Original Article

Effect of 8 weeks aerobic training on plasma apelin in male rats treated with L-NAME

Abbassi-Daloii A[1*], Abdi A[1], Yazdani-Tapesari H[1], Salehpour M[2], Rostami-Angasi Z, Yahyaei B[3]

1- Department of Exercise Physiology Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, I. R. Iran.
2- Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, I. R. Iran.
3- Department of Medical Sciences, Islamic Azad University, Shahrood Branch, Shahrood, I. R. Iran.

Received November 23, 2015, 2015; Accepted May 23, 2016

Abstract:

Background: Evidence supports the systemic inflammation in obesity and insulin resistance. Apelin is secreted by adipose tissue and plays an important role in the inflammation process. The present study aimed to examine the effect of 8 weeks aerobic training on plasma Apelin in male rats treated with Nitro-L-Arginine-Methyl Ester (L-NAME).

Materials and Methods: In this experimental study male Wistar rats (n=24, age 20 months) were randomly assigned into four groups: Control, Training, TrainingS+L-NAME and L-NAME. An aerobic training protocol was performed for eight weeks, 5 times a week with an intensity of 75-80% of maximal oxygen consumption. The rats were sacrificed 72 hours after the last exercise session and blood samples were collected. Data were analyzed by ANOVA and Tukey post hoc test at $P<0.05$ significancy level.

Results: The results showed that plasma Apelin level did not change significantly after eight weeks of aerobic training compared to the Control group. However, the results showed that there was a significant difference in plasma Apelin between L-NAME and Control group ($P<0.003$). In addition, the results showed no significant difference between the insulin level and glucose in four groups.

Conclusion: It seems that with increasing age plasma Apelin level is not affected by aerobic exercise. However, nitric oxide inhibitors can reduce the plasma Apelin level.

Keywords: Aerobic training, L-NAME, Plasma apelin, Rat

*** Corresponding Author.**
Email: abbasi.daloii@gmail.com
Tel: 0098 911 127 4366
Fax: 0098 114 415 0949

Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, June, 2016; Vol. 20, No 2, Pages 118-124

Please cite this article as: Abbassi-Daloii A, Abdi A, Yazdani-Tapesari H, Salehpour M, Rostami-Angasi Z, Yahyaei B. Effect of 8 weeks aerobic training on plasma apelin in male's rats treated with L-NAME. ***Feyz*** 2016; 20(2): 118-24.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-23]

اثر هشت هفته تمرین هوازی بر آپلین پلاسما در موش‌های صحرایی نر دریافت کننده L-NAME

آسیه عباسی دلویی[1*]، احمد عبدی[1]، هدی یزدانی تپه‌سری[1]، مجتبی صالح‌پور[2]، زهرا رستمی انگاسی[1]، بهروز یحیایی[3]

خلاصه:

سابقه و هدف: شواهد موجود از التهاب سیستمیک در حضور چاقی و مقاومت انسولین حمایت می‌نمایند. آپلین از بافت چربی ترشح می‌شود و نقش مهمی در فرآیند التهاب دارد. هدف این پژوهش بررسی اثر هشت هفته تمرین هوازی بر آپلین پلاسما در موش‌های صحرایی نر دریافت کننده نیترو ال-آرژنین متیل‌استر (L-NAME) می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی ۲۴ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار ۲۰ ماهه به‌طور تصادفی به چهار گروه کنترل، تمرین، مهارکننده و تمرین- مهارکننده تقسیم شدند. تمرین هوازی به‌مدت هشت هفته، پنج جلسه در هفته و با شدت ۸۰-۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه اجرا شد. سه روز پس از آخرین جلسه تمرینی موش‌ها کشته شدند و نمونه‌های پلاسما به‌منظور بررسی آپلین جمع‌آوری شد.

نتایج: نتایج نشان داد که سطح آپلین پلاسما در گروه تمرین بعد از هشت هفته تمرین استقامتی نسبت به گروه کنترل تغییر معنی‌داری نداشت (P=۰/۵۲۵). باوجوداین، نتایج نشان داد که بین آپلین پلاسما در گروه مهارکننده نیتریک اکسید با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۳). هم‌چنین، نتایج نشان داد بین سطوح انسولین و گلوکز چهار گروه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد سطوح آپلین پلاسما با افزایش سن تحت تاثیر فعالیت هوازی قرار نمی‌گیرد. بااین‌وجود، مهار کننده نیتریک اکسید می‌تواند سطوح آپلین پلاسما را کاهش دهد.

