



## اثرات آنابولیک استروئید ناندرولون دکانوئیت بر پدیده پیش شرطی سازی ایسکمیک در قلب ایزووله موش‌های صحرایی ساکن

زهرا اکبری<sup>۱</sup>، ابراهیم آورند<sup>۲</sup>، مهرداد شریعتی<sup>۲</sup>، صمد اکبرزاده<sup>۳</sup>، منصور اسماعیلی دهچ<sup>۴</sup>،  
غلامرضا بیات<sup>۵</sup>، خلیل پورخالیلی<sup>۱\*</sup>

<sup>۱</sup> گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

<sup>۲</sup> گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون

<sup>۳</sup> گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

<sup>۴</sup> گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد

<sup>۵</sup> گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی البرز

(دریافت مقاله: ۹۱/۱۱/۲۲ - پذیرش مقاله: ۹۲/۱/۲۶)

### چکیده

مقدمه: بررسی‌های پیشین نشان می‌دهند که استفاده از دوزهای فارماکولوژیک استروئیدهای آنابولیک سبب اثرات سوء قلبی - عروقی مانند هیپرتروفی بطنی، افزایش استعداد ابتلا به آسیب ایسکمی - جریان مجدد، کاهش اثرات محافظتی ورزش بر قلب و مرگ‌های ناگهانی قلبی می‌گردد. هدف از مطالعه کنونی بررسی اثرات هشت هفته درمان با داروی ناندرولون (۱۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در هفتة) بر پدیده پیش شرطی سازی ایسکمیک در قلب ایزووله موش‌های صحرایی ساکن (غیر ورزشکار) بوده است.

مواد و روش‌ها: سه گروه حیوان در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. ۱- گروه کنترل ایسکمی جریان مجدد (IR) - ۲- گروهی که قبل از آسیب ایسکمی و جریان مجدد تحت پروتکل پیش شرطی سازی ایسکمیک قرار گرفتند (IR-IPC) و ۳- گروه دریافت کننده ناندرولون که تحت پروتکل پیش شرطی سازی ایسکمیک و آسیب ایسکمی و جریان مجدد قرار گرفتند (Nan-IPC-IR). بعد از دو ماه درمان با ناندرولون یا حلال مربوطه، در پایان هشت هفته، قلب موش‌ها ایزووله و سپس در دستگاه لانگتوورف تحت اثر ۳۰ دقیقه ایسکمی و بهدبال آن ۱۲۰ دقیقه جریان مجدد قرار گرفت. پیش شرطی سازی بوسیله سه دوره ۳ دقیقه‌ای ایسکمی / جریان مجدد با باز و بسته نمودن متابول شریان کرونر نزولی قدامی چپ (LAD) قبل از ایسکمی اصلی انجام گرفت. ضربان قلب، فشار ایجاد شده داخل بطن چپ، حاصل ضربان فشار، حداکثر و حداقل تغییر فشار در واحد زمان (dp/dt) و جریان کرونری در طی آزمایش اندازه‌گیری شد. در پایان ۱۲۰ دقیق جریان مجدد، اندازه سکته به روش رنگ‌آمیزی با تری فنیل ترازاولیوم کلراید (TTC) سنجیده شد.

یافته‌ها: هشت هفته درمان با ناندرولون سبب کاهش وزن بدن و افزایش نسبت وزن قلب به وزن بدن گردید. ناندرولون سبب افزایش پارامترهای عملکردی قلب در دوره پایه‌ای قبل ایسکمی در حیوانات ساکن دیده شد. ناندرولون این پارامترها را طی دوره جریان مجدد نیز بهطور معنی‌داری افزایش داد ( $P < 0.05$ ) پیش شرطی سازی سبب کاهش اندازه سکته در حیوانات ساکن گردید. این اثر بهدبال تیمار با ناندرولون مختل نگردید.

نتیجه‌گیری: بررسی کنونی نشان داد که استفاده مزمن از دوزهای بالای ناندرولون سبب مخلل شدن اثرات مفید پدیده پیش شرطی سازی ایسکمیک در قلب نمی‌گردد.

واژگان کلیدی: ناندرولون، پیش شرطی سازی ایسکمیک، آسیب ایسکمی - جریان مجدد

بوشهر، گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی بوشهر

Email : kh\_pourkhalili@yahoo.com

و در عملکرد طبیعی آن‌ها اختلال ایجاد می‌نمایند که از جمله آن‌ها مهار اثر ضدائعقادی اندوتلیوم، جلوگیری از عملکرد مواد گشاد کننده رگی و همچنین افزایش کلسیم داخل سلول‌های عضلانی صاف عروق و انتباش آن‌ها می‌باشد (۵ و ۶).

استفاده از دوزهای بالای استروئیدهای آنابولیک باعث افزایش سطوح کلسترول، LDL و کاهش HDL افزایش فشار خون و افزایش احتمال ایجاد ترومبوز عروقی، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی مانند سکته قلبی و نارسایی قلبی را افزایش می‌دهند (۱ و ۷).

مطالعات انجام شده بر روی موش صحرایی نشان می‌دهد استفاده از دوزهای سوپرافیزیولوژیک داروهای استروئیدی آنابولیکی باعث هیپرتروفی پاتولوژیک میوکارد (۸) و افزایش آپوپتوز در میوسیت‌های بطنی ایزوکارد می‌گردد (۹). موارد گوناگونی از مرگ ناگهانی قلبی در افراد مصرف کننده استروئیدهای آنابولیک گزارش شده است که بررسی‌های بافت‌شناسی نشان دهنده تغییرات وسیع بافت قلب در این افراد بوده است (۱۰ و ۱۱).

از سوی دیگر علاوه‌بر اثرات مضر استروئیدهای آنابولیک روی سیستم قلبی و عروقی استفاده از این مواد اثرات محافظتی اعمال شده به‌وسیله عواملی مانند ورزش را بر روی قلب کاهش می‌دهد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ورزش کردن باعث محافظت از قلب در برابر آسیب‌های قلبی ایجاد شده به‌دبیال ایسکمی-جریان مجدد و کاهش اندازه انفارکتوس در مدل‌های قلب in vivo و یا ex vivo می‌شود اما استفاده از استروئیدهای آنابولیک همراه با ورزش این اثرات محافظتی را کاهش می‌دهد و یا از بین می‌برد (۷ و ۱۲). با توجه به این اثرات و به‌دلیل اینکه بیشتر مکانیسم‌های مولکولی عوامل پیش شرطی ساز (عواملی

## مقدمه

استروئیدهای آنابولیک- آندروژنیک از مشتقات سنتیک تستوسترون بوده و باعث افزایش سترز پروتئین در سلول‌ها به ویژه سلول‌های عضلانی و ایجاد خصوصیات ثانویه جنسی مانند رویش موها در نقاط مختلف بدن و یا رشد حنجره و تارهای صوتی می‌گردد ولی در مقایسه با تستوسترون دارای اثرات آنابولیک بیشتر و اثرات آندروژنیک کمتری می‌باشتند (۱۲).

این داروها به همراه تغذیه‌ای مناسب و ورزش باعث افزایش توده عضلانی بدن و افزایش وزن بدن می‌شوند. علاوه‌بر این گاهی استفاده از این داروها به‌منظور بهبود شرایط پاتولوژیک در بیماران استفاده می‌گردد (۱). از سوی دیگر با توجه به عملکرد این داروها در افزایش حجم و توان عضلانی، مصرف آن‌ها از استفاده درمانی به غیردرمانی و سوء مصرف کشیده شده است. به عنوان مثال ورزشکاران (عمدتاً بدن‌سازان و وزنه‌برداران) بدون توجه به عوارض جانبی استروئیدهای آنابولیک از این داروها در مقدادر بالا (۱۰ تا ۱۰۰ برابر بیش از مقدادر درمانی) استفاده می‌کنند (۱۲).

صرف این داروها از سال ۱۹۵۴ و در بین وزنه‌برداران المپیک آغاز شد و به مرور در بیشتر رشته‌های ورزشی گسترش پیدا کرد. امروزه سوء استفاده از استروئیدهای آنابولیک آندروژنیک موضوع مورد بحث جهانی است. بر اساس انتشارات کمیته ملی المپیک، ۵۰ درصد از موارد دوپینگ مثبت ورزشکاران به استفاده از عوامل آنابولیک ارتباط دارد (۲).

