

علوم زیستی ورزشی \_ زمستان ۱۳۸۹

شماره ۷ - ص ص : ۵۸ - ۴۱

تاریخ دریافت : ۲۱ / ۰۶ / ۸۹

تاریخ تصویب : ۱۴ / ۰۲ / ۹۰

## تأثیر شش هفته تمرین هوازی و مکمل ال - کارنیتین بر درصد چربی بدن و نیمرخ لیپید سرم مردان فعال

۱. امیر حسین حقیقی<sup>۱</sup> - ۲. مهدی فروغیان - ۳. محمدرضا حامدی نیا - ۴. مریم چمری  
۱. استادیار دانشگاه تربیت معلم سبزواری، ۲. کارشناس ارشد دانشگاه تربیت معلم سبزواری، ۳. دانشیار دانشگاه تربیت معلم سبزواری، ۴. کارشناس ارشد تغذیه و بیوشیمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

### چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر شش هفته تمرین هوازی و مکمل ال - کارنیتین بر درصد چربی بدن و نیمرخ لیپید سرم مردان فعال بود. روش تحقیق از نوع نیمه تجربی بود. ۱۸ مرد فعال میانسال به صورت داوطلبانه انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه تجربی (۹ نفر با میانگین سن  $44 \pm 8$  سال، وزن  $81.2 \pm 16.6$  کیلوگرم، قد  $173 \pm 0.6$  سانتی متر، شاخص توده بدنی  $26.9 \pm 4.8$  کیلوگرم بر مترمربع) و کنترل (۹ نفر با میانگین سن  $47.8 \pm 8$  سال، وزن  $82.8 \pm 9.5$  کیلوگرم و قد  $169 \pm 0.5$  سانتی متر، شاخص توده بدنی  $29 \pm 3.8$  کیلوگرم بر مترمربع) تقسیم شدند. هر دو گروه به مدت شش هفته به تمرینات هوازی بر مبنای اصل اضافه بار پرداختند. در این مدت گروه تجربی روزانه ۱۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن خود مکمل ال - کارنیتین و گروه کنترل روزانه ۲/۵ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن خود ویتامین B1 مصرف کردند. قبل و بعد از دوره تمرین خونگیری شد. همچنین، توان هوازی و ترکیب بدن اندازه گیری شد. داده ها با استفاده از آزمون کولموگراف - اسمیرنوف،  $t$  همبسته،  $t$  مستقل و آنالیز کوواریانس در سطح  $\alpha < 0.05$  تحلیل شد. نتایج نشان داد که تمرین هوازی و مکمل ال - کارنیتین موجب کاهش معنادار درصد چربی بدن می شود، اما بر تری گلیسیرید، کلسترول تام، LDL-C و HDL-C سرم تأثیر معناداری ندارد. براساس یافته ها می توان گفت افراد میانسال به منظور کاهش درصد چربی بدن، می توانند در کنار تمرینات هوازی، از مکمل ال - کارنیتین به مقدار کم استفاده کنند، اما در زمینه تأثیر تمرینات هوازی و مکمل ال - کارنیتین بر نیمرخ لیپید سرم به تحقیقات بیشتری نیاز است.

### واژه های کلیدی

ال - کارنیتین، تمرین هوازی، نیمرخ لیپید، مردان فعال.

## مقدمه

در گذشته مسئله اضافه وزن در مقایسه با جامعه کنونی، شیوع کمتری داشت. در آن زمان مردم به دلیل شرایط خاص خود، به ناگزیر برای تامین معاش خانواده‌های پرجمعیت خود، فعالیت بدنی و شیوه زندگی فعال تری داشتند. همچنین استفاده از رژیم‌های غذایی سنتی و تازه به جای غذاهای رایج سرخ کرده و آماده کنونی و خواب شبانه بیشتر (به دلیل فقدان شبکه برق رسانی) از مزایای شیوه زندگی سالم آن زمان بود. امروزه با توسعه و صنعتی شدن جوامع، توجه به بهداشت و تندرستی فردی (به ویژه در افراد میانسال)، افزایش یافته است، چرا که زیاد شدن درصد چربی بدن و چربی‌های خون، سلامت نسل کنونی را تهدید می‌کند. از شایع‌ترین اجزای چربی خون که با سلامت ارتباط دارد، می‌توان به کلسترول تام، کلسترول با لیپوپروتئین کم چگال<sup>۱</sup>، کلسترول با لیپوپروتئین پرچگال<sup>۲</sup> و تری‌گلیسرید اشاره کرد. عوامل متعددی بر درصد چربی بدن و نیمرخ لیپید خون تاثیر می‌گذارند که از آن جمله می‌توان به سن، وراثت، اضافه وزن، استعمال دخانیات، فعالیت بدنی، فشار خون، جنسیت، فشار (استرس)، شیوه زندگی، رژیم غذایی و غیره اشاره کرد (۱). اعتیاد به غذاهای آماده<sup>۳</sup>، فراوانی غذاهای کم ارزش مانند چیپس، پفک، نوشابه و تبلیغات گسترده آنها و نیز شیوه زندگی کم تحرک<sup>۴</sup>، تاثیر بسزایی در اضافه وزن و چاقی داشته که این حالت محرک بسیاری از بیماری‌های مختلف مانند دیابت، سرطان، پرفشارخونی و غیره است (۱). از جمله مؤثرترین راه‌های پیشگیری از عوارض اضافه وزن، کنترل تغذیه (کاهش کالری دریافتی) و افزایش کالری مصرفی با تمرین هوازی است. امروزه نقش مفید تمرین هوازی در کاهش چربی بدن و نیمرخ لیپید سرم بخوبی شناخته شده است (۲۸). از طرف دیگر، افرادی که فرصت حضور در میادین ورزشی را ندارند و نیز کسانی که با وجود انجام تمرینات هوازی تغییری در درصد چربی بدن خویش مشاهده نمی‌کنند یا انتظارات بیش از حدی برای کاهش چربی بدن خود دارند، به فکر استفاده از مکمل‌های چربی سوز افتاده‌اند و استفاده از این مواد روزبه‌روز بیشتر شده است. از جمله این مکمل‌ها، ال - ال - کارنیتین است. ال - کارنیتین، شکل فعال کارنیتین در بدن است که می‌توان آن را به صورت مکمل خوراکی تجویز و مصرف کرد. در حال حاضر استفاده از کارنیتین با توجه به نقش مستقیم آن در لیپولیز، دسترسی آسان، هزینه و عوارض کم و