واژگان کلیدی: تمرین هوازی، نیترو ال-آرژنین متیل استر، آپلین پلاسما، موش‌های صحرایی نر

دو ماه‌نامه علمی- پژوهشی فیض، دوره بیستم، شماره ۲، خرداد و تیر ۱۳۹۵، صفحات ۱۲۴-۱۱۸

مقدمه

طی دهه گذشته بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که فاکتورهای ترشحی مشتق از سلول‌های چربی (آدیپوکاین‌ها) در کنترل هموستاز انرژی و متابولیسم گلوکز نقش دارند [۱]. آپلین یک آدیپوکاین جدید است که از سلول‌های چربی ترشح می‌شود و به‌طور مستقیم توسط انسولین افزایش می‌یابد [۲]. این هورمون ۳۶ اسید آمینه‌ای یکی از آدیپوکاین‌هایی است که در نورون‌های مرکزی و بافت‌های محیطی همراه با گیرنده خود بیان می‌شود [۳]. مطالعات قبلی ارتباط روشنی بین سوخت‌وساز انرژی و اعمال محیطی آپلین نشان داده‌اند [۵،۴]. هم‌چنین، تحت شرایط طبیعی ارتباط مثبتی بین آپلین پلاسما و سطوح انسولین طی انتقال از حالت گرسنگی به سیری مشاهده شده است [۲].

به‌نظر می‌رسد تحت شرایط پاتوفیزیولوژیکی، سیستم آپلینرژیک محیطی از حالت تنظیمی خارج می‌شود. بااین‌حال، برخی محققان بر این باورند که سطوح آپلین پلاسما در انسان‌ها و گونه‌های حیوانی تحت شرایط چاقی، دیابت نوع ۲ و مقاومت انسولین افزایش می‌یابد [۵]. سنتز نیتریک اکسید (NO) از طریق تبدیل ال-آرژنین به ال-سیترولین اتفاق می‌افتد که این واکنش توسط نیتریک اکسید سنتاز (NOS) کاتالیز می‌شود [۲]. مشاهده شده است که کاهش نیتریک اکسید زیستی به گسترش و پیشرفت بیماری‌های مختلف منتهی می‌شود. هم‌چنین، اثر تحریکی نیتریک اکسید بر مصرف و جذب گلوکز در عضله اسکلتی موش گزارش شده است [۶]. اگرچه نقش نیتریک اکسید در تنظیم وزن بدن و مقاومت انسولینی تایید شده است، اما اثر مزمن آن روی چاقی و مقاومت به انسولین ناشی از رژیم غذای پرچرب ناشناخته باقی مانده است. تأثیرات آپلین فعال در قلب از طریق سازوکار وابسته به NO اتفاق می‌افتد و در واقع آپلین روند گشاد شدن عروق را سبب می‌شود [۷]. پپتیدهای آپلین باعث گشادشدگی وابسته به اندوتلیوم از طریق تحریک رهایش نیتریک اکسید می‌شوند؛ این اثر را می‌توان تقریبا به‌طور کامل در حضور مهار کننده NO سنتاز اندوتلیالی (eNos) یا نیترو ال-آرژنین متیل‌استر (L-NAME) مشاهده نمود [۸]. تاثیر فعالیت ورزشی روی ترشح و سطوح آدیپوکاین‌ها قبلا گزارش

[1] گروه فیزیولوژی ورزشی واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران

[2] استادیار، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

[3] گروه علوم پزشکی واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

* **نشانی نویسنده مسئول:**

دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

تلفن: ۰۹۱۱۱۲۷۴۳۶۶ **دورنویس:** ۰۱۱ ۴۴۱۵۰۹۴۹

پست الکترونیک: abbasi.daloii@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۲ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۹۵/۳/۳

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-23]

