروف مفصلی نیز افزایش می یابد. در درجات شدیدتر، ضایعات تبدیل به گودی یا فرورفتگی شده به طوری که دیگر سطح غضروف مفصلی صاف و یکدست نخواهد بود (۱۹) نسبت قطر غضروف به قطر ضایعه نیز درصد میزان تخریب غضروف و در نهایت نشان دهنده‌ی میزان آسیب OA است.

بسته به میزان صدمات به هریک از شاخص‌های فوق نمراتی بر حسب میکرومتر تعلق می‌گرفت تا بتوان اطلاعات را به صورت کمی (میانگین± انحراف استاندارد) بیان نموده و تحلیل آماری دقیقی را در مورد میزان کل صدمات پاتولوژیکی ارائه کرد. به منظور تجزیه و تحلیل‌های آماری در این تحقیق از روش ANOVA (یک طرفه) و در سطح معنی‌داری ($p< 0.05$) و سپس به منظور تعیین آنکه میانگین کدام گروه‌ها با یکدیگر دارای تفاوت معنادار هستند، از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. همچنین نرم‌افزار آماری SPSS۱۶ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها بکار گرفته شد.

یافته‌ها

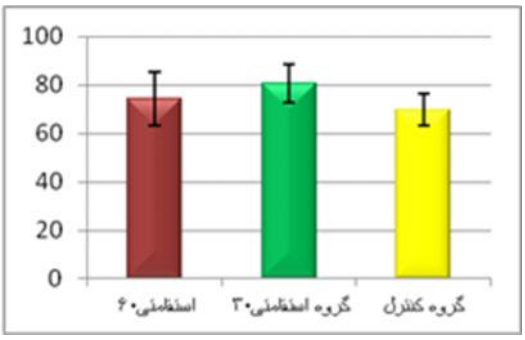
قطر غضروف: یافته‌های پژوهش نشان داد که بین آزمودنی‌های هر سه گروه کنترل و استقامتی ۶۰ دقیقه و استقامتی ۳۰ دقیقه از نظر قطر غضروف اختلاف معناداری وجود نداشت (p=۰/۰۲)، (نمودار ۱). اگرچه میانگین قطر غضروف در گروه‌های تمرین افزایش ناچیزی داشت اما این افزایش معنادار نبود.

یافته‌های پژوهش نشان داد که بین آزمودنی‌های هر سه گروه کنترل و استقامتی ۶۰ دقیقه و استقامتی ۳۰ دقیقه از نظر قطر ضایعه (میزان عمق تخریب غضروف مفصلی اختلاف معنادار وجود داشت (p=۰/۰۰۱)، (نمودار ۲).

البته نتایج هیچگونه تخریبی در مفصل زانوی رت‌های گروه کنترل نشان نداد.

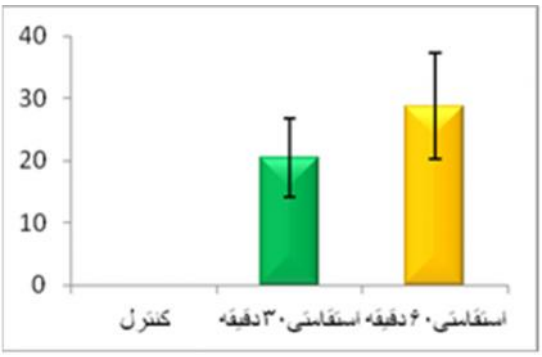
نسبت قطر غضروف به قطر ضایعه: یافته‌های پژوهش نشان داد که بین تمام گروه‌ها از لحاظ شاخص نسبت قطر غضروف به غضروف ضایعه، اختلاف معنادار (p=۰/۰۰۱) وجود داشت. (نمودار ۳). این یافته که نشان دهنده درجه آسیب وارده است، نشان داد در گروه استقامتی حجیم درجه آسیب بیشتر از استقامتی شدید بود که نشان

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-07]



نمودار۱- نمرات پاتولوژی(میانگین+انحراف استاندارد) شاخص قطر غضروف بر حسب میکرومتر. نمرات بالاتر نشان دهنده‌ی صدمات کمتر می‌باشد.

