

## تأثیر شش هفته تمرین هوازی بر سطوح سرمی و عضلانی اسید اسکوربیک و SVCT2 بافت عضله سولئوس در رت های ویستار

اکبر قلاوند<sup>۱\*</sup>، پژمان معتمدی<sup>۲</sup>، حمید رجبی<sup>۳</sup>، ندا خالدی<sup>۲</sup>

### چکیده

زمینه و هدف: انتقال دهنده ویتامین C وابسته به سدیم نوع ۲ (SVCT2) نقش مهمی در انتقال اسید اسکوربیک به تارهای کند انقباض دارد. با توجه به اهمیت اسید اسکوربیک در تارهای عضلانی و نقش SVCT2 در انتقال این ویتامین، هدف تحقیق حاضر بررسی اثر تمرینات هوازی بر سطح اسید اسکوربیک سرمی و بافتی و SVCT2 در عضله سولئوس رت های آزمایشگاهی بود.

روش بررسی: در تحقیق تجربی حاضر ۱۰ سر رت نر نژاد ویستار به صورت تصادفی به دو گروه تمرین هوازی و کنترل تقسیم شدند. تمرینات به صورت ۶ هفته دویدن هوازی روی تردمیل، ۵ جلسه در هفته و هر جلسه تمرین به مدت ۴۰-۲۰ دقیقه در روز، با سرعت ۲۰-۱۰ متر در دقیقه انجام شد. بافت هموژن شده عضله سولئوس و سرم به منظور بررسی اثر ورزش بر متابولیسم اسید اسکوربیک بررسی شد. به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات از آزمون های تی مستقل و تحلیل کواریانس استفاده شد ( $P \leq 0/05$ ).

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین سطح SVCT2 عضله سولئوس و همچنین سطوح اسید اسکوربیک سرمی و عضلانی در دو گروه تمرین و کنترل وجود نداشت ( $P > 0/05$ ).

نتیجه گیری: با توجه به نتایج تحقیق حاضر می توان گفت که ۶ هفته تمرین هوازی اثر معنی داری بر سطوح اسید اسکوربیک سرمی و عضلانی و سطح SVCT2 عضلانی در رت های آزمایشگاهی ندارد و عضله کندانقباض رت های سالم محدودیتی در برداشت اسید اسکوربیک سرمی و تأمین اسید اسکوربیک مورد نیاز خود ندارد.

واژگان کلیدی: تمرین هوازی، اسید اسکوربیک، انتقال دهنده ویتامین C وابسته به سدیم نوع ۲.

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش.

۲- استادیار گروه فیزیولوژی ورزش.

۳- استاد گروه فیزیولوژی ورزش.

۱ و ۲ و ۳- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزش، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

\*نویسنده مسؤل:

اکبر قلاوند؛ گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

تلفن: ۰۰۹۸۰۹۱۶۷۰۱۶۸۳۴

Email: akbarghalavand@gmail.com

## مقدمه

ال- اسید اسکوربیک نام معمولی ویتامین C می باشد که با فرمول شیمیایی 2-oxo-L-threo hexono-1,4-lactone-2,3-enediol از مهمترین ویتامین های محلول در آب می باشد (۱) که در برخی از گونه ها از جمله انسان به دلیل عدم وجود آنزیم کاتالیزوری گلوکونلاکتون اکسیداز در مرحله نهایی بیوسنتز نمی شود و برای آنها به عنوان یک ویتامین محسوب می شود (۲). ویتامین C، یک ماده مغذی ضروری برای انواع مختلف عملکردهای بیولوژیکی است که در شرایط فیزیولوژیکی، در بیوسنتز کلاژن از طریق تسهیل هیدروکسیل کردن پرولین و لیزین نقش دارد. همچنین ویتامین C در چندین واکنش هیدروکسیلیتیک مهم مانند بیوسنتز کاتکولامین ها (از طریق تبدیل دوپامین به نوراپی نفرین)، ال-کارنیتین، کلاسترول، اسید آمینه و برخی از هورمون های پپتیدی در انسان ها عمل می کند (۳)؛ همچنین در سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی نیز نقش اصلی دارد (۴). راه اصلی حمل و نقل اسید اسکوربیک به سلول توسط انتقال دهنده ویتامین C وابسته به سدیم (SVCT) از طریق انتقال فعال ثانویه می باشد (۵). SVCTها پروتئین های غشایی هستند که با دو ژن مختلف بسیار مشابه در ساختار کد می شوند (۶، ۷). ساختار پروتئینی ایزوفورم SVCT1 در انسان دارای ۵۹۸ آمینو اسید است در حالی که SVCT2 ۶۵۰ آمینو اسید دارد (۸). SVCT2 دارای میل ترکیبی بالا ( $K_m$  values of 8–69  $\mu M$ ) اما ظرفیت کم ( $1 \text{ pmol/min/cell}$ ) برای انتقال ویتامین C می باشد (۸، ۹). بیان ایزوفورم های SVCT در بافت های مختلف، متفاوت می باشد. در همین خصوص کو و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی عنوان کردند که SVCT2 عامل مهمی در انتقال اسید اسکوربیک به درون بافت های نظیر عضلات هستند که نسبت SVCT1 پایبندی دارند (۱۰). SVCT2 ترجیحاً در تارهای کند انقباض اکسیداتیو بیان می شود (۱۱). تارهای عضلانی کند انقباض به دلیل فعالیت اکسیداتیو در معرض