شده است [۹]. بااین‌وجود، مطالعات انجام شده در رابطه با تاثیر برنامه‌های تمرینی بر سطوح آپلین پلاسما محدود هستند و این مطالعات اغلب بر گونه‌های حیوانی جوان و بالغ محدود شده‌اند. نشان داده شده است سطح آپلین پلاسما، انسولین خون و شاخص مقاومت به انسولین پس از هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط کاهش معنی‌داری می‌یابد [۱۰]. باوجوداین، Aminilari و همکاران در مطالعه‌ای پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی افزایش معنی‌دار در سطح پلاسمایی آپلین و کاهش معنی‌دار در سطح گلوکز نشان داده‌اند [۱۱]. هم‌چنین، Zhang و همکاران نشان داده‌اند تمرین شنا در موش‌ها موجب افزایش آپلین در بافت قلب، پلاسما و آئورت می‌گردد [۱۲]. Ma و همکاران نیز نشان داده‌اند غلظت بالاتر آپلین در مردان و نه زنان با افزایش خطر ابتلا به دیابت در آنها مرتبط است [۱۳]. تاثیر آپلین بر جذب گلوکز در موش مقاوم به انسولین با وزن طبیعی سالم و چاق مورد بررسی قرار گرفته و بیان شده است که آپلین می‌تواند هدف امیدوار کننده در مدیریت مقاومت به انسولین باشد. لذا، با توجه به اهمیت آپلین به‌عنوان عامل احتمالی در پیشگیری و یا به‌عنوان هشدار دهنده بیماری‌ها، فرآیندهای متابولیکی و عملکردهای دستگاه‌های مختلف بدن و عدم وجود پاسخ آن به برنامه‌های تمرینی مختلف، مطالعه حاضر با هدف تعیین اثر تمرین هوازی بر آپلین پلاسما انجام شده است. هم‌چنین، هدف بعدی مطالعه حاضر بررسی این نکته بوده است که آیا دریافت مهارکننده نیتریک اکسید به‌همراه تمرین هوازی می‌تواند به‌عنوان هدف درمانی مناسبی در نظر گرفته شود یا خیر.