اثرات زیان‌آور استروئیدهای آنابولیک بر سیستم‌های مختلف مانند قلب و عروق، سیستم تولید مثل، کبد، غدد درونریز و همچنین سیستم عضلانی نشان داده شده است (۳ و ۴). داروهای استروئید آنابولیک عملکرد سلول‌های اندوتلیال عروق را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد

همچنین استفاده از استروئیدهای آنابولیک در زمان ورزش با کاهش ظرفیت سیستم آنتی اکسیدان، اثرات محافظه‌گری ورزش در مقابل آسیب‌های ناشی از ایسکمی و جریان مجدد را کاهش می‌دهد (۷ و ۱۶). اما مطالعه‌ای که اثرات سوء احتمالی استروئیدهای آنابولیک بر پدیده پیش آماده‌سازی ایسکمیک را بررسی کرده باشد وجود ندارد، بنابراین هدف از بررسی کنونی بررسی اثرات استفاده از استروئیدهای آنابولیک بر روی پدیده پیش شرطی‌سازی ایسکمیک در قلب ایزوله موش صحرایی در حالت غیر ورزش یا ساکن می‌باشد. و برای رسیدن به هدف، پارامترهای مختلف مانند اندازه سکته، میزان جریان کرونری، فشار ایجاد شده بطن چپ و محصول ضربان- فشار و حداقل و حداقل تغییرات فشار در واحد زمان جریان مجدد اندازه‌گیری شده است.

بنابراین هدف از انجام مطالعه کنونی بررسی اثرات ناندرولون دکانوئیت بر اثرات محافظه‌گری ناشی از پیش شرطی‌سازی ایسکمیک در برابر آسیب‌های ناشی از ایسکمی و جریان مجدد در قلب ایزوله موش‌های صحرایی نر غیر ورزشکار (ساکن) می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### حیوان‌ها

در این تحقیق از ۲۴ سر موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار در محدوده وزنی بین ۲۵۰ تا ۳۰۰ گرم استفاده شد. حیوان‌ها در دمای ۲۰ الی ۲۲ درجه سانتی‌گراد و سیکل تاریکی - روشنایی ۱۲ ساعته نگهداری می‌شدند و دسترسی آزاد به آب و غذا داشتند. پروتکل‌های آزمایشی استفاده شده در این تحقیق بر اساس مصوبات کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه علوم پژوهشی بوشهر در مطالعات حیوانی می‌باشد.

هستند که باعث افزایش مقاومت قلب در برابر آسیب‌های ناشی از ایسکمی و جریان مجدد می‌گردند) مانند هیپوکسی، هیپرآکسی، عوامل فارماکولوژیک، ورزش (۱۳) و از همه مهم‌تر پیش شرطی‌سازی ایسکمیک مشابه می‌باشند، می‌توان تصور کرد که این داروها باعث از بین رفتن یا کاهش اثرات محافظه‌گری پیش آماده‌سازی ایسکمیک در قلب نیز شوند.

توانایی دوره‌های کوتاه مدت ایسکمی و جریان دوباره در بالا بردن مقاومت میوکارد قبل از یک دوره طولانی مدت ایسکمی را پیش شرطی‌سازی ایسکمیک می‌نماید. پدیده پیش شرطی‌سازی ایسکمیک (IPC) یکی از پرقدرت‌ترین و موفقیت‌آمیزترین روش‌ها برای کاهش سرعت و وسعت آسیب سلولی میوکارد ناشی از یک ایسکمی حاد یا طولانی مدت است که اندازه انفارکتوس را کاهش و عملکرد قلب را بهبود می‌بخشد و آریتمی‌های ناشی از ایسکمی و جریان مجدد را کاهش می‌دهد. پیش شرطی‌سازی ایسکمیک در تمام گونه‌های حیوانی که تا امروزه مطالعه شده‌اند مانند جوجه، سگ، موش، خوک، خرگوش، گوسفند و همچنین انسان اثر مفید خود را نشان داده است (۱۴).

بنابراین همان‌گونه که گفته شد استروئیدهای آنابولیک باعث تغییرات زیادی در سیستم قلب و عروق می‌گردند و مرگ‌های ناگهانی قلبی به دنبال مصرف این مواد گواه این مسئله می‌باشد. از سوی دیگر علاوه بر تغییرات پاتولوژیکیاد شده‌ای که این مواد در قلب و عروق ایجاد می‌کنند، بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از داروهای استروئید آنابولیک باعث کاهش جریان کرونری و باعث تقویت آریتمی‌های ایجاد شده در اثر ایسکمی و جریان مجدد در قلب موش‌های صحرایی می‌گردد (۱۰ و ۱۵).

کانول گذاری می‌شد. برای جلوگیری از تخلیه مواد انرژی‌زای قلب، بر روی آن محلول کربس سرد ۴ درجه ریخته تا از ضربان بیفتند. سپس آثرت کانوله شده و قلب از بافت‌های اطراف جدا می‌گردید و جهت برقراری پرفیوژن به دستگاه لانگندورف متصل می‌شد. جهت پرفیوژن قلب در دستگاه، از محلول کربس - هنسليت با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و با فشار ثابت ۸۰ سانتی‌متر آب استفاده شد. همچنین محلول کربس به طور دائم توسط گاز کربوژن (۹۵ درصد اکسیژن + ۵ درصد دی‌اکسیدکربن) هوادهی شده که pH آن نیز در ۷/۴ تنظیم می‌شد (۲۰).

فعالیت الکتریکی قلب به طور مداوم، با اتصال دو الکترود فلزی به قلب که یکی بر روی نوک قلب و دیگری بر روی دهلیز راست قرار می‌گرفت، ثبت شد. تعداد ضربان قلب از روی الکتروکاردیوگرام محاسبه گردید. برای بررسی فعالیت مکانیکی قلب در سراسر طول آزمایش، فشار داخل بطن چپ با وارد نمودن یک بالون لاتکس پر از مایع که از راه کانولی پلاستیکی به مبدل فشار متصل می‌گشت، ثبت گردید. فشار ایجاد شده توسط بطن چپ (Left ventricular developed pressure) از اختلاف فشار سیستولی و دیاستولی بطن چپ مورد (LVDP=LVSP-LVEDP) محاسبه قرار گرفت (Rate pressure) همچنین حاصل ضربان- فشار (product of heart rate and mean arterial blood pressure) به عنوان شاخصی از فعالیت مکانیکی قلب بر حسب  $1 \text{ mmHg.beats} \cdot \text{min}^{-1}$  با حاصل ضرب تعداد ضربان قلب در فشار کلی ایجاد شده توسط بطن چپ طبق فرمول زیر محاسبه گردید:  $RPP = HR \times LVDP$  کلیه ثبت‌ها و محاسبه فعالیت‌های الکتریکی و مکانیکی قلب توسط سیستم جمع‌آوری اطلاعات پاورلب (شرکت AD Instrument استرالیا) انجام گرفته است. میزان جریان کرونر نیز با جمع‌آوری مایع

### گروه‌های آزمایشی

این مطالعه طی هشت هفته و برای بررسی اثرات سوء احتمالی ناندرولون دکانوئیت بر آسیب‌های ناشی از ایسکمی و جریان مجدد (Ischemia/reperfusion injury) در مدل قلب ایزوله موش صحرایی در سه گروه از حیوانات به شرح زیر انجام شد: ۱- گروه کنترل ایسکمی و جریان مجدد (IR)، که به مدت دو ماه حلال داروی ناندرولون بنام روغن آراچیز به صورت عضلانی به حیوانات تزریق و در پایان دو ماه، قلب آن‌ها ایزوله و تحت اثر ایسکمی (۳۰ دقیقه) و جریان مجدد (۱۲۰ دقیقه) قرار گرفت. ۲- گروه پیش شرطی شده ایسکمیک (IPC-IR) که طی دو ماه به حیوانات حلال داروی ناندرولون تزریق و در پایان دو ماه، قلب حیوانات ایزوله و پیش از اعمال ایسکمی و جریان مجدد، یک دوره تعریف شده پروتکل پیش شرطی سازی ایسکمیک بر روی قلب انجام شد. ۳- گروه دریافت کننده ناندرولون دکانوئیت به علاوه پیش شرطی سازی ایسکمیک (Nan-IPC-IR) که در طی دو ماه از داروی ناندرولون استفاده نموده و سپس بعد از ایزوله نمودن قلب تحت پروتکل پیش شرطی سازی ایسکمیک و سپس ایسکمی و جریان مجدد قرار گرفتند.

### جداسازی قلب و پرفیوژن در دستگاه قلب ایزوله (لانگندورف)

نخست حیوانات با پتوباریتال سدیم (۶۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، صفاقی) بیهوش و برای جلوگیری از انعقاد خون ۴۰۰ الى ۵۰۰ واحد هپارین به صورت وریدی تزریق شد. سپس جناق را از دو طرف برش داده بعد جناق کلمپ و به سمت سر حیوان ثابت شد. در این حالت قلب کاملاً آشکار و آماده

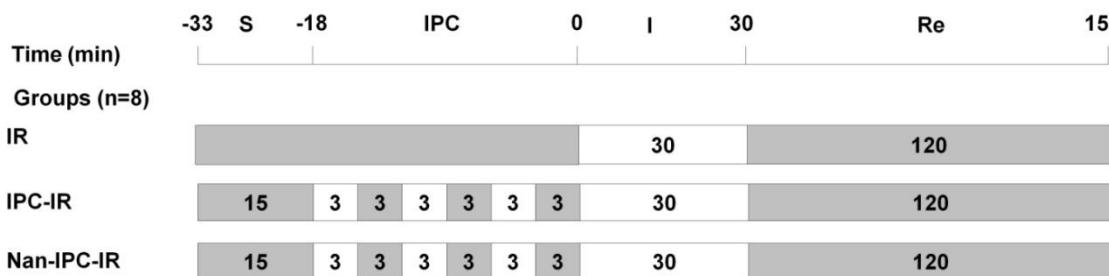
ایسکمی با بستن شریان کرونر نزولی قدامی چپ (LAD) به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد و به دنبال آن ۱۲۰ دقیقه عمل جریان مجدد با باز نمودن انسداد شریان یاد شده انجام گرفت.

