

اندکس‌های آهن سرم، رسوب کبدی آهن و فیبروز/نکروز التهابی کبدی در هیپاتیت C مزمن

دکتر امیر هوشنگ محمد علیزاده*، دکتر فرحناز فلاحیان*، دکتر سید مؤید علویان**، دکتر فرزانه رحیمی***،
دکتر مهدی هدایتی****، الهه عینی****، دکتر محمدرضا زالی*، دکتر فریدون عزیزی****

* مرکز تحقیقات بیماریهای گوارش و کبد، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
** گروه گوارش، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله
*** گروه پاتولوژی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
**** مرکز تحقیقات غدد درون ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

چکیده

سابقه و هدف: در این مطالعه، نقش اختلالات اندکس‌های آهن سرم و بیش باری (overload) آهن کبد همراه با سایر اختلالات متابولیک مانند مقاومت به انسولین در ایجاد فیبروز کبدی بررسی شد.
روش بررسی: در ۶۰ بیمار مبتلا به هیپاتیت مزمن C، اندکس‌های آهن سرم (آهن، فریتین و غلظت ترانسفرین) اندازه‌گیری شد. در ۴۳ بیمار نمونه‌برداری انجام شد و رسوب بافتی آهن و نمره‌دهی فیبروز/نکروز التهابی و استئاتوز ارزیابی شد.
یافته‌ها: رنگ‌آمیزی آهن کبد با اندازه دور کمر، فریتین بیش از ۲۰۰ ng/ml، پپتید C ناشتای سرم بیش از ۱/۹ng/ml، نسبت AST به ALT بیش از یک و تری‌گلیسرید ناشتای سرم بیش از ۲۰۰ mg/dL در ارتباط بود. رنگ‌آمیزی آهن کبد ارتباط آماری معنی‌داری با Grading، هیپاتیت محل تلاقی پری‌پورتال یا پری‌سیتال (A)، نکروز (B)، نکروز لیتیک فوکال (نقطه‌ای)، آپوپتوز التهاب فوکال (C) و التهاب پورتال (D) نداشت.
نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد که تداخل عمل بین اندازه دور کمر، پپتید C ناشتای سرم، تری‌گلیسرید، فریتین، و نسبت AST به ALT سرم با رنگ‌آمیزی آهن کبد در بیماران مبتلا به هیپاتیت C مزمن وجود دارد.
واژگان کلیدی: هیپاتیت C، اندکس‌های آهن سرم، رسوب کبدی آهن، فیبروز/نکروز التهابی کبد.

مقدمه

جذب آهن و آزادسازی آن از سلول‌های ذخیره کننده، میزان و توزیع رسوب آهن کبدی، علت و اثر بیش‌باری (overload) آهن و الگوی خاص تجمع آهن باید در بیماران هیپاتیت C مشخص شود (۱).
مطالعه‌ای نشان داده است که میزان فریتین سرم پیش‌بینی‌کننده مستقل فیبروز کبدی شدید در بیماران مبتلا به هیپاتیت C مزمن است و رسوب کبدی آهن می‌تواند شدت فیبروز را پیشگویی کند. کبد محل اولیه ذخیره‌سازی آهن و تنها محل ساخت ترانسفرین و فریتین است. آهن فرس آزاد

نکروز التهابی ناشی از عفونت ویروسی، فعال شدن سایتوکاین‌هایی که جریان آهن و متابولیسم آن را در سلول‌های کبد میانجی‌گری می‌کنند، استعداد ژنتیکی و اثر جهش‌های ژنتیکی HFE (در هموکروماتوز اولیه) در افزایش

