University of Birjand

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport Research Paper

Summer 2022, 10(22), 66-73

Received: Dec 7, 2020 Revised: Jul 10, 2021 Accepted: Jul 11, 2021

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport

The effect of different intensities of aerobic exercise before glucose ingestion on subsequent cardio-ankle vascular index in active and inactive women

Adel Donyaei[1*], Fatemeh Sadat Taghiabadi[2], Farhad Gholami[3]

1. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

2. MSc of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

1. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

Abstract

Background and Aim: The improper nutrition and increased sedentary behaviors increases the risk of chronic diseases such as cardiovascular illness, hypertension, arterial stiffness, and diabetes. While physical activity as an intervention can be important in modulate these conditions. The aim of this study was to investigate the effect of different intensities of aerobic exercise before glucose ingestion on subsequent cardio-ankle vascular index (CAVI) in active and inactive women. **Materials and Methods:** The present study was a quasi-experimental study with two groups, 27 women were selected, including 15 members of the Shahrood women's futsal team as an active group and 12 non-physical education students of the Shahrood university of technology as an inactive group with an age range of 18 to 35 years. Two groups participated in a cross-sectional students for separate 3 days (running with 25, 65, and 85% of the maximal reserve heart rate). At each session, CAVI was measured first using a vascular screening device. In the next step, running on a treadmill (with one of the three selected intensities) was performed and after 15 minutes, 75 g of glucose was ingested. Further 15 and 45 minutes after glucose Ingestion, the second and third stages, CAVI was measured. To analyze the data repeated measures analysis of variance and Bonferroni post hoc tests at the significant level of $p<0.05$ were applied. **Results:** Although at the beginning of all three sessions, the CAVI of the inactive group was higher; glucose ingestion after exercise with two intensities of 25% ($p=0.005$) and 65% ($p=0.01$) caused a significant change in CAVI in the active group compared to the inactive group; this means that the reduction in CAVI following these two activities and glucose ingestion occurred in the active group. **Conclusion:** It seems that the response pattern of active and inactive women, especially at low intensities of exercise to glucose Ingestion after exercise could be different.

Keywords: Aerobic exercise, Arterial stiffness, Cardio-ankle vascular index, Glucose.

Cite this article:
Donyaei, A., Taghiabadi, F.S., & Gholami, F. (2022). The effect of different intensities of aerobic exercise before glucose ingestion on subsequent cardio-ankle vascular index in active and inactive women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, 10***(22), 66-73.**

***Corresponding Author, Address: Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahrood University of Technology, University Boulvard, Shahrood, Iran;**

Email: adelldonyai@yahoo.com

https://doi.org/ 10.22077/jpsbs.2021.3959.1609

Copyright: © 2022 by the authors. Licensee **Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport (JPSBS)**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نشریه مطالعات کاربردی علوم‌زیستی در ورزش مقاله پژوهشی
تابستان ۱۴۰۱، دوره ۱۰، شماره ۲۲، ص ۷۳-۶۶
تاریخ دریافت: ۹۹/۰۹/۱۷ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۰
دانشگاه بیرجند
نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش

تأثیر شدت های مختلف فعالیت هوازی قبل از مصرف گلوکز، بر شاخص عروقی قلبی – مچ پایی متعاقب آن، در زنان فعال و غیر فعال

عادل دنیایی[1*]، فاطمه سادات تقی آبادی[2]، فرهاد غلامی[3]

۱. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.
۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی ، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.
۳. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: تغذیه نامناسب و افزایش رفتارهای غیرفعال، خطر بیماری‌های مزمن از جمله بیماری‌های قلبی-عروقی، فشارخون، سختی شریانی و دیابت را افزایش می‌دهد؛ در حالی که فعالیت بدنی می‌تواند در تعدیل این شرایط نقش داشته باشد. هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر شدت‌های مختلف فعالیت هوازی قبل از مصرف گلوکز، بر شاخص عروقی قلبی – مچ پایی (CAVI) متعاقب آن، در زنان فعال و غیر فعال بود. **روش تحقیق:** تحقیق از نوع نیمه تجربی و شرکت کنندگان را ۲۷ نفر زن، شامل ۱۵ بازیکن فوتسال در گروه فعال و ۱۲ دانشجوی غیرتربیت بدنی در گروه غیر فعال در دامنه سنی ۱۸ تا ۳۵ سال؛ تشکیل می‌دادند. هر گروه طی سه روز مجزا (دویدن با یکی از شدت‌های ۲۵، ۶۵ و ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره) به صورت متقاطع در تحقیق شرکت کردند. در هر جلسه ابتدا CAVI اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد دویدن بر روی نوارگردان (با یکی از سه شدت انتخابی) اجرا شد و پس از گذشت ۱۵دقیقه، مقدار ۷۵ گرم گلوکز مصرف گردید. با سپری شدن ۱۵ و ۴۵ دقیقه پس از مصرف گلوکز، مرحله دوم و سوم اندازه‌گیری CAVI انجام گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی داری $p<0/05$ استفاده شد. **یافته‌ها:** هرچند در ابتدای هر سه جلسه، CAVI گروه غیرفعال بالاتر بود؛ مصرف گلوکز متعاقب اجرای فعالیت با دو شدت ۲۵ درصد ($p=0/005$) و ۶۵ درصد ($p=0/01$) حداکثر ضربان قلب ذخیره، موجب تغییر معنی دار CAVI درگروه فعال به نسبت گروه غیرفعال شد؛ بدان معنی‌که کاهش CAVI متعاقب این دو فعالیت و مصرف گلوکز در گروه فعال رخ داد. **نتیجه‌گیری:** به نظر می رسد پاسخ‌دهی سختی شریانی زنان فعال و غیرفعال به مصرف گلوکز پس از فعالیت بدنی، به ویژه در شدت‌های پایین، از الگوی متفاوتی پیروی می کند.