مواد و روش‌ها

این مطالعه تجربی در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی استان مازندران از دی تا اسفند ۱۳۹۳ انجام شده است. برای انجام این مطالعه ۲۴ سر موش صحرایی نر ویستار ۲۰ ماهه از انستیتو رازی خریداری و به مرکز تحقیقات منتقل شد. حیوانات پس از ورود به محیط تحقیق و آشنایی با محیط جدید و نحوه فعالیت روی نوارگردان، به‌صورت تصادفی به چهار گروه کنترل، تمرین، مهارکننده نیتروال-آرژنین متیل‌استر (L-NAME) و تمرین-مهارکننده L-NAME تقسیم شدند. در طول اجرای مطالعه موش‌ها در قالب گروه‌های شش‌تایی در قفس‌های پلی-کربنات شفاف با ابعاد ۱۵×۱۵×۳۰ سانتی‌متر ساخت شرکت رازی راد در دمای محیطی ۱/۴±۲۲ درجه سانتی‌گراد و چرخه روشنایی ۱۲:۱۲ ساعت با رطوبت ۴±۵۵ درصد نگهداری شدند. غذای آزمودنی‌ها تولید شرکت خوراک دام‌پارس بود. در تمام مراحل تحقیق آب مورد نیاز حیوان به صورت آزاد در اختیار آن‌ها قرار داده شد. تمامی مراحل نگهداری و کشتار موش‌ها براساس دستورالعمل‌های کمیته اخلاق مرکز تحقیقات علوم اعصاب دانشگاه شهید بهشتی انجام شد. ازآنجاکه موش‌های آزمایشگاهی به بیماری‌های تنفسی بسیار حساس هستند، تهویه مناسب برای جلوگیری از تجمع آمونیاک حاصل از ادرار حیوانات در محل نگهداری قرار داده شد. موش‌های گروه تجربی به‌مدت هشت هفته، هر هفته پنج روز تمرین کردند. کل دوره تمرین به سه مرحلهٔ آشنایی، اضافه بار و حفظ یا تثبیت شدت کار تقسیم شد. در مرحلهٔ آشنایی (هفته اول)، موش‌ها هر روز به‌مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۰ متر بر دقیقه روی نوار گردان ویژه جوندگان راه رفتند. در مرحلهٔ اضافه بار (هفتهٔ دوم تا چهارم)، موش‌ها ابتدا به-مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۱۲ متر بر دقیقه راه رفتند و به‌تدریج در مدت سه هفته شدت و مدت فعالیت افزایش یافت تا به میزان نهایی تعیین شده برای هر گروه رسید. در مرحلهٔ حفظ یا تثبیت (هفتهٔ پنجم تا هشتم) موش‌ها به‌مدت چهار هفته با شدت تعیین شدهٔ ۲۸ متر بر دقیقه، معادل ۷۵-۸۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، و به‌مدت ۶۰ دقیقه روی نوارگردان با شیب صفر درجه دویدند. هر جلسه تمرینی با پنج دقیقه گرم کردن در قالب راه رفتن روی تردمیل با سرعت هفت متر بر ثانیه شروع شده و در نهایت با پنج دقیقه سرد کردن به همین شیوه به اتمام می‌رسید. سه روز پس از اتمام آخرین جلسه تمرین، حیوانات با تزریق داخل صفاقی ترکیبی از کتامین (۳۰-۵۰mg/kg) و زایلازین (۳-۵mg/kg) بیهوش شده و بلافاصله خون آنها از بطن راست با سرنگ آغشته به EDTA جمع‌آوری گردیده و در لوله حاوی EDTA ریخته شد. نمونه‌های جمع آوری شده به‌مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۱۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. پلاسمای حاصل برای اندازه‌گیری‌های بعدی در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای جلوگیری از تأثیر ریتم شبانه روزی، نمونه-گیری از ساعت ۸ آغاز شده و ۱۱:۳۰ به اتمام رسید. موش‌ها N نیترو ال-آرژنین متیل‌استر (L-NAME) را به‌صورت محلول در آب آشامیدنی به‌مقدار ۰/۷۵ میلی‌گرم/ میلی‌لیتر (معادل ۱۰۰ میلی-گرم به ازای هر کیلوگرم وزن موش در روز) دریافت کردند. هم-چنین، برای اندازه‌گیری میزان کل مصرف L-NAME و آب مصرفی در هر گروه میزان مصرف آب اندازه‌گیری شد. آپلین پلاسما با کیت اختصاصی (Cristal day biotech, China) با حساسیت ۵/۹ نانوگرم بر لیتر به‌روش ELISA، انسولین پلاسما با کیت ویژه موش (Mercodia, Sweden) با حساسیت ۰/۱۵ میکروگرم بر لیتر و ضریب تغییرات ۵/۳ درصد و به روش

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-23]

ELISA ساندویچی و گلوکز پلاسما با کیت اختصاصی شرکت پارس آزمون و با روش فوتومتریک اندازه‌گیری شدند. جهت تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه بین گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) استفاده گردید و در صورت معنی داری، آزمون توکی استفاده شد. تمامی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۱ انجام شد و سطح معنی‌داری آزمون‌ها $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

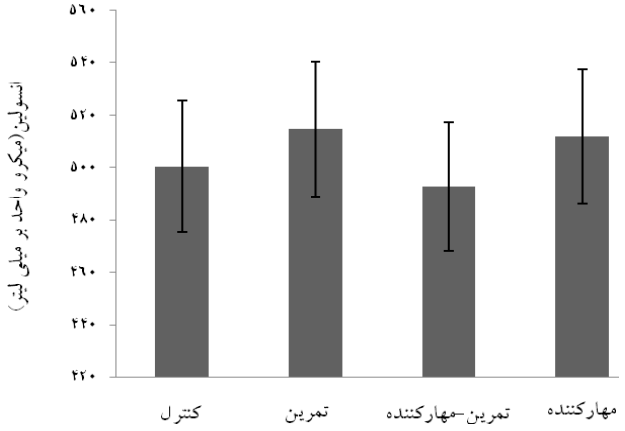
نتایج

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای بیوشیمیایی در گروه‌های مورد مطالعه در جدول شماره ۱ خلاصه شده است.