رادیکال های آزاد می باشند. به نظر می رسد جذب اسکوربات از طریق SVCT2 مربوط به ماهیت اکسیداتیو تارهای کند انقباض می باشد (۱۲). اگر چه تغییرات SVCT2 در طول دوره رشد بارزتر است و یکی از ویژگی های تارهای کند- انقباض می باشد؛ اما سطح پویای بیان SVCT2 می تواند برای ویژگی های مختلف فیزیولوژی عضله اسکلتی مانند شکل گیری سلول های عضلانی، رشد و فعالیت مربوط باشد (۱۱). شرایط پاتولوژیک مانند بیماری ها و همچنین شرایط فیزیولوژیک مانند ورزش به عنوان یک عامل استرس زا ممکن است موجب تغییرات اسید اسکوربیک و انتقال دهنده های آن شود؛ در همین خصوص کمپوس و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی نشان دادند که هم تمرینات شنا و هم القای دیابت موجب تغییرات اسکوربیک اسید غده فوق کلیه در موش های صحرایی شد (۱۴). همچنین به نظر می رسد بیان SVCT2 می تواند به صورت مثبت و منفی توسط حضور اکسیدان ها و آنتی اکسیدان ها تنظیم شود (۱۵). سلول های عضلانی با استفاده از انتقال دهنده های ویتامین C سیستم کارایی برای انباشت ویتامین C می باشند (۱۵). فعالیت بدنی به صورت طبیعی موجب تولید گونه های اکسیداتیو در عضله اسکلتی می شود که در شرایط ورزش شدید، پیری و بیماری های خاص می تواند موجب آسیب این بافت ها شود. با این حال، اکسیداسیون به طور معمول توسط مکانیسم های مختلف آنتی اکسیدانی کنترل می شود. یکی از مهم ترین عوامل آنتی- اکسیدانی ارگانیک ویتامین C می باشد که حدود ۵۰٪ آن در عضلات اسکلتی ذخیره می شود (۱۶). در همین راستا ساوینی و همکاران در تحقیقی برون تنی گزارش کردند که ژن SVCT2 در حضور H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> بیش بیان می شود (۱۵) و این مکانیزم می تواند موجب افزایش اسید اسکوربیک درون سلولی و افزایش دفاع آنتی اکسیدانی در سلول شود.

به نظر می رسد تمرینات ورزشی می تواند بر متابولیسم ویتامین C و ذخایر آن موثر باشد (۱۵). تمرینات ورزشی

## روش بررسی

در تحقیق تجربی حاضر که به روش آزمایشگاهی انجام شد تعداد ۱۰ سر رت نر نژاد ویستار انتخاب شدند و به صورت تصادفی به دو گروه تمرین هوازی و کنترل تقسیم شدند. برای انجام این تحقیق حیوانات مورد آزمایش در طول دوره آشنایی با محیط جدید و نوار گردان و همچنین دوره اجرای پروتکل در قفس‌های پلی کربنات شفاف با ابعاد ۱۵ x ۳۰ x ۱۵ سانتی متر ساخت شرکت رازی راد در دمای محیطی با ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد، چرخه روشنایی به تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت و رطوبت هوا ۵۵ تا ۶۵ درصد نگهداری شدند. غذای حیوانات این تحقیق به صورت پلت توسط شرکت خوراک دام به‌پرور کرج تولید و در هر قفس قرار داده شد. همچنین مقدار غذای مصرفی بین دو گروه تمرین و کنترل یکسان بود. موش‌ها روزانه به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن بدن به ۱۰ تا ۱۲ میلی‌لیتر آب نیاز دارند. در این تحقیق آب مورد نیاز هر حیوان به صورت آزاد در بطری ۵۰۰ میلی‌لیتری ویژه حیوانات آزمایشگاهی در اختیار آن‌ها قرار داده شد. تمامی مراحل نگهداری و کشتار موش‌ها بر اساس کمیته اخلاقی حیوانات انجام شد. از آنجا که موش‌های آزمایشگاهی به بیماری‌های تنفسی بسیار حساس می‌باشند، از این رو تهویه مناسب برای جلوگیری از تجمع آمونیاک حاصل از ادرار حیوانات در محل نگهداری قرار داده شد.

