

مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز  
تأسیس ۱۳۳۸، شماره ۵۷ (۱۳۸۲)، صفحه ۳۹

## مطالعه تغییرات غلظت پارامترهای مربوط به متابولیسم آهن در بیماران دیابتی متعاقب هیپرگلیسمی

دکتر مسیح... طاهر<sup>۱</sup> دکتر سیدعلی اصغر مشتاقی<sup>۲</sup> دکتر عبدالرحیم امامی<sup>۳</sup>  
دکتر مسعود امینی<sup>۴</sup> دکتر فرزانه پاک سرشت<sup>۵</sup>

### چکیده

**زمینه و اهداف:** دیابت بیماری شایعی است که با بروز بی نظمیهای در متابولیسم قندها، چربیها، پروتئینها، لیپیدپراکسیداسیون و گلیکوزیلاسیون غیر آنزیمی کلاژن و هموگلوبین همراه است. این آشفتگیها در اثر کاهش یا نقص در تشکیل هورمون انسولین به وجود می آید. از طرفی هورمونهای پانکراس در متابولیسم تریس المنتها مؤثر بوده و در بیماران دیابتی تغییر موضع این عناصر وجود دارد، با توجه به توضیحات فوق به بررسی متابولیسم آهن در این بیماران تصمیم گرفته شد.

**روش بررسی:** با همکاری مرکز تحقیقات دیابت، آزمایش بر روی تعداد ۱۰۰ نفر مرد و ۱۰۰ نفر زن مراجعه کننده به مرکز انجام گرفت. یک گروه کنترل با قند ناشتای بین ۸۲-۹۲ و سه گروه مردان به ترتیب با قند ناشتای ۱۹۰-۱۹۰، ۱۴۰-۱۹۰ و بیش از ۲۵۰ میلی گرم در صد و سه گروه زنان با قند ناشتای ۱۸۰-۱۸۰، ۱۳۰-۲۵۰ و بیش از ۲۵۰ در نظر گرفته شد. سپس میزان هموگلوبین با روش سیانومت هموگلوبین، همتوکریت با استفاده از میکروسانتریفیوژ آهن و TIBC با روش Iron rapid test، سرولوپلاسمین با روش آمین اکسیداز و مس با روش اتمیک ابزوربشن تعیین مقدار گردید.

**یافته ها:** در زنان، آهن نسبت به کنترل به ترتیب ۸/۹، ۱۲/۸، ۱۷/۷ درصد و در مردان ۷/۸، ۱۴/۹ و ۱۷/۶ در صد افزایش نشان داد. در صد اشباع ترانسفرین با فرمول  $Fe/TI \times 100$  محاسبه و در گروه دوم و سوم مردان ۲۲/۵ و ۲۴/۷ در صد و در خانمها ۲۰/۳ و ۲۲/۹ در صد نسبت به کنترل افزایش نشان داد. مس در گروه مردان به ترتیب ۱۱/۲، ۱۷/۲ و ۲۰/۴ در صد و در خانمها ۱۰/۲، ۱۶/۵ و ۱۹/۱ در صد افزایش نشان داد. سرولوپلاسمین در گروه مردان به ترتیب ۱۳، ۲۱ و ۲۵ در صد و در خانمها ۱۶/۵، ۲۲/۱ و ۲۶/۸ در صد افزایش داشت، ضمناً ضریب همبستگی مثبت با  $T=0/89$  بین غلظت سرولوپلاسمین و مس مشاهده گردید. هموگلوبین و همتوکریت تغییرات معنی دار نشان ندادند.

**نتیجه گیری:** با توجه به نتایج حاصل از پروژه فوق شاید بتوان گفت در بیماران دیابتی علاوه بر اشکال در متابولیسم مواد سه گانه با آشفتگیهای تریس المنتها مواجه هستند و اگر در مداوای این بیماران اثرات جانبی افزایش این عناصر در نظر گرفته شود نتایج بهتری حاصل خواهد شد.