واژه‌های کلیدی: فعالیت هوازی، سختی شریانی، شاخص عروقی قلبی - مچ پایی، گلوکز.

*نویسنده مسئول، آدرس: شاهرود، بلوار دانشگاه، دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی؛
پست الکترونیک: adelldonyai@yahoo.com
https://doi.org/ 10.22077/jpsbs.2021.3959.1609

مقدمه

امروزه الگوی بیماری ها از امراض واگیردار به غیر واگیرداری همچون بیماری های قلبی- عروقی، دیابت و سرطان تغییر کرده است؛ به گونه‌ای که در سال ۲۰۱۶، حدود ۷۱ درصد از مرگ و میر در سراسر جهان بر اثر بیماری‌های غیرواگیر روی داده است (بنت[1] و دیگران،۲۰۱۸). در ایران نیز بیماری‌های غیرواگیر به عنوان مهم‌ترین مشکل بهداشتی کشور شناخته شده است (آزاد نجف آبادی و دیگران، ۲۰۲۱). زندگی کم تحرک یا بی‌تمرینی جسمانی، یکی از عوامل مشخص تهدیدکننده و مخاطره آمیز سکته‌های قلبی است (یه[2] و دیگران، ۲۰۰۹؛ عزیزی و حسینی، ۲۰۱۳). با وجود کاهش بیماری قلبی - عروقی در چند دهۀ گذشته، این بیمارها هنوز هم علت اصلی مرگ و میر در مردان و زنان، در دنیای صنعتی کنونی به شمار می‌روند (ریبریو[3] و دیگران، ۲۰۱۳). تغذیه و الگوهای غذایی در پیشگیری از بیماری های قلبی - عروقی نقش بسیار مهمی دارند و شواهد همه‌گیرشناسی و بالینی بسیار زیادی در مورد رابطه سلامت قلب و عروق با الگوی مصرف مواد غذایی وجود دارد (یو[4] و دیگران، ۲۰۱۸). رویکرد مناسب غذایی و همچنین استفاده مناسب از گروه‌های اصلی غذایی در پیشگیری از بیماری های قلبی عروقی نقش مهمی دارد و باید بخش مهمی از یک سبک زندگی سالم را تشکیل دهد (یو و دیگران، ۲۰۱۸؛ بهرام و دیگران، ۲۰۱۴).