حیوانات به ۲ گروه تمرین هوازی و کنترل تقسیم شدند. گروه تمرین هوازی برنامه تمرینی شامل تمرین هوازی روی نوار گردان، ۵ روز در هفته، ساعت ۱۱ صبح، به مدت ۶ هفته، ۵ جلسه در هفته و هر جلسه تمرین به مدت ۲۰-۴۰ دقیقه در روز (۱۹) را به ترتیب زیر انجام دادند (جدول ۱). لازم به ذکر است که در منابع، این شدت تمرین برای موش‌ها معادل تقریباً ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (۲۰) بیان شده است. همچنین از مجموع ۴۰ دقیقه مذکور، در شروع هر جلسه تمرین، ۵ دقیقه (سرعت ۱۰ متر در دقیقه و شیب صفر) جهت گرم کردن در نظر گرفته شد. در پایان هر جلسه

می‌تواند به عنوان یک استرس فیزیولوژیک با تغییرات رادیکال‌های آزاد و دفاع آنتی‌اکسیدانی (۱۷) بر تغییرات SVCT2 و همچنین سطح ویتامین C سرمی و بافت عضله موثر باشد (۱۵). تارهای عضلانی بر اساس تفاوت در سرعت انقباض که عوامل متفاوتی در آن نقش دارد، به صورت کلی به تارهای تند و کند انقباض تقسیم می‌شوند. از جمله ویژگی‌های تارهای کند انقباض می‌توان به چگالی مویرگی و میتوکندریایی بیشتر و توانایی تحمل خستگی بیشتر نسبت به تارهای عضلانی تند انقباض می‌باشد (۱۸). مشخص شده که بیان SVCT2 در تارهای کند انقباض نسبت به تارهای تند- انقباض بیشتر می‌باشد (۱۲)، که نشان دهنده اهمیت ورود اسید اسکوربیک به تارهای کند انقباض می‌باشد. درک نقش فیزیولوژیکی ویتامین C و انتقال آن به درون سلول از طریق SVCT2 به عنوان راه اصلی انتقال اسید اسکوربیک به تارهای کند انقباض اهمیت ویژه‌ای دارد (۱۵). با توجه نقش فیزیولوژیک SVCT2 در فراهمی اسید اسکوربیک درون عضلانی در تارهای کند انقباض (۱۲) تغییرات سطوح این انتقال دهنده و عوامل موثر بر آن اهمیت دارد. از طرفی تمرینات هوازی به عنوان یک استرس اکسیداتیو ممکن است به علت افزایش رادیکال‌های آزاد که در هنگام فعالیت هوازی افزایش می‌یابد بر سطح اسید اسکوربیک عضلانی و انتقال دهنده اصلی آن (SVCT2) در تارهای کند انقباض به عنوان تارهای فعال در فعالیت هوازی موثر باشد. همچنین با توجه به اینکه نتایج تحقیق حاضر ممکن است منجر به ایجاد استراتژی‌های جدید در حیطه‌های مرتبط با پزشکی و علم ورزش در زمینه کنترل ویتامین C داخل سلولی گردد (۷) ضرورت تحقیق حاضر را نشان می‌دهد. بنابر مطالب گفته شده، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر تمرینات هوازی بر سطوح اسید اسکوربیک سرمی و بافت عضله سولئوس و همچنین بیان پروتئین SVCT2 به عنوان راه اصلی انتقال اسید اسکوربیک در عضله قرمز رت‌های آزمایشگاهی طراحی شد.

ها با استفاده از کیت های مخصوص اسید اسکوربیک (شرکت زلیبو، آلمان، حساسیت ۱ میکروگرم بر میلی لیتر) و SVCT2 (شرکت زلیبو، آلمان، حساسیت ۱۵ پیکروگرم بر میلی لیتر) به روش الایزا انجام شد.

از نظر آماری تمام نتایج به صورت میانگین  $\pm$  خطای استاندارد بیان گردید. به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات از آزمون های t مستقل و تحلیل کواریانس با نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد و سطح معنی داری  $P \leq 0/05$  در نظر گرفته شد.

### یافته ها

جدول ۲ و نمودارهای ۳-۱ مربوط به میانگین سطوح اسید اسکوربیک سرمی و عضلانی و همچنین سطح SVCT2 عضلانی در گروه های تمرین هوازی و کنترل می-باشد.

با توجه به یافته های آزمون تی مستقل جدول ۳ تفاوت معنی داری بین سطح سرمی و عضلانی اسید اسکوربیک بین گروه های تمرین و کنترل وجود نداشت (به ترتیب:  $0/613 = P, 0/254 = P$ ).

با توجه به برقرار بودن پیش شرط های آزمون تحلیل کواریانس برای بررسی اثر ورزش بر سطح SVCT2 عضلانی از آزمون تحلیل کواریانس با کوریت قرار دادن اسید اسکوربیک سرمی و بافت عضله استفاده شد.

با توجه به نتایج آزمون تحلیل کواریانس جدول ۴ تمرینات هوازی اثر معنی داری بر سطح SVCT2 عضله سولئوس ندارد ( $P = 0/241; F = 1/688$ ).