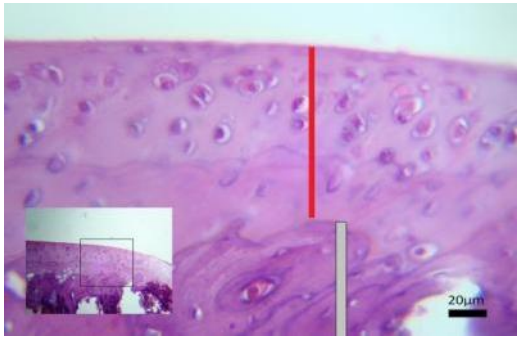
نمودار۲- نمرات پاتولوژی (میانگین+انحراف استاندارد) شاخص قطر ضایعه بر حسب میکرومتر. نمرات بالاتر نشان دهنده‌ی صدمات بیشتر می‌باشد.



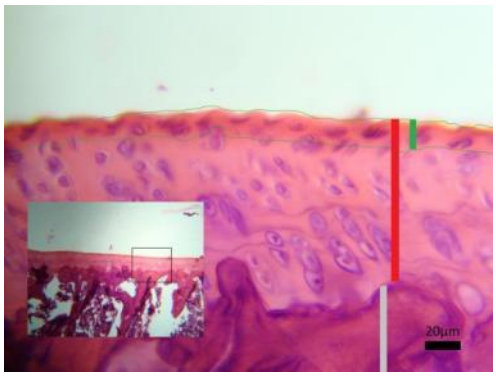
نمودار۳- نمرات پاتولوژی (میانگین+انحراف استاندارد) شاخص نسبت قطر غضروف به قطر ضایعه بر حسب میکرومتر. نمرات بالاتر نشان دهنده‌ی صدمات بیشتر می‌باشد.

دهنده اثر مخرب حجم تمرینات استقامتی است.

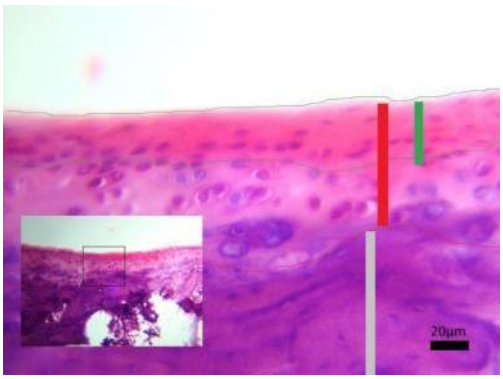
یافته‌های پژوهش نشان داد که فتومیکروگراف‌های گرفته شده توسط میکروسکوپ نوری از مقاطع رنگ آمیزی شده با هماتوکسیلین-ائوزین مربوط به گروه‌های تحقیق در شکل‌های ۱ تا ۳ ارائه شده است. قسمت‌های مشخص‌شده با



شکل۱- تصویر میکروسکوپی مربوط به گروه کنترل. غضروف تغییر خاصی را نشان نداده است (بزرگنمایی ده برابر)



شکل۲- تصویر میکروسکوپی مربوط به گروه تمرین استقامتی تداومی ۳۰ دقیقه



شکل۳- تصویر میکروسکوپی مربوط به گروه تمرین استقامتی تداومی ۶۰ دقیقه

رنگ سبز نشان‌دهنده‌ی عمق ناحیه در حال تغییرات و ضایعه دیده، رنگ قرمز، غضروف مفصلی درشت نی و خاکستری، عمق استخوان زیرین غضروف مفصلی می‌باشد:

نقاط به رنگ قرمز صورتی نشان دهنده‌ی میزان تخریب غضروف مفصلی می باشد. عمق ناحیه در حال تغییرات و ضایعه دیده با خط سبز رنگ مشخص شده استعمق کل غضروف مفصلی درشت

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-07]

نی با خط قرمز مشخص شده است.

عمق ناحیه در حال تغییرات و ضایعه دیده در این گروه قسمت مشخص شده با خط سبز بیشتر از استقامتی ۳۰ دقیقه‌ای می‌باشد. ضایعات OA با از بین رفتن سلول‌های غضروفی و ایجاد یک فرورفتگی در سطح غضروف استخوان درشت نی دیده می‌شود. به رنگ قرمز صورتی محل ضایعه دقت فرمایید. غضروف مفصلی درشت نی (قسمت مشخص شده با خط قرمز) کمتر از گروه استقامتی ۳۰ دقیقه‌ای می‌باشد. نقاط فراوان به رنگ قرمز صورتی در این گروه نشان دهنده‌ی تخریب بیشتر می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر اثر تغییر در حجم و شدت تمرینات استقامتی بر میزان بروز OA بررسی شد. مهم‌ترین یافته این پژوهش این بود که کاهش زمان و مسافت (حجم) تمرینی حتی با افزایش شدت تمرینی موجب کاهش میزان OA از درجه متوسط به ملایم در رت می‌شود. نتایج تحقیق ما نشان داد تمرینی استقامتی یک ساعت در روز و پنج روز در هفته، بعد از هشت هفته، در تأیید مطالعات قبلی باعث بروز OA از نوع متوسط در زانوی رت‌ها می‌شود اما اگر زمان تمرینی را از یک ساعت به نیم ساعت کاهش دهیم و برای کسب آمادگی هوازی به سرعت و شدت تمرینی افزایش دهیم، میزان درجه OA از متوسط به ملایم کاهش می‌یابد.