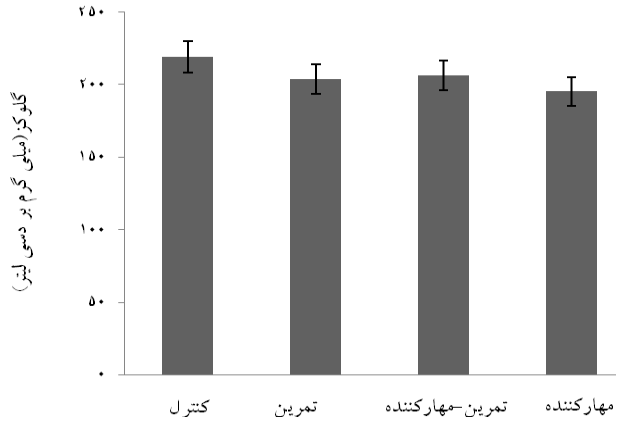
نتایج نشان داد بین سطوح انسولین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P=۰/۸۳۲$) (نمودار شماره ۱). هم‌چنین، بین سطوح گلوکز گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P=۰/۱۵۷$) (نمودار شماره ۲). نتایج تحقیق نشان داد که سطح آپلین پلاسما در گروه تمرین بعد از هشت هفته تمرین هوازی نسبت به گروه کنترل تغییر معنی‌داری نداشت ($P=۰/۵۲۵$). بااین‌وجود، نتایج تحقیق نشان داد بین آپلین پلاسما در گروه مهارکننده نیتریک اکسید با گروه کنترل اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P= ۰/۰۰۳$) (نمودار شماره ۳).

جدول شماره ۱- میانگین شاخص‌های بیوشیمایی در گروه‌های مورد مطالعه

گروه / متغیر	آپلین (پیکوگرم/میلی‌لیتر)	گلوکز (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	انسولین (میکرویونیت/میلی‌لیتر)
کنترل	۱۹۱۵ ± ۶۳	۲۱۹ ± ۱۵	۵۰۰ ± ۳۷
تمرین	۱۸۲۵±۷۸	۲۰۴ ± ۸	۵۱۵ ± ۴۹
تمرین + L-NAME	۱۸۳۶±۷۶	۲۰۶±۱۶	۴۹۳ ± ۵۵
L-NAME	۱۷۲۳±۶۹	۱۹۵±۲۲	۵۱۲ ± ۱۶

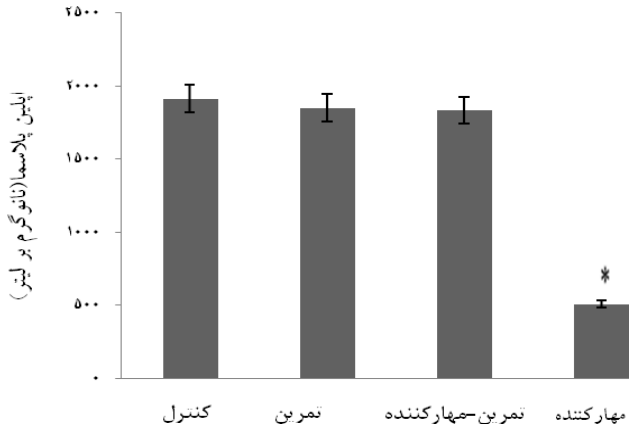


نمودار شماره ۱- تغییرات سطوح انسولین پلاسما در گروه‌های مختلف مطالعه



نمودار شماره ۲- تغییرات سطوح گلوکز در گروه‌های مختلف مطالعه

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-23]



