

## ارتباط سطح سرمی لیپوپروتئین‌ها، آپولیپوپروتئین‌ها و فعالیت آنزیم پاراکسوناز سرمی با عملکرد تیروئید

دکتر فریدون عزیزی، دکتر فرید رئیس‌زاده، دکتر مازیار رحمانی، دکتر سید مهرداد صولتی، دکتر ماندانا اعرابی،  
مهدی هدایتی

چکیده: اختلالات عملکرد تیروئید، ممکن است با اختلال متابولیسم لیپیدها و لیپوپروتئین‌های آتروژنیک همراه باشد. بررسی وضعیت آپولیپوپروتئین‌ها در اختلالات تیروئید موضوع جدیدی است. به علاوه تاکنون گزارشی از فعالیت پاراکسوناز (آنزیم وابسته به HDL که با هیدرولیز لیپیدهای اکسید شده قادر به جلوگیری از اکسیداسیون LDL است) در اختلال عملکرد تیروئید ارائه نشده است. هدف از این مطالعه، تعیین ارتباط سطح سرمی لیپیدها، آپولیپوپروتئین‌ها و سطح فعالیت آنزیم پاراکسوناز سرمی با عملکرد تیروئید در مبتلایان به اختلال عملکرد تیروئید و مقایسه آن با افراد سالم است. ۲۲ بیمار دچار اختلال عملکرد تیروئید شامل ۱۴ بیمار هیپوتیروئید (۷ مرد و ۷ زن)، ۸ بیمار هیپرتیروئید (۴ مرد و ۴ زن) و ۳۲ فرد سالم (۱۴ مرد و ۱۸ زن)، به عنوان گروه شاهد، مورد بررسی قرار گرفتند. پس از گرفتن شرح حال و تعیین اندازه‌های تن‌سنجی، سطح سرمی هورمونهای تیروئیدی، لیپیدها، آپولیپوپروتئین‌های A-I و B و فعالیت سرمی آنزیمهای پاراکسوناز و آریل استراز در یک نمونه خون ناشتا تعیین شد. میانگین و انحراف معیار سن در سه گروه هیپوتیروئید  $41 \pm 13$ ، هیپرتیروئید  $42 \pm 15$ ، و شاهد  $46 \pm 12$  سال بود. در بیماران هیپوتیروئید در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی‌دار کلسترول تام ( $204 \pm 69$  در مقابل  $171 \pm 37$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر؛  $P < 0/05$ )، LDL-C ( $115 \pm 49$  در مقابل  $82 \pm 34$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر؛  $P < 0/05$ ) و کاهش معنی‌دار HDL-C ( $52 \pm 15$  در مقابل  $63 \pm 17$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر؛  $P < 0/05$ ) دیده شد. علاوه بر این نسبت TC/HDL-C ( $4/0 \pm 1/3$ ) در مقابل  $2/9 \pm 1$ ؛ LDL-C/HDL-C ( $P < 0/01$ ) و  $2/3 \pm 0/8$  در مقابل  $1/5 \pm 0/8$ ؛  $P < 0/01$ ) افزایش معنی‌داری نشان داد. در بیماران هیپرتیروئید در مقایسه با گروه شاهد، کاهش معنی‌دار HDL-C ( $50 \pm 10$ ) در مقایسه با  $63 \pm 17$  میلی‌گرم در دسی‌لیتر؛  $P < 0/05$ ) و کاهش فعالیت آنزیم پاراکسوناز ( $27 \pm 14$  در مقابل  $66 \pm 41$  واحد بین‌المللی در دسی‌لیتر؛  $P < 0/01$ ) مشاهده شد. در دو گروه هیپرتیروئید و هیپوتیروئید، غلظت سرمی، تری‌گلیسرید، آپولیپوپروتئین A-I و B و فعالیت آنزیم آریل استراز و در گروه هیپوتیروئید سطح فعالیت آنزیم پاراکسوناز اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نداشت. در تمامی افراد مورد بررسی، ارتباط مثبتی بین سطح سرمی TSH با TC و LDL-C وجود داشت. ارتباط معکوس بین سطح T<sub>3</sub> با TC و آپولیپوپروتئین B و همچنین T<sub>4</sub> با TC و LDL-C مشاهده شد. علاوه بر این ارتباط معکوسی بین T<sub>4</sub> سرمی با فعالیت آنزیم پاراکسوناز وجود داشت ( $r = -0/3$ ،  $P < 0/05$ ) نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در دو گروه هیپو و هیپرتیروئید، اختلال عملکرد تیروئید منجر به تغییر پروفیل لیپیدها و لیپوپروتئین‌ها به نفع فرایند آترواسکلروز شده است. ارتباط معنی‌دار بین سطح سرمی TSH و T<sub>4</sub> با فعالیت آنزیم پاراکسوناز و سطح سرمی لیپیدها، نشان دهنده نقش هورمون تیروئید در متابولیسم لیپیدها و آنزیم‌های وابسته و مطرح کننده نقش احتمالی عملکرد تیروئید در اکسیداسیون لیپیدها می‌باشد.