نتایج در دسترس نشان می‌دهد که تمرین استقامتی طولانی مدت موجب بروز OA در مفصل زانو می‌شود (۲۰) بر این اساس ما مشاهده کردیم تمرین استقامتی حتی در صورت کاهش حجم نیز باعث وارد شدن آسیب به مفصل می‌شود. علت دقیق بروز OA در پی دویدن و تمرین، به خوبی مشخص نیست. تا کنون تحقیقات، دو دلیل اصلی که شامل التهاب مفصلی و فشارهای مکانیکی وارد بر مفصل در پی فعالیت را، برای آن بیان کرده اند (۲۱). از آن جایی که فعالیت بدنی در سطوح بالا باعث افزایش التهاب در مفاصل می‌شود، مفصل زانو نیز از این التهاب‌ها در امان نیست فعالیت بدنی مداوم، سطح TNF-α را بالا برده و این عامل، باعث مرگ سلول های غضروف می‌شود؛ اما در التهاب‌های مفصلی عامل دیگری که باعث آسیب غضروف می‌شود تولید گرما می‌باشد. با توجه به اینکه در مفصل زانو غضروف هیالین و ماتریکس بین سلولی دارای کلاژن π بوده و این کلاژن به حالت فیبریل یا الیاف بسیار کوچک می باشد، بنابراین در صورت ایجاد تغییرات فیزیکی یا شیمیایی احتمالاً این فیبریل ها در کنار هم تشکیل فیبرهای بزرگتر کلاژنی را می‌دهند و یک حالت بینابینی با تمایل به ایجاد کلاژن I را داشته که در رنگ آمیزی استاندارد هماتوکسیلین-ائوزین به رنگ صورتی جلب توجه می نمایند. از آنجایی که کلاژن نوع π حالت بالشتکی دارند و اجازه‌ی نفوذ مایع بین مفصلی را به خوبی می‌دهد در نتیجه مفصل حالت ضربه گیری بسیار خوبی دارد؛ اما کلاژن های نوع I برعکس آنها حالت الاستیکی کمتری داشته که این حالت از نفوذ مایع میان مفصلی جلوگیری کرده و ضربه گیری را نیز به دنبال آن کاهش داده همچنین تغذیه نشدن سلول های غضروفی در پی عدم نفوذ مایع میان مفصلی، مقدمات مرگ آن ها را فراهم می کند. از آنجایی که بعید به نظر می رسد هنگام فعالیت بدنی و دویدن تغییرات شیمیایی و التهاب مفصلی ایجاد شود (۲۲) بنابراین می‌توان عنوان کرد یکی از عوامل بالقوه که باعث تبدیل کلاژن نوع دو به یک می شود حرارت می‌باشد که در اصطکاک بین سطوح غضروفی هنگام دویدن و تمرین بدنی ایجاد می شود (۲۵-۲۳).

همچنین تحقیقات نشان داده‌اند، فشار مکانیکی، عامل دیگری برای آسیب مفصل است. دویدن باعث وارد آمدن فشار زیادی بر مفصل زانو می‌شود و اگر دویدن شدید در مدت طولانی باشد فشار وارده به مفصل بیش از اندازه بالا می‌رود و این فشار می‌تواند مفصل را به سمت تخریب ببرد. تمرینات استقامتی که به صورت دویدن مداوم وشدید می‌باشند و به ویژه اینکه در روزهای زیادی در هفته و برای هفته‌ها تکرار شوند تعادل بین تخریب و بازسازی مفصل را از بین می‌برند. فشار به مفصل باعث خشکی غضروف مفصل که عامل

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-07]

مهمی در محافظت از مفصل و پیشگیری از از بروز OA است، شده و ازخاصیت ارتجاعی آن کاسته شده در نتیجه مفصل آسیب می‌بیند (۲۶). البته هنوز علت اصلی بروز OA در پی تمرینات استقامتی مشخص نشده است اما با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش و تحقیقات دیگر، می‌توان مجموعه‌ای از عوامل احتمالی بروز آسیب OA را از جمله فشار مداوم و مکرر تمرینات استقامتی تداومی بر روی سطوح مفصلی زانو، عدم افزایش قطر غضروف مفصلی، زمان بیشتر این تمرینات که باعث تولید گرمای بیشتر در مفصل می‌شود و اصطکاک بیشتر سطوح مفصلی، عنوان کرد. برای مشخص شدن عوامل اصلی و درگیر دیگر، نیاز به پژوهش‌های بیشتر و گسترده‌تر می‌باشد.