به منظور سرد کردن، در مدت ۵ دقیقه، سرعت نوارگردان به طور معکوس کاهش یافت تا به سرعت اولیه برسد. به منظور تحریک موش ها برای دوییدن، از محرک صوتی (ضربه به دیواره تردمیل) استفاده شد، بدین صورت که در جلسات اول از محرک الکتریکی با ولتاژ کم همراه با محرک صوتی استفاده و پس از شرطی نمودن موش ها به همراه بودن دو محرک، در سایر جلسات به منظور رعایت نکات اخلاقی کار با حیوان آزمایشگاهی، فقط از محرک صوتی استفاده شد. در مدت این ۶ هفته، موش های گروه کنترل نیز برای آشنایی با تردمیل، یک جلسه در هفته، به مدت ۵ دقیقه، با سرعت ۱۰ متر در دقیقه روی تردمیل بدون شیب راه رفتند.

بعد از ۶ هفته، تمام رت ها با تزریق زیر صفاقی هیدرات الکل ۱۰ درصد به میزان ۵ میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بیهوش شده سپس ۸ میلی لیتر از خون قلب حیوان خارج و به لوله آزمایش منتقل شد. نمونه ها به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده پس از جداسازی سرم تا زمان آزمایش در فریزر مخصوص در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد زیر صفر در شرایط مطلوب تا زمان آزمایش نگهداری شدند.

عضله سولئوس به عنوان عضله کند انقباض تشریح و در شرایط فریز نگهداری شد. به منظور سنجش سطوح SVCT2 و اسید اسکوربیک بافت عضلانی، مقدار ۱۰ میلی گرم از بافت عضله سولئوس به عنوان عضله کند انقباض را در دستگاه هموژنایز در بافر فسفات (PBS) لیز کرده و سپس با سانتریفیوژ یخچالدار به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۲۰۰۰ RPM سانتریفیوژ شد. محلول بافت هموژ شده در تیوپ جدید در دمای ۸۰- درجه فریزر نگهداری شد. اندازه گیری

جدول ۱: برنامه تمرین هوازی

هفته	سرعت	زمان	تعداد جلسه در هفته	شیب
اول	۱۰ متر	۲۰ دقیقه	۵ جلسه	صفر
دوم	۱۰ متر	۲۰ دقیقه	۵ جلسه	۵
سوم	۲۰ متر	۳۰ دقیقه	۵ جلسه	۵
چهارم	۲۰ متر	۴۰ دقیقه	۵ جلسه	۵
پنجم و ششم	۲۰ متر	۴۰ دقیقه	۵ جلسه	۵

جدول ۲: سطوح اسید اسکوربیک سرمی و عضلانی و SVCT2 عضله سولتوس

گروه	SVCT2 (pg/ml)	اسید اسکوربیک سرمی (µg/ml)	اسید اسکوربیک عضلانی (µg/ml)
کنترل	۲۸۱/۲۷ ± ۱۷/۸۷	۱۰/۴۰ ± ۲/۰۵	۶/۸۰ ± ۰/۴۴
تمرین	۲۷۹/۰۱ ± ۱۷/۸۱	۱۰/۹۰ ± ۰/۵۵	۷/۰۷ ± ۰/۲۳

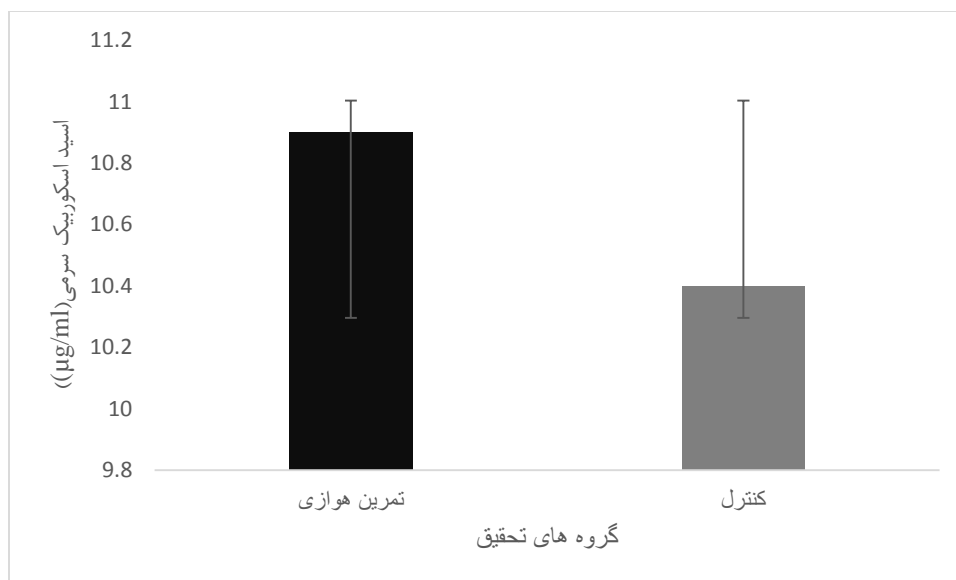
SVCT2: انتقال دهنده ویتامین C وابسته به سدیم نوع ۲

جدول ۳: نتایج آزمون t مستقل برای بررسی اثر ورزش بر سطوح اسید اسکوربیک سرمی و عضلانی