1 - LDL-C

2 - HDL-C

3 - Fast food

4 - Sedentary life-style

نیز مجاز بودن آن، در بین کسانی که به دنبال کاهش وزن هستند، شیوع زیادی یافته است. از طرفی به سبب کمبود تحقیقات مرتبط با تاثیر ال - کارنیتین بر کاهش درصد چربی بدن و نیمرخ لیپید سرم و گاهی نتایج ناهمسو در این زمینه (۱۳، ۱۷، ۲۳، ۱۵)، سعی خواهد شد تا تعامل همزمان مصرف مکمل ال - کارنیتین و تمرین هوازی بر درصد چربی بدن و نیمرخ لیپید سرم، در مدتی طولانی تر (شش هفته) از برخی تحقیقات انجام گرفته (چهار هفته) بررسی شود و در این راستا از مردان فعالی که میانگین سنی بالاتری (۴۶ سال) دارند، استفاده خواهد شد؛ ضمن اینکه، در این پژوهش از کارنیتین کمتری (به طور میانگین کمتر از یک گرم مکمل در روز) در مقایسه با تحقیقات قبلی (۲ تا ۳ گرم در روز) (۸، ۱۳) استفاده می شود. بنابراین با توجه به اهمیت تمرین هوازی و نقش فیزیولوژیکی ال - کارنیتین بر سوخت‌وساز بدن، تحقیق حاضر سعی دارد تاثیر شش هفته تمرین هوازی و مکمل ال - کارنیتین را بر درصد چربی بدن و نیمرخ لیپید سرم مردان فعال بررسی کند.

### روش تحقیق

روش تحقیق از نوع نیمه تجربی است. جامعه آماری، کلیه مردان فعال شهرستان سبزوار با دامنه سنی ۳۳-۵۸ سال هستند. این افراد در مکان های مختلفی از شهرستان به صورت منسجم و همیشگی نرمش صبحگاهی یا شامگاهی انجام می دادند. از این میان در مرحله اول ۴۰ مرد میانسال که چند سال نرمش شامگاهی را در سه نوبت در روزهای زوج هفته انجام می دادند، به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. پس از غربالگری اولیه، ۳۰ نفر برگزیده شدند و در دو گروه (۱) تمرین هوازی و مصرف مکمل ال - کارنیتین (۱۵ نفر) و (۲) تمرین هوازی و دارونما (۱۵ نفر) قرار گرفتند. در طول برنامه، ۴ نفر به دلایل شخصی و اختلال های گوارشی، انصراف دادند و ۸ نفر هم به دلیل غیبت زیاد از نتایج تحقیق کنار گذاشته شدند. در نهایت ۱۸ آزمودنی در دو گروه باقی ماندند و نمونه تحقیق حاضر را تشکیل دادند.

قبل از دوره تمرین هوازی، کارهای مقدماتی شامل تکمیل پرسشنامه فعالیت بدنی (۲)، پرسشنامه سابقه پزشکی (۲)، پرسشنامه بسامد خوراکی (نرم افزار تحلیل گر غذایی (۲)، سنجش ترکیب بدن، آزمون توان هوازی، خونگیری و اطلاعات فردی آزمودنی ها انجام گرفت و همه آنها برگه های رضایت نامه فردی را تکمیل کردند. همه آزمودنی ها افراد سالمی بودند که در یک سال گذشته حداقل سه روز در هفته و هر جلسه به مدت ۴۰ دقیقه ورزش هوازی منظم شامل انواع دوها و نرمش های موزون انجام می دادند و سابقه بیماری نداشتند.

## تمرینات هوازی

تمرینات هوازی محقق ساخته شامل پیاده روی و دویدن نرم، ۳ جلسه در هفته به مدت ۶ هفته بود. برنامه تمرینی هر جلسه شامل ۱۰ دقیقه راه رفتن دور سالن، ۱۰ دقیقه حرکات کششی، ۱۰ دقیقه دویدن آرام، ۲۰ دقیقه حرکات موزون و ایروبیک و ۵ دقیقه سرد کردن بود. در هر جلسه یک دقیقه (۳۰ ثانیه به مدت دویدن و ۳۰ ثانیه به مدت حرکات موزون) به مدت کل تمرین اضافه می شد. بنابراین بعد از ۶ هفته یعنی در جلسه هجدهم برنامه، مدت زمان دویدن به ۱۸/۵ دقیقه و مدت زمان حرکات موزون و ایروبیک به ۲۸/۵ دقیقه و زمان کل تمرین به ۷۲ دقیقه افزایش یافت. در هر جلسه، شدت برنامه تمرین ۶۵ الی ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه هر فرد بود. ضربان قلب بیشینه هر فرد از فرمول (سن - ۲۲۰) محاسبه و ضربان قلب حین تمرین از طریق ضربان سنج پولار کنترل شد.

**مکمل ال - کارنیتین**، به صورت قرص های ۲۵۰ میلی گرمی بود. آزمودنی ها به ازای هر کیلوگرم وزن بدن خود روزانه ۱۰ میلی گرم مکمل ال - کارنیتین همراه با وعده های غذایی اصلی مصرف می کردند (۱۳، ۱۸) که میانگین مصرف روزانه آنها نزدیک به یک گرم (۸۳۶ میلی گرم) بود (۵).

**دارونما**: آزمودنی های گروه کنترل در مدت شش هفته به ازای هر کیلوگرم وزن بدن خود روزانه ۲/۵ میلی گرم ویتامین B1 در دو نوبت صبح و بعدازظهر، همراه با آب مصرف می کردند که میانگین مصرف روزانه آنها دو عدد قرص (۲۰۰ میلی گرم) بود (۲۱، ۲۴).

خونگیری: برای بررسی متغیرهای بیوشیمیایی، نمونه خون بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی در دو نوبت، یکی قبل و دیگری بعد از شش هفته تمرین هوازی گرفته شد. خونگیری از آزمودنی ها در ساعت ۸-۱۰ صبح انجام گرفت و مقدار آن ۵ میلی لیتر بود. پس از این مرحله همه آزمودنی ها، به مدت شش هفته تمرین هوازی انجام دادند و بعد از سپری شدن این مدت و گذشت ۳۶ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، باردیگر همه آزمودنی ها به آزمایشگاه دعوت شدند و مانند مرحله اول از آنها نمونه خون گرفته شد. HDL-C، LDL-C و تری گلیسیرید از طریق کیت های شرکت پارس آزمون ایران و روش فتومتریک و کلسترول تام با روش آنزیماتیک اندازه گیری

شد. درصد چربی با استفاده از دستگاه تحلیل‌کننده ترکیب بدن ساخت کره جنوبی و حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_{2max}$ ) با استفاده از آزمون راکپورت<sup>۱</sup> محاسبه شد (۱۲، ۱۶).