نمودار شماره ۳- تغییرات سطوح آپلین پلاسما در گروه‌های مختلف مطالعه. *تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سطح آپلین پلاسما در گروه تمرین بعد از هشت هفته تمرین استقامتی نسبت به گروه کنترل تغییر معنی‌داری نداشت. در این راستا، Saeidi Ziabari و همکاران کاهش سطوح آپلین پلاسما، انسولین خون و شاخص مقاومت به انسولین را پس از هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط گزارش کرده‌اند [۱۴]. بااین‌وجود، در یک مطالعه دیگر علی‌رغم کاهش معنی‌دار گلوکز ناشتا، افزایش معنی‌دار آپلین پلاسما متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی گزارش شده است [۱۱]. هم‌چنین، Zhang و همکاران سطوح بالاتر آپلین در بافت‌های قلب، آئورت و پلاسمای موش‌های شناگر نسبت به موش‌های کم-تحرک را نشان داده‌اند [۱۲]. هم‌چنین، در مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری در سطوح گلوکز و انسولین بین گروه‌های مورد مطالعه مشاهده نشد. به‌عبارتی، هشت هفته تمرین هوازی سطوح گلوکز و انسولین خون را دست‌خوش تغییر معنی‌داری نکرد. عدم هم‌سویی یافته‌های مطالعه حاضر با مطالعات پیشین را شاید بتوان به عدم کاهش وزن موش‌های مورد مطالعه در این مطالعه نسبت داد؛ چراکه برنامه تمرینی با کاهش معنی‌دار وزن بدن همراه نبود. در این راستا برخی محققان به این نکته اشاره نموده‌اند که تنها آن دسته از برنامه‌های تمرینی که با کاهش معنی‌دار وزن بدن همراه باشد به بهبود سایتوکاین‌های التهابی یا ضد التهابی یا به‌عبارتی بهبود نیمرخ التهابی منجر می‌شود [۱۶،۱۵]. برخی دیگر نیز با اشاره به اینکه آپلین سطوح مقاومت انسولین را در جمعیت‌های چاق متاثر می‌کند، مصرف گلوکز را تحریک و ترشح انسولین را مهار می‌کند و به تنظیم منفی لیپولیز ناشی از کاتکولامین‌ها منجر می‌شود از اهمیت این آدیپوکاین در پاتوفیزیولوژی دیابت نوع ۲ و مقاومت انسولین حمایت نموده‌اند [۱۷]. هم‌چنین، در مطالعه‌ای سطوح پایه بالاتر آپلین پلاسما در زنان نسبت به مردان گزارش شده است [۱۳]. این محققان افزایش غلظت آپلین را از عوامل موثر در شیوع و افزایش شدت دیابت نوع ۲ گزارش نموده‌اند. از دیگر مکانیسم‌هایی که بر سطوح آپلین پلاسما تاثیرگذار هستند می‌توان به سن، سابقه خانوادگی دیابت، سطوح هموگلوبین گلیکوزیله، شاخص توده بدن، فشار خون بالا و مقاومت انسولین اشاره نمود [۱۳]. در این رابطه Daryanoosh و همکاران اظهار داشته‌اند که پاسخ آپلین به فعالیت‌های ورزشی با شدت‌های مختلف یکسان نیست و ترشح آن در یک آستانه خاص (شدت و مدت) از فعالیت ورزشی رخ می‌دهد [۱۸]. هم‌چنین، مطالعه حاضر نشان داد که دریافت مهارکننده نیتریک اکسید به کاهش معنی‌دار سطوح آپلین پلاسما نسبت به گروه کنترل منجر می‌شود، اما ترکیب آن با تمرینات هوازی سطح آپلین پلاسما را متاثر نمی‌کند. در این راستا Dabidi-Roshan و همکاران افزایش معنی‌دار آپلین در مقایسه با گروه کنترل و L-NAME پس از هشت هفته تمرین هوازی در موش‌های دارای پرفشاری خون را مشاهده کرده-اند [۱۹]. آپلین هموستاز گلوکز را از طریق مسیرهای وابسته به نیتریک اکسید تنظیم می‌کند. گزارش شده است که تزریق آپلین به موش‌های ناشتا منجر به بهبود گلوکز خون از طریق مسیرهای وابسته به نیتریک اکسید می‌شود [۲۰]. تزریق آپلین با دوزهای بالا به موش‌های ناشتا هایپرگلیسیمی، عدم تحمل گلوکز و مقاومت به انسولین را به‌دنبال دارد [۲۰]. موش‌های ناشتا با درصد چربی بالا در شرایط کمبود نیتریک اکسید، توسط هیپوتالاموس پاسخ کندی را به تزریق آپلین نشان داده‌اند. تزریق مرکزی دوز بالای آپلین در موش‌های نرمال ناشتای دارای هایپرانسولینمی هایپرگلیسمی، عدم تحمل گلوکز و مقاومت انسولینی را تحریک نموده است [۲۰]. علاوه‌براین، مهار طولانی‌مدت نیتریک اکسید توسط L-NAME

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-23]