با توجه به نتایج این تحقیق با قاطعیت می‌توان عنوان کرد که تمرینات هوازی به شکل دویدن در مدل حیوانی باعث بروز OA مفصل زانوی آن‌ها می‌شود؛ اما با کاهش حجم تمرین از میزان آسیب کاسته می‌شود. البته باید با پژوهش‌های گسترده راهی برای جلوگیری از بروز آن پیدا نمود که تاکنون، تزریق درون مفصلی هیالورونان تنها راه پیشنهادی محققین برای جلوگیری از بروز OA بوده است.

منابع

1. Akbari M, Forugh B.Comparison of the effect of APS and functional improvement of pationts with mild to modarate osteoarthritis of knee, journal of Army university. 2005;3(12):659-663. (Persian)
2. Mikkelsson LO, Nupponen J, Kaprio H, Kautiainen M, Mikkelsson Kujala UM. Adolescent flexibility, endurance strength, and physical activity as predictors of adult tension neck, low back pain, and knee injury: a 25 year follow up study. British journal of sports medicine. 2006. 40(2): p. 107-113.
3. Richmond SA, Fukuchi RK, Ezzat A, Schneider K, Schneider G, Emery CA. Are Joint Injury, Sport Activity, Physical Activity, Obesity, or Occupational Activities Predictors for Osteoarthritis? A Systematic Review. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy, 2013.
4. Mirkarimpour SH, Alizadeh MH, Fallah Mohammadi M, Adibmoradi M, Dilmaghanian A. The Effect of 4-week Swimming Training on Rat's Knee Osteoarthritis induced by Monosodium Iodoacetate, Original Article Razi Journal of Medical Science. Jan-Feb 2013;19(104). (Persian)
5. Mehdinasab SAH, Haddad poor AA, Sarrafan N, Dashtbozorg A, Ebrahimi M, Prevalence and Evaluation of Risk Factors in Primary Knee Osteoarthritis, Journal of of Medicine J. 2010; 9(2):135-142. (Persian)
6. Takeda H, Nakagawa K, Nakamura, Engebretsen L. Prevention and management of knee osteoarthritis and knee cartilage injury in sports. British journal of sports medicine. 2011;45(4): 304-309.
7. Blagojevic M, Jinks, Jeffery A, Jordan K. Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis. Osteoarthritis and Cartilage. 2010; 18(1): 24-33.
8. Felson DT. Osteoarthritis of the knee. New England Journal of Medicine 2006;354(8): 841-848.
9. Norman, C.C. and T. Kress. Risk factors for knee osteoarthritis: a review of epidemiological studies. in Proceedings of the IASTED International Conference on Biomechanics. 2003.
10. Urquhart DM, Soufan AJ, Teichtahl AE, Wluka FHanna, Cicuttini FM. Factors that may mediate the relationship between physical activity and the risk for developing knee osteoarthritis. Arthritis Research and Therapy. 2008;10(1): 203-400.
11. Cheng Y, Macera DR, Davis B.E, Ainsworth PJ, Troped A, Blair SN. Physical activity and self-reported, physician-diagnosed osteoarthritis: is physical activity a risk factor? Journal of clinical epidemiology. 2000;53(3): 315-322.
12. Tveit M, Rosengren JÅ, Nilsson B, Karlsson MK. Former male elite athletes have a higher prevalence of osteoarthritis and arthroplasty in the hip and knee than expected. The American Journal of Sports Medicine. 2012;40(3): 527-533.
13. Muthuri S, McWilliams MD, Zhang W. History of knee injuries and knee osteoarthritis: a meta-analysis of observational studies. Osteoarthritis and Cartilage. 2011;19(11): 1286-1293.
14. Kujala UM, Kettunen HP, Aalto T, Battié MC, Impivaara O, Videman T, et al. Knee osteoarthritis in former runners, soccer players, weight lifters, and shooters. Arthritis & Rheumatism. 1995;38(4): 539-546.
15. Pap G, Stürmer AM, Schwarzberg H, Roessner A, Neumann W. Development of osteoarthritis in the knee joints of Wistar rats after strenuous running exercise in a running wheel by intracranial self-stimulation. Pathology-Research and Practice. 1998;194(1): 41-47.
16. Tang T, Muneta YJ, Nimura JA, Miyazaki K, Masuda H, Mochizuki T, et al. Serum keratan sulfate transiently increases in the early stage of osteoarthritis during strenuous running of rats: protective effect of intraarticular hyaluronan injection. Arthritis Research and Therapy.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-07]