### روش های آماری

از آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی، از آزمون کولموگراف - اسمیرنوف برای طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از آزمون‌های t همبسته و t مستقل برای مقایسه تفاوت‌های درون گروهی و میان گروهی متغیرها و از آزمون آنالیز کوواریانس (ANOVA)، برای حذف تفاوت معنادار در مصرف چربی گروه تجربی و تاثیر آن بر نتایج تحقیق استفاده شد. سطح معناداری داده‌های آماری  $P < 0/05$  در نظر گرفته شد. کلیه عملیات آماری از طریق نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام گرفت.

### نتایج و یافته‌های تحقیق

شاخص‌های دموگرافی و فیزیولوژیکی گروه‌ها در جدول ۱ آورده شده است. نتیجه آزمون آماری t مستقل بر نمره‌های پیش آزمون شاخص‌ها در جدول ۱ نشان می‌دهد که دو گروه تجربی و کنترل در این شاخص‌ها همگن هستند و تفاوت معناداری بین آنها وجود ندارد ( $P \geq 0/05$ ). همچنین نتیجه آزمون آماری t مستقل بر تفاوت میانگین نمره‌ها نشان می‌دهد که درصد چربی بدن در گروه تجربی به طور معنی‌داری از گروه کنترل کمتر است ( $P = 0/01$ )، ( $T = -2/8$ )، اما در شاخص توده بدن، نسبت دور کمر به باسن و توان هوازی ( $VO_{2max}$ )، بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول ۱). همچنین، با روش آماری آنالیز کوواریانس، تفاوت در مصرف چربی رژیم غذایی دو گروه تمرین هوازی + ال - کارنیتین و تمرین هوازی + دارونما (جدول ۳) کنترل شد. به عبارت دیگر، با این روش آماری اثر تفاوت چربی رژیم غذایی حذف شد. بنابراین، کاهش درصد چربی بدن ناشی از اثر واقعی تمرین هوازی و مصرف مکمل ال - کارنیتین است.

جدول ۱ - شاخص‌های دموگرافی و فیزیولوژیکی گروه‌ها

مقدار P دو گروه	تفاوت نمره‌ها	مقدار P همبسته	زمان اندازه‌گیری		گروه‌ها	متغیرها
			پس آزمون	پیش آزمون		
-	-	-	-	۴۴/۴±۸	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	سن (سال)
	-	-	-	۴۸/۸±۸	تمرین هوازی + دارونما	
	-	-	-	-	P پیش آزمون گروه‌ها	
-	-	-	-	۱/۷۳±۰/۰۶	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	قد (سانتی‌متر)
	-	-	-	۱/۶۹±۰/۰۵	تمرین هوازی + دارونما	
	-	-	-	-	P پیش آزمون گروه‌ها	
۰/۸۹	۰/۰۷±۱/۱۱	۰/۹۴	۱۶/۱ ۸۱/۳±	۸۱/۲±۱۶/۶	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	وزن (کیلوگرم)
	۰/۰۸±۰/۵۲	۰/۸۷	۱۰/۱ ۸۲/۳±	۸۲/۸±۹/۵	تمرین هوازی + دارونما	
	-	-	-	۰/۸۱	P پیش آزمون گروه‌ها	
۰/۹۴	۰/۰۱±۰/۸۳	۰/۹۷	۲۶/۹±۴/۴	۲۶/۹±۴/۸	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)
	۰/۰۱±۰/۱۹	۰/۹۳	۲۹±۴/۱	۲۹±۳/۸	تمرین هوازی + دارونما	
	-	-	-	۰/۳۱	P پیش آزمون گروه‌ها	
۰/۰۴	-۳/۵±۱/۶۳	۰/۰۳	۲۱/۸±۶/۸	۲۵/۳±۵/۸	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	چربی بدن (درصد)
	۰/۹۲±۰/۷۶	۰/۲۶	۲۵/۳±۵/۲	۲۴/۴±۳/۷	تمرین هوازی + دارونما	
	-	-	-	۰/۷	P پیش آزمون گروه‌ها	
۰/۸۵	۲±۱/۵	۰/۲۱	۴۱/۱±۹	۳۹/۱±۶/۹	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	توان هوازی (میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه)
	۱/۵±۱/۹	۰/۴۳	۳۸/۸±۵/۱	۳۷/۲±۳/۹	تمرین هوازی + دارونما	
	-	-	-	۰/۴۹	P پیش آزمون گروه‌ها	
۰/۲۷	۰/۰۰۹ -۰/۰۱±	۰/۲۰	۰/۰۶ ۰/۸۹±	۰/۹۱±۰/۰۷	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	نسبت دور کمر به باسن (متر)
	۰±۰/۰۰۶	۱	۰/۰۵ -۰/۹۳±	۰/۹۳±۰/۰۳	تمرین هوازی + دارونما	
	-	-	-	۰/۳۷	P پیش آزمون گروه‌ها	

نتیجهٔ آزمون آماری t مستقل بر نمره‌های پیش‌آزمون و نیز تفاوت میانگین نمره‌های شاخص‌ها در جدول ۲ نشان می‌دهد که دو گروه تجربی و کنترل در این شاخص‌ها تفاوت معناداری با هم ندارند ( $P \geq 0.05$ ). در مورد شاخص HDL-C، نتیجهٔ آزمون آماری t همبسته نشان داد که تمرین هوازی در هر دو گروه موجب افزایش HDL-C شده است، اما بین گروه‌ها تفاوت معناداری دیده نشد. این نتیجه بیان می‌کند که مکمل ال - کارنیتین در افزایش تأثیر تمرین هوازی مؤثر نبوده است (جدول ۲).