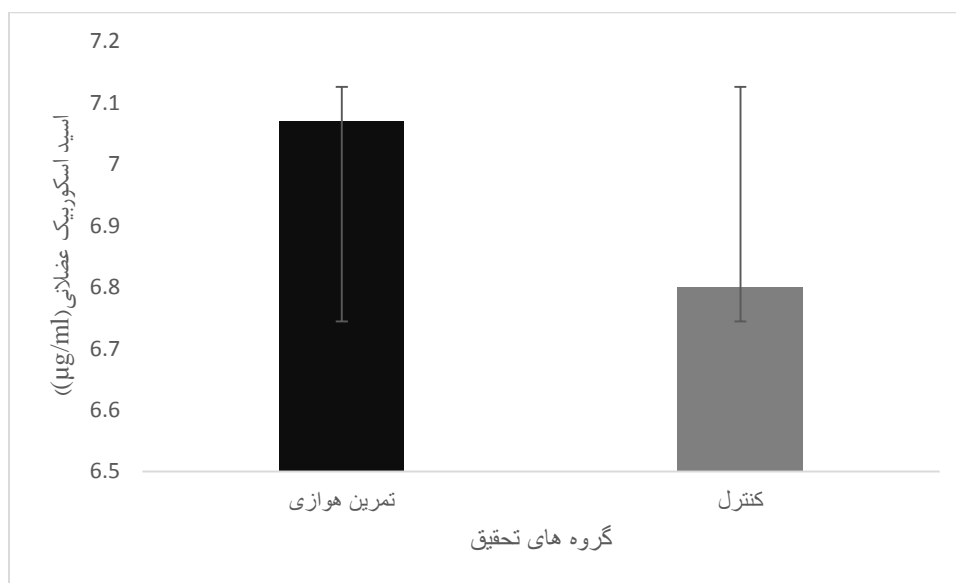
متغیر	df	t	P	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference
						Upper Lower
اسید اسکوربیک سرمی	۸	-۰/۵۲۶	۰/۶۱۳	-۰/۵۰	۰/۹۵	۱/۶۹ -۲/۶۹
اسید اسکوربیک عضلانی	۸	-۱/۲۳۰	۰/۲۵۴	-۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۲۴ -۰/۷۸

جدول ۴: نتایج آزمون تحلیل کواریانس برای بررسی اثر تمرین ورزشی بر SVCT2 عضله سولتوس

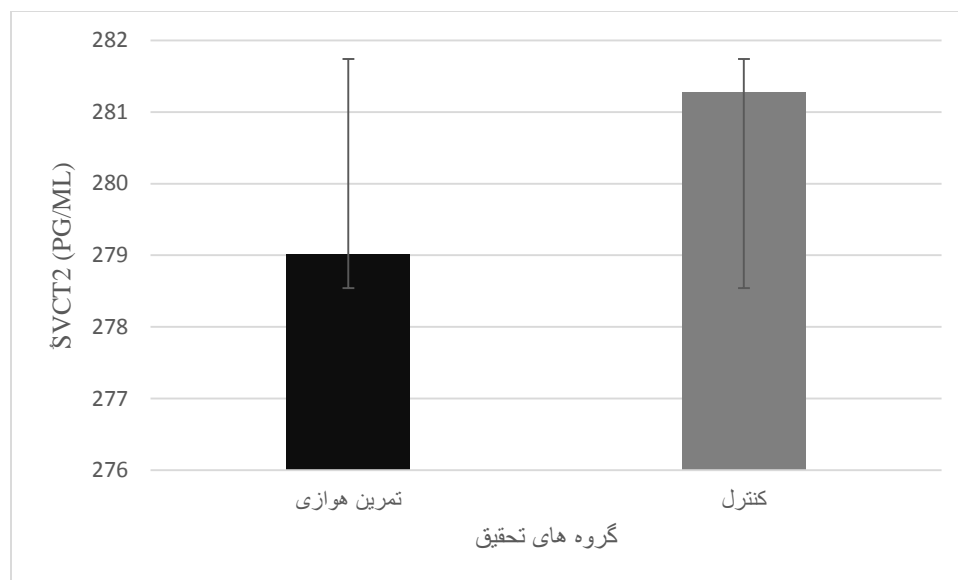
منبع	مجموع مربعات نوع سوم	df	میانگین مربع	F	P	Partial Eta Squared
مدل اصلاح شده	۷۰۳/۷۲	۳	۲۳۴/۵۷	۰/۷۵۹	۰/۵۵۷	۰/۲۷۵
Intercept	۱۴۷۱/۸۴	۱	۱۴۷۱/۸۴	۴/۷۶۰	۰/۰۷۲	۰/۴۴۲
اسید اسکوربیک عضلانی	۱۱۱/۱۷	۱	۱۱۱/۱۷	۰/۳۶۰	۰/۵۷۱	۰/۰۵۷
اسید اسکوربیک سرمی	۵۲۲/۰۵	۱	۵۲۲/۰۵	۱/۶۸۸	۰/۲۴۱	۰/۲۲۰
گروه	۸/۳۷	۱	۸/۳۷	۰/۰۲۷	۰/۸۷۵	۰/۰۰۴
خطا	۱۸۵۵/۱۰	۶	۳۰۹/۱۸			
کل	۷۸۷۳۴۷/۷۵	۱۰				
مجموع اصلاح شده	۲۵۵۸/۸۲	۹				