سختی شریانی با فشار بازدارندگی داخل عروقی، به عنوان یک نشانگر بیماری قلبی - عروقی معرفی شده است (آیکن و کولگارد[5]، ۲۰۱۱؛ بایناردِ[6] و دیگران، ۲۰۰۹؛ شار[7] و دیگران، ۲۰۱۵؛ ولاکوپولوس[8] و دیگران، ۲۰۱۵). افزایش مکرر سختی شریانی، سطح پایه سختی شریانی را افزایش می‌دهد (دیوان[9] و دیگران، ۲۰۰۵)، در حالی که مهار آن، ممکن است سلامت را بهبود بخشد. هوانگ[10] و دیگران (۲۰۰۷) گزارش کرده اند که سطح گلوکز خون پس از مصرف ۷۵ گرم گلوکز با میزان سختی شریانی در انسان های سالم، رابطه مثبت دارد و خطر بیماری قلبی عروقی مرتبط با عملکرد شریانی، که خود آن نیز به دلیل افزایش سطح گلوکز خون پس از مصرف گلوکز می باشد، افزایش می‌یابد. مطالعات دیگر نیز نشان داده که پس از مصرف ۷۵ گرم گلوکز، سختی شریانی و سطح گلوکز خون به شدت افزایش می‌یابد (کوبایاشی[11] و دیگران، ۲۰۱۵). از طرف دیگر، نشان داده شده است که فعالیت ورزشی حاد هوازی با شدت کم و متوسط، سختی شریانی را کاهش می دهد (مک کلین[12] و دیگران، ۲۰۰۷). محققین در مطالعه اثرات حاد دوره های مکرر ورزش هوازی بر سختی شریانی پس از مصرف ۷۵ گرم گلوکز خوراکی، نشان داده اند که دوره های تکراری حاد فعالیت های هوازی، از افزایش سطح گلوکز و سختی شریانی متعاقب مصرف گلوکز، جلوگیری می‌کند (کوبایاشی و دیگران، ۲۰۱۵). این تیم تحقیقی در مطالعه ای دیگر به مقایسه اثرات حاد ورزش هوازی با دو شدت (۶۵ و ۲۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره) و مدت ۳۰ دقیقه بر سختی شریانی قبل و بعد از مصرف گلوکز پرداخته و نشان داده اند که ورزش هوازی با شدت ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره، به طور موثرتری (در مقایسه با شدت ۲۵ درصد) در کاهش سختی شریانی ناشی از مصرف گلوکز نقش دارد (کوبایاشی و دیگران، ۲۰۱۶). این تحقیق نشان داد که شدت فعالیت در میزان کاهش اثرات مصرف گلوکز موثر است، ولی در این تحقیق از شدت های بالای فعالیت استفاده نشده و به نظر می‌رسد نقش تفاوت شدت فعالیت‌های هوازی (کم، متوسط و شدید) قبل از مصرف گلوکز، بر سختی شریانی، نیاز به بررسی بیشتر دارد؛ چرا که می توان انتظار داشت، شدت های بالای فعالیت با تغییرات متابولیکی و فشار فیزیولوژیکی که ایجاد می کنند، پاسخ‌های عروقی متفاوتی نیز به‌همراه داشته باشند، از طرف دیگر، به نظر می رسد این تفاوت شدت ها به ویژه در افراد با سطوح آمادگی ناهمسان، می‌توانند به پاسخ‌های متفاوتی منجر شود؛ چرا که در همه سازگاری‌های فیزیولوژیک، سطح آمادگی جسمانی بر پاسخ‌های افراد به فعالیت اثرگذار است و پاسخ عروقی نیز از این قاعده مثتثنی نیست. بر اساس آنچه بیان شد، تحقیق حاضر به اجرا درآمد تا به این سوال پاسخ داده شود که آیا شدت‌های مختلف فعالیت هوازی (کم، متوسط و شدید) قبل از مصرف گلوکز، بر شاخص عروقی قلبی- مچ پایی[13] (CAVI) متعاقب آن، در زنان با سطوح مختلف آمادگی (فعال و غیر فعال)، منجر به چه پاسخ‌هایی می شود؟

روش تحقیق

با توجه به نمونه آماری، متغیرها و اهداف طرح شده؛ روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی می باشد. نمونه آماری تحقیق را ۱۵ نفر از اعضای تیم فوتسال بانوان شاهرود و ۱۲ نفر غیرفعال از دانشجویان (غیر رشته تربیت بدنی) دانشگاه شاهرود در همان بازه سنی و بر اساس معیارهای ورود

1. Bennett
2. Yeh
3. Ribeiro
4. Yu
5. Eiken and Kolegard
6. Baynard
7. Shore
8. Vlachopoulos
9. DeVan
10. Huang
11. Kobayashi
12. Mc Clean
13. Cardio-ankle vascular index

تشکیل دادند (جدول ۱). حجم نمونه بر اساس تحقیقات قبلی و مطالعات انجام شده در نمونه های انسانی، تعیین گردید (کوبایاشی و دیگران، ۲۰۱۵؛ ۲۰۱۹).

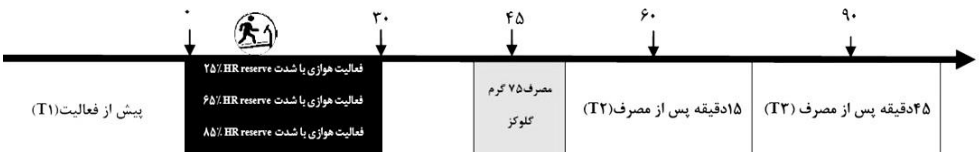
جدول ۱. معیارهای ورود به تحقیق

معیارهای ورود به تحقیق
داشتن سن بین ۳۵-۱۸ سال
عدم شرکت در تمرینات ورزشی منظم حداقل در مدت یک سال پیش از شروع تحقیق در گروه غیرفعال و داشتن تمرینات منظم (سه جلسه در هفته) حداقل به مدت دو سال در گروه فعال
عدم ابتلا به چاقی (شاخص توده بدنی کمتر از ۳۰ کیلوگرم مترمربع)
عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن یا حاد
قرار نداشتن در دوره بارداری
عدم استعمال سیگار حداقل در مدت یک سال پیش از شروع تحقیق
عدم مصرف مواد الکلی
دارا بودن فشار خون طبیعی