کلیدواژگان: پاراکسوناز، لیپوپروتئین، آپولیپوپروتئین، هیپرتیروئیدی، هیپوتیروئیدی

## مقدمه

در مدل توصیفی کنونی برای ایجاد آترواسکلروز، اکسیداسیون لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL-c) توسط رادیکالهای آزاد، نقشی اساسی در آغاز فرایند آترواسکلروز دارد.<sup>۱،۲</sup> طبق این مدل، عوامل تسریع کننده اکسیداسیون LDL-c باعث شروع و پیشرفت ضایعات آترواسکلروتیک می شوند، در حالی که عوامل آنتی اکسیدان این فرایند را مهار می کنند.<sup>۳</sup> یکی از عوامل مطرح شده در تنظیم اکسیداسیون لیپیدها، آنزیم پاراکسوناز<sup>۱</sup> (PON) است. پاراکسوناز آنزیمی مستقر بر لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-c) است که از اکسیداسیون لیپوپروتئینها و تشکیل LDL اکسیده در شرایط آزمایشگاهی جلوگیری می کند.<sup>۴</sup> اهمیت بالینی عملکرد این آنزیم هنوز به اثبات نرسیده است، زیرا در مطالعات اپیدمیولوژیک انجام شده به منظور تعیین ارتباط فعالیت این آنزیم با بیماری عروق کرونر نتایج مختلف و متناقضی به دست آمده است.<sup>۵،۶،۷</sup> در بیماران مبتلا به اختلال عملکرد تیروئید تغییر واضح وضعیت اکسیداسیون دیده می شود، به نحوی که افراد هیپرتیروئید (بصورت شدید) و افراد هیپوتیروئید (بصورت خفیفتر) دچار افزایش حساسیت نسبت به استرسهای اکسیداتیو و افزایش اکسیداسیون LDL-c می شوند. این مسأله می تواند تا حدی توجیه کننده افزایش خطر بیماری عروق کرونر در افراد دچار اختلال عملکرد تیروئید باشد، اما تاکنون فعالیت پاراکسوناز به عنوان علت تغییر وضعیت اکسیداسیون بررسی نشده است.

اختلالات لیپیدها و لیپوپروتئینها جزو عوارض شناخته شده اختلال عملکرد تیروئید هستند که

می توانند باعث افزایش خطر ابتلا به بیماری عروق کرونر نیز شوند.<sup>۸</sup> در کم کاری تیروئید، اختلالات لیپیدها بصورت کامل بررسی و گزارش شده اند، اما وضعیت آپولیپوپروتئینها بصورت کامل شناخته نشده است.<sup>۹</sup> در هیپوتیروئیدی، افزایش سطح سرمی کلسترول تام، تری گلیسرید، و LDL-c دیده می شود،<sup>۱۰،۱۱</sup> در حالی که در هیپرتیروئیدی سطح کلسترول تام و LDL-c کاهش نشان می دهد.<sup>۱۲</sup>

سطح سرمی آپولیپوپروتئین B (apo B) در بیماران دچار کم کاری تیروئید افزایش می یابد،<sup>۱۳-۱۵</sup> اما سطح سرمی HDL-c و apo A-I در اختلالات تیروئید متغیر است و در مطالعات مختلف افزایش، کاهش، یا عدم تغییر سطح HDL-c و apo A-I مشاهده شده است.<sup>۱۶،۱۷</sup> بعضی از تغییرات مشاهده شده در لیپیدها، لیپوپروتئینها و آپولیپوپروتئینها می توانند توجیه کننده افزایش خطر CAD در بیماران دچار هیپوتیروئیدی یا هیپرتیروئیدی باشند.<sup>۹</sup>

از آنجا که فعالیت آنزیم پاراکسوناز تا کنون در بیماران مبتلا به اختلال عملکرد تیروئید بررسی نشده است. این بررسی برای تعیین وضعیت این آنزیم در بیماران مبتلا به پرکاری و کم کاری تیروئید انجام شد و همزمان غلظت سرمی لیپوپروتئینها و آپولیپوپروتئینها نیز اندازه گیری و با گروه شاهد مقایسه گردید.

## مواد و روشها

افراد مورد بررسی: ۲۲ بیمار دچار اختلال عملکرد تیروئید شامل ۱۴ بیمار هیپوتیروئید (۷ مرد و ۷ زن) و ۸ بیمار هیپرتیروئید (۴ مرد و ۴ زن) و ۳۲ فرد سالم (۱۴ مرد و ۱۸ زن) به عنوان گروه شاهد مورد بررسی قرار گرفتند. تمام بیمارانی که بیماریهای زمینه ای مزمن مانند نارسایی کلیه، نارسایی کبدی و

یا دیگر اختلالات کبدی، دیابت و سابقه هیپرلیپیدمی داشتند، از مطالعه حذف شدند. غلظت قند سرمی ناشتا در تمام بیماران کمتر از ۱۲۶ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود و هیچکدام از بیماران به مدت طولانی در بخشهای بیمارستانی بستری نبودند. افراد گروه شاهد از نظر سن و جنس با گروه بیماران مطابقت داشتند. افراد مورد بررسی از مراجعان به درمانگاههای سرپایی غدد بیمارستانهای آیت‌الله طالقانی و دکتر شریعتی واقع در شهر تهران انتخاب شدند.