**کلید واژه ها:** هیپرگلیسمی، هموگلوبین، سرولوپلاسمین، مس، آهن، گلیکوزیلاسیون

- ۱- استادیار بیوشیمی - دانشکده داروسازی - دانشگاه علوم پزشکی اصفهان - نویسنده رابط
- ۲- استاد بیوشیمی - دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
- ۳- دانشیار و متخصص تغذیه - گروه تغذیه - دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
- ۴- دانشیار و متخصص داخلی و غدد - گروه داخلی - دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
- ۵- دکترای داروساز - دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

## مقدمه:

دیابت ملیتوس، سندرمی است که با اختلالات متابولیک و عوارض عروقی و نوروپاتی‌ها گسترده همراه می‌باشد که به صورت تغییراتی در متابولیسم قندها، گلیکوزیلاسیون پروتئینها و پراکسیداسیون لیپیدها مشخص می‌گردد که به طور ثانویه در اثر عدم یا کاهش فعالیت انسولین ایجاد می‌گردد (۱).

اختلال متابولیسم کربوهیدراتها به شکل کاهش فعالیت بافتها در مصرف مواد قندی و همچنین کاهش توانایی آنها در ذخیره مواد قندی به صورت گلیکوژن است که در نتیجه آن سطح گلوکز آزاد خون از حد طبیعی فراتر می‌رود (۲). در واقع علی‌رغم وجود هیپرگلیسمی، بدن قادر به استفاده از کربوهیدراتها نبوده و برای تأمین انرژی مورد نیاز خود ناچار به استفاده از پروتئینها و چربیها خواهد بود که در نتیجه تجزیه مواد پروتئینی مواد ازته ادرار افزایش می‌یابد و بر اثر متابولیسم تغییر یافته چربیها مواد کتونی در ادرار ظاهر شده و حالت اسیدوز متابولیکی ایجاد می‌گردد (۳).

به طور کلی تظاهرات بالینی بیماری دیابت به صورت هیپرگلیسمی، گلوکوزوری، پلی‌دیپسی و پلی‌اوری می‌باشد.

سندرم عروقی دیابت شامل ایجاد تغییراتی هم در عروق بزرگ (ماکروانژیوپاتی) و هم در عروق کوچک (میکروانژیوپاتی) می‌باشد که منجر به ایجاد آترواسکلروز، رتینوپاتی و نفروپاتی در بیماران دیابتی می‌گردد (۳). تغییرات نوروپاتیک این بیماران به صورت ایجاد اشکالاتی در سیستم عصبی اتونوم و محیطی ظاهر می‌شود (۴). علت ایجاد اغلب اختلالات عروقی و نوروپاتیک این بیماران متابولیسم تغییر یافته آنان و مورد هدف قرار گرفتن کلاژن غشای سلولی در اثر حمله رادیکالهای آزاد است.

در این بیماران به علت ایجاد شرایط پاتولوژیک و تشکیل رادیکالهای آزاد فعال تغییر در موضع فلزات واسطه و انتقالی مانند آهن و مس ایجاد می‌شود (۵).

یکی از عوامل اصلی این بیماران کاهش فعالیت سیستمهای آنتی‌اکسیدان است که در اثر استرسهای اکسیداتیو ایجاد می‌شود و تعادل بین اکسیدان و آنتی‌اکسیدان به نفع اکسیدان تغییر می‌کند و رادیکالهای خطرناک ایجاد می‌شود که به زنجیره‌های جانبی غیر اشباع اسیدهای چرب، لیپیدهای غشای سلولی، گروههای آمینی پروتئینها و مواد قندی در نوکلئوتیدها حمله کرده و اکسیداتیو ایجاد می‌کند که پاتوژنز بسیاری از بیماریها شامل:

سرطان، آترواسکلروز، نارسایی کبدی، اختلالات عصبی و پوستی است (۶).

با توجه به تغییرات فاحشی که در بیماران دیابتی به علت کاهش هورمون انسولین ایجاد می‌گردد و از آنجایی که احتمالاً هورمونهای پانکراس در جابجایی و تغییرات تریس المنتها دارای نقش می‌باشد، لذا تصمیم به بررسی تغییرات متابولیسم آهن در ارتباط با افزایش قند در بیماران دیابتی گرفته شد (۷).

## مواد و روش تحقیق

برای انجام پروژه حاضر از ۲۰۰ نفر بیمار دیابتی شامل ۱۰۰ نفر زن و ۱۰۰ نفر مرد نمونه گیری به عمل آمد.

تمام نمونه‌ها صبح ناشتا قبل از تزریق انسولین یا مصرف داروهای کاهنده قند خون گرفته شد. خون بیماران در لوله‌های کاملاً اسیدی شده توسط اسید نیتریک و آب مقطر دوبار تقطیر شده اضافه گردید و سرم آنها با استفاده از سانتریفیوژ جدا شد. قند خون با روش ارتوتولوئیدین تعیین مقدار گشت.