جدول ۲- نیمرخ لیپید گروه‌ها

مقدار P دو گروه	تفاوت نمره‌ها	مقدار P همبسته	زمان اندازه‌گیری		گروه‌ها	متغیرها
			پس آزمون	پیش آزمون		
۰/۶۸	$-1/6 \pm 19$	۰/۹۳	$20.8 \pm 7.7$	$21.0 \pm 7.5$	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	تری گلیسیرید (میلی گرم بر لیتر)
	$11/6 \pm 26/4$	۰/۶۷	$17.9 \pm 11.0$	$16.8/2 \pm 7.0$	تمرین هوازی + دارونما	
					P پیش آزمون گروه‌ها	
۰/۵۴	$6/1 \pm 5/1$	۰/۲۶	$13.0 \pm 3.9/5$	$12.3 \pm 2.8/3$	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	LDL-C (میلی گرم بر لیتر)
	$-0/33 \pm 9$	۰/۹۷	$10.3/1 \pm 3.6$	$10.2/5 \pm 2.3$	تمرین هوازی + دارونما	
					P پیش آزمون گروه‌ها	
۰/۹۷	$7/5 \pm 6/8$	۰/۳	$21.2 \pm 4.3$	$20.5 \pm 3.5$	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	کلسترول (میلی گرم بر لیتر)
	$8 \pm 9/2$	۰/۴۱	$18.5 \pm 4.7/7$	$17.7/6 \pm 2.6/6$	تمرین هوازی + دارونما	
					P پیش آزمون گروه‌ها	
۰/۳۳	$6/3 \pm 2$	۰/۰۱	$42/7 \pm 7/1$	$36/5 \pm 5/6$	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	HDL-C (میلی گرم بر لیتر)
	$9/8 \pm 2/9$	۰/۰۰۹	$49/3 \pm 13/7$	$39/4 \pm 6/9$	تمرین هوازی + دارونما	
					P پیش آزمون گروه‌ها	

نتیجهٔ آزمون آماری t مستقل بر نمره‌های پیش‌آزمون و نیز تفاوت میانگین نمره‌ها در جدول ۳ نشان می‌دهد که بین مقدار کالری دریافتی، چربی تام، کلسترول و کربوهیدرات غذایی دو گروه تفاوت معناداری وجود ندارد. همچنین نتیجهٔ آزمون آماری t همبسته نشان می‌دهد که مصرف چربی غذایی در گروه تمرین هوازی + ال - کارنیتین در طول دورهٔ تمرین کاهش معناداری یافته است (جدول ۳).

جدول ۳ - شاخص‌های رژیم غذایی گروه‌ها

مقدار P دو گروه	تفاوت نمره ها	مقدار P همبسته	زمان اندازه‌گیری		گروه‌ها	متغیرها
			پس آزمون	پیش آزمون		
۰/۹۸	-۷۴/۴±۷۲/۶	۰/۳۳	۱۴۵۷±۲۸۷	۱۵۲۲±۴۰۰	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	کالری غذایی (کالری)
	-۷۷/۶±۱۰۲/۷	۰/۴۷	۱۳۶۳±۲۳۲	۱۴۴۱±۲۲۸/۵	تمرین هوازی + دارونما	
		۰/۵۶		P پیش آزمون گروه‌ها		
۰/۱	-۱۰/۷±۳/۴	۰/۰۱	۵۱/۲±۱۰/۶	۶۲±۱۳	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	چربی تام غذایی (گرم)
	-۲/۴±۳/۳	۰/۴۸	۵۱±۹/۵	۵۳/۸±۴/۵	تمرین هوازی + دارونما	
		۰/۰۹		P پیش آزمون گروه‌ها		
۰/۲۴	-۲۰/۶±۱۵/۶	۰/۲۲	۱۴۲±۴۳	۱۶۲/۶±۳۷	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	کلسترول غذایی (گرم)
	۲/۸±۱۱/۸	۰/۸۱	۱۶۴±۵۰	۱۶۱±۲۴	تمرین هوازی + دارونما	
		۰/۹		P پیش آزمون گروه‌ها		
۰/۴۵	-۳۲/۴±۲۰/۳	۰/۱۵	۲۱۱/۸±۴۵	۲۴۴/۳±۵۶	تمرین هوازی + ال-کارنیتین	کربوهیدرات غذایی (گرم)
	-۱۲/۷±۱۵/۷	۰/۴۴	۱۸۹±۳۵	۲۰۱±۳۳	تمرین هوازی + دارونما	
		۰/۰۶		P پیش آزمون گروه‌ها		

نتیجه آزمون آماری t مستقل بر نمره‌های پیش‌آزمون شاخص‌ها در جدول ۴ نشان می‌دهد که مقدار آهن غذایی در گروه تجربی از گروه کنترل بیشتر بود ( $P=۰/۰۳$ ). همچنین با انجام آزمون آماری t مستقل بر تفاوت میانگین نمره‌های شاخص‌ها در جدول ۴، تفاوت معناداری بین دو گروه کنترل و تجربی مشاهده نشد.



جدول ۴ - شاخص‌های تغذیه‌ای پیش نیاز برای بازسازی ال - کارنیتین

مقدار P دو گروه	تفاوت نمره‌ها	مقدار P همبسته	زمان اندازه‌گیری		گروه‌ها	متغیرها
			پس آزمون	پیش آزمون		
۰/۷۵	-۱/۹۱ ± ۱/۱	۰/۱۲	۱۱/۸ ± ۳/۵	۱۳/۸ ± ۴	تمرین هوازی + ال - کارنیتین	ویتامین ب ۳ (میلی‌گرم)
	-۲/۵ ± ۱/۵	۰/۱۵	۹/۸ ± ۳/۹	۱۲/۴ ± ۲/۹	تمرین هوازی + دارونما	
				۰/۴۱	P پیش آزمون گروه‌ها	
۰/۶۲	۰/۰۴ ± ۰/۰۸	۰/۵۶	۰/۸۱ ± ۰/۱۶	۰/۸۶ ± ۰/۱۸	تمرین هوازی + ال - کارنیتین	ویتامین ب ۶ (میلی‌گرم)
	± ۰/۰۴۲ - ۰/۰۰۳	۰/۹۳	۰/۸۱ ± ۰/۰۵	۰/۸۱ ± ۰/۰۹	تمرین هوازی + دارونما	
				۰/۵۲	P پیش آزمون گروه‌ها	
۰/۵۳	-۱/۱ ± ۰/۳۸	۰/۱۹	۳۳/۸ ± ۳/۱	۳۵ ± ۳/۲	تمرین هوازی + ال - کارنیتین	ویتامین ث (میلی‌گرم)
	-۲/۲ ± ۱/۴	۰/۱۶	۳۲/۷ ± ۳/۵	۳۵ ± ۲/۲	تمرین هوازی + دارونما	
				۱/۰۰	P پیش آزمون گروه‌ها	
۰/۸۱	-۰/۲۱ ± ۱/۴	۰/۸۹	۱۰/۶ ± ۴	۱۰/۸ ± ۲/۳	تمرین هوازی + ال - کارنیتین	آهن (میلی‌گرم)
	۰/۲۲ ± ۰/۹۵	۰/۸۲	۸/۵ ± ۱/۹	۸/۳ ± ۲/۱	تمرین هوازی + دارونما	
				۰/۰۳	P پیش آزمون گروه‌ها	