خصوصیات بالینی: اطلاعات بالینی شامل سابقه طبی افراد، سن، جنس، سابقه مصرف سیگار، دیابت و سابقه مصرف دارو و الکل توسط پرسشنامه گردآوری شد و قد و وزن و دور کمر و باسن بیماران با متر نواری و طبق پروتکل واحد اندازه‌گیری شد. نمایه توده بدنی<sup>۱</sup> از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) بدست آمد. نسبت دور کمر به باسن (WHR) نیز محاسبه شد.

روشهای آزمایشگاهی: نمونه خون وریدی پس از ۱۲ ساعت ناشتایی گرفته شد و سرم سریعاً جهت اندازه‌گیری لیپیدها، لیپوپروتئین‌ها، آپولیوپروتئین‌ها و فعالیت آنزیم پاراکسوناز و آریل استراز در ۸۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. کلسترول و تری‌گلیسرید بوسیله کیت‌های تجاری (پارس آزمون) اندازه‌گیری شد. میزان LDL-c در نمونه‌های سرم با طریق فرمول فریدوالد محاسبه شد. غلظتهای apoA-I و apoB با روش Turbidometric Immunoprecipitation Assay تعیین گردید. فعالیت پاراکسوناز با اضافه کردن ۱۵ میکرولیتر سرم به ۱ میلی‌لیتر بافر Tris.HCl (۱۰۰mmol/l, pH=۸) شامل

۲ میلی‌مول در لیتر  $\text{CaCl}_2$  و ۵/۵ میلی‌مول در لیتر پاراکسون اندازگی‌گیری شد. مقدار تولید P- نیتروفنل با استفاده از اسپکتروفوتومتر در ۴۰۵ نانومتر و ۲۵ درجه سانتیگراد تعیین گردید. فعالیت آریل استراز بوسیله اضافه کردن ۰/۰۱ میلی‌لیتر سرم به ۳ میلی‌لیتر بافر (۲۰mM, pH=۸) Tris.HCl شامل یک میلی‌مول در لیتر  $\text{CaCl}_2$  و یک میلی‌مول در لیتر فنیل استات اندازگی‌گیری شد. غلظت سرمی  $T_3$  و  $T_4$  و TSH توسط کیت‌های Immunotech فنلاند که توسط شرکت کاوشیار وارد شده با روش radio-immunoassay اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری: متغیرهای کمی بصورت انحراف معیار  $\pm$  میانگین نشان داده شده‌اند. برای مقایسه متغیرهای کمی از قبیل نتایج آزمونهای تیروئید، لیپیدها، آپولیوپروتئین‌ها و فعالیت پاراکسوناز و آریل استراز از Student t-test و جهت تعیین ارتباط بین متغیرها از آزمون پیرسون استفاده شد. سطح معنی‌دار آماری معادل ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### نتایج

متغیرهای بالینی و آزمایشگاهی افراد مورد بررسی در سه گروه محاسبه و تحت مقایسه قرار گرفت. میانگین سنی در افراد هیپرتیروئید  $42 \pm 15$ ، هیپوتیروئید  $41 \pm 13$  و در گروه شاهد  $46 \pm 12$  سال بود. از نظر سن و جنس اختلاف معنی‌داری بین سه گروه مورد بررسی وجود نداشت. افزایش معنی‌دار  $T_3$  و  $T_4$  و کاهش TSH در گروه هیپرتیروئید و کاهش معنی‌دار  $T_3$  و  $T_4$  و افزایش TSH در گروه هیپوتیروئید نسبت به افراد سالم دیده شد. BMI در گروه هیپرتیروئید به طور معنی‌دار از دو گروه دیگر کمتر بود (جدول ۱).

i - Body Mass Index (BMI)

گروه هیپرتیروئید اختلاف معنی داری با گروه شاهد نداشتند.

همبستگی مستقیم بین سطح سرمی TSH با TC ( $r=0/3, p<0/05$ ) و LDL-c ( $r=0/3, p<0/05$ )، ارتباط معکوس غلظت T4 با TC ( $r=-0/4, p<0/01$ ) و LDL-c ( $r=-0/3, p<0/05$ )، و همچنین ارتباط معکوس غلظت T3 با TC ( $r=-0/3, p<0/01$ ) و apo B ( $r=-0/3, p<0/05$ ) دیده شد. بین T4 سرمی با فعالیت آنزیم پاراکسوناز ( $r=-0/3, p<0/05$ ) ارتباط معکوس وجود داشت.