سرولوپلاسمین سرم بر اساس خاصیت آنتی‌اکسیدازی آن با استفاده از پارافنیل دی‌آمین دی‌هیدروکلراید به عنوان سوبسترا تعیین مقدار گردید.

مس سرم با استفاده از دستگاه اتمیک ابزوربشن مدل Perkin-Elmer اندازه‌گیری شد.

آهن و TIBC با کیت زیست شیمی تعیین مقدار گردید.

کلیه مواد شیمیایی از کارخانجات سیگما و مرک آلمان تهیه شده و مورد استفاده قرار گرفت. جهت تهیه محلولها از آب دوبار تقطیر شده استفاده گردید؛ ضمناً کلیه وسایل آزمایشگاهی با اسید نیتریک ۱۰٪ شسته و سپس با آب مقطر و آب دوبار تقطیر شده شستشو داده شد.

هموگلوبین با روش سیانومت هموگلوبین تعیین مقدار شد و بالاخره هماتوکریت با استفاده از لوله‌های موئینه هپارینه و با روش میکروهماتوکریت تعیین مقدار گردید.

در تحقیق فوق از آزمون  $t$ - استفاده شده است.

## یافته‌ها

نتایج حاصل از این پروژه بعد از بررسی دقیق و انجام محاسبات آماری و با استفاده از افراد سالم به عنوان کنترل در جداول شماره یک تا سه خلاصه شده است که ذیلاً تغییرات ایجاد شده مورد بررسی قرار می‌گیرد.

غلظت مس سرم را در افراد مورد آزمایش مشخص می کند و به طوری که مشاهده می شود افزایش تدریجی این کاتیون در زنان دیابتی همراه با افزایش قند آنها بوده و برای سه گروه به ترتیب : ۱۰/۲ ، ۱۶/۵ و ۱۹/۱ در صد نسبت به افراد کنترل می باشد ، در صورتیکه همین تغییرات در مورد مردان دیابتی برابر ۱۱/۲ ، ۱۷/۲ و ۲۰/۴ است ( $p < ۰/۰۵$ ).

در جدول یک، غلظت سرولوپلاسمین سرم بیماران دیابتی زن مورد ارزیابی قرار گرفت که در گروههای اول، دوم و سوم افزایشی برابر ۱۶/۵ ، ۲۲ و ۲۶/۸ در صد نشان داد در صورتیکه در همان جدول تغییرات در مردان دیابتی مورد مطالعه دقیق قرار گرفت و افزایش تدریجی سلولوپلاسمین در سرم آنها ۱۳ ، ۲۱ و ۲۵ درصد تعیین گردید ( $p < ۰/۰۵$ ). جدول شماره دو تغییرات

جدول ۱، بررسی تغییرات غلظت سرولوپلاسمین در سرم زنان و مردان دیابتی

در صد تغییرات سرولوپلاسمین در مردان	میزان سرولوپلاسمین Mean ± SD در مردان	میزان قند بر حسب mg/dl در مردان	در صد تغییرات سرولوپلاسمین در زنان	میزان سرولوپلاسمین Mean ± SD در زنان	میزان قند بر حسب mg/dl در زنان	تعداد افراد	گروهها
-	۲۳/۵ ± ۵/۲	۸۲ - ۹۲	-	۲۳ ± ۵/۹	۷۳ - ۸۱	۲۵ نفر	گروه کنترل
۱۳	۳۶/۴* ± ۵/۱	۱۴۰ - ۱۹۰	۱۶/۵	۲۶/۹* ± ۴/۴۱	۱۳۰ - ۱۸۰	" ۲۵	گروه اول
۲۱	۲۸/۶* ± ۶/۳	۱۹۰ - ۲۵۰	۲۲	۲۸/۲۷* ± ۵/۲	۱۸۰ - ۲۵۰	" ۲۵	گروه دوم
۲۵	۲۹/۲* ± ۸/۷	بیش از ۲۵۰	۲۶/۸	۲۹/۷* ± ۵/۹	بیش از ۲۵۰	" ۲۵	گروه سوم