### بحث و نتیجه گیری

کارنیتین و ترکیب بدن (درصد چربی بدن و وزن بدن)

تحقیق حاضر نشان داد که مصرف شش هفته مکمل ال - کارنیتین و تمرین هوازی موجب کاهش معنادار درصد چربی بدن ( $P = ۰/۰۱$ ) شده، اما تأثیر معنی داری بر شاخص توده بدن و وزن بدن مشاهده نشد ( $P > ۰/۰۵$ ). درباره تأثیر مکمل ال - کارنیتین بر ترکیب بدن، بافت چربی و وزن بدن، تحقیقات مختلفی وجود دارد که با توجه به مقدار مصرف مکمل، نوع آزمودنی و روش تحقیق، نتایج متفاوتی داشته است. برخی تحقیقات نشان می‌دهند مکمل ال - کارنیتین، اکسیداسیون چربی را در آزمودنی‌های دچار اضافه وزن سرعت می‌بخشد (۳، ۲۲، ۳۰). در حقیقت، مصرف منظم کارنیتین غلظت پلاسمایی و درون سلولی کارنیتین را افزایش می‌دهد و به افزایش

اکسیداسیون چربی و کاهش تدریجی ذخایر چربی بدن می انجامد (۱۳). مصرف زیاد مکمل آل - کارنیتین عمل گیرنده های گلوکوکورتیکوئید را تعدیل می کند، از این رو ممکن است بعضی از فعالیت های زیستی گلوکوکورتیکوئیدها را شامل تحریک لیپولیز در بافت چربی، تقلید کند (۳). از سوی دیگر، کارلیک<sup>۱</sup> (۲۰۰۲) نشان داد که کمبود کارنیتین می تواند به کاهش اکسیداسیون چربی و انباشته شدن اسیدهای چرب و تری گلیسیرید در بافت های چربی منجر شود (۱۳). ویلانی<sup>۲</sup> (۲۰۰۰) نشان داد که تمرین هوازی به تنهایی موجب کاهش درصد چربی و کاهش وزن می شود، به شرطی که تمرین به مدت بیش از یک سال و با حجم زیاد (۸۰۰ دقیقه در هفته) یا با شدت بیش از ۸۰ درصد از ضربان قلب بیشینه انجام گیرد (۲۹). لوفگرین و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) نشان دادند که مصرف مکمل خوراکی آل - کارنیتین به همراه تمرین هوازی و مصرف رژیم غذایی با پروتئین بالا وزن بدن، شاخص توده بدن، درصد چربی و نسبت دور کمر به باسن را کاهش می دهد (۱۹). آنها نتیجه گرفتند که احتمال دارد افزایش ۶۷ درصدی پروتئین غذایی (با وجود مصرف مکمل آل - کارنیتین) موجب افزایش جذب روده ای کارنیتین شود؛ از سوی دیگر، موجودیت زیستی<sup>۴</sup> کارنیتین در منابع غذایی آن ۷۵ درصد است، درحالی که موجودیت زیستی کارنیتین در منابع مکملی آن ۵ تا ۱۸ درصد است و این می تواند موجودیت زیستی کارنیتین را از طریق رژیم غذایی (به ویژه پروتئین غذایی)، افزایش دهد و در نهایت تاثیر بیشتری بر اکسیداسیون چربی داشته باشد (۱۹). همچنین برخی تحقیقات روی موش ها نشان می دهد که مکمل آل - کارنیتین موجب کاهش تجمع لیپید در عضله و در مجموع کاهش درصد چربی بدن موش می شود. مکمل آل - کارنیتین این عمل را از طریق تاثیر بر جریان ریزش اسیدهای چرب زنجیره بلند به درون میتوکندری انجام می دهد (۶، ۲۶، ۸، ۱۳). در مقابل، برخی تحقیقات نشان می دهند مصرف مکمل خوراکی آل - کارنیتین به مقدار ۶ گرم در روز به مدت ۲ هفته، غلظت کارنیتین عضله را در مردان سالم تغییر نمی دهد و موجب کاهش درصد چربی بدن نمی شود (۸). همچنین در تحقیقی دیگر، مصرف مکمل خوراکی آل - کارنیتین به مقدار ۴ گرم در روز به مدت ۸ هفته، تغییری را در وزن و درصد چربی بدن زنان دچار اضافه وزن ایجاد نکرد (۲۹). محققان، نتیجه گرفتند که ممکن است این زنان قبل از اعمال متغیرهای تحقیق، از رژیم های غنی شده کارنیتین (مانند گوشت و شیر) استفاده کرده باشند یا بدن آنها به گونه ای مناسب کارنیتین را بازسازی کرده باشد، به طوری که مصرف مکمل آل - کارنیتین توانسته تغییر جدیدی در ذخایر کارنیتین عضله و اکسیداسیون چربی داشته باشد. در این تحقیقات به نظر می رسد که

1- Karlic

2- Villani

3- Lofgren et al

4- Availability

ظرفیت عملکردی کارنیتین آسیل ترانسلوکاز<sup>۱</sup>، نتوانسته است مقدار اکسیداسیون اسیدچرب را در میتوکندری افزایش دهد (۸، ۲۹). واتزک<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) نشان داد که مصرف روزانه ۳ گرم مکمل ال - کارنیتین (بدون تمرین هوازی) به مدت ۱۰ روز، تغییری در ترکیب بدن (توده چربی بدن، توده خالص بدن، آب کل بدن و وزن بدن) مردان و زنان سالم ایجاد نمی کند (۳۱). ایشان عنوان کرد که احتمالاً این نتیجه ناشی از کوتاهی دوره مصرف مکمل ال - کارنیتین در مقایسه با تحقیقات مشابه (۲۰) است. به علاوه، نشان داده شده است که مکمل ال - کارنیتین میزان نسخه برداری و فعالیت آنزیم کارنیتین پالمیتویل ترانسفراز را تحریک می کند و موجب تحریک مرکز اشتها در هیپوتالاموس و افزایش مصرف غذا و به دنبال آن افزایش وزن می شود و تاثیر لیپولیزی کارنیتین را خنثی می کند (۱۴). کارنیتین و نیمرخ لیپیدی (LDL-C, HDL-C) تری گلیسیرید و کلسترول تام).