جدول ۲- غلظت متغیرهای آزمایشگاهی شامل لیپید، لیپوپروتئین، آپولیپوپروتئین و فعالیت سرمی پاراکسوناز و آریل استراز در گروههای مورد بررسی

شاهد	هیپرتیروئید	هیپوتیروئید	
(n=۳۲)	(n=۸)	(n=۱۴)	
۱۷۱±۳۷	۱۵۶±۳۴	۲۰۴±۶۹*	کلسترول تام (mg/dL)
۱۴۴±۸۶	۹۶±۳۲	۱۴۳±۸۳	تری گلیسرید (mg/dL)
۶۳±۱۷	۵۰±۱۰*	۵۲±۱۵*	HDL-c (mg/dL)
۸۲±۳۴	۸۶±۳۳	۱۱۵±۴۹*	LDL-c (mg/dL)
۲/۹±۱/۰	۳/۲±۱/۱	۴/۰±۱/۳†	TC/HDL-c
۱/۵±۱/۸	۱/۸±۱/۹	۲/۳±۰/۸†	LDL-c/HDL-c
۱۴۸±۲۱	۱۵۳±۲۵	۱۴۰±۲۱	آپولیپوپروتئین A-I (mg/dL)
۸۵±۲۳	۷۷±۲۰	۹۰±۲۰	آپولیپوپروتئین B (mg/dl)
۶۶±۴۱	۲۷±۱۴†	۵۱±۲۷	فعالیت پاراکسوناز (Iu/ml)
۲۷۶±۱۹۵	۱۵۹±۲۳*	۲۰۰±۶۸	آریل استراز (Iu/ml)

\* نسبت به گروه شاهد  $p<0/05$

† نسبت به گروه شاهد  $p<0/01$

### بحث

عملکرد غده تیروئید نقش مهمی در تنظیم لیپوپروتئینهای پلاسما و متابولیسم کبدی لیپید دارد. در مطالعه حاضر، نشان دادیم که در مبتلایان به اختلال عملکرد تیروئید غلظت لیپیدها و

جدول شماره ۲) غلظتهای سرمی دیگر متغیرهای آزمایشگاهی را نشان می دهد. در بیماران هیپوتیروئید افزایش غلظت کلسترول تام ( $204 \pm 69$ ) در مقابل  $171 \pm 37$  میلی گرم در دسی لیتر، ( $p<0/05$ )، افزایش LDL-C ( $115 \pm 49$  mg/dl) در مقابل  $82 \pm 34$ ، ( $p<0/05$ ) و کاهش HDL-c ( $52 \pm 15$  mg/dl) در مقابل  $63 \pm 17$ ، ( $p<0/05$ ) و افزایش نسبتهای TC/HDL-c و LDL-c/HDL-c نسبت به گروه شاهد دیده شد. بیماران هیپوتیروئید اختلاف معنی داری در سطوح سرمی تری گلیسرید، apo B, apo A-I، فعالیت پاراکسوناز و آریل استراز نسبت به گروه شاهد نداشتند.

جدول ۱- متغیرهای بالینی و غلظت سرمی T3, T4 و TSH در گروههای هیپرتیروئید، هیپوتیروئید و شاهد

متغیر	شاهد	هیپرتیروئید	هیپوتیروئید
	(n=۳۲)	(n=۸)	(n=۱۴)
سن (سال)	۴۶±۱۲	۴۲±۱۵	۴۱±۱۳
جنس (زن / مرد)	۱۴/۱۸	۴/۴	۷/۷
نمایه توده بدنی (kg/m2)	۲۸±۴	۲۳±۳*	۲۸±۶
TSH (μU/mL)	۱/۵±۰/۸	۰/۱۱±۰/۱†	۴۰±۳۴†
T4 (μg/dL)	۷±۱/۵	۱۸±۳†	۴±۲†
T3 (ng/dL)	۱۲۶±۳۱	۲۹۶±۸۰†	۹۳±۳۲*

\* نسبت به گروه شاهد  $p<0/05$

† نسبت به گروه شاهد  $p<0/01$

کاهش HDL-c سرم ( $50 \pm 10$  mg/dl) در مقابل  $63 \pm 17$  و ( $p<0/05$ )، فعالیت آنزیم پاراکسوناز ( $27 \pm 14$  IU/mL) در مقابل  $66 \pm 41$ ، ( $p<0/01$ ) و آریل استراز ( $276 \pm 195$  IU/ml) در مقابل  $159 \pm 23$ ، ( $p<0/05$ ) در بیماران هیپرتیروئید در مقایسه با گروه شاهد وجود داشت. دیگر متغیرها شامل کلسترول تام، تری گلیسرید، LDL-c، apo A-I و apo B در

لیپوپروتئین‌ها به نحوی تغییر می‌کند که زمینه ایجاد آترواسکلروز در این بیماران مساعدتر می‌گردد. از طرفی فعالیت آنزیم پاراکسوناز در بیماران هیپرتیروئید نسبت به گروه شاهد کاهش معنی‌داری دارد. این مسأله می‌تواند زمینه‌ساز تسریع اکسیداسیون LDL-c باشد. ارتباط مستقیم بین سطح سرمی TSH با کلسترول تام و LDL-c و ارتباط معکوس سطح سرمی T<sub>4</sub> با LDL-c و کلسترول نیز نشان دهنده اختلالات لیپیدها در زمینه بیماریهای عملکردی تیروئید و بخصوص هیپوتیروئیدی است.