۲۴ را شامل می‌شد. این سیستم مرکب از نمره‌دهی نکروز التهابی اصلاح شده مربوط به Grading (حداکثر نمره ۱۸) و نمره‌دهی و تغییرات ساختمانی، فیبروز و سیروز اصلاح شده مربوط به Staging (حداکثر نمره ۶) است (۳) استئاتوز براساس درصد هیپاتوسیت‌های حاوی قطرات چربی ماکروویکولر ارزیابی شد (۴). Grading بافت‌شناسی ذخیره آهن نیز مورد بررسی قرار گرفت (۵). برای داده‌های اسمی از کای دو و در صورت لزوم آزمون دقیق فیشر و داده‌های عددی با آزمون t-test بررسی شد. $P < 0.05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین سنی بیماران $36/6 \pm 11/8$ سال بود. ۵۰ بیمار ($83/3\%$) مرد و ۱۰ بیمار ($16/7\%$) زن بودند. میانگین اندکس توده بدنی (BMI) $23/90 \pm 4/19$ کیلوگرم بر مترمربع و میانگین نسبت دور کمر به لگن (WHR) $1/83 \pm 0/24$ بود. مصرف الکل در ۲۴ بیمار (40%) گزارش شد که در تمام موارد کمتر از ۱۵ گرم در روز بود. ۵ بیمار ($8/3\%$) سابقه دیابت در بستگان درجه یک داشتند. ژنوتیپ HCV در ۳۱ نفر (62%) Ia، در ۶ نفر (12%) Ib، در ۱ نفر (2%) Ia/b، در ۳ نفر (6%) IIa و در ۸ نفر (16%) III بود. در ۱۱ بیمار ژنوتیپ HCV قابل type کردن نبود.

میانگین انسولین ناشتای سرم $14/87 \pm 11/88$ میلی‌گرم در میلی‌لیتر (محدوده طبیعی ۹-۰/۷ میلی‌گرم در میلی‌متر) و میانگین HOMA-IR $3/13 \pm 2/58$ (محدوده طبیعی ۴/۶۱-۰/۱۲) بود. میانگین پپتید C سرم $1/57 \pm 1/09$ نانوگرم در میلی‌لیتر (محدوده طبیعی ۱/۹-۰/۷ نانوگرم در میلی‌لیتر) بود. میانگین فریتین سرم $198/11 \pm 146/41$ نانوگرم در میلی‌لیتر (محدوده طبیعی ۲۵۰-۱۷ نانوگرم در میلی‌لیتر) مردان و ۱۲۰-۸ نانوگرم در میلی‌لیتر در زنان، میانگین آهن سرم $165 \pm 78/54$ میلی‌گرم در دسی‌لیتر (محدوده طبیعی ۱۵۸-۵۹ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) مردان و ۱۴۶-۳۷ میلی‌گرم در دسی‌لیتر در زنان) و میانگین ترانسفرین طبیعی $270/44 \pm 38/55$ میلی‌گرم در دسی‌لیتر (محدوده طبیعی ۴۵۰-۲۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر) بود.

میانگین Staging فیبروز $1/8 \pm 1/7$ و میانگین Grading $8/52 \pm 4/5$ بود. میانگین نمره‌دهی رنگ‌آمیزی آهن کبد $0/62 \pm 1$ و میانگین نمره‌دهی استئاتوز $0/91 \pm 1/17$ بود. ارتباط آماری معنی‌داری بین سطح فریتین سرم و وجود استئاتوز وجود نداشت. بیماران مبتلا به ژنوتیپ IIa ویروس

به شدت سمی است. آهن باند نشده تولید رادیکال‌های آزاد را کاتالیز می‌کند که باعث پراکسیداسیون چربی و اثر سمی بر کبد می‌شود. پراکسیداسیون چربی می‌تواند رخداد اولیه منجر به ضایعه سلول‌های کبدی ثانویه به بیش‌باری آهن باشد (۲). هدف از این مطالعه بررسی ارتباط بین اندکس‌های آهن سرم و بیش‌باری آهن کبدی و نکروز التهابی کبد است. همچنین ارتباط بین اندکس‌های آهن سرم و رسوب کبدی آهن با عوامل بیوشیمیایی (ALT، AST، نسبت AST/ALT، تری‌گلیسیرید، انسولین، پپتید C، HOMA-IR) و متغیرهای دموگرافیک (اندکس توده بدنی، دور کمر) بررسی شد.

مواد و روشها

۶۰ بیمار مبتلا به هپاتیت C که بطور پیوسته به درمانگاه گوارش بیمارستان طالقانی مراجعه کرده بودند و حداقل ۶ ماه افزایش ترانس‌آمینازهای کبدی داشتند، وارد مطالعه شدند. پروتکل مطالعه توسط کمیته اخلاقی دانشگاه تأیید شده و از تمام بیماران رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. هیچ‌کدام از بیماران در هنگام مطالعه، سابقه درمان ضد ویروسی با اینترفرون یا Peg-interferon نداشتند. بیمارانی که شواهد بالینی عدم جبران کبدی (انسفالوپاتی کبدی، آسیت، خونریزی از واریس یا بیلی‌روبین سرمی بیش از دو برابر حد طبیعی) داشتند، وارد مطالعه نشدند. در ۴۳ بیمار نمونه‌برداری کبدی با توجه به اندیکاسیون طبی انجام شد.

