

## اثرات مکمل L-کارنیتین روی چربی‌ها و آپوپروتئین‌های سرم در بیماران همودیالیزی

### مبتلا به هیپرلیپوپروتئینمی Lp(a)

اعظم شاکری<sup>۱</sup>، هادی طبیبی<sup>۲</sup>، شهرزاد عصاره<sup>۳</sup>، تیرنگ نیستانی<sup>۴</sup>

۱- کارشناس ارشد علوم تغذیه

۲- نویسنده مسئول: استادیار گروه تغذیه جامعه، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی  
پست الکترونیکی: h.tabibi@nnftri.ac.ir

۳- استادیار گروه نفرولوژی، بیمارستان شهید هاشمی نژاد، دانشگاه علوم پزشکی ایران

۴- استادیار پژوهشی (پژوهشگر) گروه تحقیقات تغذیه، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۸۶/۲/۴

تاریخ پذیرش: ۸۶/۳/۵

### چکیده

**سابقه و هدف:** ناهنجاری‌های لیپیدی، به ویژه بالا بودن غلظت لیپوپروتئین (a) یا Lp(a) سرم، یکی از علل اصلی بیماری‌های قلبی و عروقی در بیماران همودیالیزی است. بنابراین، مطالعه حاضر به منظور بررسی اثرات مکمل L-کارنیتین روی غلظت چربی‌ها و آپوپروتئین‌های سرم بیماران همودیالیزی مبتلا به هیپرلیپوپروتئینمی (a) انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه به روش کارآزمایی بالینی تصادفی روی ۳۶ بیمار (۱۳ زن و ۲۳ مرد) همودیالیزی مبتلا به هیپرلیپوپروتئینمی Lp(a) که غلظت Lp(a) سرم آنها بالاتر از ۳۰ mg/dl بود صورت گرفت. بیماران شرکت کننده در این تحقیق به طور تصادفی به دو گروه دریافت کننده مکمل L-کارنیتین و گروه شاهد تقسیم شدند. در این مطالعه، بیماران همودیالیزی در گروه L-کارنیتین، روزانه ۱۰۰۰ میلی‌گرم L-کارنیتین خوراکی به مدت ۱۲ هفته دریافت کردند، در حالی که بیماران گروه شاهد در طول مطالعه، مکمل L-کارنیتین دریافت نکردند. در آغاز این مطالعه و پایان هفته دوازدهم، از کلیه بیماران شرکت کننده ۵ cc خون گرفته شد و سپس غلظت کارنیتین آزاد، TG، کلسترول تام، HDL-C، LDL-C، apo AI، apo B100، Lp(a)، اینترلوکین-۶ (IL-6) و آلبومین سرم آنها اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** در این مطالعه، در گروه دریافت کننده مکمل L-کارنیتین در پایان هفته دوازدهم مطالعه نسبت به زمان شروع مطالعه، غلظت کارنیتین آزاد سرم به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P < 0/001$ ) در حالی که غلظت TG ( $P < 0/05$ )، کلسترول تام ( $P < 0/001$ ) و IL-6 ( $P < 0/001$ ) سرم به طور معنی‌داری کاهش یافت. در گروه شاهد، در طول مطالعه تغییر آماری معنی‌داری در غلظت کارنیتین آزاد، TG، کلسترول تام و IL-6 سرم مشاهده نشد. همچنین، در این مطالعه تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه از نظر میزان تغییرات HDL-C، LDL-C، apo AI، apo B100، Lp(a) و آلبومین سرم مشاهده نشد.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که مصرف مکمل L-کارنیتین هیچ اثری بر غلظت Lp(a) سرم در بیماران همودیالیزی مبتلا به هیپرلیپوپروتئینمی Lp(a) ندارد، اما ممکن است در پیشگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی در این بیماران از طریق کاهش غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول تام سرم مؤثر باشد.

**واژگان کلیدی:** L-کارنیتین، همودیالیز، هیپرلیپوپروتئینمی Lp(a)، چربی‌ها، آپوپروتئین‌ها

### • مقدمه

پیوند کلیه صورت می‌گیرد (۱، ۲). مهترین علت مرگ و میر بیماران مبتلا به نارسایی مزمن کلیه از جمله بیماران همودیالیزی، بیماری‌های قلبی و عروقی است. به

نارسایی مزمن کلیه، نوعی بیماری است که در اثر تخریب پیش رونده و برگشت ناپذیر نفرون‌ها به وجود می‌آید و درمان آن در مراحل انتهایی از طریق دیالیز یا

به‌ویژه هیپر Lp(a) را بهبود بخشد و عوارض جانبی کمتری داشته باشند، صورت گرفته است. برخی از این مطالعات نشان داده‌اند که مکمل L-کارنیتین قادر به کاهش TG، کلسترول تام و افزایش HDL-C سرم است (۲۶-۱۹). به علاوه، برخی تحقیقات که بعد از سال ۲۰۰۰ صورت گرفته‌اند، نشان داده‌اند که مکمل L-کارنیتین می‌تواند غلظت Lp(a) را در افراد هیپر Lp(a) غیرهمودیالیزی کاهش دهد (۲۸، ۲۷) در حالی که بعضی مطالعات دیگر نتوانسته‌اند اثرات L-کارنیتین را بر فراسنج‌های لیپیدی مختلف سرم نشان دهند (۳۲-۲۹).

بنابراین، با توجه به نقش ناهنجاری‌های لیپیدی، به ویژه هیپر Lp(a) در ایجاد بیماری‌های قلبی و عروقی در بیماران همودیالیزی و بررسی نشدن اثرات مکمل L-کارنیتین بر غلظت Lp(a) سرم بیماران همودیالیزی هیپر Lp(a)، مطالعه حاضر به منظور بررسی اثرات مکمل L-کارنیتین بر چربی‌ها و آپوپروتئین‌های سرم در بیماران همودیالیزی مبتلا به هیپرلیپوپروتئینمی Lp(a) صورت گرفت.

#### • مواد و روش‌ها

این مطالعه به روش کارآزمایی بالینی تصادفی، روی ۳۶ بیمار همودیالیزی (۱۳ زن و ۲۳ مرد) صورت گرفت. در این مطالعه بیماران همودیالیزی نوبت صبح مراجعه کننده به بیمارستان‌های شهید اشرفی اصفهانی، پانزده خرداد، شهید لبافی نژاد، شهید هاشمی نژاد و شهید چمران که مبتلا به دیابت، اختلالات غده تیروئید، بیماری‌های عفونی مزمن به‌ویژه هپاتیت و بیماری‌های التهابی نبودند و BMI آنها در محدوده طبیعی (۲۵-۱۸/۵) قرار داشت و از داروهای پایین‌آودنده چربی‌های خون، بتابلوکرها، مکمل کارنیتین، مکمل‌های ویتامینی E و C، پروژسترون، استروژن، گلوکوکورتیکوئیدها و داروی ضد صرع اسید والپروئیک در یک ماه گذشته استفاده نکرده بودند، دعوت به همکاری شدند. لیپوپروتئین (a) یا Lp(a) سرم آنها در حالت ناشتا اندازه‌گیری شد تا بیمارانی که مبتلا به هیپر لیپوپروتئینمی Lp(a) بودند، شناسایی شوند. پس از مشخص شدن بیمارانی که غلظت

طوری که حدود ۵۰ درصد مرگ و میر بیماران همودیالیزی به دلیل این بیماری‌هاست و شیوع بیماری‌های قلبی و عروقی در این بیماران ۳ تا ۴۵ برابر نسبت به کل جامعه است (۴، ۳). یکی از عوامل خطر بیماری‌های قلبی و عروقی در بیماران همودیالیزی، ناهنجاری‌های لیپیدی است که شامل هیپرتری‌گلیسریدمی، پایین بودن غلظت HDL-C و apoAI سرم، بالا بودن غلظت VLDL، IDL، sdLDL، ox-LDL و به ویژه Lp(a) سرم است (۸-۵). غلظت Lp(a) سرم در مقادیر بیش از ۳۰ mg/dl (هیپرلیپوپروتئینمی Lp(a) یا هیپر Lp(a))، یک عامل خطر برای بیماری‌های قلبی و عروقی محسوب می‌شود (۱۰، ۹) که در ۵۰ تا ۷۰ درصد بیماران همودیالیزی وجود دارد (۱۱).