معیارهای خروج مطالعه حاضر نیز غیبت در یکی از سه جلسه آزمون، عدم توانایی انجام فعالیت ورزشی و ابتلا به بیماری ویروسی بود. در این پژوهش، از روش نمونه‌گیری در دسترس برای جذب آزمودنی‌های مورد نظر استفاده شد. آزمودنی‌ها پس از امضا رضایت نامه شرکت در پژوهش، در دو گروه ۱۵ نفری قرار گرفتند و با توجه به شرایط پاندمی کرونا، سه نفر از گروه غیرفعال در مراحل پایانی تحقیق حاضر نشدند؛ لذا در انتها تعداد افرادی که مطالعه را به پایان رساندند، ۱۵ نفر در گروه فعال و ۱۲ نفر در گروه غیرفعال بودند. کلیه این افراد آموزش دیدند تا فعالیت‌های بدنی و رژیم غذایی قبلیِ خود را در سرتاسرِ طول دوره پژوهش بدون تغییر، حفظ کنند (جدول ۲).

شرکت کنندگان هر یک در سه جلسه فعالیت هوازی با سه شدت مختلف به صورت متقاطع با فاصله ۷۲ ساعت شرکت داده شدند. روز اول، ترکیب بدنیِ با استفاده از دستگاه in body 270 ساخت کشور کره جنوبی مورد سنجش قرار گرفت. در ابتدای هر یک از سه روز فعالیت و آزمون، ضربان قلب استراحتی پس از ۱۵ دقیقه استراحت در حالت درازکش اندازه گیری شد و پس از آن، آزمون اولیه سختی شریانی گرفته شد. سپس گرم کردن عمومی مشتمل بر پنج دقیقه پیاده روی تند یا دویدن نرم روی نوارگردان به اجرا درآمد. بعد از گرم کردن در هر سه روز، یک پروتکل فعالیت هوازی شامل ۳۰ دقیقه دویدن بر روی نوارگردان با سه شدت مختلف و با رصد مداوم ضربان قلب توسط ضربان سنج پولار به اجرا درآمد. آزمودنی ها به طور متقاطع پروتکل فعالیت حاد هوازی با سه شدت مختلف را به شکلی به اجرا درآورند که روز اول با شدت ۲۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره؛ روز دوم با شدت ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره؛ و روز سوم با شدت ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره (همه به مدت ۳۰ دقیقه) فعالیت کردند.

به جهت اهمیت اثرگذاری تغذیه بر متغیرهای مورد اندازه‌گیری، تمام آزمون ها بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی انجام شد. با توجه به تحقیقات گذشته و از طرفی نتایج مطالعه مقدماتی (پایلوت[1]) قبل از شروع تحقیق اصلی، طراحی بدین صورت انجام شد که آزمودنی‌ها ۱۵ دقیقه بعد از انجام هر فعالیت، مقدار ۷۵ گرم کلوکز حل شده در ۲۲۵ میلی لیتر آب را نوشیدند، با توجه به پیشینه تحقیق در خصوص اثرات حاد ورزش بر عروق، به نظر می رسید که بیشترین تداخل اثر فعالیت ورزشی و مصرف گلوکز در زمان‌های نزدیک به اتمام فعالیت باشد (کوبایاشی و دیگران، ۲۰۱۶)، لذا ابتدا پایلوت صورت گرفت و زمان ۱۵ دقیقه پس از فعالیت برای مصرف گلوکز انتخاب شد، الگویی که به واقعیت مصرف مواد غذایی پس از ورزش هم نزدیک تر است. در ادامه، به مدت ۱۵ دقیقه استراحت غیر فعال در نظر گرفته شد و مرحله دوم اندازه‌گیری سختی شریانی انجام گردید. در نهایت، به مدت ۳۰ دقیقه دیگر استراحت غیرفعال انجام و سپس سومین و آخرین مرحله اندازه‌گیری سختی شریانی (که همه در یک جلسه بود) انجام شد (شکل ۱).



(**T**: زمان اندازه گیری سختی شریانی)