نمودار ۱: مقایسه سطح اسید اسکوریک سرمی بین گروه تمرین و کنترل



نمودار ۲: مقایسه سطح اسید اسکوریک بافت عضله سولتوس بین گروه تمرین و کنترل



نمودار ۳: مقایسه سطح SVCT2 بافت عضله سولئوس بین گروه تمرین و کنترل

#### بحث

بود؛ علت احتمالی تفاوت در نتایج به خاطر تفاوت در بافت-های مورد آزمایش در دو تحقیق باشد؛ اگر چه بافت عضله به علت تمرینات هوازی تحت تاثیر فشار اکسایشی و رادیکال‌های آزاد عملکرد میتوکندری می‌شود (۲۱). اما ممکن است به دلیل سازگاری‌های ایجاد شده به خاطر تمرینات ورزشی و بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی (۲۱) نیاز به جذب اسیداسکوربیک به عنوان یک ویتامین که نقش آنتی‌اکسیدانی دارد نسبت به غدد فوق کلیه کمتر باشد. با توجه به اینکه غده فوق کلیه مسئول تولید کاتکولامین‌ها می‌باشد و اسید اسکوربیک نقش اساسی در بیوسنتز کاتکولامین‌ها دارد احتمالاً علت کاهش اسید اسکوربیک بافتی در تحقیق کمپوس به خاطر مصرف اسید اسکوربیک و نقش آن در سنتز کاتکولامین‌ها باشد که تحت تمرینات هوازی ساخت این هورمون‌ها افزایش می‌یابد. ساوینی و همکاران (۲۰۰۷) نیز در مطالعه‌ای برون تنی با هدف بررسی مکانیزم‌های کنترل کننده فعالیت SVCT2 در میوتوب‌های C2C12 عنوان کردند که رونویسی ژن SVCT2 می‌تواند به صورت مثبت

در تحقیق حاضر پس از شش هفته تمرین هوازی کاهش  $8/32 \pm 0/51$  درصدی در سطح SVCT2 بافت عضله سولئوس نسبت به گروه کنترل مشاهده شد که از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین در تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری در تغییرات اسید اسکوربیک سرمی و بافتی بین گروه تمرین و کنترل مشاهده نشد (جدول ۳). با توجه به اینکه تغییرات SVCT2 تحت تاثیر تغییرات اسید اسکوربیک می‌باشد، می‌توان عدم تغییر SVCT2 عضلانی را توجیه کرد. تاکنون تحقیقی که به طور مستقیم اثر تمرین ورزشی بر انتقال دهنده‌های ویتامین C وابسته به سدیم بررسی کرده باشد، یافت نشده است؛ اما کمپوس و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی با هدف بررسی اثر تمرینات ورزشی بر سطح اسید اسکوربیک غده فوق کلیه عنوان کردند که تمرینات شنا به مدت ۶۰ دقیقه در روز و ۵ روز در هفته، به مدت ۶ هفته موجب کاهش اسید اسکوربیک غده فوق کلیه نسبت به گروه کنترل سالم می‌شود (۱۴)، که با نتایج تحقیق حاضر ناهمخوان

تحقیقات بیشتری در این زمینه برای بررسی مکانیسم های موثر در تغییرات SVCT2 در پاسخ و یا سازگاری به انواع تمرینات ورزشی با شدت های مختلف تمرینی می باشد.

با توجه به اینکه در تحقیق حاضر سطوح SVCT2 و اسید اسکوربیک عضلانی که از بافت هموژن شده عضله سولئوس که شامل سلول های عضلانی، مایع میان بافتی، تارهای عصبی و همچنین عروق و مویرگ های این بافت می شود، نشان دهنده دقیق تغییرات اسید اسکوربیک درون سلولی و SVCT2 عضلانی نمی باشد که به دلیل محدودیت روش های آزمایشگاهی از محدودیت های تحقیق حاضر بود.

#### نتیجه گیری

در کل یافته های تحقیق حاضر نشان داد که ۶ هفته تمرین هوازی اثر معنی داری بر سطح SVCT2 عضله سولئوس و همچنین سطوح سرمی و عضلانی اسید اسکوربیک در رت های ویستار ندارد. به نظر می رسد که عدم تاثیر تمرین هوازی بر بیان پروتئین SVCT2 به خاطر عدم تغییر سطوح اسید اسکوربیک باشد. با توجه به اینکه موش ها در شرایط طبیعی توانایی تولید اسید اسکوربیک مورد نیاز خود را از مواد غذایی مصرفی دارند ولی کبد انسان به دلیل نداشتن آنزیم گلوکونولاکتون اکسیداز، توانایی تولید اسید اسکوربیک را ندارد؛ ممکن است اثر تمرینات ورزشی بر انسان ها نتایج متفاوتی داشته باشد و نیاز به تحقیقات بیشتری در این خصوص می باشد.