در حال حاضر، در بین داروهای موجود برای تنظیم ناهنجاری‌های لیپیدی فقط اسید نیکوتینیک در مقادیر ۱۵۰۰ میلی‌گرم در روز یا بیشتر می‌تواند باعث بهبود تقریباً کلیه ناهنجاری‌های لیپیدی مشاهده شده در این بیماران به ویژه هیپر Lp(a) شود. اما اسید نیکوتینیک با عوارض جانبی متعددی از قبیل احساس برافروختگی، بثورات پوستی، خارش، تهوع، استفراغ، اسهال، دردهای شکمی، کاهش فشار خون، عدم تحمل نسبت به گلوکز، هیپراوریسمی و افزایش آنزیم‌های ترانس‌آمیناز و آلکالین فسفاتاز خون و نارسایی حاد کبدی همراه است (۱۶-۱۲). همچنین، با توجه به شیوع اختلالات گوارشی و خارش اورمیک در بیماران همودیالیزی (۱۷، ۱)، مصرف اسید نیکوتینیک توسط بیماران همودیالیزی می‌تواند باعث تشدید این اختلالات شود. به همین دلیل، آستانه تحمل اسید نیکوتینیک در این بیماران پایین‌تر از افراد سالم است و مقدار مجاز مصرف اسید نیکوتینیک در آنها ۲۵ تا ۵۰ درصد افراد سالم است (۱۸) بنابراین، داروی اسید نیکوتینیک نیز مانند سایر داروهای تنظیم کننده چربی‌های خون در این بیماران، کارایی لازم را برای بهبود ناهنجاری‌های لیپیدی به ویژه هیپر Lp(a) ندارد.

در سالیان گذشته، مطالعات متعددی برای یافتن ترکیباتی که بتوانند ناهنجاری‌های لیپیدی مختلف،

Applied Science اندازه‌گیری شد. در این مطالعه، ضریب تغییرات درونی (Coefficient of Variation) مورد اندازه‌گیری کلیه چربی‌ها، آپوپروتئین‌ها و آلبومین سرم که با اتوانالایزر صورت گرفتند کمتر از ۳٪ بود و در مورد اندازه‌گیری کارنتین آزاد، ox-LDL و IL-6 سرم به ترتیب ۳٪، ۶/۹ و ۷/۶٪ بود.

در شروع مطالعه و پایان هفته‌های ششم و دوازدهم، عوامل مداخله‌گر آنتروپومتریک و رژیم مؤثر بر چربی‌ها و آپوپروتئین‌های سرم شامل وزن، BMI، کل انرژی، کربوهیدرات، پروتئین، کل چربی، اسیدهای چرب اشباع، اسیدهای چرب یک غیر اشباع (MUFA) و اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA)، کلسترول، فیبر و ویتامین‌های E و C دریافتی تعیین شدند. برای تعیین عوامل رژیمی فوق در شروع و پایان هفته‌های ششم و دوازدهم مطالعه از بیماران، پرسشنامه یاد آمد ۲۴ ساعته خوراک در مورد یک روز که بیمار تحت همودیالیز قرار می‌گرفت و یک روز که بیمار تحت همودیالیز قرار نمی‌گرفت از طریق مصاحبه تکمیل شد. همچنین در شروع مطالعه از کلیه بیماران خواسته شد که در مدت زمان انجام مطالعه، الگوی غذایی و فعالیت بدنی خود را تغییر ندهند. تجزیه و تحلیل یادآمدهای ۲۴ ساعته خوراک با استفاده از نرم افزار تغذیه‌ای Food Processor II انجام گرفت. در این پژوهش، پیگیری بیماران تقریباً هر پانزده روز یکبار از طریق ملاقات حضوری صورت می‌گرفت که برای همودیالیز مراجعه می‌کردند.

در این مطالعه، داده‌ها توسط نرم افزار SPSS<sub>۱۱/۵</sub> تجزیه و تحلیل شد. جهت مقایسه متغیرهای کیفی (جنسیت، استعمال سیگار و نوع صافی مورد استفاده در همودیالیز) بین دو گروه از آزمون Chi Square استفاده شد (۳۷). در مورد متغیرهای کمی ابتدا توزیع آنها با استفاده از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) بررسی شد (۳۸) و چون توزیع کلیه این متغیرها نرمال بود، از آزمون‌های پارامتریک جهت آنالیز داده‌ها استفاده شد. جهت مقایسه میانگین وزن، BMI، انرژی و اجزای رژیم غذایی در هر

لیپوپروتئین (a) سرم آنها در حالت ناشتا بالای ۳۰ mg/dl بود، از آنها در صورت تمایل به شرکت در این مطالعه رضایت نامه کتبی اخذ شد. این تحقیق از نظر رعایت اصول اخلاقی، مورد تأیید کمیته اخلاق معاونت پژوهشی انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور قرار گرفته بود. از ۳۶ بیمار شرکت کننده در این مطالعه، ۳۳ بیمار در هر هفته، سه نوبت چهار ساعته و ۳ بیمار در هر هفته دو نوبت چهار ساعته، تحت همودیالیز قرار می‌گرفتند. همودیالیز بیماران با صافی‌هایی از جنس پلی سولفان و هموفان انجام می‌شد و در طول این مطالعه، در نوع صافی مورد استفاده تغییری داده نشد.

بیماران شرکت کننده در این تحقیق، به طور تصادفی به دو گروه دریافت کننده مکمل L-کارنتین و گروه شاهد تقسیم شدند. در این مطالعه که ۱۲ هفته به طول انجامید، بیماران همودیالیزی در گروه L-کارنتین، روزانه یک ویال محلول خوراکی L-کارنتین دریافت می‌کردند که حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم L-کارنتین بود در حالی که بیماران گروه شاهد مکمل L-کارنتین دریافت نمی‌کردند.

در آغاز مطالعه و پایان هفته دوازدهم، از کلیه بیماران شرکت کننده ۵ cc خون گرفته شد و نمونه‌های خون به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند تا سرم آنها جدا شد. سپس غلظت TG، کلسترول تام، کلسترول موجود در HDL و LDL سرم به روش آنزیماتیک توسط اتوانالایزر Hitachi 717 و با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون (۳۳)، غلظت apo AI، apo B100، و Lp(a) سرم به روش ایمونوتوربیدیمتریک (Immunoturbidimetric) توسط اتوانالایزر Cobas Mira و با استفاده از کیت‌های شرکت Diagnostic آلمان (۳۳)، اندازه‌گیری غلظت آلبومین سرم به روش برم‌کروزول‌گرین Bromocresol Green توسط اتوانالایزر Selectra 2 و با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون (۳۴)، غلظت IL-6 با روش ELISA (۳۵) و با استفاده از کیت‌های شرکت Bender MedSystems و غلظت کارنتین آزاد سرم به روش آنزیماتیک (۳۶) و با استفاده از کیت‌های شرکت Roche

### • یافته‌ها

در این مطالعه، میانگین سن بیماران و مدت زمان تحت درمان با همودیالیز به ترتیب در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین  $54/5 \pm 19$  و  $4/9 \pm 3$  سال و در گروه شاهد  $57 \pm 20$  و  $7 \pm 7/3$  سال بود و بین دو گروه از نظر میانگین سن و مدت زمان تحت درمان با همودیالیز، تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت. دو گروه مورد مطالعه از نظر جنسیت، استعمال سیگار و نوع صافی مورد استفاده در همودیالیز با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند (جدول ۱).

عوامل آنتروپومتریک و رژیمی مؤثر بر چربی‌ها و آپوپروتئین‌های سرم در شروع مطالعه، هفته ششم و هفته دوازدهم بین گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین و گروه شاهد، تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند و در هر گروه نیز در طول مطالعه هیچ تغییر معنی‌داری در عوامل آنتروپومتریک و رژیمی مشاهده نشد (جدول ۲).

یک از دو گروه مورد مطالعه از آزمون آنالیز واریانس برای داده‌های تکراری استفاده شد. زیرا این متغیرهای مخدوش کننده کمی در طول مطالعه سه بار اندازه‌گیری شده بودند (۳۹) و برای مقایسه میانگین آنها بین دو گروه از آزمون t test استفاده شد (۳۷). برای مقایسه میانگین سایر متغیرهای کمی که در طول مطالعه فقط دو بار اندازه‌گیری شده بودند، در هر گروه از آزمون Paired t test و برای مقایسه میانگین آنها بین دو گروه از آزمون t test استفاده شد (۳۷). از آنجا که آلبومین سرم به عنوان یک فاکتور مخدوش کننده روی غلظت Lp(a) سرم تأثیر می‌گذارد و در این مطالعه، غلظت آلبومین سرم در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین به طور معنی‌داری تغییر پیدا کرده بود، با استفاده از آنالیز کوواریانس، ابتدا اثر تغییرات آلبومین سرم حذف شد و سپس دو گروه از نظر غلظت Lp(a) سرم مقایسه شدند (۳۹).