**روش اعمال ایسکمی و جریان مجدد**  
برای اعمال دوره‌های ایسکمی / جریان مجدد، از یک نخ سیلک ۵ صفر که از زیر شریان کرونر قدامی نزولی چپ (LAD)، ۲ تا ۳ میلی‌متر پایین‌تر از مبدأ آن، در جدار بطن چپ عبور داده می‌شد استفاده گردید.  
ایسکمی ناحیه‌ای با کشش دو سر نخ از میان یک سر سمپلر و ثابت نمودن آن‌ها به‌وسیله وارد کردن یک سرسهمپلر دیگر در پشت اولی اعمال گردید و سپس با باز نمودن انسداد شریان، عمل جریان مجدد برقرار می‌شد. پروتکل انجام مراحل ذکر شده در شکل ۱ نشان داده شده است:

خروجی کرونر در واحد زمان در طی آزمایش اندازه‌گیری شد.

### پروتکل انجام آزمایش‌ها و مراحل کار بر روی قلب ایزوله شده

مراحل مختلف انجام کار پس از جداسازی و قرار گرفتن قلب در دستگاه قلب ایزوله عبارتند از مرحله تثبیت قلب، مرحله پیش شرطی‌سازی ایسکمیک (در گروه پیش شرطی‌سازی)، مرحله ایسکمی اصلی و به دنبال آن برقراری جریان مجدد می‌باشد. مرحله تثبیت، بلا فاصله بعد از جداسازی و شروع پرفیوژن در سیستم لانگندورف شروع می‌شد و ۱۵ دقیقه طول می‌کشید، که این زمان برای برگشتن فعالیت قلب به وضعیت پایدار طبیعی در نظر گرفته می‌شد. پیش شرطی‌سازی ایسکمیک به صورت سه سیکل متزاوب کوتاه مدت ۳ دقیقه‌ای ایسکمی ناحیه‌ای و جریان مجدد (۳ دقیقه ایسکمی + ۳ دقیقه جریان مجدد) قبل از ایسکمی ۳۰ دقیقه‌ای اصلی انجام می‌گرفت. مرحله



شکل ۱) پروتکل انجام آزمایش بعد از ایزوله کردن و قرارگیری قلب در دستگاه قلب ایزوله. S معرف دوره تثبیت (Stabilization)، IPC دوره پیش شرطی‌سازی ایسکمیک (Preconditioning)، I دوره ایسکمی (Ischemia) و R دوره جریان مجدد (Reperfusion) می‌باشد.

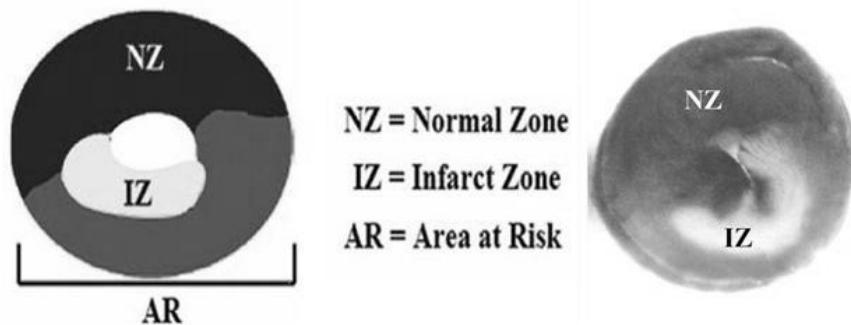
گردید تا ناحیه غیر ایسکمیک یا ناحیه نرمال (NZ) می‌وکارد را رنگ‌آمیزی نماید. به این ترتیب مرز بین ناحیه در خطر (ناحیه در خطر، ناحیه‌ای است که توسط شریان LAD خون‌رسانی می‌شود) و سایر نواحی غیرایسکمیک قلب از همدیگر مشخص می‌شود (۱۷). بعد قلب در

### تعیین حجم ناحیه انفارکتوس

جهت تعیین حجم ناحیه سکته، در پایان ۱۲۰ دقیقه جریان مجدد، شریان کرونر قدامی نزولی چپ مجدد بسته و قلب از دستگاه جدا شد. سپس یک سی‌سی محلول اوکسیژن بلو ۱ درصد به داخل کانول آورتی تزریق

مرگ سلولی نمی‌شوند به رنگ قرمز (در شکل سیاه و سفید به صورت خاکستری تیره دیده می‌شود) و نواحی انفارکته شده به رنگ روشن (در شکل سیاه و سفید به صورت رنگ روشن می‌باشد) در می‌آیند (شکل ۲).

دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد فریز و بعد از قرارگیری در ماتریکس قلبی اسلاسیس‌هایی با ضخامت ۲ میلی‌متر از بافت قلب گرفته شد. سپس اسلاسیس‌ها به‌وسیله محلول تری فنیل تترازولیوم کلرايد (TTC) ۱ درصد رنگ‌آمیزی شد. به دنبال رنگ‌آمیزی نواحی از قلب که سالم و دچار



شکل ۲) نحوه رنگ‌آمیزی اسلاسیس‌های قلبی جهت تعیین حجم سکته، ناحیه در خطر (AR) همان ناحیه‌ای است که توسط شریان LAD خونرسانی می‌شود. نواحی خاکستری تیره بخشی از ناحیه در خطر بوده که دچار نکروز نگردیده است و نواحی روشن (IZ) ناحیه‌ای است که دچار سکته و مرگ سلولی شده است.

ایران هورمون، تری‌فنیل تترازولیوم کلرايد (TTC) از شرکت سیگمای آمریکا. نمک‌های لازم برای محلول کربس از شرکت مرک آلمان و گاز کربوژن از شرکت لیان اکسیژن بوشهر تهیه گردید.

برای محاسبه سکته، به‌وسیله دوربین دیجیتال از اسلاسیس‌ها عکس گرفته شد. سطح ناحیه انفارکتوس در هر برش توسط نرم‌افزار Image tool محاسبه شد که بعد از ضرب نمودن در ضخامت برش‌ها، حجم ناحیه انفارکتوس محاسبه گردید. حجم ناحیه انفارکتوس بر حسب درصد ناحیه در خطر گزارش شد.

#### تزریق دارو

در گروه دریافت کننده دارو، ناندرولون دکانوئیت با دوز ۱۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و هفت‌های یکبار به‌صورت عضلانی در ناحیه گلوتمال پاهای عقب حیوانات تزریق شد. در گروه IR و IPC-IR حلال ناندرولون (روغن آراچیز) با حجمی معادل گروه دارو تزریق گردید.

#### تهیه داروها

اطلاعات به‌دست آمده در نرم‌افزار SPSS (USA.II, Chicago, SPSS Inc) ویرایش ۱۵ آنالیز و به‌صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار بیان شده است. جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel ویرایش ۲۰۰۷ استفاده شد. پارامترهای فعالیت مکانیکی و جریان کرونری طی جریان مجدد بر حسب درصد مقدار پایه (دقیقه ۱۵ دوره ثبت) تعیین و سپس با استفاده از آنالیز واریانس عمل مقایسه انجام گرفت. مقایسه اندازه انفارکتوس با آنالیز واریانس یکطرفه و در صورت تفاوت معنی‌دار از آزمون دانکن استفاده

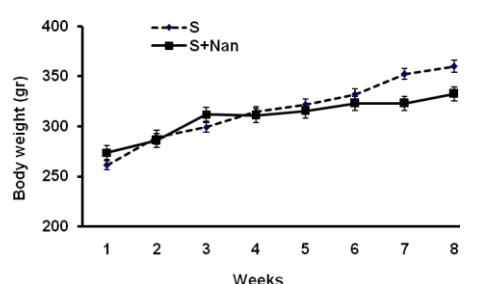
داروهای مورد استفاده در این بررسی عبارت بودند از پودر ناندرولون دکانوئیت و حلال مربوطه از شرکت

شد. ( $P<0.05$ ) به عنوان سطح معنی‌دار در نظر گرفته شده است.