یا منفی توسط حضور ترکیبات اکسیدان (H2O2) یا آنتی اکسیدان (لیپوایت) تنظیم شود. به نظر می رسد که این دستورات عمل SVCT2 از طریق مسیر سیگنالینگ AP-1 و NF-κB کنترل شود. همچنین آنها عنوان کردند که گونه های اکسیژن واکنشی که به طور طبیعی در طی ورزش تولید شده و می توانند باعث آسیب عضلانی شوند نیز می تواند موجب تغییرات SVCT2 شود (۱۵). این در حالی بود که نتایج تحقیق حاضر خلاف ادعای ساوینی و همکاران را نشان داد و مشخص شد که تمرینات هوازی به مدت شش هفته اثر معنی داری بر بیان پروتئین SVCT2 ندارد؛ علت احتمالی تفاوت در نتایج ممکن است به خاطر تفاوت در روش تحقیق و سنجش SVCT2 در تحقیق حاضر که بیان پروتئین SVCT2 سنجیده شد نسبت به تحقیق ساوینی باشد که بیان ژن SVCT2 را سنجیده بودند. همچنین در تحقیق حاضر روی رت های آزمایشگاهی انجام شد در حالی که تحقیق ساوینی تحقیقی برون تنی و کاملا آزمایشگاهی و تحت شرایط کنترل شده بود. با توجه به اینکه در موجودات زنده مسیرهای مختلفی در دفاع آنتی اکسیدانی شرکت می کنند ممکن است نتایج تحقیقات برون تنی و درون تنی متفاوت باشد. یکی دیگر از عوامل احتمالی عدم تغییر پروتئین SVCT2 در تحقیق حاضر نسبت به تحقیق ساوینی ممکن است به خاطر سطوح بیشتر رادیکال های آزاد در تحقیق ساوینی باشد که اعمال کرده بود که در تحقیق حاضر اندازه گیری نشد و از محدودیت های تحقیق حاضر می باشد. با توجه به اینکه تحقیق حاضر اولین تحقیق بود که به بررسی اثر تمرین ورزشی بر سطح SVCT2 پرداخته، نیاز به

#### منابع

- 1-Shukla V, Singh B, A.A.Mahdi, Pandey S. Significance Of Ascorbate In Trans-Plasma Membrane Electron Transport In Health And Disease Of Humans: Review. International Journal of Scientific and Innovative Research. 2014;;2(1):1-11.
- 2-Mandl J, Szarka A, Banhegyi G. Vitamin C: update on physiology and pharmacology. British journal of pharmacology. 2009;157(7):1097-110.