جدول ۱- توزیع فراوانی مطلق و نسبی بیماران همودیالیزی مورد مطالعه

#### بر حسب ویژگی‌های عمومی

ویژگی‌های عمومی بیماران	گروه کارنیتین	گروه شاهد
	فراوانی مطلق (نسبی)	فراوانی مطلق (نسبی)
- جنس	مرد	۱۲ (/۶۷)
	زن	۶ (/۳۳)
	جمع	۱۸ (/۱۰۰)
- سیگاری بودن	سیگاری	۳ (/۱۷)
	غیر سیگاری	۱۵ (/۸۳)
	جمع	۱۸ (/۱۰۰)
- نوع صافی مورد استفاده در همودیالیز	پلی سولفان	۱۰ (/۵۶)
	هموفان	۸ (/۴۴)
	جمع	۱۸ (/۱۰۰)

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار وزن، BMI، انرژی و ترکیبات رژیمی غذایی بیماران همودیالیزی مورد مطالعه

شاخص‌ها	گروه	تعداد	زمان مطالعه		
			شروع مطالعه	هفته ششم	هفته دوازدهم
وزن (kg)	کارنتین	۱۸	۶۵ ± ۱۶	۶۵ ± ۱۶	۶۴/۵ ± ۱۵
	شاهد	۱۸	۶۳ ± ۱۱	۶۲/۵ ± ۱۵/۵	۶۲/۵ ± ۱۰/۵
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	کارنتین	۱۸	۲۳ ± ۴	۲۳ ± ۴	۲۳ ± ۴
	شاهد	۱۸	۲۳ ± ۳	۲۳ ± ۳	۲۳ ± ۳
انرژی (kcal/d)	کارنتین	۱۸	۱۳۷۷ ± ۶۱۶	۱۳۰۲ ± ۴۳۲	۱۲۷۷ ± ۴۰۶
	شاهد	۱۸	۱۳۴۹ ± ۵۷۹	۱۲۲۴ ± ۳۵۶	۱۲۲۶ ± ۳۶۸
پروتئین (g/d)	کارنتین	۱۸	۵۲ ± ۲۷/۵	۵۳ ± ۱۸	۴۸ ± ۱۹
	شاهد	۱۸	۵۰ ± ۲۰/۵	۴۸/۵ ± ۱۸	۴۶ ± ۱۸
کربوهیدرات (g/d)	کارنتین	۱۸	۱۸۲ ± ۸۶/۵	۱۶۷ ± ۶۶	۱۶۹/۵ ± ۶۵
	شاهد	۱۸	۱۸۹ ± ۱۰۱	۱۶۸ ± ۵۳	۱۶۹ ± ۵۹
فیبر (g/d)	کارنتین	۱۸	۱۲ ± ۷	۱۱ ± ۶	۱۱/۵ ± ۶
	شاهد	۱۸	۱۴ ± ۹	۱۲ ± ۵	۱۲ ± ۶
کل چربی (g/d)	کارنتین	۱۸	۵۱ ± ۲۵	۴۸ ± ۱۶	۴۵ ± ۱۶
	شاهد	۱۸	۴۷ ± ۱۷	۴۲ ± ۱۵	۴۳ ± ۱۳
اسیدهای چرب اشباع (g/d)	کارنتین	۱۸	۱۷ ± ۹	۱۷ ± ۵	۱۷ ± ۶
	شاهد	۱۸	۱۶ ± ۷	۱۵ ± ۶	۱۵/۵ ± ۶
اسیدهای چرب MUFA (g/d)	کارنتین	۱۸	۱۹ ± ۷	۱۸ ± ۶	۱۸ ± ۶
	شاهد	۱۸	۱۷ ± ۶/۵	۱۶ ± ۶	۱۶ ± ۵
اسیدهای چرب PUFA (g/d)	کارنتین	۱۸	۱۱ ± ۷	۱۰ ± ۵	۹ ± ۳/۵
	شاهد	۱۸	۱۰ ± ۴	۸ ± ۲	۸ ± ۲
کلسترول (mg/d)	کارنتین	۱۸	۲۰۰/۵ ± ۱۲۵	۲۴۸/۵ ± ۱۲۶	۱۶۴ ± ۸۸
	شاهد	۱۸	۱۹۷ ± ۱۲۰	۲۰۷ ± ۱۲۱	۱۸۳ ± ۱۳۱
ویتامین C (mg/d)	کارنتین	۱۸	۳۷ ± ۴۹	۴۱ ± ۳۷	۳۹ ± ۳۱
	شاهد	۱۸	۵۲ ± ۵۵	۳۶ ± ۴۲/۵	۳۳ ± ۳۸
ویتامین E (mg/d)	کارنتین	۱۸	۴ ± ۳	۳/۵ ± ۲	۳ ± ۱
	شاهد	۱۸	۴/۵ ± ۳	۳ ± ۱	۳ ± ۱

دریافت کننده مکمل L- کارنتین در مقایسه با گروه شاهد، از نظر آماری معنی دار بود ( $P < 0/001$ ، جدول ۳).  
 غلظت TG سرم در شروع مطالعه بین دو گروه مورد بررسی، تفاوت آماری معنی داری نداشت. در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنتین، غلظت TG سرم در پایان هفته دوازدهم، نسبت به شروع مطالعه به طور معنی داری کاهش یافت ( $P < 0/05$ ) در حالی که در گروه شاهد، در طول دوره مطالعه هیچ تغییر معنی داری نسبت به زمان شروع مطالعه پیدا نکرد (جدول ۳)

غلظت L- کارنتین سرم در شروع مطالعه، بین دو گروه مورد بررسی، تفاوت آماری معنی داری نداشت. در بیماران گروه دریافت کننده مکمل L- کارنتین در پایان هفته دوازدهم، غلظت L- کارنتین به طور معنی داری بیشتر از زمان شروع مطالعه بود ( $P < 0/001$ ) در حالی که در گروه شاهد، غلظت L- کارنتین در طول دوره مطالعه، هیچ تغییر معنی داری نسبت به زمان شروع مطالعه پیدا نکرد. میزان افزایش غلظت L- کارنتین سرم در گروه

در گروه شاهد در طول دوره مطالعه، تغییر آماری معنی‌داری مشاهده نشد. میزان کاهش غلظت کلسترول تام سرم در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین در مقایسه با گروه شاهد از نظر آماری، معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ، جدول ۳).

غلظت کلسترول تام سرم در شروع مطالعه بین دو گروه مورد بررسی، تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین، غلظت کلسترول تام سرم در پایان هفته دوازدهم نسبت به زمان شروع مطالعه به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $P < 0/001$ ) در حالی که

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار غلظت کارنیتین، چربی‌ها، آپوپروتئین‌ها، IL-6، آلبومین سرم و میزان تغییرات آنها در بیماران همودیالیزی مورد مطالعه

میزان تغییرات	زمان مطالعه		تعداد	گروه‌ها	شاخصها
	پایان مطالعه	شروع مطالعه			
$19 \pm 10^b$	$41 \pm 10/5^{a,b}$	$22 \pm 8$	18	کارنیتین	کارنیتین آزاد ( $\mu\text{mol/L}$ )
$0/5 \pm 5$	$26 \pm 10$	$25/5 \pm 10$	18	شاهد	
$-49 \pm 97$	$150 \pm 96^c$	$199 \pm 184$	18	کارنیتین	TG ( $\text{mg/dl}$ )
$-16 \pm 44$	$118 \pm 57$	$134 \pm 54$	18	شاهد	
$-39 \pm 34^d$	$161 \pm 60^a$	$200 \pm 84$	18	کارنیتین	کلسترول تام ( $\text{mg/dl}$ )
$12 \pm 90$	$174 \pm 95$	$162 \pm 42$	18	شاهد	
$-4 \pm 14$	$83 \pm 38$	$87 \pm 41$	18	کارنیتین	LDL-C ( $\text{mg/dl}$ )
$3 \pm 15$	$79 \pm 25$	$75 \pm 20$	18	شاهد	
$-1 \pm 6$	$34 \pm 7$	$35 \pm 9$	18	کارنیتین	HDL-C ( $\text{mg/dl}$ )
$2/5 \pm 9$	$39 \pm 10$	$37 \pm 7$	18	شاهد	
$-0/04$	$2/5 \pm 1$	$2/54 \pm 1$	18	کارنیتین	LDL-C/HDL-C
$0/3$	$2/10 \pm 0/8$	$2/0 \pm 0/6$	18	شاهد	
$16 \pm 24$	$136/5 \pm 12^c$	$121 \pm 24$	18	کارنیتین	apoAI ( $\text{mg/dl}$ )
$25 \pm 23$	$145 \pm 24^a$	$120 \pm 21$	18	شاهد	
$-5 \pm 32$	$91 \pm 29$	$96 \pm 43$	18	کارنیتین	apoB100 ( $\text{mg/dl}$ )
$4 \pm 21$	$86 \pm 28$	$82 \pm 24$	18	شاهد	
$-1 \pm 23$	$75 \pm 41$	$76 \pm 37$	18	کارنیتین	Lp(a) ( $\text{mg/dl}$ )
$-6/5 \pm 15$	$54/5 \pm 28$	$61 \pm 27$	18	شاهد	
$-5/5 \pm 3/6$	$3/5 \pm 2^a$	$9 \pm 3$	18	کارنیتین	IL-6 ( $\text{ng/L}$ )
$-2/3 \pm 8/5$	$6/3 \pm 8/5$	$8/6 \pm 3$	18	شاهد	
$-0/37 \pm 0/4$	$3/8 \pm 0/3^a$	$4/2 \pm 0/4$	18	کارنیتین	آلبومین ( $\text{g/dl}$ )
$-0/11 \pm 0/4$	$3/9 \pm 0/45$	$4 \pm 0/5$	18	شاهد	