#### اختلالات لیپید در هیپوتیروئیدی

شواهد زیادی از ارتباط هیپوتیروئیدی با اختلالات لیپید و در نتیجه افزایش خطر آترواسکلروز وجود دارد.<sup>۱۹،۱۸</sup> در بیشتر مطالعات، افزایش سطح سرمی کلسترول تام و LDL-c در بیماران هیپوتیروئید<sup>۲۲،۲۱،۱۶</sup> و کاهش سطح آنها پس از درستکار شدن تیروئید<sup>۲۲،۲۰،۲۹،۲۱،۲۰،۱۶،۱۰</sup> مشاهده شده است. در مورد تری‌گلیسیرید در مطالعات مختلف نتایج متفاوتی بدست آمده است. در بعضی مطالعات، افزایش سطح تری‌گلیسیرید در بیماران هیپوتیروئید<sup>۲۱،۱۶</sup> و در بعضی دیگر عدم تغییر آن نسبت به گروه شاهد<sup>۲۳،۲۹،۱۰</sup> گزارش شده است. سطح سرمی LDL-c در بیماران هیپوتیروئید در مطالعات مختلف افزایش یافته،<sup>۳۴</sup> کاهش یافته<sup>۱۶</sup> یا بدون تغییر<sup>۳۲،۲۱</sup> بوده است. به همین ترتیب، درمان با هورمونهای تیروئید می‌تواند منجر به افزایش معنی‌دار سطح HDL،<sup>۱۶،۱۰</sup> کاهش معنی‌دار HDL<sup>۳۲</sup> یا عدم تغییر در سطح HDL شود.<sup>۳۳،۲۹</sup>

سطح سرمی آپولیپوپروتئین‌های A-I و B در هیپوتیروئیدی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. در بیشتر مطالعات انجام شده، افزایش سطح سرمی

آپولیپوپروتئین B در بیماران هیپوتیروئید،<sup>۳۲،۱۴،۱۳</sup> و کاهش سطح سرمی آن پس از درمان هیپوتیروئیدی<sup>۳۵،۳۳،۳۲،۱۴،۱۳،۱۰</sup> گزارش شده است. آپولیپوپروتئین A-I در بیماران هیپوتیروئید در بعضی مطالعات افزایش یافته<sup>۱۳</sup> و در بعضی دیگر بدون تغییر<sup>۳۲</sup> بوده است، پس از درمان نیز، در بیشتر مطالعات کاهش سطح سرمی آپولیپوپروتئین A-I گزارش شده است.<sup>۲۸،۱۶،۱۰</sup>

از نظر فیزیولوژی، افزایش سطح کلسترول تام و LDL-c در هیپوتیروئیدی ممکن است ناشی از افزایش سنتز و جذب کلسترول،<sup>۲۰</sup> کاهش لیپاز کبدی،<sup>۲۱</sup> و اختلال سوخت (کاتابولیسم) با واسطه گیرنده LDL-c<sup>۲۳،۲۲</sup> باشد. اختلال در پاک شدن ذرات LDL-c از پلاسما ناشی از تغییر در مقدار گیرنده‌های کبدی LDL-c است.<sup>۲۴</sup> متابولیسم HDL-c پیچیده و چند مرحله‌ای است و تغییرات سطح سرمی آن در بیماریهای تیروئید تا حدودی ناشی از تشکیل دوباره<sup>۱</sup> آن بوسیله لیپاز کبدی و کستریل - اسیل ترانسفر پروتئین (CETP) است.<sup>۲۵</sup> فعالیت این دو آنزیم در هیپوتیروئیدی کاهش می‌یابد و شدت کاهش فعالیت این دو آنزیم، متناسب با کاهش HDL است.<sup>۲۶</sup> آپولیپوپروتئین B که یک ذره آتروژنیک است، آپولیپوپروتئین اصلی LDL-C است و افزایش آن در هیپوتیروئیدی در کنار افزایش کلسترول و LDL دیده می‌شود. در مطالعه حاضر، همان طور که انتظار می‌رفت در بیماران هیپوتیروئید افزایش معنی‌دار کلسترول تام و LDL-c و کاهش معنی‌دار HDL-c دیده شد اما سطح سرمی آپولیپوپروتئین‌ها فاقد تغییر معنی‌دار می‌باشد.

### اختلالات لیپید در هیپرتیروئیدی

در هیپرتیروئیدی، اغلب کاهش سطح کلسترول تام و LDL-C گزارش شده است<sup>۲۶،۲۱،۱۶،۴</sup> و پس از درمان، سطح این دو افزایش می‌یابد.<sup>۲۱،۱۶،۱۰</sup> بررسی سطح تری‌گلیسیرید در این بیماران همچون هیپوتیروئیدی با نتایج متفاوتی همراه بوده است، اما در بیشتر مطالعات عدم تغییر سطح تری‌گلیسیرید در مقایسه با گروه شاهد دیده شده است.<sup>۲۳،۲۱،۱۶</sup> درمان بیماران هیپرتیروئید منجر به افزایش سطح سرمی<sup>۲۶</sup> یا عدم تغییر آن<sup>۲۱،۱۶</sup> می‌شود. سطح سرمی HDL در بیشتر مطالعات کاهش یافته<sup>۲۶،۲۱،۱۶</sup> و پس از درمان هیپرتیروئیدی، افزایش HDL سرمی گزارش شده است.<sup>۲۹،۱۶،۱۰</sup>