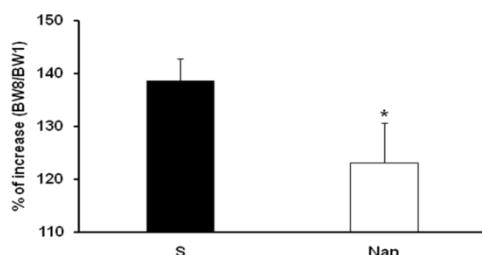
## یافته‌ها

### وزن حیوانات

برای بررسی تأثیر ناندرولون بر وزن بدن و وزن قلب طی دو ماهه دریافت دارو حیوانات در دو گروه دریافت کننده حلال یعنی IR و IR-IPC با هم به صورت یک گروه (S) در نظر گرفته شد و با گروه دریافت کننده دارو (S-Nan) مقایسه شدند. نمودار ۳ روند افزایش وزن بدن در مدت ۸ هفته زمان آزمایش در حیوانات دریافت کننده حلال دارو ناندرولون.



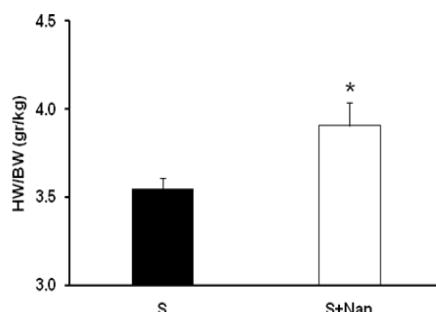
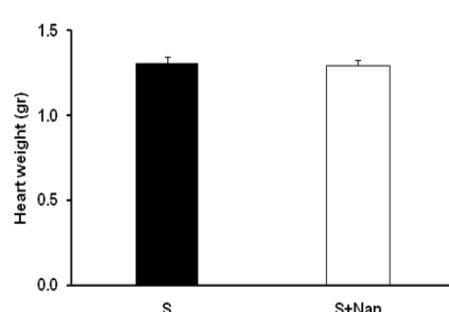
نمودار ۳) روند افزایش وزن بدن حیوانات در طول مدت ۸ هفته زمان آزمایش در حیوانات دریافت کننده ناندرولون و حلال داروی ناندرولون.



نمودار ۴) درصد افزایش وزن بدن حیوانات در هفته هشتم در مقایسه با هفته اول (BW8/BW1).<sup>\*</sup> نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ( $P<0.05$ ) بین گروه دریافت کننده ناندرولون (Nan) با گروه دریافت کننده حلال (S) می‌باشد.

### وزن قلب

هشت هفته تجویز ناندرولون اثر معنی‌داری بر وزن قلب در مقایسه با گروه کنترل نمی‌گذارد. ولی نسبت وزن قلب به وزن بدن در گروه دریافت کننده ناندرولون در مقایسه با گروه کنترل افزایش نشان می‌دهد ( $P<0.05$ ). که با توجه به عدم تغییر وزن قلب این افزایش نسبت، تنها به دلیل کاهش معنی‌دار وزن بدن می‌باشد (نمودار ۵).



نمودار ۵) وزن قلب (سمت چپ) و نسبت وزن قلب به بدن در گروه دارو و حلال. <sup>\*</sup> نشان‌دهنده تفاوت در سطح ( $P<0.05$ ) در مقایسه با گروه حلال دارو می‌باشد.

قبل از ایسکمی در نظر گرفته شد. در دوره جریان مجدد برای مقایسه پارامترهای مختلف ابتدا در صد تغییرات تمامی پارامترها (در صد بهبودی نسبت به دقیقه ۱۵ دوره ثبت) در دقایق مختلف اشاره شده نسبت به مقدار پایه‌ای قبل ایسکمی در تمام گروه‌ها جداگانه محاسبه گردید. و مقایسه آماری این پارامترها تنها در دقیقه ۱۲۰ جریان مجدد صورت گرفت.

### ضربان قلب

تفاوت معنی داری در ضربان‌های قلب ثبت شده در دقیقه ۱۵ ثبت بین گروه پیش شرطی شده و پیش شرطی شده دریافت کننده داروی ناندرولون در مقایسه با گروه کنترل دیده نمی‌شود. تفاوت بین گروه پیش شرطی و پیش شرطی شده دریافت کننده داروی ناندرولون نیز معنی دار نمی‌باشد (جدول ۱).

### پارامترهای عملکرد قلبی

پارامترهای عملکردی اندازه گرفته شده شامل ضربان قلب (HR)، فشار ایجاد شده بطن چپ (LVDP)، محصول ضربان- فشار (RPP) حداکثر تغییر فشار در واحد زمان (Max dp/dt)، حداقل تغییرات فشار در واحد زمان (Min dp/dt) و جریان مایع خروجی کرونری (CF) می‌باشند.

این پارامترها به طور پیوسته بعد از اتصال قلب به دستگاه قلب ایزوله در دقایق مختلف دوره ثبت، ایسکمی و جریان مجدد ثبت گردید. برای مقایسه تفاوت‌های بین گروهی، تمامی پارامترها در گروه دارو با گروه کنترل و همچنین گروه دریافت کننده دارو + پیش شرطی سازی با گروه پیش شرطی سازی به تنها مقایسه شدند. نخست در دقیقه ۱۵ دوره ثبت تمامی پارامترها با هم مقایسه شدند و به عنوان مقدار پایه‌ای

جدول ۱) پارامترهای عملکرد قلبی در طی آزمایش

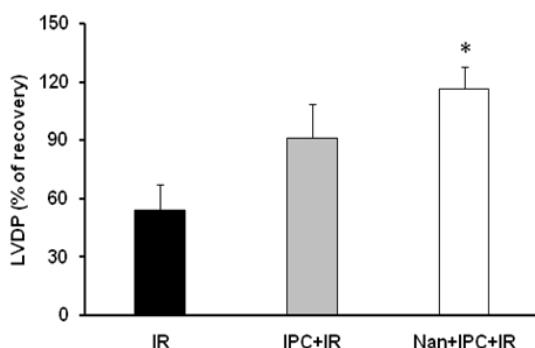
دوره/دقیقه	ثبت	ایسکمی			جریان مجدد			
		گروه‌ها	۱۵ دقیقه	۳۰ دقیقه	۳۰ دقیقه	۶۰ دقیقه	۹۰ دقیقه	۱۲۰ دقیقه
ضربان قلب (Beat/min)								
SC	۲۶۴±۸	۲۴۸±۱۰	۲۴۳±۱۴	۲۳۲±۱۴	۲۳۳±۱۵	۲۲۶±۱۵		
S-IPC	۷۷۱±۱۴	۲۳۷±۱۲	۲۳۱±۵	۲۲۸±۵	۲۳۱±۷	۲۲۵±۶		
S-N-IPC	۲۵۰±۱۲	۲۶۴±۱۲	۲۶۸±۱۶	۲۶۸±۱۳	۲۵۹±۹	۲۴۸±۹		
فشار ایجاد شده داخل بطن چپ (mmHg)								
SC	۸۲/۶±۵/۵	۳۶/۷±۲/۹	۶۳/۹±۱۴	۵۸±۱۳	۴۸/۶±۱۱/۳	۴۳/۳±۱۰/۹		
S-IPC	۸۳/۳±۵/۷	۳۸/۹±۶	۹۲/۴±۱۳/۶	۸۲/۹±۱۴/۲	۸۰/۲±۱۵/۳	۷۶/۴±۱۴/۱		
S-N-IPC	۱۰۴/۹±۷/۹ *	۴۶/۲±۲/۶	۱۲۹/۸±۸	۱۲۳/۶±۷/۸	۱۲۲/۳±۴/۳	۱۱۹/۶±۶/۸ *		
حاصل ضربان فشار (Beat.mmHg/min)								
SC	۲۱۶۵۵±۱۰۸۹	۸۴۷۷±۵۴۷	۱۵۲۸۲±۳۱۶۴	۱۲۵۲۲±۳۰۳۶	۱۱۵۱۱±۲۸۳۳	۱۰۱۶۷±۲۸۳۹		
S-IPC	۲۲۴۰۸±۱۵۳۷	۹۰۱۰±۱۳۹۴	۲۱۰۲۰±۲۸۸۸	۱۹۶۴۶±۳۲۹۸	۱۸۳۲۱±۳۴۲۶	۱۷۰۷۲±۳۰۵۸		
S-N-IPC	۲۶۳۱۳±۲۳۰۶	۱۲۲۸۰±۱۰۸۱	۳۴۴۷۴±۱۵۴۲	۲۲۸۳۶±۶۷۹	۳۱۵۸۸±۱۰۲۰	۲۹۶۷۷±۱۶۰۱ *		
جریان کرونری (ml/min)								
SC	۱۳/۶±۱/۳	۸/۵±۱/۱	۹/۱±۱/۵	۸/۲±۱/۵	۷/۴±۱/۸	۶/۸±۱/۷		
S-IPC	۱۴/۶±۱/۶	۷/۹±۱/۷	۱۲/۷±۱/۴	۱۲/۱±۱/۷	۱۱/۳±۱/۶	۱۰/۵±۱/۴		
S-N-IPC	۱۴/۸±۱/۳	۹/۲±۱/۱	۱۸/۸±۱/۴	۱۷/۷±۱/۸	۱۶/۵±۱/۹	۱۶/۳±۱/۲ *		

مقادیر به صورت میانگین خطاطی معيار میانگین نشان داده شده‌اند. <sup>\*</sup> نشان دهنده تفاوت در سطح  $P<0.05$  در مقایسه با گروه کنترل (IR) می‌باشد.