در موش‌ها چاقی و عدم تحمل گلوکز ناشی از تغذیه با غذای چرب را بهبود بخشیده و با کاهش التهاب بافت چربی و بهبود مسیرهای سیگنالی انسولین در عضله اسکلتی همراه می‌شود که به نقش نیتریک اکسید درون‌زا در تعدیل مقاومت انسولینی ناشی از چاقی اشاره می‌کند [۲۰]. بخشی از مکانیسمی که در آن انسولین انتقال گلوکز را در داخل بدن افزایش می‌دهد شامل افزایش جریان خون و رهایی گلوکز به سمت عضلات است؛ فرآیندی که توسط ترشح نیتریک اکسید از اندوتلیوم ایجاد می‌شود. تزریق حاد مهار کننده NOS منجر به پیشرفت محسوس مقاومت انسولین، پر-فشاری خون و یا هیپرگلیسمی می‌شود. بازدارنده NOS جریان خون به عضلات اسکلتی را کاهش می‌دهد و موجب اختلال در دفع گلوکز وابسته به انسولین در شرایط هیپرانسولینمی می‌شود [۲۱]. در مقابل اثرات مهارکننده NOS در داخل بدن، مهارکننده-های NOS از تاثیر انتقال گلوکز وابسته به انسولین در عضلات ایزوله در شرایط آزمایشگاهی ناتوان هستند [۲۲]. به‌تازگی مشخص شده است که تزریق درون وریدی آپلین گلوکز خون را کاهش می‌دهد یا به‌عبارتی مصرف گلوکز کل بدن را در موش‌های دارای رژیم غذایی نرمال به‌ویژه در عضلات اسکلتی به‌واسطه مسیرهای AMPK و هم‌چنین مسیرهای وابسته به سنتز نیتریک اکسید اندوتلیالی افزایش می‌دهد [۲۳]. در موش‌های دارای رژیم غذایی پرچرب مقاوم به انسولین نیز آپلین تحمل گلوکز و حساسیت به انسولین را بهبود می‌بخشد [۵].

نتیجه‌گیری

در مجموع یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهد که تمرین هوازی سطوح آپلین پلاسما را در موش‌های صحرایی نر دریافت کننده L-NAME متاثر نمی‌کند. از طرف دیگر، مهار-کننده نیتریک اکسید سطح آپلین پلاسما را کاهش می‌دهد. شاید بتوان گفت که برای تغییر سطوح آپلین پروتکل‌های تمرین با شدت بیشتر یا انواع دیگر تمرینات لازم است.

تشکر و قدردانی

این مقاله در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد در دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی انجام شده است. بدین‌وسیله نویسندگان تشکر و قدردانی خود را از این واحد دانشگاهی و کلیه همکاران این تحقیق اعلام می‌دارند.

References:

[1] Deng Y, Scherer PE. Adipokines as novel biomarkers and regulators of the metabolic syndrome. ***Ann N Y Acad Sci*** 2010; 1212: 1-19.
[2] Boucher J, Masri B, Daviaud D, Gesta S, Guigné C, Mazzucotelli A, et al. Apelin, a newly identified adipokine up- regulated by insulin and obesity. ***Endocrinology*** 2005; 146(4): 1764–71.
[3] Carpéné C, Dray C, Attané C, Valet P, Portillo MP, Churruca I, et al. Expanding role for the apelin/APJ system in physiopathology. ***J Physiol Biochem*** 2007; 63(4): 359-73.
[4] Frier BC, Williams DB, Wright DC. The effects of apelin treatment on skeletal muscle mitochondrial content. ***Am J Physiology-Regulatory, Integrative Comparative Physiol*** 2009; 297(6): 1761-8.
[5] Dray C, Knauf C, Daviaud D, Waget A, Boucher J, Buléon M, et al. Apelin stimulates glucose utilization in normal and obese insulin-resistant mice. ***Cell Metab*** 2008; 8(5): 437-45.
[6] Higaki Y, Hirshman MF, Fujii N, Goodyear LJ. Nitric oxide increases glucose uptake through a mechanism that is distinct from the insulin and contraction pathways in rat skeletal muscle. ***Diabetes*** 2001; 50(2): 241–7.
[7] Ishida J, Hashimoto T, Hashimoto Y, Nishiwaki S, Iguchi T, Harada S, et al. Regulatory Roles for APJ, A Seventransmembrane Receptor Related to Angiotensin-type 1 Receptor in Blood Pressure in Vivo. ***J Biol Chem*** 2004; 279(25): 26274-79.
[8] Ashley E, Chun HJ, Quertermous T. Opposing cardiovascular roles for the angiotensin and apelin signaling pathways. ***J Mol Cell Cardiol*** 2006; 41(5): 778–81.
[9] Hida K, Wada J, Eguchi J, Zhang H, Baba M, Seida A, et al. Visceral adipose tissue-derived serine protease inhibitor: a unique insulin sensitizing adipocytokine in obesity. ***Proc Natl Acad Sci U S A*** 2005; 102(30): 10610-5.
[10] Mohebbi H, Rhmaninia F, Hedayati Emami MH, Saidi Ziabari T. Effects of 8-week moderate-intensity aerobic training on levels of plasma apelin and insulin resistance in women with type 2 diabetes. ***Sport Physiol*** 2014; 5(20): 115-28. [in Persian]
[11] Aminilari Z, Daryanoosh F, Kooshki Jahromi M, Mohamadi M. The effect of 12 weeks aerobic exercise on the apelin, omentin and glucose in obese older women with diabetes type 2. ***Arak Med Univ J*** 2014; 17(85): 1-10. [in Persian]
[12] Zhang J, Cai Xia Ren , Yong Fen Qi , Li Xia Lou , Li Chen , Li Ke Zhang, et al. Exercise training promotes expression of apelin and APJ of cardiovascular tissues in spontaneously hypertensive rats. ***Life Sci*** 2006; 79: 1153–9.
[13] Ma WY, Yu TY, Wei JN, Chi SH, Mao S L, Ying JL, et al. Plasma apelin: A novel biomarker