وضعیت آپولیپوپروتئین‌های سرم در هیپرتیروئیدی در مطالعات محدودی بررسی شده است. آپولیپوپروتئین A-I در بعضی مطالعات افزایش یافته<sup>۲۶</sup> و در بعضی دیگر کاهش یافته است.<sup>۲۳</sup> پس از درمان نیز سطح آپولیپوپروتئین A-I در بیشتر مطالعات افزایش یافته<sup>۲۹،۱۰</sup> و در بعضی بدون تغییر مانده است.<sup>۲۶</sup> آپولیپوپروتئین B در بیشتر مطالعات در هیپرتیروئیدی کاهش یافته است و بعد از درمان معمولاً افزایش سطح آن دیده می‌شود.<sup>۲۶،۲۹</sup>

هورمونهای تیروئید نقش اثبات شده‌ای در متابولیسم لیپیدها و لیپوپروتئین‌ها دارند و افزایش فعالیت آنزیم CETP و لیپاز کبدی در بیماران هیپرتیروئیدی دیده می‌شود.<sup>۲۵</sup> به این ترتیب با افزایش متابولیسم کلی لیپیدها و لیپوپروتئین‌ها، انتظار می‌رود که سطح سرمی آنها کاهش بیابد. بنابراین تغییر عمده‌ای از نظر نمای آتروژنیک لیپیدها در هیپرتیروئیدی دیده نمی‌شود، اما تغییر در وضعیت اکسیداسیون و ایجاد حالت هیپرمتابولیک عواملی هستند که می‌توانند منجر به افزایش شیوع

مشکلات قلبی نسبت به جمعیت عادی شوند. در این مطالعه کاهش سطح سرمی HDL و کاهش فعالیت پاراکسوناز و آریل استراز سرمی در هیپرتیروئیدی دیده شد که در قسمت بعدی بررسی می‌شود.

### اختلالات اکسیداسیون در هیپرتیروئیدی و هیپوتیروئیدی

اختلال اکسیداسیون لیپیدها در بیماریهای عملکردی تیروئید در بعضی مطالعات اثبات شده است. در یک مطالعه بالینی که جهت ارزیابی میزان اکسیداسیون LDL-C در بیماران هیپو و هیپرتیروئید انجام شد، مشاهده گردید که LDL-C در وضعیتهای هیپر و هیپوتیروئیدی به اکسیداسیون مستعدتر است.<sup>۲۷</sup> در مطالعه فوق فاز تأخیری اکسیداسیون LDL در بیماران دچار اختلال عملکرد تیروئید وقتی که یوتیروئید می‌شدند، طولانیتر می‌شد و این نشان دهنده مقاومت افراد یوتیروئید به اکسیداسیون LDL-C در مقایسه با بیماران دچار اختلالات عملکردی تیروئید است.<sup>۲</sup> در مطالعه ای بر روی ۱۶ بیمار هیپوتیروئید،<sup>۱۶</sup> بیمار هیپرتیروئید و ۱۶ نفر گروه شاهد، محتوی LDL غیراکسیده در پراکسیدهای لیپید اندازه‌گیری شد. نتایج بدست آمده نشان داد اکسیداسیون LDL-C در افراد هیپرتیروئید بیشتر از دو گروه دیگر بود. بیماران هیپوتیروئید نیز پراکسیداسیون لیپید بالاتری از گروه کنترل داشتند که در عین حال کمتر از بیماران هیپرتیروئید بود.<sup>۸</sup> مطالعات انجام شده درباره پاراکسوناز نشان داده است که این آنزیم ممکن است توانایی ایجاد اثرات ضد آترواسکلروتیک داشته باشد.<sup>۳۱</sup> مکنس و همکارانش نشان دادند که پاراکسوناز توانایی به تعویق انداختن تجمع پراکسیدها و در نتیجه تأخیر در اکسید شدن LDL-C را دارد.<sup>۷</sup> در بررسی انجام شده