#### کارنیتین و نیمرخ لیپیدی (LDL-C, HDL-C) تری گلیسیرید و کلسترول تام)

تحقیق حاضر نشان داد که شش هفته تمرین هوازی و مکمل ال - کارنیتین تغییر معناداری بر LDL-C, HDL-C, تری گلیسیرید و کلسترول تام سرمی گروه تجربی نسبت به گروه کنترل ایجاد نمی کند ( $P \geq 0.05$ ). برخی تحقیقات نشان می دهند که تجویز مکمل ال - کارنیتین و تمرین هوازی می تواند موجب کاهش تری گلیسیرید، کلسترول تام، LDL-C، لیپوپروتئین a و افزایش HDL-C سرمی شود (۱۰). در این زمینه، لوفگرین (۲۰۰۵)، نشان داد که تجویز مکمل خوراکی ال - کارنیتین به همراه تمرین هوازی (۱۰ هفته) و مصرف رژیم غذایی کم کالری (۳۰ درصد پروتئین، ۳۰ درصد چربی و ۴۰ درصد کربوهیدرات) به کاهش تری گلیسیرید، کلسترول تام، LDL-C، انسولین و لپتین پلازما می انجامد ( $P \geq 0.05$ ). وی عنوان کرد که تاثیر متغیرهای مستقل بر کاهش وزن و درصد چربی بدن به ویژه کاهش چربی های خطرناک ناحیه شکمی (کاهش نسبت دور کمر به باسن) در گروه تجربی موجب کسب این نتیجه شده است (۱۹). پتالای<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) نشان داد که تجویز مکمل خوراکی ال - کارنیتین به همراه تمرین هوازی (۱۰ هفته) و مصرف رژیم غذایی کم کالری (۳۰ درصد پروتئین، ۳۰ درصد چربی و ۴۰ درصد کربوهیدرات) به کاهش تری گلیسیرید، کلسترول تام، LDL-C و انسولین پلازما منجر می شود (۲۵). در تحقیق پتالای مشخص شد که کاهش وزن (ناشی از تجویز مکمل خوراکی ال - کارنیتین به همراه تمرین هوازی و مصرف رژیم غذایی کم کالری) با کاهش معنادار لیپیدها و لیپوپروتئین های سرم ارتباط دارد، به طوری که کاهش در

1- Carnitine Acylcarnitine Translocase (CACT)

2- Wutzke

3- Patalay

تری گلیسیرید، کلسترول تام و LDL-C می تواند به افزایش بیان ژنی لیپوپروتئین لیپاز (LPL) و گیرنده لیپوپروتئین با چگالی کم<sup>۱</sup> (LDL-R) نسبت داده شود (۲۵). در مقابل، برخی تحقیقات نشان دادند که انجام تمرین هوازی و مصرف مکمل ال-کارنیتین و آنتی اکسیدان ها تغییری در نیمرخ لیپید سرم (لیپید تام، تری گلیسیرید، کلسترول تام، HDL-C)، نیمرخ لیپید کبد (لیپید تام، تری گلیسیرید، HDL-C)، نیمرخ کارنیتین سرم (کارنیتین، غیراستری شده یا آزاد، اسید محلول آسیل کارنیتین، اسید غیرمحلول آسیل کارنیتین و کارنیتین تام)، نیمرخ کارنیتین کبد، نیمرخ کارنیتین عضله اسکلتی و آنزیم کارنیتین پالمیتویل ترانسفراز- یک در موش ها ایجاد نمی کند (۱۵). برنچ و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۲) نشان دادند که مصرف مکمل ال-کارنیتین و رژیم کم کالری، تغییری در ترکیب بدن و نیمرخ لیپید پلاسما (تری گلیسیرید، کلسترول تام و اسیدهای چرب آزاد) در موش ها ایجاد نمی کند (۷). آنها اعلام کردند که احتمالاً موش ها در مقایسه با حیوانات دیگر (مانند سگ و گربه که با کاهش وزن و نیمرخ لیپید خون همراه بودند)، از میزان بازسازی کمتر کارنیتین برخوردار باشند.

مولر<sup>۳</sup> (۲۰۰۲) نشان داد که مصرف روزانه ۳ گرم مکمل ال-کارنیتین به مدت ۱۰ روز با وجود افزایش معنادار اکسیداسیون اسیدچرب زنجیره بلند، تغییری در نیمرخ لیپید سرم (تری گلیسیرید، کلسترول تام، HDL-C، LDL-C) مردان و زنان سالم ایجاد نمی کند (۲۲). در تحقیق مولر فقط مکمل ال - کارنیتین داده شده بود و از تمرین هوازی استفاده نشده بود، بنابراین تغییر چندانی در نیمرخ لیپید سرم مشاهده نشد. اما در تحقیق حاضر، عدم تغییر معنادار HDL-C، LDL-C، تری گلیسیرید و کلسترول تام سرمی در گروه تمرین هوازی و مکمل ال - کارنیتین را در مقایسه با گروه کنترل می توان به مقدار کم مکمل، نبود برنامه رژیم غذایی و کاهش وزن، سطوح اولیه و طبیعی لیپیدهای خون در آزمودنی ها، مدت کم دوره تمرین و جنس آزمودنی ها نسبت داد. در این زمینه، در تحقیقات مختلف دامنه تجویز حداقل و حداکثر کارنیتین در انسان ۵۰ تا ۳۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و میانگین ۲ گرم عنوان شده است (۱۳)، درحالی که در تحقیق حاضر و در گروه مکمل مقدار تجویز ال-کارنیتین ده میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن آزمودنی و میانگین mg ۸۳۶ (کمتر از ۱ گرم) بوده است، زیرا تجویز مکمل به مقدار بیشتر و به مدت شش هفته احتمال ایجاد عوارض همچون تهوع، اسهال و استفراغ (۲۸) را در آزمودنی های با سن بالا (۴۶ سال) افزایش می داد و موجب انصراف