تفاوت آماری معنی‌دار در مقایسه با :

- زمان شروع مطالعه (a :  $P < 0/001$ ، c :  $P < 0/05$ )

- گروه شاهد (b :  $P < 0/001$ ، d :  $P < 0/05$ )

### • بحث

در این مطالعه، میانگین غلظت کارنیتین آزاد سرم در شروع مطالعه، در هر دو گروه مورد بررسی بین  $22-25/5 \mu\text{m/l}$  بود که کمتر از محدوده غلظت کارنیتین آزاد سرم در افراد سالم ( $29-64 \mu\text{m/l}$ ) می باشد (۴۱، ۴۰). پایین بودن غلظت کارنیتین سرم در بیماران همودیالیزی به دلیل آن است که اولاً در هر بار همودیالیز، به دلیل عبور کارنیتین از غشای صافی دیالیز، غلظت آن در پلاسما تقریباً ۷۰ تا ۷۵ درصد کاهش می یابد (۴۰). ثانیاً سنتز کارنیتین در بیماران همودیالیزی به دلیل از بین رفتن بافت کلیه تا حدودی مختل می شود (۴۰) و این مسئله به دلیل آن است که کلیه به یکی از مکان های اصلی سنتز کارنیتین در بدن است (۴۲). ثالثاً میزان دریافت کارنیتین از طریق رژیم غذایی در بیماران همودیالیزی می تواند کمتر از میزان مورد نیاز آنها باشد زیرا منابع غذایی اصلی کارنیتین، محصولات لبنی و گوشت قرمز هستند که معمولاً مصرف آنها در بیماران همودیالیزی محدود است (۴۳، ۴۲، ۴۰).

در مطالعه حاضر، در طول دوازده هفته، میانگین غلظت کارنیتین آزاد سرم در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین از  $22 \mu\text{m/l}$  به  $41 \mu\text{m/l}$  افزایش یافت و این افزایش از نظر آماری، معنی دار بود ( $P < 0/001$ ). میزان افزایش غلظت کارنیتین آزاد سرم در گروه دریافت کننده مکمل کارنیتین  $19 \mu\text{m/l}$  یا به عبارت دیگر ۸۶٪ بود که در مقایسه با میزان تغییرات غلظت کارنیتین آزاد سرم در گروه شاهد، معنی دار بود ( $P < 0/001$ ، جدول ۳). یافته های این مطالعه در زمینه افزایش غلظت کارنیتین آزاد سرم در اثر تجویز مکمل L- کارنیتین، مطابق یافته های مطالعات پیشین است (۴۰، ۲۳، ۲۱، ۲۰).

در بیماران مبتلا به نارسایی مزمن کلیه، از جمله بیماران همودیالیزی، بالا رفتن غلظت TG خون یکی از ناهنجاری های شایع است که می تواند در ۲۰ تا ۷۰٪ این بیماران وجود داشته باشد (۴۴، ۱۷). بالا رفتن غلظت TG خون در این بیماران می تواند به دلیل کاهش فعالیت آنزیم های لیپوپروتئین لیپاز و لیپاز کبدی (۴۴، ۴۵، ۸، ۵)، افزایش غلظت سیتوکین ها سرم از جمله

غلظت HDL-C، LDL-C و نسبت LDL-C/HDL-C در شروع و پایان مطالعه، بین دو گروه مورد بررسی تفاوت آماری معنی داری نداشت. همچنین در طول دوره مطالعه، غلظت HDL-C، LDL-C و نسبت LDL-C/HDL-C در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین و گروه شاهد تغییر معنی داری پیدا نکرد (جدول ۳).

غلظت apoAI سرم در شروع و پایان مطالعه، بین دو گروه مورد بررسی، تفاوت معنی داری نداشت. غلظت apoAI سرم در پایان هفته دوازدهم مطالعه به طور معنی داری نسبت به زمان شروع مطالعه در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین ( $P < 0/05$ ) و گروه شاهد ( $P < 0/001$ ) افزایش یافت، اما دو گروه مورد بررسی از نظر میزان افزایش apoAI سرم تفاوت آماری معنی داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۳).

غلظت apoB100 و Lp(a) سرم در شروع مطالعه، بین دو گروه مورد بررسی، تفاوت آماری معنی داری نداشت. در طول دوره مطالعه نیز غلظت apoB100 و Lp(a) سرم در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین و گروه شاهد، تغییر معنی داری پیدا نکرد (جدول ۳).

غلظت IL-6 سرم در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین در پایان هفته دوازدهم نسبت به زمان شروع مطالعه به طور معنی داری کاهش یافت ( $P < 0/001$ ) در حالی که در گروه شاهد، در طول دوره مطالعه، تفاوت آماری معنی داری در غلظت IL-6 سرم مشاهده نشد (جدول ۳).

غلظت آلبومین سرم در شروع مطالعه بین دو گروه مورد بررسی، تفاوت آماری معنی داری نداشت. در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین، غلظت آلبومین سرم در پایان هفته دوازدهم، نسبت به شروع مطالعه، به طور معنی داری کاهش یافت ( $P < 0/001$ ) در حالی که در گروه شاهد، غلظت آلبومین سرم در طول دوره مطالعه، تغییر معنی داری پیدا نکرد. با وجود اینکه در طول دوره مطالعه، غلظت آلبومین سرم در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین کاهش یافته بود، اما دو گروه مورد بررسی از نظر میزان تغییرات غلظت آلبومین سرم، تفاوت آماری معنی داری با یکدیگر نشان ندادند (جدول ۳).

سرم داشته باشد و حتی در دوزهای بسیار بالا ممکن است باعث افزایش TG سرم شود.

اثر مکمل L- کارنیتین در کاهش غلظت TG سرم از طریق دو مکانیسم، قابل توضیح است. طبق مکانیسم اول هنگامی که مکمل L- کارنیتین به بیماران همودیالیزی (عمدتاً مبتلا به کمبود کارنیتین) تجویز می‌شود، اسیدهای چرب بیشتری در داخل سلول‌ها توسط کارنیتین به داخل ماتریکس میتوکندری منتقل و سپس اکسیده شوند. به دلیل افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب توسط سلول‌ها، غلظت اسیدهای چرب آزاد خون کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه، برداشت اسیدهای چرب آزاد توسط کبد و تبدیل آنها به تری‌گلیسرید و ورود آنها به صورت VLDL به داخل خون نیز کاهش می‌یابد. به این ترتیب، غلظت TG خون بعد از تجویز مکمل L- کارنیتین، پایین می‌آید (۵۳، ۵۱، ۲۲، ۲۱). طبق مکانیسم دوم، بالا رفتن غلظت سیتوکین‌های سرم در بیماران همودیالیزی می‌تواند سبب افزایش غلظت TG خون شود و مکمل L- کارنیتین همان طور که در این پژوهش و مطالعات پیشین نشان داده شده می‌تواند سبب کاهش غلظت سیتوکین‌های سرم و در نتیجه، باعث کاهش غلظت تری‌گلیسرید سرم می‌شود (۲۴).

در این مطالعه، غلظت کلسترول تام در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین در پایان هفته دوازدهم، به طور متوسط ۳۹mg/dl یا به عبارت دیگر ۱۹/۵٪ کاهش یافت. این کاهش در مقایسه با غلظت کلسترول تام در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین در شروع مطالعه و همچنین در مقایسه با گروه شاهد، معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ، جدول ۳). کاهش غلظت کلسترول تام در اثر تجویز مکمل L- کارنیتین عمدتاً می‌تواند به دلیل کاهش سنتز VLDL در کبد توسط L- کارنیتین، مطابق با مکانیسم ذکر شده باشد. کاهش سنتز VLDL و در نتیجه، کاهش ورود آن به جریان خون می‌تواند در کاهش کلسترول تام خون مؤثر باشد.