جدول ۲، بررسی تغییرات غلظت مس سرم در زنان و مردان دیابتی

در صد تغییرات مس سرم در مردان	میزان مس سرم Mean ± SD در مردان	میزان قند بر حسب mg/dl در مردان	در صد تغییرات مس سرم در زنان	میزان مس سرم Mean ± SD در زنان	میزان قند بر حسب mg/dl در زنان	تعداد افراد	گروهها
-	۹۳ ± ۷/۴	۸۲ - ۹۲	-	۹۱ ± ۶/۵	۷۳ - ۸۱	۲۵ نفر	گروه کنترل
۱۱/۲	۱۰۴* ± ۱۰/۲	۱۴۰ - ۱۹۰	۱۰/۲	۱۰۲* ± ۹/۵	۱۳۰ - ۱۸۰	" ۲۵	گروه اول
۱۷/۲	۱۰۹* ± ۱۲/۵	۱۹۰ - ۲۵۰	۱۶/۵	۱۰۸* ± ۱۱/۲	۱۸۰ - ۲۵۰	" ۲۵	گروه دوم
۲۰/۴	۱۱۲* ± ۱۱/۵	بیش از ۲۵۰	۱۹/۱	۱۱۳* ± ۱۰/۵	بیش از ۲۵۰	" ۲۵	گروه سوم

ارقام حاصل در گروههای دوم و سوم معنی دار بود ( $p < ۰/۰۵$ ). در صد اشباع ترانسفرین در کلیه گروههای مرد و زن مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و در هر مورد افزایشی معنی دار نشان داد. میزان هموگلوبین و هماتوکریت مورد ارزیابی دقیق قرار گرفت اما تغییرات آنها معنی دار نبود.

با بررسی جدول شماره ۳ می توان به میزان صحیح آهن سرم در زنان دیابتی پی برد. به طوری که مشاهده می شود در این بیماران آهن سرم به ترتیب : ۸/۹ ، ۱۲/۸ و ۱۷/۷ در صد افزایش دارد اما در مردان دیابتی که در همان جدول مورد ارزیابی دقیق قرار گرفته است افزایش آهن سرم به ترتیب : ۷/۸ ، ۱۴/۵ و ۱۷/۶ در صد می باشد که



جدول ۳، بررسی تغییرات غلظت آهن سرم در زنان و مردان دیابتی

گروهها	تعداد افراد	میزان قند بر حسب mg/dl در زنان	میزان آهن سرم Mean ± SD در زنان	در صد تغییرات غلظت آهن سرم در زنان	میزان قند بر حسب mg/dl در مردان	میزان آهن سرم Mean ± SD در مردان	در صد تغییرات آهن سرم در مردان
گروه کنترل	۲۵ نفر	۷۳ - ۸۱	۱۰۰ ± ۸/۵	-	۸۲ - ۹۲	۲۰۱ ± ۹	-
گروه اول	" ۲۵	۱۳۰ - ۱۸۰	۱۱۰ ± ۱۳/۵	۸/۹	۱۴۰ - ۱۹۰	۱۱۱ ± ۱۰/۲	۷/۸
گروه دوم	" ۲۵	۱۸۰ - ۲۵۰	۱۱۵* ± ۱۴/۳	۱۳/۸	۱۹۰ - ۲۵۰	۱۱۷* ± ۱۱/۵	۱۴/۵
گروه سوم	" ۲۵	بیش از ۲۵۰	۱۱۹* ± ۱۶/۵	۱۷/۷	بیش از ۲۵۰	۱۲۰* ± ۱۲/۲	۱۷/۶

## بحث

یکی از مسائلی که بیماران دیابتی با آن مواجه هستند کمپلکس بودن این بیماری است که به علت گلیکوزیلاسیون آرام و غیر آنزیمی پروتئینها مخصوصاً "آلبومین و گلوبولینها می باشد.

پروتئینهای گلیکوزیله با انجام واکنشهای اکسیداتیو یک سری مواد واسطه رادیکالی بسیار فعال آزاد می کنند که در اثر حمله به زنجیره های جانبی اسیدهای چرب موجب افزایش لیپید پراکسیدهای پلاسما می گردند (۸).

مطالعات انجام شده توسط inouye و همکارانش در سال ۱۹۹۸ نشان داده است که در بیماران دیابتی میزان سرولوپلاسمین و Hb A<sub>1c</sub> افزایش می یابد و پراکسیداسیون لیپیدها به وسیله آهن کاتالیز شده و سرولوپلاسمین با تبدیل آهن II به آهن III اثر خود را در این سیستم اعمال کرده است (۹). نتایج حاصل از این پروژه در راستای همین موضوع است، یعنی افزایش میزان سرولوپلاسمین را در بیماران دیابتی نشان می دهد و این تغییرات بتدریج با افزایش شدت هیپر گلیسمی محسوستر می شود. جدول یک این تغییرات را نشان می دهد. در ضمن سرولوپلاسمین به عنوان یک پروتئین Acute-phase-Reactant محسوب می شود که در دیابت افزایش می یابد (۱۰).