1- LDL-receptor  
2- Brandsch et al  
3- Muller

آزمودنی‌ها از ادامه تحقیق می‌شد. هر چند با همین مقدار هم، ۲ نفر از آزمودنی‌های گروه مکمل این عوارض را گزارش کردند. همچنین ۲ جلسه از دوره تمرین به دلیل تقارن با تعطیلات رسمی کشور تعطیل شد و از آزمودنی‌ها خواسته شد که براساس دستورالعمل در خارج از باشگاه به این تمرینات بپردازند. به علاوه، بعضی تحقیقات نشان می‌دهند که تغییر HDL-C در برنامه‌های کاهش وزن (تجویز مکمل، تمرین و رژیم غذایی) با جنس آزمودنی ارتباط دارد، به نحوی که در مردان با افزایش و در زنان با عدم تغییر یا کاهش همراه است (۲۵، ۱۱). در موارد دیگر، کارلیک و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که بالا بودن اولیه چربی خون در انسان، پس از مکمل رسانی ال-کارنیتین، آنزیم کارنیتین آسیل ترانسفراز را تحریک کرده و نقش مهمی در لیپولیز ایفا می‌کند (۱۳).

### کارنیتین و توان هوازی ( $VO_2max$ )

تحقیق حاضر نشان داد که شش هفته تمرین هوازی و مکمل ال-کارنیتین تغییر معناداری در توان هوازی گروه تجربی نسبت به گروه کنترل ایجاد نکرد ( $P \geq 0/05$ ). اندازه گیری حداکثر توان هوازی تعیین کننده بیشینه اجرای تمرین است که ممکن است به وسیله عوامل ریوی، قلبی و عضلانی محدود شود (۹). نشان داده شده است که مصرف مکمل کارنیتین موجب افزایش ذخایر کارنیتین بدن از جمله کبد و عضله می‌شود. کارنیتین از طریق فعال کردن آنزیم های اکسایشی موجب افزایش لیپولیز و ذخایر اسیدهای چرب زنجیره بلند و در پی آن افزایش فعالیت آدنیلات ترانسلوکاز و ظرفیت اکسایشی و در نتیجه افزایش توان هوازی می‌شود. از سویی کارنیتین می‌تواند به بهانه هزینه اکسیداسیون چربی، اکسیداسیون گلوکز را از طریق فعال کردن آنزیم پیروات دهیدروژناز (PDH) افزایش دهد و موجب حداقل تجمع لاکتات و خستگی شود و اجرای تمرین را بهبود بخشد (۸). براساس نتایج برخی تحقیقات مکمل ال-کارنیتین می‌تواند از طریق سازوکارهای اشاره شده موجب افزایش توان هوازی شود (۱۳، ۵، ۴). در مقابل، در تحقیقی مشخص شد که مصرف مکمل ال - کارنیتین در حین دوچرخه سواری با شدت زیاد موجب تغییر توان هوازی نمی‌شود، زیرا بر محتوای کارنیتین عضله و در نتیجه کاهش تجمع لاکتات در مدت تمرین، اثری ندارد (۸). سوپ و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۸۸)، نشان دادند که مصرف مکمل ال-کارنیتین به مقدار ۵ گرم به مدت ۵ روز (با وجود دو برابر شدن غلظت کارنیتین پلاسما) تاثیری بر توان هوازی ندارد. آنها عنوان کردند که این نتیجه ناشی از (۱) عدم تغییر در ظرفیت عناصر بیوشیمیایی خون،

۲) مصرف نکردن اسیدهای چرب آزاد خون و ۳) نبود تفاوت در تبادلات سوبستراهای درگیر در فعالیت ورزشی طی این دوره کوتاه از مکمل رسانی است (۲۷). در تحقیق حاضر توان هوازی در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما، بیشتر بود، اما از لحاظ آماری تفاوت معناداری نداشت ( $P=0/05$ ). دلیل این نتیجه را می توان تجویز کم مکمل ال-کارنیتین دانست و نیز به دلیل توان هوازی تقریباً نزدیک هر دو گروه، احتمال دارد که اعضای دو گروه از سابقه و شرایط آمادگی فیزیولوژیکی نسبتاً برابری برخوردار بوده اند و مکمل کارنیتین با این مقدار تغییرات بیشتری ایجاد نکرده است.

### الگوی رژیم غذایی درشت مغذی ها و ریزمغذی ها (مورد نیاز برای بازسازی کارنیتین بدن)

براساس پرسشنامه بسامد غذایی و کالری سنجی، هر دو گروه در طول مدت تمرین در متغیرهای کالری غذایی، چربی تام غذایی، کلسترول غذایی و کربوهیدرات غذایی تفاوتی نداشتند ( $P \geq 0/05$ ). همچنین گروه مکمل بر خلاف گروه دارونما، از چربی غذایی کمتری استفاده کرده بود ( $P=0/01$ ). این موضوع با استفاده از روش آماری آنالیز کوواریانس مورد توجه قرار گرفت و در محاسبه کاهش درصد چربی بدن لحاظ شد. با مقایسه یافته‌های به دست آمده از هر دو گروه می توان دریافت که گروه مکمل از الگوی رژیم غذایی (درشت مغذی) سالم تری نسبت به گروه دارونما برخوردار بوده است.

براساس پرسشنامه بسامد غذایی، دو گروه در طول مدت تمرین در متغیرهای ویتامین ب ۶، ویتامین ب ۳، ویتامین ث و آهن غذایی تفاوتی نداشتند ( $P \geq 0/05$ ), هرچند مقدار آهن غذایی پیش آزمون در گروه تجربی بیشتر از گروه کنترل بود ( $P=0/03$ ). از یافته های مذکور می توان دریافت که مقدار مصرف غذایی ریزمغذی های فوق در مدت تمرین، در هر دو گروه تقریباً یکسان بوده و احتمال بازسازی کارنیتین در هر دو گروه تقریباً برابر بوده است.

به طور کلی می توان گفت افراد میانسال برای کاهش درصد چربی بدن، می توانند در کنار انجام تمرینات هوازی، از مکمل ال-کارنیتین با مقدار کم نیز استفاده کنند، اما در مورد تأثیر تمرینات هوازی و مکمل ال-کارنیتین بر نیمرخ لیپید خون به تحقیقات بیشتری نیاز است.