تشخیص هپاتیت C براساس مثبت شدن anti-HCV سرم به روش ایمونواسی آنزیمی (EIA) نسل سوم و مثبت بودن HCV-RNA در PCR بود. بیماران مبتلا به دیابت تشخیص داده شده، مثبت بودن هم‌زمان هپاتیت B و C و وجود سایر هموگلوبینوپاتی‌ها (به دلیل یکی از علل هموسیدروز) وارد مطالعه نشدند. پس از ۱۲ ساعت ناشتای شبانه، خون وریدی بیماران گرفته شده و تمام آزمایشات توسط دستگاه اتوآنالایزر (Vita lab selectra 2, Finland) انجام شد. انسولین و پپتید C سرم به روش ELISA (Monbind, California, USA) اندازه‌گیری شدند. مقاومت به انسولین (IR) با روش ارزیابی مدل هموستاز (HOMA) توسط فرمول زیر محاسبه شد. مقاومت به انسولین (HOMA-IR) برابر است با انسولین ناشتا (mg/ml) ضربدر گلوکز ناشتا (mmol/l) تقسیم بر ۲۲/۵. غلظت آهن و TIBC با روش Colonimetric شیمیایی (پارس آزمون، ایران) تعیین شد.

نمره‌دهی Staging و Grading براساس اندکس فعالیت بافت‌شناسی (HAI) اصلاح شده به دست آمد که نمره صفر تا

آهن سینوزوئیدی بالاتر و شیوع بالاتر استئاتوز و التهاب نسبت به بیماران بدون فیروز داشتند. در این مطالعه بیش‌باری آهن در IR-HIO از نظر بافت‌شناسی با هموکروماتوز ژنتیکی اختلاف داشت (۷).

در مطالعه حاضر، با مقایسه پپتید C و سطح انسولین مشخص شد که هیپرانسولینمی به دلیل ترشح بیش از حد انسولین نیست. هیچ ارتباط آماری معنی‌داری بین HOMA-IR و میانگین فریتین، رنگ‌آمیزی آهن کبد، میانگین آهن سرم و میانگین ترانسفرین وجود نداشت. رنگ‌آمیزی آهن کبد ارتباط معنی‌داری با افزایش HOMA-IR نداشت. نکته قابل توجه ارتباط رنگ‌آمیزی آهن کبد با سطح پپتید C سرم بود. ارتباطی بین سطح فریتین سرم و وجود استئاتوز وجود نداشت. هم‌چنین رنگ‌آمیزی آهن کبد هیچ ارتباطی با استئاتوز نداشت. به نظر می‌رسد که پاتوژن مولکولی مقاومت به انسولین چند عاملی باشد و چندین اهداف مولکولی در شروع عملکرد انسولین شناخته شده‌اند. این موارد شامل ژن ras همراه با دیابت بر روی کروموزوم 16q است که با اعمال حیاتی سلول داخل می‌یابد و نیز لپتین که دفسفریلاسیون سوبسترای-1 گیرنده انسولین را القاء می‌کند. استئاتوز از تظاهرات افزایش ارائه اسیدهای چرب آزاد به کبد (مصرف بالا، مقاومت به انسولین، افزایش آدیپوزیت، سطح بالای چربی پلاسما) و کاهش بتا‌اکسیداسیون اسیدهای چرب (هیپرانسولینمی، کاهش ساخت و ترشح لیپوپروتئین با دانسیته خیلی کم) است. این موارد منجر به تجمع تری‌گلیسیرید در کبد می‌شود.