یافته‌های مطالعه حاضر در مورد اثر مکمل L- کارنیتین بر غلظت کلسترول تام سرم مطابق نتایج برخی مطالعات است (۴۳، ۲۲) اما در بسیاری از مطالعات

IL-1β، IL-6 و TNF-α (۴۶، ۲۴) و کمبود کارنیتین باشد (۴۳).

بالا بودن سطح TG خون یکی از عوامل خطر بیماری‌های قلبی عروقی است زیرا با افزایش غلظت TG خون، نوع لیپوپروتئین‌های LDL و HDL موجود در خون تغییر می‌کنند (۴۷). در این حالت، اولاً لیپوپروتئین‌های LDL موجود در خون بیشتر از نوع small dense LDL (sdLDL) می‌شوند و افزایش این نوع LDL در خون، خطر آنفارکتوس میوکارد را تا سه برابر افزایش می‌دهد. ثانیاً لیپوپروتئین‌های HDL موجود در خون نیز بیشتر از نوع HDL3 می‌شوند و این نوع لیپوپروتئین‌ها به سرعت کاتابولیز می‌شوند. در نتیجه، همان طور که غلظت TG در خون بالا می‌رود، سطح HDL-C در خون پایین می‌آید و پایین آمدن غلظت HDL-C در خون خطر بیماری‌های قلبی عروقی را افزایش می‌دهد (۵۰-۴۷، ۹، ۶).

در این مطالعه ۲۵٪ بیماران همودیالیزی در زمان شروع مطالعه، مبتلا به هیپرتری‌گلیسریدمی بودند و TG سرم آنها در حالت ناشتا بالاتر از ۲۰۰mg/dl بود. تجویز مکمل L- کارنیتین به مدت دوازده هفته در این تحقیق، سبب کاهش قابل ملاحظه و معنی‌دار TG سرم به طور متوسط به میزان ۴۹mg/dl یا به عبارت دیگر ۲۵ درصد در بیماران گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین، در مقایسه با شروع مطالعه شد ( $P < 0/05$ ). در حالی که غلظت TG سرم در گروه شاهد، تغییر معنی‌داری پیدا نکرد (جدول ۳). یافته‌های مطالعه حاضر در این زمینه، مشابه یافته‌های بسیاری از مطالعات پیشین است (۱۹-۲۶). اما برخی از مطالعات نتوانسته‌اند، اثرات مکمل L- کارنیتین را در کاهش غلظت TG سرم نشان دهند (۵۲، ۵۱، ۳۲-۲۸). به نظر می‌رسد که برای مشاهده اثر مشهود مکمل L- کارنیتین جهت کاهش TG سرم، اولاً مطالعه باید روی افراد هیپرتری‌گلیسریدمیک، به ویژه آنهایی انجام شود که هیپرتری‌گلیسریدمی همراه با غلظت پایین HDL-C دارند و ثانیاً مکمل L- کارنیتین باید در مقادیر مناسب داده شود، چون مکمل L- کارنیتین در دوزهای کم نمی‌تواند تأثیری بر غلظت TG

می‌دهد (۴۸، ۴۷). بنابراین، در بیماران همودیالیزی اگرچه مکمل L- کارنیتین بر غلظت LDL-C سرم تأثیری ندارد، اما چون سبب کاهش قابل ملاحظه TG سرم می‌شود، تجویز مکمل L- کارنیتین می‌تواند سبب کاهش تشکیل لیپوپروتئین‌های sdLDL شود و از این طریق نقش مهمی در پیشگیری از آترواسکلروز در این بیماران داشته باشد.

در بیماران همودیالیزی، معمولاً غلظت HDL-C سرم، پایین است (۴۴، ۱۷، ۴، ۲). در آغاز مطالعه حاضر هم میانگین غلظت HDL-C سرم در بیماران هر دو گروه بین ۳۷-۳۵ mg/dl بود (جدول ۳). یکی از دلایل پایین بودن غلظت HDL-C سرم در بیماران همودیالیزی، کاهش فعالیت آنزیم Lecithin Cholesterol Acyltransferase (LCAT) است (۴۴، ۵). در مطالعه حاضر، در پایان هفته دوازدهم، غلظت HDL-C سرم در گروه دریافت کننده مکمل L- کارنیتین نسبت به زمان شروع مطالعه و همچنین در مقایسه با گروه شاهد، تغییر معنی‌داری پیدا نکرد (جدول ۳). یافته‌های مطالعه حاضر در مورد اثر مکمل L- کارنیتین بر غلظت HDL-C سرم مطابق نتایج برخی مطالعات پیشین است (۵۱، ۲۹-۲۷، ۲۱) در حالی که بعضی مطالعات دیگر نشان داده‌اند که در اثر تجویز مکمل L- کارنیتین، غلظت HDL-C سرم به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (۲۵، ۲۲، ۲۰). مکمل L- کارنیتین هنگامی می‌تواند سبب افزایش غلظت HDL-C سرم در بیماران همودیالیزی شود که اولاً آن بیماران مبتلا به هیپرتری‌گلیسرید باشند و ثانیاً غلظت HDL-C سرم آنها هم پایین باشد (۲۰). این مطلب بیانگر آن است که مکمل L- کارنیتین هنگامی می‌تواند سبب افزایش غلظت HDL-C سرم شود که غلظت پایین HDL-C به دلیل بالا رفتن غلظت TG سرم باشد، چون در بیماران مبتلا به هیپرتری‌گلیسرید می، میزان TG موجود در لیپوپروتئین‌های HDL2 سرم افزایش می‌یابد و این نوع لیپوپروتئین‌های HDL2 سوبسترای بهتری برای آنزیم لیپاز کبدی بوده و به راحتی به لیپوپروتئین‌های HDL3 تبدیل می‌شوند که سرعت کاتابولیسم آنها نسبت به لیپوپروتئین‌های HDL2 بیشتر است و به این ترتیب، غلظت HDL-C سرم با افزایش غلظت TG سرم

صورت گرفته، L- کارنیتین نتوانسته است غلظت کلسترول تام سرم را در بیماران همودیالیزی کاهش دهد (۵۴، ۵۱، ۲۹-۲۷، ۲۵، ۲۳-۲۱) زیرا در بیماران همودیالیزی، غلظت کلسترول تام خون عمدتاً در محدوده طبیعی یعنی کمتر از ۲۰۰ mg/dl قرار دارد (۵۶، ۵۵، ۴۴) و در نتیجه، نمی‌توان انتظار داشت که مکمل L- کارنیتین یا هر داروی دیگری بتواند کلسترول تام سرم را هنگامی که غلظت آن در محدوده طبیعی است، کاهش دهد. علاوه بر غلظت اولیه کلسترول تام که می‌تواند باعث به دست آوردن نتایج مختلف در مورد اثر L- کارنیتین بر کلسترول تام سرم شود (۴۳)، میزان کاهش TG سرم و یا به عبارت بهتر، میزان کاهش لیپوپروتئین VLDL در اثر تجویز L- کارنیتین نیز می‌تواند یک عامل مؤثر در به دست آوردن نتایج متفاوت باشد. چون هر قدر، میزان کاهش VLDL سرم در اثر مصرف L- کارنیتین بیشتر باشد، احتمال کاهش کلسترول تام سرم نیز بیشتر خواهد شد.

در این مطالعه، تجویز مکمل L- کارنیتین نتوانست سبب کاهش LDL-C سرم به طور معنی‌داری شود (جدول ۳). این یافته مطابق نتایج از مطالعات پیشین است (۵۴، ۵۱، ۲۸، ۲۷، ۲۵، ۲۱). در بیماران همودیالیزی، غلظت LDL-C سرم عمدتاً در محدوده طبیعی (کمتر از ۱۰۰ mg/dl) قرار دارد (۵۵، ۴۴) و در مطالعه حاضر هم میانگین غلظت LDL-C سرم در زمان شروع مطالعه در هر دو گروه بین ۷۵-۸۷ mg/dl بود. بنابراین، نمی‌توان انتظار داشت که مکمل L- کارنیتین یا سایر داروهای پایین آورنده کلسترول خون بتواند، کاهش قابل ملاحظه‌ای در LDL-C سرم بیماران نرموکلسترولمیک ایجاد کنند.