تیروئید وجود داشت. افزایش غلظت LDL-c و نسبت LDL-c/HDL-c و TC/HDL-c در بیماران هیپوتیروئید اختلالی شناخته شده است که زمینه‌ساز بیماریهای آترواسکلروز در این گروه می‌باشد. افزایش سطح سرمی کلسترول تام و تری‌گلیسرید در بیماران هیپوتیروئید در اغلب مطالعات دیده شده است، ولی در مطالعه ما این افزایش وجود نداشت. بیماران هیپرتیروئیدی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند، دارای سطوح پایین HDL-c نسبت به گروه شاهد بودند، در حالی که در بقیه متغیرهای لیپیدی اختلاف معنی‌داری پیدا نشد. کاهش کلسترول تام، LDL-c و HDL-c در بسیاری از مطالعات در بیماران هیپرتیروئیدی گزارش شده است. ارتباط فعالیت سرمی پاراکسوناز با هیپرتیروئیدی (ارتباط معکوس) قابل انتظار بود و با فرضیه‌های کنونی مربوط به اکسیداسیون لیپیدها مطابقت دارد.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب سپاس خود را نسبت به خانم دکتر اعظم کوهکن و آقای دکتر شهریار کیهانی به خاطر همکاری در بررسی بالینی بیماران، آقای شهریار کیایی و آقای مهران میراولیایی به خاطر راه‌اندازی سیستم اندازه‌گیری فعالیت پاراکسوناز؛ و خانم مرضیه ابطی به خاطر تایپ کامپیوتری متن مقاله، ابراز می‌دارند.

جهت یافتن همراهی بین سطوح سرمی پاراکسوناز با بیماری عروق کرونر، نتایج مختلفی بدست آمده است.<sup>۳۱</sup>

در مطالعه حاضر پایین بودن سطح سرمی آنزیم پاراکسوناز در بیماران هیپرتیروئید مشاهده شد. ارتباط معکوس سطح T<sub>4</sub> با فعالیت آنزیم پاراکسوناز نیز یافته مهمی است. این نتایج از آن جهت قابل توجه است که وجود هیپرتیروئیدی همان طور که قبلاً ذکر شد با افزایش رادیکالهای آزاد اکسیژن<sup>۳۲</sup> و در نتیجه با افزایش استعداد LDL-c به اکسیداسیون همراه است. از طرفی نقش پاراکسوناز به عنوان یک عامل آنتی‌اکسیدان که از اکسید شدن LDL ممانعت می‌کند شناخته شده است و ارتباط معکوس سطح سرمی T<sub>4</sub> با دیگر عوامل آنتی‌اکسیدان نیز قبلاً نشان داده شده است.<sup>۸</sup>

نتایج مطالعه حاضر این فرضیه را مطرح می‌کند که در بیماران هیپرتیروئیدی افزایش خطر آترواسکلروز که احتمالاً به علت تسریع روند اکسیداسیون LDL-c<sup>۳۲</sup> است تا حدودی ناشی از کاهش فعالیت پاراکسوناز در این بیماران می‌باشد. همبستگی معکوس سطح سرمی T<sub>4</sub> با فعالیت سرمی پاراکسوناز این فرضیه را تأیید می‌کند. در صورتی که بتوان مطالعه فوق را پیگیری کرد و در بیماران مورد مطالعه، سطح سرمی پاراکسوناز مجدداً در وضعیت یوتیروئید اندازه‌گیری گردد، نتایجی که بدست خواهد آمد جالب توجه خواهد بود.

در مطالعه حاضر اختلالات لیپیدی - همان طور که انتظار می‌رفت - در بیماران دچار اختلال عملکردی