شکل ۱. طرحواره مراحل مختلف طرح تحقیق

1. Pilot

متغیر اصلی تحقیق CAVI بود که به وسیله دستگاه غربالگری عروقی[1] مدل vasera 2000 ساخت کمپانی فوکادا[2] ژاپن اندازه‌گیری شد. اگرچه این شاخص از سرعت موج نبض بین قلب و مچ پا به دست می آید، ولی اساسا مشابه پارامتر سختی بتا[3] است و بنابراین، به تغییرات فشارخون در طول اندازه گیری بستگی ندارد. نشان داده شده است که CAVI یک اندازه گیری از وضعیت سختی شریان ها مستقل از فشار خون (در زمان اندازه گیری) است، اما با وضعیت فشار خون بالا، تحت تاثیر قرار می گیرد و با کاهش وزن، بهبود می یابد (شیرای[4] و دیگران، ۲۰۱۱). CAVI یک متغیر جدید است که سختی کلی شریان از مبدا آئورت تا مچ را برآورد می کند و قادر به نشان دادن خطر تصلب شرایین می باشد (یبوه[5] و دیگران، ۲۰۱۶). این شاخص نشان دهنده سختی آئورت، شریان نارک نئی و شریان درشت نئی است و با سرعت موجب نبض[6] نیز که به طور معمول برای اندازه گیری سختی شریان ها استفاده می شود؛ نیز سازگار است. این شاخص برای اولین بار توسط محققین ژاپنی در سال ۲۰۰۴ معرفی شد و پس از آن، با توجه به روش غیرتهاجمی و نیز وابسته نبودن به فشار خون و نیز نشان دادن میزان سختی شریان‌های مرکزی، مورد استقبال محققین و جامعه پزشکی قرار گرفت (تاکاکی و دیگران، ۲۰۰۷). در خصوص اعتبار CAVI تحقیقات نشان داده اند که ارتباط مثبت و معنی داری بین این روش و پارامتر بتا وجود دارد (p<۰/۰۱ و r=۰/۶۷) و این ارتباط بین CAVI و سرعت موجب نبض نیز مثبت و معنی دار (p<۰/۰۰۰۱ و r=۰/۸۸) گزارش شده است (ایزوهارا[7] و دیگران، ۲۰۰۸).

برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده ها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف[8] و برای مقایسه تفاوت ها (بین گروهی و درون گروهی) از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی[9] بهره برداری شد. کلیه محاسات آماری با نرم افزار نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ صورت گرفت و سطح معنی داری آماری p<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

جدول ۲. توصیف متغیرهای ترکیب بدنی گروه ها قبل از مداخله

شاخص ها	گروه ها	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
وزن (کیلوگرم)	فعال	۱۵	۵۴/۶۹	۱۷/۲۹
	غیرفعال	۱۲	۶۷/۵۷	۱۰/۲۲
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	فعال	۱۵	۲۰/۷۴	۱/۹۳
	غیرفعال	۱۲	۲۳/۰۴	۳/۱۶
چربی (درصد)	فعال	۱۵	۲۵/۷۴	۵/۰۹
	غیرفعال	۱۲	۲۸/۲۶	۴/۸۹

یافته ها

آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بیانگر توزیع طبیعی داده‌ها در دو گروه شرکت کننده بود (p>۰/۰۵)، لذا از آزمون پارامتریک تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر با عامل بین گروهی استفاده شد و مشخص گردید که در مقام مقایسه بین گروهی، در جلسه فعالیت با شدت ۲۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره، با دو گروه دیگر (از نظر شدت فعالیت) تفاوت معنی داری وجود دارد (p=۰/۰۰۵)؛ تفاوتی که به دلیل افزایش CAVI در گروه غیرفعال در مرحله سوم اندازه گیری (به نسبت گروه فعال) ایجاد شده است. در مقایسه بین‌گروهی، CAVI در جلسه فعالیت با شدت ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره تفاوت معنی داری داشت (p=۰/۰۱) که به دلیل کاهش بیشتر CAVI در گروه فعال در مرحله دوم و سوم اندازه‌گیری (به نسبت گروه غیرفعال) بود. با این حال، تفاوت های درون گروهی CAVI در جلسات فعالیت با شدت ۲۵ و ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب، در هر دو گروه فعال و غیرفعال از نظر بدنی معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵). به علاوه، CAVI در جلسه فعالیت با شدت ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره بین دو گروه تفاوت معنی داری (p=۰/۵۸) نداشت (جدول ۳).

بحث

یافته‌های حاصل از تحقیق حاضر حاکی از آن است که هر چند در ابتدا CAVI گروه غیرفعال بالاتر بود، مصرف گلوکز متعاقب سه وهله فعالیت حاد هوازی با شدت‌های مختلف، موجب شد CAVI پس از فعالیت با شدت ۲۵ و ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره در افراد فعال، کاهش یابد. بر اساس تغییرات ایجاد شده در CAVI، به نظر می‌رسد الگوی خاصی در تغییرات آن رخ داده است؛ به گونه ای که

1. Vascular screening device
2. Fukuda
3. Stiffness parameter β
4. Shirai
5. Yeboah
6. Pulse wave velocity
7. Izuhara
8. Kolmogorov–Smirnov
9. Bonferroni

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر در مورد مقایسه CAVI گروه ها در زمان های مختلف پس از فعالیت و مصرف گلوکز