چپ کم کم به حالت قبل از ایسکمی برگشت. نکته مهم در این برگشت درصد برگشت یا بهبود فشار در هر گروه در مقایسه با میزان پایه‌ای خودش در دقیقه ۱۵ دوره ثبت می‌باشد که درصد بهبودی هر گروه در زمان‌های مختلف دوره جریان مجدد محاسبه گردید. مقایسه فشار بطن چپ در گروههای مختلف در دقیقه ۱۲۰ نشان می‌دهد پیش شرطی سازی به تنها ی سبب افزایش فشار بطن چپ در مقایسه با کنترل گردید (هر چند این تفاوت معنی‌دار نبود). همچنین ناندرولون سبب افزایش معنی‌دار فشار بطن چپ در گروه پیش شرطی شده ایسکمیک (Nan-IPC-IR) نسبت به گروه کنترل (IR) ( $P < 0.05$ ) (جدول ۱ و نمودار ۶).

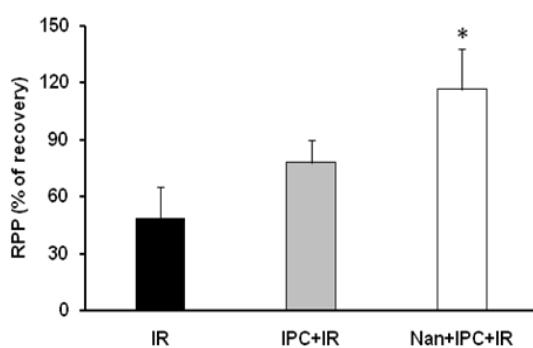
### вшار ایجاد شده داخل بطن چپ

вшار ایجاد شده در داخل بطن چپ (LVDP) بر حسب میلی‌متر جیوه، از اختلاف فشار سیستول و دیاستول به دست می‌آید. در دقیقه ۱۵ دوره ثبت، فشار ایجاد شده در داخل بطن چپ در گروه پیش‌شرطی شده تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل نداشت ولی تجویز ناندرولون به همراه پیش شرطی سازی سبب افزایش معنی‌داری در فشار بطنی نسبت به گروه کنترل گردید ( $104.9 \pm 7.9$  در مقابل  $82.6 \pm 5.5$  (جدول ۱). در دوره ایسکمی فشار داخل بطنی در تمام گروه‌ها به دلیل انسداد شریان کرونر کاهش شدیدی یافت. در ابتدای جریان مجدد بعد از باز نمودن انسداد شریان کرونر فعالیت انقباضی بطن



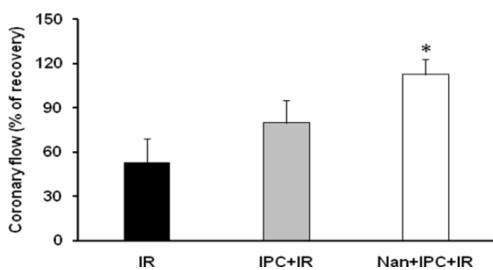
نمودار ۶) درصد بهبودی فشار داخل بطن چپ (سمت چپ) و حاصل ضربان- فشار (سمت راست) در دقیقه ۱۲۰ جریان مجدد نسبت به حالت پایه. \* نشان‌دهنده تفاوت در سطح ( $P < 0.05$ ) در مقایسه با گروه کنترل (IR) می‌باشد.

ضریبان- فشار بطن چپ در گروه پیش شرطی شده تفاوت معنی‌داری با کنترل ندارد ولی تجویز ناندرولون سبب افزایش غیر معنی‌داری، ( $P = 0.06$ ) در حاصل ضربان- فشار بطنی نسبت به گروه کنترل می‌شود. (جدول ۱). بنابراین به دلیل اینکه تفاوت معنی‌داری در تعداد ضربان قلب مشاهد نشد، می‌توان گفت ناندرولون



### حاصل ضربان- فشار

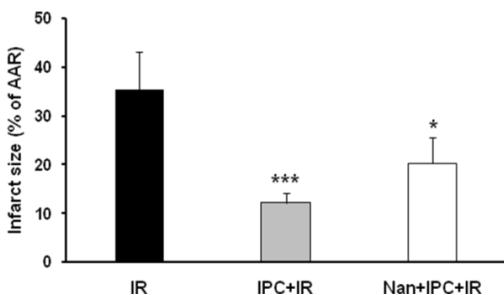
حاصل ضربان- فشار (RPP) بر حسب میلی‌متر جیوه- ضربان در دقیقه از حاصل ضرب تعداد ضربان (LVDP) قلب در فشار ایجاد شده بطن چپ (LVDP) به دست می‌آید. روند تغییر حاصل ضربان- فشار در گروه‌های مختلف دقیقاً شبیه به فشار ایجاد شده بطن چپ می‌باشد. در دقیقه ۱۵ دوره ثبت، حاصل



نمودار ۷ درصد بهبودی میزان جریان کرونری قلب در دقیقه ۱۲۰ جریان مجدد نسبت به حالت پایه. \* نشان دهنده تفاوت در سطح  $P<0.05$  در مقایسه با گروه کنترل (IR) می‌باشد.

### حجم سکته میوکارد

حجم سکته میوکارد بر اساس درصد ناحیه در خطر (ناحیه‌ای از بطن که تحت خونرسانی شریان کرونر نزولی قدامی چپ قرار دارد) اندازه‌گیری شده است. اندازه سکته میوکارد بر اساس نسبت حجم انفارکتوس به حجم ناحیه در خطر ضرب در ۱۰۰ محاسبه شده است. بررسی اندازه سکته در گروه‌های مختلف نشان می‌دهد پیش شرطی سازی ایسکمیک سبب کاهش معنی‌دار سایز سکته نسبت به گروه کنترل می‌گردد ( $12/1\pm1/9$  درصد در مقایسه با  $35/4\pm7/5$  گروه کنترل،  $P<0.001$ ). از طرف دیگر اثر ناندرولون بر سایز سکته در گروه پیش شرطی شده دارو در مقایسه با گروه پیش شرطی شده معنی‌دار نیست ( $20/2\pm5/3$  درصد در مقایسه با  $12/1\pm1/9$  درصد) (نمودار ۸).



نمودار ۸ سایز انفارکتوس بر حسب درصد ناحیه در خطر. مقادیر بهصورت میانگین  $\pm$  خطای معیار میانگین نشان داده شده‌اند. \* نشان دهنده تفاوت در سطح  $P<0.05$  و \*\* نشان دهنده تفاوت در سطح  $P<0.001$  در مقایسه با گروه کنترل (IR) می‌باشد.

بیشتر با افزایش فشار ایجاد شده بطن چپ سبب افزایش حاصل ضربان- فشار می‌گردد. مقایسه حاصل ضربان- فشار دقیقه ۱۲۰ جریان مجدد نشان می‌دهد پیش شرطی سازی سبب افزایش غیرمعنی‌دار حاصل ضربان- فشار در مقایسه با گروه کنترل می‌گردد. ناندرولون همچنین سبب افزایش معنی‌دار حاصل ضربان- فشار در گروه پیش شرطی شده ایسکمیک (Nan-IPC-IR) نسبت به کنترل می‌گردد ( $P<0.05$ ) (نمودار ۶).

بنابراین می‌توان گفت ناندرولون اثر پیش شرطی سازی ایسکمیک بر پارامترهای عملکردی قلب را مختلف نماید. روند تغییرات سایر پارامترهای فعالیت قلب مانند حداکثر تغییرات فشار در واحد زمان و حداقل تغییرات فشار در واحد زمان نیز مانند فشار ایجاد شده بطن چپ و حاصل ضربان- فشار می‌باشد (اطلاعات نشان داده نشده است).

### میزان جریان کرونر

در دوره ثبت (دقیقه ۱۵) تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مختلف مشاهده نمی‌شود. (جدول ۱). در دوره ایسکمی بهدلیل بستن شریان کرونر، میزان جریان کرونر در همه گروه‌ها نسبت به دوره ثبت کاهش می‌یابد. در دقیقه ۱۲۰ جریان مجدد، درصد تغییرات جریان در مقایسه با وضعیت پایه (دقیقه ۱۵ دوره ثبت) دقیقاً شبیه تغییرات مشاهده شده در سایر پارامترها می‌باشد.

بررسی یافته‌ها نشان می‌دهد جریان کرونر در گروه پیش شرطی شده و گروه پیش شرطی شده دریافت کننده دارو در مقایسه با گروه کنترل افزایش یافته است. به طوری که تفاوت گروه پیش شرطی شده دریافت کننده دارو در مقایسه با گروه کنترل IR معنی‌دار می‌باشد ( $P<0.05$ ) (جدول ۱ و نمودار ۷).