در بیماران همودیالیزی اگرچه غلظت LDL-C سرم اساساً در محدوده طبیعی قرار دارد، اما لیپوپروتئین‌های LDL در این بیماران (به ویژه بیماران همودیالیزی هیپرتری‌گلیسریدمیک) به دلیل بالا رفتن غلظت TG سرم، بیشتر از نوع small dense LDL (sdLDL) می‌شوند (۴۷، ۵۵) و بالا رفتن غلظت لیپوپروتئین‌های sdLDL در خون، خطر آنفارکتوس میوکارد را تا سه برابر افزایش

(یعنی کمتر از  $155\text{mg/dl}$ ) قرار داشت و دریافت مکمل L- کارنیتین هیچ تغییر معنی‌داری در غلظت apoB100 سرم بیماران همودیالیزی ایجاد نکرد (جدول ۳). در مطالعاتی که اثرات مکمل L- کارنیتین بر چربی‌ها و آپوپروتئین‌های سرم را بررسی کرده‌اند معمولاً غلظت apoB100 سرم اندازه‌گیری نشده است و در تعداد محدودی از مطالعات که اندازه‌گیری غلظت apoB100 سرم صورت گرفته، مکمل L- کارنیتین نتوانسته است، سبب کاهش معنی‌دار غلظت apoB100 سرم شود (۵۱، ۲۸، ۲۱)، زیرا در بیماران همودیالیزی معمولاً غلظت apoB100 سرم در محدوده طبیعی قرار دارد و بنابراین نمی‌توان انتظار داشت مکمل L- کارنیتین سبب کاهش غلظت apoB100 سرم شود.

بالا بودن غلظت Lp(a) سرم یکی از ناهنجاری‌های لیپیدی شایع در بیماران همودیالیزی است (۴۴، ۱۷). غلظت Lp(a) خون در مقادیر بیش از  $30\text{mg/dl}$  (یا به عبارت دیگر هیپر Lp(a))، یک عامل خطر برای بیماری‌های قلبی عروقی محسوب می‌شود (۱۰، ۹) که در ۵۰ تا ۷۰ درصد بیماران همودیالیزی وجود دارد (۱۱). بالا بودن غلظت Lp(a) سرم در بیماران همودیالیزی از یک سو می‌تواند به دلیل افزایش سنتز کبدی Lp(a) باشد که متعاقب از دست‌رفتن اسیدهای آمینه در اثر عمل دیالیز صورت می‌گیرد و در این زمینه، مطالعات مختلف نشان داده‌اند که افزایش دفع پروتئین از بدن به دلایل ناشناخته باعث افزایش سنتز کبدی Lp(a) می‌شود. همچنین، در مطالعات مختلف غلظت Lp(a) سرم به طور معکوس با غلظت آلبومین سرم در بیماران همودیالیزی همبستگی نشان داده است (۵۸، ۵۷، ۴۴، ۵). از سوی دیگر، افزایش سنتز کبدی Lp(a) که به عنوان یک پروتئین فاز حاد در نظر گرفته می‌شود، می‌تواند در بیماران همودیالیزی، به دلیل افزایش تولید سیتوکین‌ها از جمله اینترلوکین-۶ (IL-6) باشد (۴۴، ۵). در این تحقیق، کلیه بیماران همودیالیزی مورد مطالعه، مبتلا به هیپر Lp(a) بودند و در شروع مطالعه، میانگین غلظت Lp(a) سرم در هر دو گروه بین  $61-76\text{mg/dl}$  قرار داشت. این مطالعه نشان داد که دریافت مکمل L-

می‌تواند کاهش یابد (۴۷). در مطالعه حاضر، دلیل اینکه مکمل L- کارنیتین نتوانست سبب افزایش غلظت HDL-C سرم شود شاید این باشد که تنها ۲۵٪ بیماران شرکت کننده مبتلا به هیپرتری‌گلیسریدمی بودند.

در مطالعه حاضر، در پایان هفته دوازدهم، نسبت HDL-C به LDL-C سرم در گروه دریافت‌کننده مکمل L- کارنیتین نسبت به زمان شروع مطالعه و همچنین در مقایسه با گروه شاهد، تغییر معنی‌داری پیدا نکرد (جدول ۳). در مطالعات پیشین، معمولاً نسبت LDL-C به HDL-C سرم مورد توجه قرار نگرفته، اما چون مکمل L- کارنیتین سبب تغییر معنی‌داری در غلظت LDL-C سرم نشده است، می‌توان گفت فقط در مطالعاتی که غلظت HDL-C سرم در اثر مصرف مکمل L- کارنیتین بالا رفته، این نسبت می‌تواند کاهش پیدا کرده باشد.

در زمان شروع این مطالعه، میانگین غلظت apoAI سرم در هر دو گروه مورد بررسی، در محدوده طبیعی (یعنی بالاتر از  $110\text{mg/dl}$ ) قرار داشت. در طول این مطالعه، غلظت apoAI سرم بیماران همودیالیزی به طور معنی‌داری در گروه دریافت‌کننده مکمل L- کارنیتین ( $P < 0.05$ ) و در گروه شاهد ( $P < 0.001$ ) افزایش یافت، اما میزان افزایش apoAI سرم در دو گروه مورد بررسی، تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر نشان نداد (جدول ۳). از آنجا که در این مطالعه، غلظت apoAI سرم در گروه شاهد، مانند گروه دریافت‌کننده مکمل L- کارنیتین، افزایش یافت، این نکته نشان می‌دهد که افزایش غلظت apoAI سرم در گروه دریافت‌کننده مکمل L- کارنیتین نمی‌تواند در اثر مصرف مکمل L- کارنیتین باشد. در مطالعاتی که اثرات مکمل L- کارنیتین بر چربی‌ها و آپوپروتئین‌های سرم را بررسی کرده‌اند، معمولاً غلظت apoAI سرم اندازه‌گیری نشده است و در تعداد محدودی از مطالعات که اندازه‌گیری غلظت apoAI سرم صورت گرفته، مکمل L- کارنیتین نتوانسته است، سبب افزایش معنی‌دار غلظت apoAI سرم شود (۵۱، ۲۸، ۲۱).

در زمان شروع این مطالعه، میانگین غلظت apoB100 سرم در هر دو گروه مورد بررسی در محدوده طبیعی

استفاده شد، درحالی که در مطالعه حاضر، به بیماران مکمل L- کارنیتین خوراکی دوز ۱۰۰۰ میلی گرم در روز تجویز شد و این تفاوت دوز ممکن است در متفاوت بودن یافته‌های این مطالعه با مطالعات Sirtori و Derosa نقش داشته باشد. علت استفاده از دوزهای کمتر در این مطالعه به این دلیل بود که در بیماران همودیالیزی، عملکرد کلیه‌ها از بین می‌رود و تقریباً دفع ادرار و در نتیجه، دفع کارنیتین از طریق ادرار به صفر می‌رسد و کارنیتین مصرفی در فاصله دو دیالیز در خون باقی می‌ماند. به همین جهت، در این مطالعه از دوزهای کمتر مکمل استفاده شد.

ثالثاً همان طور که قبلاً بیان شد، بالا بودن غلظت Lp(a) سرم در بیماران همودیالیزی از یک سو می‌تواند به دلیل افزایش سنتز کبدی آن، در نتیجه افزایش تولید سیتوکین‌ها از جمله اینترلوکین-۶ باشد (۴۴، ۵)، اما در مطالعه حاضر با توجه به اینکه غلظت اینترلوکین-۶ سرم به طور معنی‌داری در اثر مصرف مکمل L- کارنیتین کاهش یافت، نمی‌توان کاهش نیافتن غلظت Lp(a) سرم را به عملکرد سیتوکین‌های سرم نسبت داد. از طرف دیگر، همان طور که قبلاً بیان شد، بالا بودن غلظت Lp(a) سرم در بیماران همودیالیزی ممکن است به دلیل پایین بودن غلظت آلبومین سرم باشد (۴۴، ۵۷، ۵۸، ۵۹). در مطالعه حاضر در گروه دریافت‌کننده مکمل L- کارنیتین به دلایل ناشناخته، غلظت آلبومین سرم در پایان هفته دوازدهم نسبت به زمان شروع مطالعه، به طور معنی‌دار (۰/۳ g/dl) کاهش یافت (جدول ۳). ممکن است همین کاهش ناچیز غلظت آلبومین سرم، مانع از اثر مکمل L- کارنیتین در کاهش غلظت Lp(a) سرم شده باشد. چرا که بین غلظت آلبومین سرم و غلظت Lp(a) رابطه معکوسی وجود دارد (۴۴، ۵۷، ۵۸، ۵۹). البته در این مطالعه، بعد از حذف اثرات تغییرات آلبومین سرم با استفاده از آنالیز کوواریانس، هم تفاوتی بین میزان تغییرات غلظت Lp(a) سرم دو گروه مشاهده نشد.