شدت فعالیت	گروه ها	قبل از فعالیت هوازی	۱۵ دقیقه پس از مصرف گلوکز	۴۵ دقیقه پس از مصرف گلوکز	F	p	مقایسه بین گروهی F	مقایسه بین گروهی p
فعالیت با شدت ٪۲۵	فعال	۵/۱۶ ±۰/۸۳	۵/۲۵ ±۰/۶۴	۴/۸۳ ±۰/۶۴	۳/۱۳	۰/۰۵	۹/۳۱	*۰/۰۰۵
	غیرفعال	۵/۸۸±۰/۴۲	۵/۵۳ ±۰/۶۹	۵/۶۸ ±۰/۶۹	۱/۱۸	۰/۳۲		
فعالیت با شدت ٪۶۵	فعال	۵/۳۹ ±۰/۶۸	۴/۸۱ ±۰/۷۶	۴/۰±۹۹/۴۴	۶/۱۳	۰/۰۶	۶/۶۹	*۰/۰۱
	غیرفعال	۵/۹۷ ±۰/۷۱	۵/۶۲ ۱±/۰۵	۵/۴۹ ±۰/۷۱	۳/۰۸	۰/۰۶		
فعالیت با شدت ٪۸۵	فعال	۵/۳۳ ±۰/۵۹	۵/۱۱ ۰±/۶۷	۵/۱۵ ±۰/۶۱	۰/۷۳	۰/۴۸	۰/۳۰	۰/۵۸
	غیرفعال	۵/۶۹ ±۰/۸۷	۵/۵۲ ۰±/۵۸	۴/۷۸ ±۱/۴۹	۳/۶۸	۰/۰۶		

* نشانه تفاوت معنی دار بین گروه ها در سطح p<۰/۰۵.

در افراد غیرفعال ۳۰ دقیقه پس از اتمام فعالیت که در واقع ۱۵ دقیقه پس از مصرف گلوکز می‌باشد، به دلیل آن که بدن همچنان تحت تاثیر فشار فیزیولوژیک ناشی از فعالیت می‌باشد و هنوز تاثیر مصرف گلوکز ایجاد نشده است، این شاخص کاهش یافته؛ اما در زمان سوم اندازه‌گیری که ۶۰ دقیقه پس از فعالیت و به عبارتی، ۴۵ دقیقه پس از مصرف گلوکز می‌باشد، بسته به شدت فعالیت، تغییرات ناشی از مصرف تعدیل گردیده، به نحوی که به دنبال فعالیت حاد با شدت ۲۵ درصد، افزایش پیدا کرده، اما پس از فعالیت‌های با شدت ۶۵ با کاهش همراه بوده است. این تغییرات نشان از غلبه تاثیرات فیزیولوژیک فعالیت حاد بر خنثی کردن اثر گلوکز در افزایش سختی شریانی دارد. از آنجا که پس از فعالیت حاد، گشاد شدن عروق ناشی از عوامل موضعی و میوژنیک[1] اتفاق می افتد و عواملی چون نیتریک اکساید[2] (NO) می‌توانند باعث کاهش مقاومت عروقی گردند و با توجه به این که یکی از عوامل موثر بر گشادشدن عروق، اسید لاکتیک و اسیدیته خون می باشد (رامانلال و گوپتا، ۲۰۲۰)؛ احتمالاً شدت های بالاتر فعالیت بدنی که منجر به تولید اسید لاکتیک بیشتر و در پی آن، اسیدیته محیطی بالاتر در بدن می‌شوند، تفاوت در تغییرات شاخص CAVI پس از شدت های مختلف بارزتر می گردد. این یافته ها با نتایج سلسله تحقیقات تیم کوبایاشی و دیگران (۲۰۱۸) که از افزایش سختی شریانی پس از مصرف گلوکز حمایت کرده اند و نیز نتایج بدست آمده در خصوص تاثیر تمرین هوازی بر خواص ساختمانی دیواره شریان‌ها و تغییر سختی شریانی حمایت می کند (کوبایاشی و دیگران، ۲۰۱۸). این محققین تاثیر وهله های ورزش هوازی بر سختی شریانی بعد از مصرف ۷۵ گرم گلوکز را بررسی نموده و نشان داده اند که دوره های تکراری فعالیت حاد هوازی، موجب مهار سختی شریانی می شود که معمولا به دنبال افزایش مصرف گلوکز رخ می دهد. همچنین کوبایاشی و دیگران (۲۰۱۶) ضمن بررسی تأثیر ورزش حاد هوازی با شدت متوسط (۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، به مدت ۳۰ دقیقه) بر سختی شریانی قبل و بعد از مصرف گلوکز، نشان داده‌اند که فعالیت هوازی به طور موثری در کاهش سختی شریانی پس از مصرف گلوکز نقش دارد؛ یافته هایی که با نتایج تحقیق حاضر همسو است. به نظر می‌رسد که هیپرگلسیمی باعث اختلال در عملکرد اندوتلیال از طریق کاهش سنتز NO می‌شود (کوزاکووا و پالومبو، ۲۰۱۶)؛ در حالی که اجرای فعالیت ورزشی از طریق مکانیزم های گفته شده، با سختی شریانی مقابله می‌کند. در راستای نتایج تحقیق حاضر، کوبایاشی و دیگران (۲۰۱۵) ضمن بررسی تأثیر ورزش هوازی منظم بر سختی شریانی بعد ازمصرف گلوکز در مردان جوان تمرین کرده و تمرین نکرده؛ آشکار ساخته‌اند که سختی شریانی پس از مصرف گلوکز در افراد تمرین کرده نسبت به افراد تمرین نکرده، به طور معنی داری کمتر است. در این رابطه در تحقیق حاضر نشان داده شد که هر چند در پاسخ اولیه به مصرف گلوکز، تفاوت معنی داری بین افراد فعال و غیر فعال وجود ندارد؛ اما پس از فعالیت با دو شدت ۲۵ و ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره، تفاوت های معنی داری ایجاد می شود. این بخش نتایج با یافته های تحقیق کوبایاشی و دیگران (۲۰۱۵) هم راستا می باشد و احتمالاً به دلیل سازگای های از قبل ایجاد شده در افراد فعال (تمرین کرده) است. این در حالی است که پس از فعالیت با شدت ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره، کاهش غیر معنی دار میزان سختی بویژه در مرحله سوم، در گروه غیرفعال اتفاق افتاد. به نظر می رسد در این شدت فعالیت، حدکثر میزان تولید اسید لاکتیک و به دنبال آن، تغییرات زیاد در PH رخ می دهد. از آنجا که اندازه گیری سختی شریانی در ۳۰ و ۴۵ دقیقه پس از اتمام فعالیت انجام شده و با این که طبق اصول فیزیولوژیک، احتمالاً لاکتات انتهایی در گروه فعال بالاتر است؛ بر اساس شواهد و پیشینه تحقیق، انتظار عملکرد تامپونی و بافری بالاتری در گروه فعال در