## بحث

یافته‌هایی بررسی کنونی نشان می‌دهد که، ناندرولون در پایان دو ماه سبب کاهش وزن بدن شده و بر وزن قلب حیوانات دریافت کننده اثر معنی‌داری ندارد. ولی نسبت وزن قلب به بدن را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر ناندرولون سبب افزایش معنی‌دار پارامترهای عملکردی قلب در دوره قبل ایسکمی (دقیقه ۱۵ دوره تثیت) می‌گردد. در دوره جریان مجدد ناندرولون نه تنها اثرات محافظتی پیش آماده‌سازی ایسکمیک را مختل ننمود، بلکه سبب تقویت اثرات پیش شرطی‌سازی ایسکمیک در ریکاوری پارامترهای عملکردی قلب نسبت به حالت پایه‌ای گردید. همچنین پیش شرطی‌سازی سبب کاهش حجم سکته میوکارد شده و استفاده از داروی ناندرولون سبب مختل نمودن اثرات پیش شرطی‌سازی در کاهش حجم سکته نمی‌گردد.

در این مطالعه ناندرولون سبب کاهش وزن بدن در حیوانات ساکن گردید و بر وزن قلب اثر معنی‌داری نداشت. اما بعد از نرمال سازی وزن قلب بر اساس وزن بدن، نشان داده شد که نسبت وزن قلب به بدن در این شرایط افزایش معنی‌داری یافته است که بهدلیل کاهش وزن بدن می‌باشد.

بنابراین با ارزیابی این نتیجه می‌توان گفت ناندرولون در این شرایط سبب هیپرتروفی در قلب حیوانات نشده است. این نتیجه دقیقاً با مطالعات قبلی کار شده توسط بیسولی (Bissoli) و همکاران (۱۸) و چاوز (Chaves) و همکاران (۷) هم خوانی دارد که به ترتیب اثرات سوء ناندرولون دکانوئیت بهمیزان ۱۰ میلی‌گرم بر گیلوگرم را بر Bezold-Jarske reflex (یکی از رفلکس‌های کاهنده فشار خون) و اثر محافظت قلبی ورزش را بررسی نمودند. در بررسی مکانیسم‌های

دخیل در کاهش وزن ناشی از تجویز ناندرولون، دلایل گوناگونی مطرح شده است. از جمله این موارد تحقیقی است که توسط لیندبلام (Lindblom) و همکاران در زمینه دلیل کاهش وزن بدن به دنبال دریافت ناندرولون انجام گرفته است (۱۹). این گروه مشخص نمودند که کاهش وزن به دنبال دریافت ناندرولون به دلیل افزایش فعالیت در سیستم ملانوکورتینی مغز و افزایش بیان ژن پروپیوملانوکورتین و به دنبال آن افزایش مقدار  $\alpha$ -MSH می‌باشد و افزایش سطح این پیتید با اثر بر مرکز اشتها در هیپوتalamوس سبب کاهش اشتها و رفتار تغذیه‌ای و به دنبال آن کاهش وزن می‌گردد (۱۹).

بررسی شاخص‌های عملکردی قلب (شامل فشار ایجاد شده داخل بطن چپ، حاصل ضربان- فشار، حداقل و حداقل تغییرات فشار در واحد زمان) و همچنین جریان کرونری به عنوان تابعی از عملکرد قلب، در دقیقه ۱۵ دوره تثیت نشان می‌دهد روند تغییرات این شاخص‌ها شبیه به هم می‌باشد.

بررسی نتایج گرفته شده در دقیقه ۱۵ دوره تثیت (یعنی قبل از زمان القای پروتکل پیش شرطی‌سازی و ایسکمی) نشان گر آن است که ۸ هفته دریافت ناندرولون سبب افزایش ظرفیت عملکردی قلب در مقایسه با گروه کنترل گردیده است. دلیل این موضوع که چرا شاخص‌های عملکردی قلب به دنبال دریافت ناندرولون افزایش یافته است را شاید بتوان در مطالعاتی که توسط پنا (Penn) و همکاران در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۱ انجام گرفته است، پیدا نمود. این گروه در بررسی‌شان نشان دادند که تزریق ناندرولون روزانه به میزان ۱۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم در مدت ۲ هفته و یا با دوز ۵ میلی‌گرم در ازای هر کیلوگرم ۲ بار در هفته به مدت ۱۰ هفته، سبب افزایش تعداد گیرنده‌های بتا دو آدرنرژیک ( $\beta_2$ -Adrenoreceptors) در قلب می‌گردد (۲۰ و ۲۱).

ایسکمی و جریان مجدد می‌دهد. همچنین میزان کارایی پروتکل‌های محافظتی مانند پیش شرطی سازی و پس شرطی سازی و غیره نیز در چنین شرایطی متفاوت می‌باشد. بنابراین در بررسی کنونی به میزان کارایی پیش شرطی سازی ایسکمیک در موش‌های صحرایی دریافت کننده ناندرولون در حالت غیر ورزش پرداخته شد.

یافته‌های مطالعه کنونی نشان می‌دهد که در این شرایط، ناندرولون نه تنها سبب از بین رفتن یا کاهش اثر مفید پیش شرطی سازی بر شاخص‌های عملکردی قلب نگردید بلکه اثرات ناندرولون به همراه پیش شرطی سازی هم افزایی نیز پیدا نموده است. این یافته برخلاف انتظار نویسنده‌گان بود زیرا مطالعات انجام شده در زمینه ایسکمی و جریان مجدد، نشان از اثرات سوء استروئیدهای آنابولیک و تشدید آسیب‌های ناشی از ایسکمی و جریان مجدد به‌دبیال مصرف این مواد دارد (۱۲). د-تویت و همکاران در سال ۲۰۰۵ در مطالعه‌ای به بررسی اثر ناندرولون بر آسیب‌های ناشی از ایسکمی و جریان مجدد پرداختند (۱۲). نتایج گرفته شده توسط این گروه نشان داد ناندرولون با دوز ۰/۳۷۵ میلی‌گرم در ازای هر کیلوگرم هفتگی و به مدت ۶ هفته در حیوانات ساکن و ورزشکار، سبب کاهش جریان کرونری و حاصل ضربان - فشار در طی جریان مجدد گردید به گونه‌ای که درصد بهبودی این شاخص‌ها طی جریان مجدد در گروه‌های ساکن و ورزشی دریافت کننده دارو به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا نمود. در مطالعه‌ای دیگر، ناندرولون دکانوئیت به مدت ۱۰ هفته با کاهش میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان سبب کاهش اثرات محافظتی ورزش در برابر آسیب ایسکمی و جریان مجدد و افزایش اندازه سکته در گروه ورزش دریافت کننده دارو گردید (۷). اما از سوی دیگر

از این رو می‌توان گفت افزایش تعداد گیرنده‌های بتا در بطن چپ می‌تواند سبب افزایش قدرت انقباض و بالا بردن کارایی قلب گردد. هر چند که این یافته‌ها در دوره پایه‌ای با یافته‌های بیسولی و همکاران و د- تویت (De Toit) و همکاران در تنافق می‌باشد زیرا در مطالعات این گروه‌ها تفاوتی در شاخص‌های عملکردی مانند فشار متوسط شریانی و فشار داخل بطن چپ در گروه‌های دریافت کننده ناندرولون با گروه کنترل وجود نداشت (۱۲ و ۱۸).

القای ایسکمی و جریان مجدد سبب آسیب‌های بافتی شدیدی در ناحیه در خطر قلب از جمله نکروز سلول‌ها، آپوپتوز میوسیت‌ها، آریتمی‌های قلبی و اختلالات عملکردی قلب (مانند استانینگ و هیپرناسیون) می‌گردد. پروتکل‌های مختلف پیش شرطی سازی (Preconditioning)، پس شرطی سازی ایسکمیک (Postconditioning) و حتی شرطی سازی ایسکمیک (Remote ischemic preconditioning) تلاش دور دارند تا عوارض بعد از آسیب ایسکمی و جریان مجدد را که در موقع مختلف بالینی مانند سکته‌های قلبی، جراحی‌های بای پس کرونری، و یا پیوند قلب حادث می‌شوند را تقلیل داده و به حداقل برسانند (۲۰).

همان‌گونه که گفته شد پدیده پیش شرطی سازی ایسکمیک با اعمال دوره‌های کوتاه ایسکمی و جریان مجدد قبل از رخداد ایسکمی طولانی اصلی انجام می‌گیرد و اثرات محافظتی فوق العاده قوی و مؤثری در قلب و یا سایر بافت‌ها در برابر آسیب ایسکمی و جریان مجدد ایجاد می‌نماید. با توجه به اینکه قلب در شرایط مختلف مانند ورزش و غیرورزش، حالات پاتولوژیک مختلف مانند دیابت، هیپرتانسیون، هیپوتیروئیدی و غیره و یا به‌دبیال دریافت داروهای مختلف پاسخ‌های متفاوتی به آسیب‌های ناشی از

پس شرطی سازی اثبات شده است (۲۳)، می‌توان گفت ناندرولون با افزایش تعداد این گیرنده‌ها سبب بهبود عملکرد قلب و کاهش سایز سکته گردیده است. البته لازم به یادآوری است که با توجه به اینکه در این مطالعه ناندرولون به صورت کوتاه مدت، هیچ‌گونه هیپرتروفی ایجاد ننموده است.