## References

- Steinberg D, Parthasarathy S, Carew TE, Khoo C, Witztum. Beyond cholesterol. Modifications of low-density lipoprotein that increase its atherogenicity. *N Engl J Med* 1989; 320: 915-24.
- Reaven PD, Witztum JL. The role of oxidation of LDL in atherogenesis. *Endocrinologist* 1995; 5: 44-54.
- Sundaram V, Hanna AN, Koneru L, Newman HA, Falko JM. Both hypothyroidism and hyperthyroidism enhance low density lipoprotein oxidation. *J Clin Endocrinol Metab*. 1997; 82: 3421-4.
- Navab M, Berlin JA, Watson AD, Hama SY, Territo MC, Lusis AJ. The Ying and Yang of oxidation in the development of the fatty streak. A review based on the 1994 George Lyman Duff Memorial Lecture. *Atheroscler Thromb Vasc Biol* 1996; 16: 831-42.
- Karakaya A, Ibis S, Kural T, Kose SK, Karakaya AE. Serum paraoxonase activity and phenotype distribution in Turkish subjects with coronary heart disease and its relationship to serum lipids and lipoproteins. *Chem Biol Interact* 1999; 118: 193-200.
- Mackness B, Durrington PN, Mackness MI. Human serum paraoxonase. *Gen Pharmacol* 1998; 31: 329-36.
- Cascorbi I, Laule M, Mrozikiewicz PM, Mrozikiewicz A, Andel C, Baumann G, et al. Mutations in the human paraoxonase 1 gene: frequencies, allelic linkages, and association with coronary artery disease. *Pharmacogenetics* 1999; 9: 755-61.
- Costantini F, Pierdomenico SD, De Cesare D, De Remigis P, et al. Effect of thyroid function on LDL oxidation. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1998; 18: 732-7.
- Aviram M, Luboshitzky R, Brook JG. Lipid and lipoprotein pattern in thyroid dysfunction and the effect of therapy. *Clin Biochem* 1982; 15: 62-6.
- O'Brien T, Katz K, Hodge D, Nguyen TT, Kottke BA, Hay ID. The effect of the treatment of hypothyroidism and hyperthyroidism on plasma lipids and apolipoproteins AI, AII and E. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1997; 46: 17-20.
- Martinez-Triguero ML, Hernandez-Mijares A, Nguyen TT, Munoz ML, et al. Effect of thyroid hormone replacement on lipoprotein (a), lipids, and apolipoproteins in subjects with hypothyroidism. *Mayo Clin Proc*. 1998; 73: 837-41.
- DeGroot LJ. Thyroid and the heart. *Mayo Clin Proc* 1972; 47: 864-71.
- Becerra A, Bellido D, Luengo A, Piedrola G, De Luis DA. Lipoprotein(a) and other lipoproteins in hypothyroid patients before and after thyroid replacement therapy. *Clin Nutr* 1999; 18: 319-22.
- Erem C, Deger O, Bostan M, Orem A, Sonmez M, Ulusoy S, et al. Plasma lipoprotein (a) concentrations in hypothyroid, euthyroid and hyperthyroid subjects. *Acta Cardiol* 1999; 54: 77-81.
- Ness GC, Lopez D, Chambers CM, Newsome WP, et al. Effects of L-triiodothyronine and the thyromimetic L-94901 on serum lipoprotein levels and hepatic low-density lipoprotein receptor, 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase, and apo A-I gene expression. *Biochem Pharmacol* 1998; 56: 121-9.
- Agdeppa D, Macaron C, Mallik T, Schnuda ND. Plasma high density lipoprotein cholesterol in thyroid disease. *J Clin Endocrinol Metab* 1979; 49: 726-9.
- Tan KC, Shiu SW, Kung AW. Effect of thyroid dysfunction on high-density lipoprotein subfraction metabolism: roles of hepatic lipase and cholesteryl ester transfer protein. *J Clin Endocrinol Metab* 1998; 83: 2921-4.
- Althaus BU, Staub JJ, Ryff-De Leche A, Oberhansli A, Stahelin HB. LDL/HDL-changes in subclinical hypothyroidism: possible risk factors for coronary heart disease. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1988; 28: 157-63.
- Caron P, Calazel C, Parra HJ, Hoff M, Louvet JP. Decreased HDL cholesterol in subclinical hypothyroidism: the effect of L-thyroxine therapy. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1990; 33: 519-23.
- Abrams JJ, Grundy SM. Cholesterol metabolism in hypothyroidism and hyperthyroidism in man. *J Lipid Res* 1981; 22: 323-38.
- Valdemarsson S, Hedner P, Nilsson-Ehle P. Reversal of decreased hepatic lipase and lipoprotein lipase activities after treatment of hypothyroidism. *Eur J Clin Invest* 1982; 12: 423-8.
- Thompson GR, Soutar AK, Spengel FA, Jadhav A, Gavigan SJ, Myant NB. Defects of receptor-mediated low density lipoprotein catabolism in homozygous familial hypercholesterolemia and hypothyroidism in vivo. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1981; 78: 2591-5.
- Chait A, Bierman EL, Albers JJ. Regulatory role of triiodothyronine in the degradation of low density lipoprotein by cultured human skin fibroblasts. *J Clin Endocrinol Metab* 1979; 48: 887-9.
- Soutar AK, Knight BL. Structure and regulation of the LDL-receptor and its gene. *Br Med Bull* 1990; 46: 891-916.
- Tall AR. Plasma cholesteryl ester transfer protein. *J Lipid Res*. 1993; 34: 1255-74.
- Diekman MJ, Angheliescu N, Endert E, Bakker O, Wiersinga WM. Changes in plasma low-density lipoprotein (LDL) and high-density lipoprotein cholesterol in hypo- and hyperthyroid patients are related to changes in free thyroxine, not to polymorphisms in LDL receptor or cholesterol ester transfer protein genes. *J Clin Endocrinol Metab* 2000; 85: 1857-62.
- Diekman MJ, Angheliescu N, Endert E, Bakker O, Wiersinga WM. Changes in plasma low-density lipoprotein (LDL)- and high-density lipoprotein cholesterol in hypo- and hyperthyroid patients are related to changes in free thyroxine, not to polymorphisms in LDL receptor or cholesterol ester transfer protein genes. *J Clin Endocrinol Metab* 2000; 85: 1857-62.
- Fernandez V, Barrientos X, Kipreos K, Valenzuela A, Videla LA. Superoxide radical generation, NADPH oxidase activity, and cytochrome P-450 content of rat liver microsomal fractions in an experimental hyperthyroid state: relation to lipid peroxidation. *Endocrinology* 1985; 117: 496-501.
- Ozata M, Yildirimkaya M, Yilmaz K, Kutluay T, et al. The effects of thyroid status on serum apolipoprotein A-I-containing lipoprotein particles. *Horm Metab Res* 1998; 30: 217-21.
- Wilcox HG, Frank RA, Heimberg M. Effects of thyroid status and fasting on hepatic metabolism of apolipoprotein A-I. *J Lipid Res* 1991; 32: 395-405.
- Navab M, Hama SY, Hough GP, Hedrick CC, et al. High density associated enzymes: their role in vascular biology. *Curr Opin Lipidol* 1998; 9: 449-56.