در این مطالعه، افزایش تری‌گلیسیرید بالای ۲۰۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر با رنگ‌آمیزی آهن کبد در ارتباط بوده است. هیچ ارتباطی بین رنگ‌آمیزی آهن کبد و BMI وجود نداشت ولی با اندازه دور کمر ارتباطی یافت شد. بنابراین ما می‌توانیم این‌گونه نتیجه‌گیری کنیم که چاقی تنه‌ای و افزایش تری‌گلیسیرید ناشی از سرم عامل مساعدکننده رسوب آهن در کبد هستند. افزایش تری‌گلیسیرید در کبد باعث افزایش سوبسترا برای پراکسیداسیون لیپید و مقاومت آن تولید واسطه‌های واکنش دهنده و سیتوتوکسیک می‌شود. عدم تعادل اکسیدان‌ها و آنتی‌اکسیدان‌های کبدی رخ می‌دهد و با تولید آهن از فریتین داخل می‌کند. این عدم تعادل در صورت وجود هم‌زمان افزایش خفیف ذخیره کبدی آهن مانند بیماران مبتلا به هموکروماتوز ژنتیکی (GH) هتروزایگوت با کبد چرب، بیشتر خود را نمایان می‌سازد. بنابراین وجود هم‌زمان کبد چرب و GH هتروزایگوت می‌تواند اثر

هیپاتیت C بالاترین سطح نمره‌دهی رنگ‌آمیزی آهن کبد را داشتند، ولی ارتباط آن با ژنوتیپ ویروس معنی‌دار نبود. در ۱۸ بیمار (۵۱/۴٪) استئاتوز گزارش شد. هیچ‌گونه ارتباط آماری معنی‌داری بین Staging فیروز (که به دو دسته ۰-۲ و ۳-۶ تقسیم شده بودند) و افزایش فریتین سرم (بالای ۲۰۰ نانوگرم در میلی‌لیتر) وجود نداشت. هم‌چنین بین HOMA-IR و فریتین سرم، رنگ‌آمیزی آهن کبد، آهن سرم و سطح ترانسفرین ارتباط معنی‌داری وجود نداشت. وجود رنگ‌آمیزی آهن کبد با ترانسفرین و فریتین ارتباط داشت (به ترتیب $p=0/01$ و $p=0/02$). هم‌چنین بین نمره‌دهی هیپاتیت Interface پری‌پورتال یا پری‌سپتال (A)، نمره‌دهی نکروز confluent (B)، نمره‌دهی التهاب فوکال (C)، نمره‌دهی التهاب پورتال (D) و رنگ‌آمیزی آهن کبد ارتباط معنی‌داری یافت نشد. بین سطح فریتین سرم و نمره‌دهی کلی آسیب‌شناسی هم ارتباط معنی‌داری یافت نشد.

بحث

این مطالعه نشان دهنده ارتباطی بین رنگ‌آمیزی کبد با اندازه دور کمر، پپتید C ناشی از سرم، تری‌گلیسیرید، فریتین و نسبت AST/ALT در بیماران مبتلا به هیپاتیت C مزمن بود. در عوض رسوب کبدی آهن با Staging فیروز و نکروز التهابی کبد این بیماران ارتباطی نداشت. در مطالعه‌ای که Thorburn و همکاران در زمینه نقش آهن در پیشرفت بیماری کبدی مبتلایان به هیپاتیت C انجام دادند، متوجه شدند که شدت ضایعه کبدی با سن بیمار، مصرف الکل، مرحله‌بندی بافت‌شناسی و نکروز در ارتباط است و به طور کلی غلظت آهن کبدی نقش بارزی در پیشرفت ضایعات کبدی مرتبط با HCV ندارد. در مطالعه ما نیز Staging فیروز و اندکس‌های آهن سرم ارتباط معنی‌داری نداشتند. این مطلب بیانگر آن است که کاهش آهن بدن از طریق فلبوتومی در بیماران هیپاتیت C، حتی در افرادی با آهن سرمی بالا، نقشی در درمان بیماران ندارد (۶). در مطالعه‌ای دیگر، یافته‌های آسیب‌شناسی کبد ۱۳۹ بیمار مبتلا به بیش‌باری آهن کبدی وابسته به مقاومت به انسولین (IR-HIO) و نمونه‌های کبدی مبتلایان به هموکروماتوز ژنتیکی با هم مقایسه شد. بیش‌باری آهن در گروه اول به صورت الگوی مختلط رسوب آهن در هیپاتوسیت‌ها و سلول‌های سینوزوئیدی بود. در این گروه استئاتوز در ۵۹/۷٪ و التهاب در ۳۲/۴٪ بیماران یافت شد. ۶۷/۴٪ افراد فیروز پری‌پورتال داشتند. بیماران گروه اول سن بالاتر، نمره‌دهی