- 3-Grosso G, Bei R, Mistretta A, Marventano S, Calabrese G, Masuelli L, et al. [Frontiers in Bioscience 18, 1017-1029, June 1, 2013] Effects of Vitamin C on health: a review of evidence. *Frontiers in bioscience*. 2013;18:1017-29.
- 4-Chen L, Jia R-h, Qiu C-j, Ding G. Hyperglycemia inhibits the uptake of dehydroascorbate in tubular epithelial cell. *American journal of nephrology*. 2005;25(5):459-60.
- 5-Lindblad M, Tveden-Nyborg P, Lykkesfeldt J. Regulation of vitamin C homeostasis during deficiency. *Nutrients*. 2013;5(8):2860-79.
- 6-Wu X, Iguchi T, Hirano J, Fujita I, Ueda H, Itoh N, et al. Upregulation of sodium-dependent vitamin C transporter 2 expression in adrenals increases norepinephrine production and aggravates hyperlipidemia in mice with streptozotocin-induced diabetes. *Biochemical pharmacology*. 2007;74(7):1020-8.
- 7-Savini I, Rossi A, Pierro C, Avigliano L, Catani M. SVCT1 and SVCT2: key proteins for vitamin C uptake. *Amino acids*. 2008;34(3):347-55.
- 8-Daruwala R, Song J, Koh WS, Rumsey SC, Levine M. Cloning and functional characterization of the human sodium-dependent vitamin C transporters hSVCT1 and hSVCT2. *FEBS letters*. 1999;460(3):480-4.
- 9-Wang Y, Mackenzie B, Tsukaguchi H, Weremowicz S, Morton CC, Hediger MA. Human vitamin C (L-ascorbic acid) transporter SVCT1. *Biochemical and biophysical research communications*. 2000;267(2):488-94.
- 10-Kuo S-M, MacLean ME, McCormick K, Wilson JX. Gender and sodium-ascorbate transporter isoforms determine ascorbate concentrations in mice. *The Journal of nutrition*. 2004;134(9):2216-21.
- 11-Sandoval D, Ojeda J, Low M, Nualart F, Marcellini S, Osses N, et al. The vitamin C transporter SVCT2 is down-regulated during postnatal development of slow skeletal muscles. *Histochemistry and cell biology*. 2013;139(6):887-94.
- 12-Low M, Sandoval D, Avilés E, Pérez F, Nualart F, Henríquez JP. The ascorbic acid transporter SVCT2 is expressed in slow-twitch skeletal muscle fibres. *Histochemistry and cell biology*. 2009;131(5):565-74.
- 13-Gess B, Lohmann C, Halfter H, Young P. Sodium-dependent vitamin C transporter 2 (SVCT2) is necessary for the uptake of L-ascorbic acid into Schwann cells. *Glia*. 2010;58(3):287-99.
- 14-Campos E, Jarrete A, Araujo H, Cayres S, Neto JC, Luciano E. Effect of swimming training on stress-related metabolic parameters of diabetic and non-diabetic rats. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*. 2014;19(2):195.
- 15-Savini I, Rossi A, Catani MV, Ceci R, Avigliano L. Redox regulation of vitamin C transporter SVCT2 in C2C12 myotubes. *Biochemical and biophysical research communications*. 2007;361(2):385-90.
- 16-Sandoval Silva DA. Estudio de la expresión y localización subcelular del transportador de vitamina C (SVCT2) en fenómenos de plasticidad del músculo esquelético. 2012.
- 17-Krause M, Rodrigues-Krause J, O'Hagan C, Medlow P, Davison G, Susta D, et al. The effects of aerobic exercise training at two different intensities in obesity and type 2 diabetes: implications for oxidative stress, low-grade inflammation and nitric oxide production. *European journal of applied physiology*. 2014;114(2):251-60.
- 18-Meznarić M, Cvetko E. Size and proportions of slow-twitch and fast-twitch muscle fibers in human costal diaphragm. *BioMed Research International*. 2016;2016.
- 19-Kim DY, Jung SY, Kim CJ, Sung YH, Kim JD. Treadmill exercise ameliorates apoptotic cell death in the retinas of diabetic rats. *Molecular medicine reports*. 2013;7(6):1745-50.
- 20-Rodrigues B, Figueroa DM, Mostarda CT, Heeren MV, Irigoyen M-C, De Angelis K. Maximal exercise test is a useful method for physical capacity and oxygen consumption determination in streptozotocin-diabetic rats. *Cardiovascular diabetology*. 2007;6(1):38.
- 21-Steinbacher P, Eckl P. Impact of oxidative stress on exercising skeletal muscle. *Biomolecules*. 2015;5(2):356-77.

## The Effect of Six Weeks of Aerobic Training on Serum and Muscle Levels of Ascorbic Acid and SVCT2 of Soleus Muscle Tissue in Wistar Rats

Akbar Gholavand<sup>1</sup>, Pezhman Motamedi<sup>2</sup>, Hamid Rajabi<sup>3</sup>, Neda Khalidi<sup>2</sup>

1-Ph.D Student Exercise Physiology.

2-Assistant Professor of Exercise Physiology.

3-Professor of Exercise Physiology.

1,2,3-Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

\*Corresponding author:

Akbar Ghalavand; Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Tel: +989167016834

Email: akbarghalavand@gmail.com

### Abstract

**Background and Objectives:** Sodium-dependent vitamin C transporter 2 (SVCT2) plays an important role in the transfer of ascorbic acid to slow-twitch fiber. Due to the importance of ascorbic acid in muscle fibers and the role of SVCT2 in the transmission of this vitamin, the purpose of this study was to investigate the effect of aerobic training on serum and tissue ascorbic acid levels and SVCT2 levels in Soleus muscle in experimental rats.

**Subjects and Methods:** In this experimental study, 10 male Wistar rats were randomly divided into two groups: aerobic training and control. Aerobic group, training for 6 weeks of aerobic running on Treadmill, 5 sessions per week and each training session for 20-40 minutes were performed for 10-20 meter per minutes. Homogeneous tissue of soleus muscle and serum were analyzed to evaluate the effect of exercise training on ascorbic acid metabolism. Data were analyzed by independent t-test and covariance analysis ( $P \leq 0.05$ ).

**Results:** The results showed that there was no significant difference between the level of SVCT2 of Soleus muscle and also the levels of serum and muscle ascorbic acid when compared with control group ( $P > 0.05$ ).

**Conclusion:** The results of this study showed 6 weeks of aerobic exercise has no significant effect on serum and muscle ascorbic acid levels and muscle levels of SVCT2. In addition, slow-twitch muscle in healthy rats does not have any limitations on the production of ascorbic acid and supply of ascorbic acid.

**Key words:** Aerobic Training, Ascorbic Acid, Sodium-dependent vitamin C transporter 2.

►Please cite this paper as:

Gholavand A, Motamedi P, Rajabi H, Khalidi N. The Effect of Six Weeks of Aerobic Training on Serum and Muscle Levels of Ascorbic Acid and SVCT2 of Soleus Muscle Tissue in Wistar Rats. *Jundishapur Sci Med J* 2018; 17(5):481-490.

Received: Dec 16, 2018

Revised: Jan 13, 2019

Accepted: Jan 14, 2019