2008;10(1): R13.
17. Lee YJ, Park JA, Yang SH, Kim KY, Kim BK, Lee EY, Lee EB, et al. Evaluation of osteoarthritis induced by treadmill-running exercise using the modified Mankin and the new OARSI assessment system. Rheumatology international. 2011;31(12): 1571-1576.
18. Ni GX, Lei L, Zhou YZ. Intensity-dependent effect of treadmill running on lubricin metabolism of rat articular cartilage. Arthritis research & therapy. 2012; 14(6): R256.
19. Burniston JG. Adaptation of the rat cardiac proteome in response to intensity-controlled endurance exercise. Proteomics. 2009;9(1):106-115.
20. Joo YI, Sone MF, Lim SG, Onodera S. Effects of endurance exercise on three-dimensional trabecular bone microarchitecture in young growing rats. Bone 2003;33(4): 485-493.
21. Wisloff U, Loennechen GF, Beisvag V, Currie S, Smith G, Ellingsen Ø. Increased contractility and calcium sensitivity in cardiac myocytes isolated from endurance trained rats. Cardiovascular research. 2001; 50(3): 495-508.
22. Glasson S, Chambers, W. Van Den Berg, Little C. The OARSI histopathology initiative–recommendations for histological assessments of osteoarthritis in the mouse. Osteoarthritis and Cartilage. 2010;18: S17-S23.
23. Sun I, Liu SM, Lee CW, Sun HB, Yokota H. Effects of high-impact mechanical loading on synovial cell cultures. Journal of Sports Science and Medicine. 2004;3: 37-43.
24. Bosomworth NJ. Exercise and knee osteoarthritis: benefit or hazard? Canadian Family Physician. 2009;55(9): 871-878.
25. Goldring S, Goldring M. Bone and cartilage in osteoarthritis: is what's best for one good or bad for the other? Arthritis Research and Therapy. 2010: 12(5): 143.
26. Ding C, Garnero F, Cicuttini F, Scott H, Cooley GJ. Knee cartilage defects: association with early radiographic osteoarthritis, decreased cartilage volume, increased joint surface area and type II collagen breakdown. Osteoarthritis and Cartilage. 2005;13(3): 198-205.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-07]

Original Article http://rjms.iums.ac.ir

Effect of intensity and volume of endurance training on the incidence of knee osteoarthritis in healthy male rats

***Mahla Ramezani,** MSc Student of Sports Injuries, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. (*Corresponding author). ahla.ramezani@gmail.com

Mohammad Hossein Alizadeh, PhD. Associate Professor of Sport Medicine , Department of Sport Medicine, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. mhalizadeh47@yahoo.com.

Mohammad Reza Kordi, PhD. Associate Professor oSports Physiology, Department of Sport **Ph**ysiology, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. mkordi@ut.ac.ir

Abstract

Background: Osteoarthritis (OA) is the most common disease of the synovial joints, especially in professional athletes. Endurance training causes OA in joints, particularly their knee joint. The aim of the present study was to investigate the effect of volume and intensity of two different types of endurance training on the incidence of knee OA in healthy male rats.

Methods: In this experimental study, 24 rats were randomly divided into three groups of control, endurance 1 and endurance 2. The exercise included five days and a total of eight weeks of endurance exercise, including one hour intensity endurance running %50 to %55 percent for endurance 1 group, and for endurance 2, half-hour run with %70 to 75% of the oxygen consumed. In order to investigate osteoarthritis, 24 hours after the last training session, joint sample tissues were collected. The amount of joint damage was evaluated by histopathology and method was compared with one-way ANOVA analysis.

Results: The results showed that none of the groups had no significant influence on the increase in cartilage thickness ($p = 0.20$). Also, an hour of endurance training caused moderate OA (grade 3) in the rat knee ($p = 0.002$), but in the endurance training group with 30 minutes training moderate OA (grade II), ($p = 0.002$) was observed.

Conclusion: The results of this study showed that endurance training increased risk of knee OA. Reducing the volume of exercise is an appropriate way to reduce the amount of damage.

Keywords: Endurance training, Volume training, Intensity training, Osteoarthritis.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-07]