## منابع و مأخذ

۱. فاکس و ماتیوس. (۱۳۸۴). "فیزیولوژی ورزش". ترجمه علی اصغر خالدان، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، فصل ۱۵، صص: ۶۳۴-۶۲۶ و ۶۱۷.
۲. ویویان اچ هی وارد. (۱۳۸۳). "اصول علمی و تمرین های تخصصی آمادگی جسمانی". ترجمه عباسعلی گائینی، حمید رجبی، محمدرضا حامدی نیا، احمد آزاد. اداره کل تربیت بدنی نیروی انتظامی، انتشارات سمت، چاپ دوم، ص: ۸۸.
3. Alesci S, De Martino MU, Kino T, Ilias I. (2004). "L-carnitine is a modulator of the glucocorticoid receptor alpha". *Ann Acad Sci.* 1024;PP:147-152.
4. Arenas J, Huertas R, Campos Y, Dias AE, Villalon JM, Vilas E.(1994). "Effect of L-carnitine on the pyruvate dehydrogenase complex and carnitine palmitoyl transferase activity in muscle of endurance athletes". *FEBS Letters.* 341; PP:91-93.
5. Arenas J,Ricoy JR, Encinas AR. (1991). "Carnitine in muscle, serum, and urine of nonprofessional athletes: effect of physical exercise, training, and L-carnitine administration". *Muscle Nerve.* 14; PP:598-604.
6. Bernard A, Rigault C, Mazua F, Borgne F, Demarquoy J.(2008). "L-carnitine supplementation and physical exercise restore in some mitochondrial function in the Rat". *J of Gerontology.* 63; PP:1027-1033.
7. Brandsch C, Eder K. (2002). "Effect of L-carnitine on weight loss and body composition of rats fed a hypocaloric diet". *Ann Nutr Metab.* 46; PP:205-210.
8. Brass EP. (2002). "Supplemental carnitine and exercise". *American Journal Clinical Nutrition.* 72(2); PP:618-623.

9. Brass EP, William R, Hiatt MD. (1998). "The role of carnitine and L-carnitine supplementation during exercise in man and in individuals with special needs". *JACN*. 19(3); PP:207-215.
10. Cristiana P. (2004). "L-carnitine. Health and disease. *Am Rev respire dis*. 112; PP:219-249.
11. Dattilo A, Etherton P. (1992). "Effect of weight reduction on blood lipid and lipoproteins (a meta-analysis article). *Am J clin Nutr*. 56; PP:320-238.
12. Hoffman J. (2006). "Norms for fitness performance, and Helath". *Human Kinetics. Inc:PP:218-282*.
13. Karlic H, Lohnonger A. (2004). "Supplementation of L-carnitine in athletes". *Does it Make sense? J Nutrition*. 20; PP:709-715.
14. Karlic, H, Lohninger S, Koeck T, Lohninger A. (2002). "Dietary L-carnitine stimulates carnitine acyltransferases in the liver of aged rats". *J Histochem cytochem*. 50; P:205.
15. Kim E, Park H, Cha YS. (2004). "Exercise training and supplement with carnitine and antioxidants increases carnitine stores, triglyceride utilization, and endurance in exercising rats". *J Nutr Sci Vitaminol*. 50; PP:335-343.
16. Lacy AC, Hastad DN. (2003). "Measurement and evaluation in physical education and exercise science". Fourth Edition.
17. Lee MS, Lee HJ, Lee HS, Kim Y. (2006). "L-carnitine stimulates lipolysis via induction of the lipolytic gene expression and suppression of the adipogenic gene expression in 3T3-L1 adipocytes". *J Med Food*. 9(4); PP:468-473.
18. Li B, Lloyd ML, Gudjonsson H, Shug AL, Olsen WA. (1992). "The effect of enteral carnitine administration in human". *Am J Clin Nutr*. 55:P:838.
19. Lofgren IE, Herron KL, West KL, Zern TL, Brownbill RA, Ilich JZ, Koo SI, Fernandez ML. (2005). "Weight loss favorably modifies anthropometrics



and reversal the metabolic syndrome in premenopausal women. *JACN*. 24(6); PP:486-493.

20. Lurtz R, Fischer R. (1998). "Carnitine supporting agent in weight loss in adiposity". *Medical Journal for Natural Therapy*. 39; PP:12-15

21. Micromedex T. (2001). ""Drug Information for the health care professional (USP DI). Vol.1, N.11, 21 edition: PP:1899-1901.

22. Muller DM, Seim H, Kiess W, Loster H, Richter T. (2002). "Effect of oral L-carnitine supplementation on in vivo long-chain fatty acid oxidation in healthy adults". *Metabolism*. 51(11): PP:1989-91.

23. Natali A, Santoro D, Brandi LS. (2001). "Effects of acute hypercarnitinemia during increased fatty substrate oxidation in man". *Metabolism*. 42; PP:594-600.

24. Novak KK, Melves C, Lenzini SW, Weber NR, Gulmaraes JA. (2005). "Drug fact and comparisons". Volume 1(15), PP:61-2.

25. Patalay M, Lofgren IE, Freake HC. (2005). "The lowering of of plasma lipids following a weight reduction program is related to increased expression of the LDL-receptor and lipoprotein lipase". *J Nutr* . 135; PP:735-39.

26. Rajasekar P, Anuradha CV. (2007). "Effect of L-carnitine skeletal muscle lipid and oxidative stress in rats fed high-fructose diet". *Exp Diabetes Res*. 2007; P:72741.

27. Soop M, Bjorkman O, Cederblad G, Hegenfeldt L, Wahren J. (1988). "Influence of carnitine supplementation on muscle substrate and carnitine metabolism during exercise". *J Appl Physiol*. 64; PP:2394-99.

28. Sweetman SC. (2005). "Martindale, The complete drug reference. 35 editions. Pharmaceutical Press: PP:1772-73.

29. Villani RG, Gannon J, Self M, Rich PA. (2000). "L-carnitine supplementation combined with aerobic training does promote weight loss in moderately obese women". *Int Sport Nutr Exerc Metab.* 10; P:199.

30. Walter P, Schaffhauser AO. (2000). "L-carnitine, a vitamin-like for functional food : proceedings of the symposium on L-carnitine". *Ann Nutr Metab.* 44;P:75.

31. Wutzke KD, Lorenz H.(2004). "The effect of L-carnitine on fat oxidation, protein turnover, and body composition in slightly overweight subjects". *Metabolism.* 53. PP:1002-1006.

Archive of SID