1. Myogenic
2. Nitric oxide

زمان های مختلف (دوره ریکاوری) می رفت. با این نتایج می‌توان گفت که احتمالاً عامل اسید لاکتیک و به دنبال آن، تغییرات PH، سختی عروقی را در گروه غیرفعال تحت تاثیر قرار داده و این خود نشان از تفاوت پاسخ‌ها و وجود سازگاری های ایجاد شده در گروه فعال دارد. در کل، تفسیر دقیق نتایج و درک روشن تر موضوع، به تحقیق بیشتر ضمن بررسی سایر عوامل احتمالی درگیر (مانند سطوح لاکتات و نیز تغییرات قند خون) در حین فعالیت نیاز دارد.

نتیجه گیری: تحقیقات اندکی در خصوص اثر فعالیت حاد بر CAVI و نیز تاثیر مصرف گلوکز بر این متغیر انجام گردیده است. در تحقیق حاضر نشان داده شد که فعالیت حاد هوازی با شدت‌های متفاوت، در دو گروه افراد فعال و غیر فعال، می تواند اثر مصرف گلوکز را تعدیل نماید و به نظر می رسد با بالا رفتن شدت فعالیت، اثر ماندگاری کاهش سختی شریانی بیشتر شده و این موضوع به ویژه در گروه غیرفعال دیده می شود.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله هیچ تضاد منافعی ندارند.

قدردانی و تشکر

در پایان از تمامی شرکت کنندگان و همچنین تمام افرادی که در تمامی مراحل انجام این مطالعه به ما یاری رساندند؛ تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

Azadnajafabad, S., Mohammadi, E., Aminorroaya, A., Fattahi, N., Rezaei, S., Haghshenas, R., … & Farzadfar, F. (2021). Non-communicable diseases' risk factors in Iran; a review of the present status and action plans. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, **1-9.**

Azizi, M., & Hosseini, R. (2013). Relationship between physical activity level and risk factors of cardiovascular disease in male college students. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, 1***(2), 110-123. [In Persain]**

Bahram, M.E., Pourvaghar, M.J., Mojtahedi, H., & Movahadi, A.R. (2014). The effect of 8 weeks of aerobic exercise training on some of cardiovascular endurance and body composition characteristics of male high school students in Kashan. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, 2***(4), 90-100. [In Persain]**

Baynard, T., Carhart, R., Weinstock, R., Ploutz-Snyder, L., & Kanaley, J. (2009). Short-term exercise training improves aerobic capacity with no change in arterial function in obesity. *European Journal of Applied Physiology, 107***(3), 299-308.**

Bennett, J. E., Stevens, G. A., Mathers, C. D., Bonita, R., Rehm, J., Kruk, M. E., ... & Ezzati, M. (2018). NCD Countdown 2030: worldwide trends in non-communicable disease mortality and progress towards Sustainable Development Goal target 3.4. *The Lancet, 392***(10152), 1072-1088.**