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-23]

for predicting diabetes. ***Clin Chim Acta*** 2014; 435: 18-23.
[14] Saeidi Ziabari T, Mohebbi H, Rahmani nia F, Hedayati MH. Effects of 8-week moderate-intensity aerobic training on levels of plasma apelin and insulin resistance in women with type 2 diabetes. ***Sport Physiol*** 2014; 5(20): 115-28. [in Persian]
[15] Varady KA, Tussing L, Bhutani S, Braunschweig CL. Degree of weight loss required to improve adipokine concentrations and decrease fat cell size in severely obese women. ***Metabolism*** 2009; 58(8): 1096-1.
[16] Sheu WH, Chang TM, Lee WJ, Ou HC, Wu CM, Tseng LN, et al. Effect of weight loss on proinflammatory state of mononuclear cells in obese women. ***Obesity (Silver Spring)*** 2008; 16(5): 1033-8.
[17] Xu S, Tsao PS, Yue P. Apelin and insulin resistance: another arrow for the quiver? ***J Diabetes*** 2011; 3(3): 225-31.
[18] Daryanoosh F, Alizadeh Palavani H, Sherafati Moghadam M, Keshtkar Hesam Abadi B. Effects of long-term aerobic activity on plasma levels of apelin and omentin in rats. ***J Qazvin Univ Med Sci*** 2015; 19(5): 23-17.
[19] Mahmoody SAA, Dabidi-Roshan V, Gharakhanlou R, Hedayati M. Improvement of Kidney Apelin and Apelin Receptor in Nitro-L-Arginine-Methyl Ester Induced Rats. ***ZJRMS*** 2015; 17 (2): 31-6.
[20] Duparc T, Colom A, Cani PD, Massaly N, Rastrelli S, Drougard A, et al. Central apelin controls glucose homeostasis via a nitric oxide-dependent pathway in mice. ***Antioxid Redox Signal*** 2011; 15(6): 1477-96.
[21] Baron AD, Zhu JS, Marshall S, Irsula O, Brechtel G, Keech C. Insulin resistance after hypertension induced by the nitric oxide synthesis inhibitor L-NMMA in rats. ***Am J Physiol*** 1995; 269(4 Pt 1): E709-15.
[22] Balon TW, Nadler JL. Evidence that nitric oxide increases glucose transport in skeletal muscle. ***J Appl Physiol*** 1997; 82(1): 359-63.
[23] Cabou C, Campistron G, Marsollier N, Leloup C, Cruciani-Guglielmacci C, Pénicaud L, et al. Brain glucagon-like peptide-1 regulates arterial blood flow, heart rate, and insulin sensitivity. ***Diabetes*** 2008; 57(10): 2577-87.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-10-23]