به طور کلی، یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که مصرف مکمل L- کارنیتین هیچ اثری بر غلظت Lp(a) سرم در بیماران همودیالیزی مبتلا به هیپرلیپوپروتئینمی

کارنیتین سبب هیچ کاهش در غلظت Lp(a) سرم بیماران همودیالیزی هیپر Lp(a) نمی‌شود (جدول ۳). در مطالعاتی که اثرات مکمل L- کارنیتین بر چربی‌ها و آپوپروتئین‌های سرم را بررسی کرده‌اند، عمدتاً غلظت Lp(a) سرم اندازه‌گیری نشده است و در تعداد محدودی از مطالعات که اندازه‌گیری غلظت Lp(a) سرم صورت گرفته، مکمل L- کارنیتین نتوانسته سبب کاهش معنی‌دار غلظت Lp(a) سرم شود (۲۱). Sirtori و همکاران در سال ۲۰۰۰ و Derosa و همکاران در سال ۲۰۰۳ با مطالعه روی بیماران هیپر Lp(a) که مبتلا به بیماری‌های کلیه نبودند، نشان دادند که تجویز مکمل L- کارنیتین خوراکی به میزان ۲۰۰۰ میلی‌گرم سبب کاهش معنی‌دار غلظت Lp(a) سرم در مدت ۳ تا ۶ ماه می‌شود (۲۷، ۲۸). چون دو مطالعه فوق روی افرادی صورت گرفته بود که دچار بیماری‌های کلیوی نبودند و با توجه به اینکه غلظت Lp(a) سرم اساساً در بیماران کلیوی بالا می‌رود و یکی از عوامل خطر بیماری‌های قلبی و عروقی برای آنها در نظر گرفته می‌شود، این مطالعه برای بررسی اثرات مکمل L- کارنیتین بر غلظت چربی‌ها و آپوپروتئین‌های سرم به ویژه Lp(a) در بیماران همودیالیزی هیپر Lp(a) صورت گرفت تا مشخص شود آیا یافته‌های مطالعات Sirtori و Derosa در مورد اثرات مکمل L- کارنیتین در کاهش Lp(a) سرم، در بیماران همودیالیزی هیپر Lp(a) نیز صادق هست یا خیر.

مطالعه حاضر نشان داد که مکمل L- کارنیتین در دوز ۱۰۰۰ میلی‌گرم در روز قادر به کاهش Lp(a) سرم در بیماران همودیالیزی هیپر Lp(a) نیست و این یافته بر خلاف یافته‌های مطالعات Sirtori و Derosa است. علت این تفاوت در یافته‌ها ممکن است، اولاً به دلیل آن است که مطالعات Sirtori و Derosa روی افراد هیپر Lp(a) و فاقد بیماری‌های کلیوی انجام شده، درحالی که مطالعه حاضر در افراد هیپر Lp(a) و مبتلا به بیماری‌های کلیوی انجام شده است و متابولیسم Lp(a) ممکن است در بیماران کلیوی با افراد سالم، متفاوت باشد.

ثانیاً در مطالعات Sirtori و Derosa از مکمل L- کارنیتین خوراکی در دوز ۲۰۰۰ میلی‌گرم در روز

بخش‌های همودیالیز بیمارستانهای شهید لبافی‌نژاد، شهید هاشمی‌نژاد، ۱۵ خرداد، شهید اشرفی اصفهانی، شهید چمران، مسئولان و کارشناسان آزمایشگاه تحقیقات پژوهشکده غدد درون‌ریز و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، کارشناسان آزمایشگاه تحقیقات انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور به ویژه آقای علی کلایی، و همچنین خانم مریم چمری که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند، سپاسگزاری می‌شود.

Lp(a) ندارد، اما ممکن است در پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی در این بیماران از طریق کاهش غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول تام سرم مؤثر باشد.

### سپاسگزاری

بدینوسیله از ریاست و معاونت محترم پژوهشی انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور به دلیل حمایت مالی از این تحقیق، از پزشکان و پرستاران

### • References

- Shorecki K, Green J, Brenner BM. Chronic renal failure. In: Kasper DL, Braunwald E, Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL (eds). *Harrison's Principles of Internal Medicine*. 16th ed. New York : McGraw-Hill; 2005: 1653-1663 .
- Ziyadeh FN. Approach to the patient with chronic renal failure. In: Humes HD (ed). *Kelley's Textbook of Internal Medicine*. Philadelphia: Williams & Wilkins; 2000: 1133-1134.
- Singh AK, Brenner BM. Dialysis in the treatment of renal failure. In: Kasper DL, Braunwald E, Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL (eds). *Harrison's Principles of Internal Medicine*. 16th ed. New York: McGraw-Hill; 2005:1663-1667.
- Jungers P, Khoa TN, Massy ZA, Zingraff J, Labrunie M, Descamps-Latscha B, Man NK. Incidence of atherosclerotic arterial occlusive accidents in predialysis and dialysis patients: a multicentric study in the Ile de france district. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14: 898-902.
- Wanner C, Zimmermann J, Quaschnig T, Galle J. Inflammation , dyslipidemia and vascular risk factors in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1997; 52[suppl.62]: S53-S55.
- Ambrosch A, Domroese U, Westphal S, Dierkes J, Augustin W, Neumann KH, Luley C. Compositional and functional changes of low-density lipoprotein during hemodialysis in patients with ESRD. *Kidney Int* 1998; 54: 608-617.
- Loughrey CM, Young IS, McEneny J, McDowell IFW, McMaster C, McNamee PT, Trimble ER. Oxidation of low-density lipoproteins in patients on regular haemodialysis. *Atherosclerosis* 1994; 110: 185-193.
- Sutherland WHF, Walker RJ, Ball MJ, Stapley SA, Robertson MC. Oxidation of low-density lipoproteins from patients with renal failure or renal transplants. *Kidney Int* 1995; 48: 227-236.
- Superko HR. Did grandma give you heart disease? The new battle against coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1998 ; 82 : 34Q-46Q.
- Tzanatos H, Fourtounas C, Agrogannis B, Chondros K, Dalamangas A, Bossiolis B, Kopelias I, Koutsikos D. Alterations of plasma lipoprotein(a) concentration. Do they arise from the haemodialysis procedure? *Nephrol Dial Transplant* 1996; 11: 1491- 1492.
- Wanner C. Lipid metabolism in renal disease and renal failure. In: Kopple JD, Massry SG(eds). *Nutrition Management of Renal Disease*. 1st ed. New York: Williams & Wilkins; 1997: 35-62.
- Malloy MJ, Kane JP. Agents used in hyperlipidemia. In: Katzung BG(ed). *Basic & Clinical Pharmacology*. 8th ed. New York: McGraw-Hill; 2001: 588-595.
- Chong PH, Bachenheimer BS. Current , new and future treatments in dyslipidemia and atherosclerosis. *Drugs* 2000; 60: 55-93.
- Steiner A, Weisser B, Vetter W. A comparative review of the adverse effects of treatment for hyperlipidemia. *Drug Safety* 1991; 6: 118-130.
- Knopp RH. Clinical profiles of plain versus sustained-release niacin (niaspan) and the physiologic rationale for night time dosing. *Am J Cardiol* 1998; 82: 24U-28U.
- Goldberg AC. Clinical trial experience with extended-release niacin (niaspan): dose- escalation study. *Am J Cardiol* 1998; 82: 35U-38U.
- Denker BM, Chertow GM, Owen WF. Hemodialysis. In: Brenner BM (ed). *Brenner & Rector's the Kidney*. 16th ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 2000: 2373-2419.
- Olyaei AJ, Demattos AM, Bennett WM. Prescribing drugs in renal disease. In: Brenner BM (ed): *Brenner & Rector's the Kidney*. 16th ed. Philadelphia: W.B. Saunders ; 2000: 2632.
- Bertoli M, Battistella PA, Vergani L, Naso A, Gasparotto ML, Romangoli GF, Angelini C. Carnitine deficiency induced during hemodialysis and hyperlipidemia: effect of replacement therapy. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 1496-1500.
- Vacha GM, Giorcelli G, Siliprandi N, Corsi M. Favorable effects of L-carnitine treatment on hypertriglyceridemia in hemodialysis patients: decisive role of low levels of high-density lipoprotein-cholesterol. *Am J Clin Nutr* 1983; 38: 532-540.