در مطالعه دیگر این گروه در سال ۲۰۱۱ مشخص شد که با افزایش طول مدت دریافت ناندرولون (۵ میلی‌گرم بهازای هر کیلوگرم دو بار در هفته به مدت ۱۰ هفته)، اثرات محافظتی ناندرولون به تنها یی و همچنین اثر سینزیک ناندرولون بر پس شرطی سازی حتی با وجود افزایش بیان گیرنده‌های  $\beta 2$  سیستم سمپاتیک مختلط گردید. در این مطالعه ناندرولون سبب هیپرتروفی بطن چپ گردید و کاهش اثرات محافظتی به وجود آمده را به دلیل هیپرتروفی ناشی از دریافت دو ماهه ناندرولون دانستند (۲۰).

بر این اساس همان‌گونه که در بالا بیان گردید بروز هیپرتروفی شدید سبب اختلال در امر پیش شرطی سازی و کاهش اثرات مفید آن خواهد شد. مطالعات نشان می‌دهد که هیپرتروفی شدید قلب و کاهش واسکولاریتی مرتبط با آن یکی از دلایل تشدید آسیب‌های ناشی از ایسکمی و جریان مجدد می‌باشد (۱۱ و ۲۴). اما باید بین هیپرتروفی ایجاد شده با ورزش و هیپرتروفی به وجود آمده به وسیله ناندرولون و ورزش با هم تمایز قائل شد.

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۰ انجام شد نشان داده شد که استفاده از آنابولیک استروئیدها به همراه ورزش سبب هیپرتروفی میوسیت‌ها و اختلال در رشد بستر مویرگی در عضلات و کاهش تراکم مویرگ‌ها بهازای

مطالعات جدیدی که اخیراً درباره اثر ناندرولون بر آسیب ایسکمی و جریان مجدد و پدیده پس شرطی سازی ایسکمیک (یک پروتکل یا روشی برای مقاوم‌سازی قلب در برابر آسیب‌های ناشی از ایسکمی و جریان مجدد می‌باشد. اما برخلاف روش پیش شرطی سازی ایسکمیک، در اینجا دوره‌های کوتاه ایسکمی و جریان مجدد در ابتدای دوره جریان مجدد و یا در پایان ایسکمی طولانی مدت اصلی صورت می‌پذیرد) انجام شده است همسو با یافته‌های به دست آمده از تحقیق ما می‌باشد.

از جمله این بررسی‌ها مطالعه‌ای است که در سال ۲۰۰۸ درباره اثر ناندرولون بر آسیب ایسکمی و جریان مجدد و همچنین پدیده پس شرطی سازی ایسکمیک صورت گرفته است (۲۲). این مطالعه به اثر دو هفته‌ای ناندرولون (به میزان ۱۵ میلی‌گرم در ازای هر کیلوگرم روزانه) بر آسیب ایسکمی و جریان مجدد (۳۰ دقیقه ایسکمی گلوبال و ۱۲۰ دقیقه جریان مجدد) پرداخته است.

در این مطالعه برخلاف مطالعات پیشین مشخص شد که ناندرولون به تنها یی سبب بهبود فعالیت مکانیکی قلب طی جریان مجدد و همچنین کاهش اندازه انفارکتوس در پایان جریان مجدد گردید. از سوی دیگر این گروه از محققین نشان دادند که اثرات ناندرولون و پس شرطی سازی ایسکمیک در بهبود عملکرد مکانیکی قلب و کاهش اندازه انفارکتوس به صورت هم افزا یا سینزیک می‌باشد. در بررسی علت این موضوع این گروه پی بردن که تزریق دو هفته‌ای ناندرولون سبب افزایش بیان گیرنده‌های  $\beta 2$  سیستم عصبی سمپاتیک می‌گردد و با بلوک این گیرنده‌ها اثرات مشاهده شده از بین می‌روند. از سوی دیگر به دلیل اینکه نقش گیرنده‌های  $\beta 2$  سیستم سمپاتیک در مسیرهای سیگنانینگ پیش شرطی سازی و

مطالعات قبلی کار شده درباره اثر ناندرولون به همراه پس شرطی سازی ایسکمیک هم خوانی دارد (۲۰ و ۲۱). پنا و همکاران در بررسی اثر ناندرولون بر پدیده پس شرطی سازی به این نتیجه رسیدند که ۲ هفته تزریق روزانه ناندرولون به میزان ۱۵ میلیگرم در ازای هر کیلوگرم وزن بدن تأثیر سوئی بر اثرات محافظه قلبی پدیده پس شرطی سازی در کاهش اندازه سکته قلب به دنبال القای ایسکمی و جریان مجدد ندارد. اما ادامه درمان با ناندرولون به مدت ۱۰ هفته این اثرات مشبت پس شرطی سازی را از بین می‌برد (۲۰).

در توجیه این امر پیدایش هیپرتروفی قلبی طی ۱۰ هفته تیمار با ناندرولون دلیل این موضوع فرض شده است. هر چند که بررسی‌های زیادی نشان می‌دهد که قلب‌های هیپرتروفیک می‌توانند از پدیده پیش شرطی سازی ایسکمیک سود ببرند اما تناظرات زیادی درباره این مسئله وجود دارد که از نبود کارایی پیش شرطی سازی در قلب‌های هیپرتروفیک نشان دارد (۲۷ و ۲۸).

### نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش کنونی نشان می‌دهد که ناندرولون سبب تقویت پارامترهای عملکردی قلب در دوره پایه‌ای قبل ایسکمی و افزایش میزان ریکاوری این پارامترها در پایان دوره جریان مجدد و تقویت اثرات پیش شرطی سازی ایسکمیک می‌گردد. پیش شرطی سازی ایسکمیک سبب کاهش حجم سکته میوکارد در انتهای دوره ایسکمی و جریان مجدد و ناندرولون سبب مختل نمودن اثر پیش شرطی سازی در کاهش حجم سکته میوکارد نمی‌گردد.

بنابراین برخلاف نتایج به دست آمده از بررسی‌های پیشین، تحقیقات جدید انجام شده در زمینه اثرات

هر میوسیت می‌گرددند. در حالی که ورزش به تنها سبب افزایش تراکم مویرگی در قلب می‌گردد (۱۱). یکی از شاخص‌های اصلی جهت بررسی اثر محافظه عامل پیش آماده‌سازی کننده اندازه‌گیری سایز انفارکتوس (نکروز) می‌باشد. اثرات پیش شرطی سازی ایسکمیک در کاهش اندازه سکته در بررسی‌های زیادی که در حیوانات مختلف و همچنین انسان انجام گرفته است، به اثبات رسیده است (۲۵ و ۲۶).

در مطالعه کنونی نیز با بکارگیری سه دوره ۳ دقیقه‌ای کوتاه ایسکمی - جریان مجدد قبل از ایسکمی اصلی، مشخص شد که پیش شرطی سازی ایسکمیک سبب کاهش معنی‌دار اندازه سکته می‌گردد که این نتایج همسو با یافته‌های سایر محققین می‌باشد. در بحث اندازه سکته نیز مانند پارامترهای عملکردی انتظار بر این بود که ناندرولون از اثر پیش شرطی سازی ایسکمیک در کاهش سایز سکته جلوگیری نماید. مطالعاتی که تاکنون از تأثیر آنابولیک استروئیدها بر آسیب ایسکمی و جریان مجدد در دسترس بوده است، نشانگر تشدید این آسیب‌ها می‌باشد.

در مطالعه‌ای ناندرولون سبب کاهش اثرات محافظه عی و ورزش در کاهش آسیب‌های ناشی از ایسکمی و جریان مجدد از جمله حجم سکته میوکارد می‌گردد. در بررسی مکانیسم‌های دخیل در این امر مشخص گردید ناندرولون با کاهش میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مثل منگنز سوپر اکساید دیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز بافت قلب سبب این امر می‌گردد (۷). اما یافته‌های به دست آمده نشان داد ناندرولون با دوز و مدت زمان استفاده شده در این بررسی قادر به از بین بردن اثر مفید پیش شرطی سازی ایسکمیک در کاهش سایز سکته در دو حالت ساکن و ورزش نمی‌باشد. از سوی دیگر مطالعه فعلی ما با