DeVan, A.E., Anton, M.M., Cook, J.N., Neidre, D.B., Cortez-Cooper, M.Y., & Tanaka, H. (2005). Acute effects of resistance exercise on arterial compliance. *Journal of Applied Physiology, 98***(6), 2287-2291.**

Eiken, O., & Kölegård, R. (2011). Repeated exposures to moderately increased intravascular pressure increases stiffness in human arteries and arterioles. *Journal of hypertension, 29***(10), 1963-1971.**

Guimarães, G.V., Ciolac, E.G., Carvalho, V.O., D'Avila, V.M., Bortolotto, L.A., & Bocchi, E.A. (2010). Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension. *Hypertension Research, 33***(6), 627-632.**

Huang, C. L., Chen, M. F., Jeng, J. S., Lin, L. Y., Wang, W. L., Feng, M. H., ... & Su, T. C. (2007). Postchallenge hyperglycaemic spike associate with arterial stiffness. *International Journal of Clinical Practice, 61***(3), 397-402.**

Izuhara, M., Shioji, K., Kadota, S., Baba, O., Takeuchi, Y., Uegaito, T., ... & Matsuda, M. (2008). Relationship of cardio-ankle vascular index (CAVI) to carotid and coronary arteriosclerosis. *Circulation Journal, 72***(11), 1762-1767.**

Kobayashi, R., Hashimoto, Y., Hatakeyama, H., & Okamoto, T. (2018). Acute effects of aerobic exercise intensity on arterial stiffness after glucose ingestion in young men. *Clinical physiology and functional imaging, 38***(1), 138-144.**

Kobayashi, R., Hashimoto, Y., Hatakeyama, H., & Okamoto, T. (2019). Acute effects of repeated bouts of aerobic exercise on arterial stiffness after glucose ingestion. *Clinical and Experimental Hypertension, 41***(2), 123-129.**

Kobayashi, R., Yoshida, S., & Okamoto, T. (2015). Arterial stiffness after glucose ingestion in exercise-trained versus untrained men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 40***(11), 1151-1156.**

Kozakova, M., & Palombo, C. (2016). Diabetes mellitus, Arterialwall, and cardiovascular risk assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 13***(2), 201.**

Mc Clean, C. M., Mc Laughlin, J., Burke, G., Murphy, M. H., Trinick, T., Duly, E., & Davison, G. W. (2007). The effect of acute aerobic exercise on pulse wave velocity and oxidative stress following postprandial hypertriglyceridemia in healthy men. *European Journal of Applied Physiology, 100***(2), 225-234.**

Ramanlal, R., & Gupta, V. (2020). *Physiology, Vasodilation***. StatPearls. website: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32491494/.**

Ribeiro, F., Ribeiro, I. P., Alves, A. J., do Céu Monteiro, M., Oliveira, N. L., Oliveira, J., ... & Duarte, J. A. (2013). Effects of exercise training on endothelial progenitor cells in cardiovascular disease: a systematic review. *American Journal of physical Medicine & Rehabilitation, 92***(11), 1020-1030.**

Shirai, K., Hiruta, N., Song, M., Kurosu, T., Suzuki, J., Tomaru, T., ... & Takata, M. (2011). Cardio-ankle vascular index (CAVI) as a novel indicator of arterial stiffness: theory, evidence and perspectives. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis, 18***(11), 924-938.**

Shore, A. C., Colhoun, H. M., Natali, A., Palombo, C., Östling, G., Aizawa, K., ... & SUMMIT consortium. (2015). Measures of atherosclerotic burden are associated with clinically manifest cardiovascular disease in type 2 diabetes: a European cross-sectional study. *Journal of Internal Medicine, 278***(3), 291-302.**

Takaki, A., Ogawa, H., Wakeyama, T., Iwami, T., Kimura, M., Hadano, Y., ... & Matsuzaki, M. (2007). Cardio-ankle vascular index is a new noninvasive parameter of arterial stiffness. *Circulation Journal, 71***(11), 1710-1714.**

Vlachopoulos, C., Aznaouridis, K., & Stefanadis, C. (2010). Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American College of Cardiology, 55***(13), 1318-1327.**

Yeboah, K., Antwi, D.A., & Gyan, B. (2016). Arterial stiffness in nonhypertensive type 2 diabetes patients in Ghana. *International Journal of Endocrinology, 2016,* **1–8.**

Yeh, G.Y., Wang, C., Wayne, P.M., & Phillips, R. (2009). Tai chi exercise for patients with cardiovascular conditions and risk factors: a systematic review. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention, 29***(3), 152.**

Yu, E., Malik, V.S., & Hu, F.B. (2018). Cardiovascular disease prevention by diet modification: JACC health promotion series. *Journal of the American College of Cardiology, 72***(8), 914-926.**