21. Elisaf M, Bairaktari E, Katopodis K, Pappas M, Sferopoulos G, Tzallas C, Tsolas O, Siamopoulos KC. Effect of L-carnitine supplementation on lipid parameters in hemodialysis patients. *Am J Nephrol* 1998; 18: 416-421.
22. Lacour B, Di Giulio S, Chanard J, Ciancioni C, Haguët M, Lebki B, Basile C, Druke T, Assan R, Funck-Brentano JL. Carnitine improves lipid anomalies in haemodialysis patients. *Lancet* 1980; 11: 763-764.
23. Guarnieri GF, Ranieri F, Toigo G, Vasile A, Ciman M, Rizzoli V, Moracchiello M, Campanacci L. Lipid lowering effect of carnitine in chronically uremic patients treated with maintenance hemodialysis. *Am J Clin Nutr* 1980; 33: 1489-1492.
24. Winter BK, Fiskum G, Gallo LL. Effect of L-carnitine on serum triglyceride and cytokine levels in rat models of cachexia and septic shock. *Br J Cancer* 1995; 72: 1173-1179.
25. Glogglar A, Bulla M, Furst P. Effect of low dose supplementation of L-carnitine on lipid metabolism in hemodialysis children. *Kidney Int* 1989; 36[suppl.27]: S256-S258.
26. Bohles H, Michalk D, Von Wendt-Goknur E. Effect of L-carnitine supplementation on lipid metabolism of renal failure, dialysis-dependent children and adolescents [abstract]. *Infusionstherapie* 1991; 18: 224-226.
27. Sirtori CR, Calabresi L, Ferrara S, Pazzucconi F, Bondioli A, Baldassarre D, Birreci A, Koverech A. L-carnitine reduces plasma lipoprotein(a) levels in patients with hyper Lp(a). *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2000; 10: 247-251.
28. Derosa G, Cicero AFG, Gaddi A, Mugellini A, Ciccarelli L, Fogari R. The effect of L-carnitine on plasma lipoprotein(a) levels in hypercholesterolemic patients with type 2 diabetes mellitus. *Clin Ther* 2003; 25: 1429-1439.
29. Chan MK, Persaud JW, Varghese Z, Baillo RA, Moorhead JF. Response patterns to DL-carnitine in patients on maintenance haemodialysis. *Nephron* 1982; 30: 240-243.
30. Nilsson-Ehle P, Cederblad G, Fagher B, Monti M, Thysell H. Plasma lipoproteins, liver function and glucose metabolism in haemodialysis patients: Lack of effect of L-carnitine supplementation. *Scand J Clin Lab Invest* 1985 ; 45: 179-184.
31. Yderstraede KB, Pedersen FB, Dragsholt C, Trostmann A, Laier E, Larsen HF. The effect of L-carnitine on lipid metabolism in patients on chronic haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 1987; 1: 238-241.
32. Golper TA, Wolfson M, Ahmad S, Hirschberg R, Kurtin P, Katz LA, Nicora R, Ashbrook D, Kopple JD. Multicenter trial of L-carnitine in maintenance hemodialysis patients. I. Carnitine concentrations and lipid effects. *Kidney Int* 1990; 38: 904-911.
33. Stein EA, Myers GL. Lipids, lipoproteins and apoproteins. In: Burtis CA, Ashwood ER (eds). *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1994: 1054-1087.
34. Silverman LM, Christenson RH. Amino acids and proteins. In: Burtis CA, Ashwood ER (eds). *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1994: 702-704.
35. Santos-Rosa M, Bienvenu J, Whicher J. Cytokines. In: Burtis CA, Ashwood ER, editors. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1999: 603.
36. De Sousa C, English NR, Stacey TE, Chalmers RA. Measurement of L-carnitine and acylcarnitines in body fluids and tissues in children and adults. *Clin Chim Acta* 1990; 187: 317-328.
37. Rosner B. *Fundamentals of Biostatistics*. 4th ed. Belmont: Duxbury Press; 1995: 253-275, 349-395.
38. Schoder V, Himmelmann A, Wilhelm KP. Preliminary testing for normality: some statistical aspects of a common concept. *Clin Exp Dermatol* 2006; 31: 757-761.
39. Winer BJ, Brown DR, Michels KM. *Statistical Principles in Experimental Design*. 3rd ed. New York: McGraw – Hill; 1991: 220-282, 739-837.
40. Evans A. Dialysis-related carnitine disorders and levocarnitine pharmacology. *Am J Kidney Dis* 2003; 41[suppl.4]: S13-S26.
41. Albery R, Alberyova D. Biological variation of free and total carnitine in serum of healthy subjects. *Clin Chem* 1997; 43: 2441-2443.
42. Hoppel C. The role of carnitine in normal and altered fatty acid metabolism. *Am J Kidney Dis* 2003; 41[suppl.4]: S4-S12.
43. Guarnieri G, Biolo G, Toigo G, Situlin R. Carnitine in renal failure. In: Kopple JD, Massry SG (eds). *Kopple and Massry's Nutritional Management of Renal Disease*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2004: 357-368.
44. Lacour B, Massy Z, Druke TB. Lipid metabolism. In: Massry SG, Glasscock RJ(eds). *Massry & Glasscock's Textbook of Nephrology*. 4th ed. Philadelphia: Williams & Wilkins; 2001: 1346-1356.
45. Shoji T, Nishizawa Y, Kawagishi T, Emoto M, Morii H. Secondary hyperparathyroidism, decreased hepatic triglyceride lipase, elevated intermediate density lipoprotein and atherosclerosis in hemodialysis patients. *Nephron* 1998; 78: 121-122.
46. Cannon JG. Cytokines and eicosanoids. In: Shils ME, Shike M, Ross AC, Caballero B, Cousins RJ(eds). *Modern Nutrition in Health and Disease*. 10th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006: 663.
47. Packard CJ, Shepherd J. Metabolic basis of the atherogenic lipoprotein phenotype. In : Gotto AM, Lenfant C, Catapano AL, Paoletti R(eds). *Multiple*

- Risk Factors in Cardiovascular Disease. Dordrecht: Kluwer Academic; 1995: 289-294.
48. Griffin BA, Freeman DJ, Tail GW, Thomson J, Caslake MJ, Packard CJ, Shepherd J. Role of plasma triglyceride in the regulation of plasma low density lipoprotein (LDL) subfractions: relative contribution of small dense LDL to coronary heart disease risk. *Atherosclerosis* 1994; 106: 241-253.
49. Brinton EA, Eisenberg S, Breslow JL. Increased apoAI and apoAII fractional catabolic rate in patients with low high density lipoprotein-cholesterol levels with or without hypertriglyceridemia. *J Clin Invest* 1991; 87: 536-544.
50. Hasselwander O, McEneny J, McMaster D, Fogarty DG, Nicholls DP, Maxwell AP, Young IS. HDL composition and HDL antioxidant capacity in patients on regular haemodialysis. *Atherosclerosis* 1999; 143: 125-133.
51. Weschler A, Aviram M, Levin M, Better OS, Brook JG. High dose of L-carnitine increases platelet aggregation and plasma triglyceride levels in uremic patients on hemodialysis. *Nephron* 1984; 34: 120-124.
52. Krol E, Rutkowski B, Manitius J, Manitius A, Salek J, Wroblewska M, Lysiak-Szydłowska W. Evaluation of the effect of L-carnitine on lipid metabolism of patients after prolonged dialysis [abstract]. *Pol Tyg Lek* 1991; 46: 614-616.
53. Mayes PA. Oxidation of fatty acids: Ketogenesis. In: Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW (eds). *Harper's Biochemistry*. 25th ed. New York: McGraw-Hill. 2000: 238-242.
54. Hurot JM, Cucherate M, Haugh M, Fouque D. Effects of L-carnitine supplementation in maintenance hemodialysis patients: a systematic review. *J Am Soc Nephrol* 2002; 13: 708-714.
55. Wanner C. Altered lipid metabolism and serum lipids in renal disease and renal failure. In: Kopple JD, Massry SG (eds). *Kopple and Massry's Nutritional Management of Renal Disease*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2004: 44-45.
56. Bloch AS, Shils ME. Appendices. In: Shils ME, Shike M, Ross AC, Caballero B, Cousins RJ (eds). *Modern Nutrition in Health and Disease*. 10th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006: 1896.
57. Yang WS, Kim SB, Min WK, Park S, Lee MS, Park JS. Atherogenic lipid profile and lipoprotein(a) in relation to serum albumin in haemodialysis patients [abstract]. *Nephrol Dial Transplant* 1995; 10: 1668-1671.
58. Irish AB, Simons LA, Savdie E, Hayes JM, Simons J. Lipoprotein(a) levels in chronic renal disease states, dialysis and transplantation [abstract]. *Aust N Z J Med* 1992; 22: 243-248.