## سپاس و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه  
علوم پزشکی بوشهر انجام شده است.

### References:

- آنابولیک استروئیدها بر قلب نشان می‌دهد دریافت این داروها آسیب‌های ناشی از ایسکمی و جریان مجدد را تشدید نمی‌کند.
- 1.Sullivan ML, Martinez CM, Gennis P, et al. The cardiac toxicity of anabolic steroids Prog Cardiovasc Dis 1998; 41(1): 1-15.
  - 2.Shahidi NT. A review of the chemistry biological action and clinical applications of anabolic-androgenic steroids. Clin Ther 2001; 23(9): 1355-90.
  - 3.Welder AA, Robertson JW, Melchert RB. Toxic effects of anabolic-androgenic steroids in primary rat hepatic cell cultures. J Pharmacol Toxicol Methods 1995; 33(4): 187-95.
  - 4.Wu FC. Endocrine aspects of anabolic steroids. Clin Chem 1997; 43(7): 1289-92.
  - 5.Abu-Shakra S, Alhalabi MS, Nachtman FC, et al. Anabolic steroids induce injury and apoptosis of differentiated skeletal muscle. J Neurosci Res 1997; 47(2): 186-97.
  - 6.Ferrer M, Encabo A, Marín J, et al. Chronic treatment with the anabolic steroid, nandrolone, inhibits vasodilator responses in rabbit aorta. Eur J Pharmacol 1994; 252(2): 233-41.
  - 7.Chaves EA, Pereira-Junior PP, Fortunato RS, et al. Nandrolone decanoate impairs exercise-induced cardioprotection: Role of antioxidant enzymes. J Steroid Biochem Mol Biol 2006; 99(4-5): 223-30.
  - 8.D'Ascenzo S, Millimaggi D, Di Massimo C, et al. Detrimental effects of anabolic steroids on human endothelial cells. Toxicol Lett 2007; 169(2): 129-36.
  - 9.Ammar EM, Said SA, Hassan MS. Enhanced vasoconstriction and reduced vasorelaxation induced by testosterone and nandrolone in hypercholesterolemic rabbits. Pharmacol Res 2004; 50(3): 253-59.
  - 10.Zaugg M, Jamali NZ, Lucchinetti E, et al. Anabolic-androgenic steroids induce apoptotic cell death in adult rat ventricular myocytes. J Cell Physiol 2001; 187(1): 90-95.
  - 11.Woodiwiss AJ, Trifunovic B, Philippides M, et al. Effect of an androgenic steroid on exercise-induced cardiac remodeling in rats. J Appl Physiol 2000; 88(2): 409-15.
  - 12.Du Toit EF, Rossouw E, Van Rooyen J, et al. Proposed mechanisms for the anabolic steroid-induced increase in myocardial susceptibility to ischemia/reperfusion injury. Cardiovasc J S Afr 2005; 16(1): 21-8.
  - 13.Luke JL, Farb A, Virmani R, et al. Sudden cardiac death during exercise in a weight lifter using anabolic androgenic steroids: pathological and toxicological finding. J Forensic Sci 1990; 35(6): 1441-7.
  - 14.Dickerman RD, Schaller F, Prather I, et al. Sudden cardiac death in a 20-year-old bodybuilder using anabolic steroids. Cardiology 1995; 86(2): 172-3.
  - 15.Di Paolo M, Agozzino M, Toni C, et al. Sudden anabolic steroid abuse-related death in athletes. Int J Cardiol 2007; 114(1): 114-7.
  - 16.Sergeev PV, Semeikin AV, Dukhanin AS, et al. The effect of anabolic steroids on proliferative activity of thymocytes. Biull Eksp Biol Med 1991; 112(10): 393-5.
  - 17.Nakamura K, Al-Ruzzeh S, Gray C, et al. Effect of myocardial reperfusion on the release of nitric oxide after regional ischemia: an experimental model of beating-heart surgery. Tex Heart Inst J 2006; 33(1): 35-9.
  - 18.Bissoli NS, Medeiros AR, Santos MC, et al. Long-term treatment with supraphysiological doses of nandrolone decanoate reduces the sensitivity of Bezold-Jarisch reflex control of heart rate and blood pressure. Pharmacol Res 2009; 59(6): 379-84.
  - 19.Lindblom J, Kindlund AM, Nyberg F, et al. Anabolic androgenic steroid nandrolone decanoate reduces hypothalamic proopiomelanocortin mRNA levels. Brain Res 2003; 986(1-2): 139-47.
  - 20.Penna C, Tullio F, Perrelli MG, et al. Ischemia/reperfusion injury is increased and cardioprotection by a postconditioning protocol is lost as cardiac hypertrophy develops in nandrolone treated rats. Basic Res Cardiol 2011; 106(3): 409-20.
  - 21.Penna, C, Abbadessa, G, Mancardi D, et al. Nandrolone-pretreatment enhances cardiac  $\beta$ -adrenoceptor expression and reverses heart contractile down-regulation in the post-stress period of acute-stressed rats. J Steroid Biochem Mol Biol 2007; 107(1-2): 106-13.

- 22.Penna C, Abbadessa G, Mancardi D, et al. Synergistic effects against post-ischemic cardiac dysfunction by sub-chronic nandrolone pretreatment and postconditioning: role of beta2-adrenoceptor. *J Physiol Pharmacol* 2008; 59(4): 645-59.
- 23.LaBruno S, Naim KL, Li JK, et al. Beta-adrenergic stimulation of reperfused myocardium after 2-hour ischemia. *J Cardiovasc Pharmacol* 1998; 32(4): 535-42.
- 24.Speechly-Dick ME, Baxter GF, Yellon DM. Ischaemic preconditioning protects hypertrophied myocardium. *Cardiovasc res* 1994; 28(7): 1025-9.
- 25.Alkhulaifi AM, Browne EE, Yellon DM. Ischaemic preconditioning limits infarct size in the rat heart. *J Mol Cell Cardiol* 1992; 24(1): 93-176.
- 26.Murry CE, Jennings RB, Reimer KA. Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. *Circulation* 1986; 74(5): 1124-36.
- 27.Balakumar P, Singh H, Singh M, et al. The impairment of preconditioning-mediated cardioprotection in pathological conditions. *Pharmacol Res* 2009; 60(1): 18-23.
- 28.Dai W, Simkhovich BZ, Kloner RA. Ischemic preconditioning maintains cardioprotection in aging normotensive and spontaneously hypertensive rats. *Exp Gerontol* 2009; 44(5): 344-9.

Original Article

# Effects of anabolic steroid nandrolone decanoate on ischemic preconditioning in isolated heart of sedentary rats

**Z. Akbari<sup>1</sup>, E. Avarand<sup>2</sup>, M. Shariati<sup>2</sup>, S. Akbarzadeh<sup>3</sup>,  
M. Esmaili Dehaj<sup>4</sup>, Gh. Bayat<sup>5</sup>, K. Pourkhalili<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Department of Physiology, Faculty of Medicine, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN.

<sup>2</sup>Department of Biology, Islamic Azad University, Kazroun Branch, Kazroun, IRAN

<sup>3</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN

<sup>4</sup>Department of Physiology, Faculty of Medicine, Shaheed Sadooghi University of Medical Sciences, Yazd, IRAN

<sup>5</sup>Department of Physiology, Faculty of Medicine, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, IRAN.

(Received 10 Feb, 2013      Accepted 15 Apr, 2013)

## Abstract

**Background:** Previous studies have shown that use of supraphysiologocal doses of anabolic adrogenic steroids (AAS) associated with detrimental cardiovascular effects including ventricular hypertrophy, increased susceptibility to ischaemia/reperfusion injury, impairment of exercise-induced cardioprotection and sudden cardiac death. The aim of the present study was to evaluate the impact of 8 weeks treatment of AAS nandrolone decanoate (10 mg/kg/week), on ischemic preconditioning (IPC) phenomena in isolated hearts of sedentary rats.

**Materials and Methods:** Three groups of animals were studied in the present study. Control ischemia/reperfusion injury group (IR), 2- Ischemic preconditioned group before main test ischemia and reperfusion (IPC+IR), and 3- Nandrolone treated ischemic preconditioned group before main test ischemia and reperfusion (Nan+IPC+IR). After two months of nandrolone and/or its solvent, the isolated Langendorff perfused rat hearts were subjected to 30 min of ischemia followed by 120 min reperfusion. The IPC was induced by three cycles of 3-min occlusion and 3-min reperfusion of the left anterior descending coronary artery (LAD) before main test ischemia. Heart rate, left ventricular developed pressure (LVDP), rate pressure product (RPP), Max dp/dt, Min dp/dt and coronary flow were recorded during experiment. Infarction size was measured after 120 min reperfusion by TTC staining.

**Results:** Eight weeks' nandrolone treatment decreased body weight and increased cardiac to body weight ratio in treated rats. Nandrolone increased pre-ischemic base line cardiac function parameters in the rat hearts. Cardiac function recovery parameters in different time points during reperfusion were also greater in nandrolone treated rats compared to their respective controls. IPC decreased infarct size in the rats ( $P<0.05$ ). Nandrolone could not significantly change the infarct size lowering effect of IPC in the rat heart.

**Conclusion:** The present study revealed that chronic supraphysiological doses of AAS nandrolone, could not impair cardioprotective effects of ischemic preconditioning in isolated rats heart.

**Keywords:** Nandrolone, ischemic preconditioning, ischemia-reperfusion injury

\*Address for correspondence: Bushehr- Bushehr University of Medical Science- Medicine Faculty- Department of physiology.  
E-mail: kh\_pourkhalili@yahoo.com