با توجه به یافته های پروژه فوق میزان مس سرم افزایش نشان می دهد. با در نظر گرفتن این موضوع که در انتقال مس متالوتیونین دخالت دارد و از طرفی هورمون گلوکاگن موجب القای

سنتز درون سلولی آن می شود و در بیماران دیابتی نسبت گلوکاگن به انسولین افزایش می یابد به این ترتیب غلظت متالوتیونین در کبد، کلیه و روده ها بیشتر شده و جذب کاتیون مس به علت افزایش این پروتئین در مخاط روده افزایش می یابد که در جدول دو به آنها اشاره شده است.

عدم کنترل بیماران دیابتی افزایش رادیکالهای آزاد را همراه داشته که منجر به انجام واکنشهای فاز حاد در بدن بیمار می شود و در پاسخ به آن متالوتیونین کبد افزایش یافته و به این ترتیب میزان مس پلاسما افزایش می یابد (۱۱).

مطالعات Vushobove, culebras نشان از احتمال افزایش آهن در بیماران دیابتی می دهد (۱۲) که با یافته های این بررسی تطابق کامل دارد یعنی هم میزان آهن سرم و هم در صد اشباع ترانسفرین افزایش یافته است.

با توجه به اینکه در بیماران دیابتی جابجایی تریس المنتها وجود داشته و میزان عناصر اکسید کننده مانند Fe<sup>+++</sup>, Cu<sup>++</sup> افزایش یافته است و این تغییرات در راستای اهداف این بررسی است به نظر می رسد اگر در کنترل این بیماران علاوه بر نظارت دقیق در تنظیم متابولیسم مواد سه گانه کنترل عناصر حیاتی مس و آهن و فاکتورهای مربوط به آنها در نظر گرفته شود و اثرات جانبی آنها مد نظر قرار گیرد مداوای آنها سریعتر و رضایت بخشتر خواهد بود.



## References:

1. Dominguez C , Ruiz E , Gussinye M , Carrascosa A. Oxidative stress at onset and in early stages of type I diabetes in children and adolescents. *Diabetes-Care* 1998; 21(10): 1736-42
2. Davidson MB. *Diabetes Mellitus: Diagnosis and Treatment*, 3<sup>rd</sup> ed. London, New York, Toronto Churchill Livingstone, Tokyo 1991; P:246
3. Gyton A. *Textbook of Medical Physiology*, 8 th ed. Philadelphia WB Saunders Co. 1991; P: 856-866
4. Graf RJ. Nerve conduction abnormalities in untreated maturity onset diabetes: Relation to levels of fasting plasma glucose and glycosylated hemoglobin. *Ann Intern Med* 1979; 90: 52-63
5. Rice Evans CA, Burdon RM. Free radical damage and its control. Amsterdam Elsevier 1994; 113:46-49
6. Geng TL. Protective action of seven natural phenolic compounds against peroxidative damage to biomembranes. *Biochemical Pharmacology* 1992; 143(2): 122-152
7. Tau AI, Failla ML. Urinary excretion of zinc, copper and iron in the streptozotocin-diabetic rat. *J Nutr* 1984; 114:224-233
8. Wegmann R. Maill ARD reaction and glycation. *Cell Mol Biol* 1998; 44(1): 1013-1163
9. Inouye M , Hashimoto H , Mio T , Samino K. Level of lipid peroxidation product and glycated Hb A<sub>1</sub>C in the erythrocytes of diabetic patients. *Clin Chim Acta* 1998; 28-276(2): 163-72
10. McMillan DE. Increased levels of acute-phase serum proteins in diabetes. *Metabolism* 1989; 38(1): 1042-1046
11. Murphy P , Wadiwala L . Copper and zinc levels in healthy and sick elderly. *J Am Geriatr Soc* 1985; 33:849-97
12. Vusubora AM, Shevchenk AN. Serum iron content in children with diabetes mellitus. *Azerb Me Zh* 1978; 565 ): 19-22