هیپاتیت C بود (۱۴). لذا باید غربالگری جهش ژنتیکی HFE را در هیپاتیت C در نظر داشت. در مطالعه‌ای دیگر جهش ژنتیکی HFE در تجمع آهن کبدی مبتلایان به هیپاتیت مزمن C شرکت داشت ولی کاملاً آن را توضیح نمی‌داد (۱۵). بنابراین، جهش ژنتیکی هموزیگوت C282Y یا H63D در مبتلایان به هیپاتیت مزمن C ضرورتاً با محتوای آهن کبدی بالا همراه نیست. جهش ژنتیکی C282Y تقریباً همیشه با افزایش اندکس‌های آهن همراه است (۱۶)، ولی بحث در مورد این که آیا افزایش ذخیره آهن بدن در ایجاد دیابت شرکت می‌کند، پابرجاست.

در کل در این مطالعه، رنگ‌آمیزی آهن کبد با اندازه دور کمر ($> ۰/۸۲$ متر در زنان و > ۱ متر در مردان)، فریتین سرم بالای ۲۰۰ نانوگرم در میلی‌لیتر، پپتید C ناشتای سرم بیش $۱/۹$ نانوگرم در میلی‌لیتر، نسبت AST/ALT بیش از ۱ و تری‌گلسیرید ناشتای بالای ۲۰۰ نانوگرم در دسی‌لیتر در ارتباط بود. رنگ‌آمیزی آهن کبد، ارتباط معنی‌داری با Grading، نمره‌دهی هیپاتیت Interface پری‌سپتال یا پری‌پورتال (A)، نمره‌دهی نکروز Confluent (B)، نکروز لیتیک فوکل (نقطه‌ای)، آپوپتوز و نمره‌دهی التهاب فوکل (C)، و نمره‌دهی التهاب پورتال (D) نداشت. هیچ ارتباط معنی‌داری بین افزایش Staging فیروز (نمره‌دهی ≤ ۳) و وجود رنگ‌آمیزی آهن کبد و همچنین بین افزایش فریتین سرم بالای ۲۰۰ نانوگرم در میلی‌لیتر و Staging فیروز کبد (نمره $۰-۲$ و $۳-۶$) وجود نداشت. یافته‌های ما نشان داد که تجمع آهن کبدی ارتباط معنی‌داری با Staging فیروز و نکروز التهابی کبد در مبتلایان به هیپاتیت C مزمن ندارد. این مطالعه نشان داد که کاهش آهن بدن از طریق فلبوتومی در بیماران هیپاتیت C، حتی در افرادی با آهن سرمی بالا، نقشی در درمان بیماران ندارد.

تشکر و قدردانی

مؤلفین از آقای دکتر علی اردلان، آقای دکتر موسوی، خانم دکتر ثامنی و خانم زهرا احمدی‌زاده، صادق دلبرپور، بهدادفر، اویسی و کریمی به دلیل کمک در انجام طرح، کمال تشکر را دارند.

سینرژستیک ساخت فریتین داشته باشد. سندرم بیش‌باری آهن دیس‌متابولیک در غیاب جهش‌های ژنتیکی HFE هم توصیف شده است (۸). افزایش فریتین همراه با غلظت ترانسفرین طبیعی بطور شایعی در مبتلایان به استئاتوز یافت می‌شود، ولی تنها نشان دهنده بیش‌باری آهن در بیمارانی است که سوای رژیم مناسب، این حالتشان باقی می‌ماند. اختلال هم‌زمان آهن و گلوکز و متابولیسم لیپید در اکثر موارد با مقاومت به انسولین همراه است و مسئول افزایش دائمی فریتین خون است و بیماران در خطر استئاتوهیپاتیت غیرالکلی (NASH) را تعیین می‌کند (۹).

افزایش آهن کبدی ممکن است در بیش‌باری آهن همراه با مقاومت به انسولین (IRHIO) روی دهد که با افزایش فریتین خون و میزان طبیعی یا افزایش مختصر غلظت ترانسفرین مشخص می‌شود (۱۰). در مطالعه ما، رنگ‌آمیزی آهن کبد با اندازه دور کمر ($> ۰/۸۲$ متر در زنان و > ۱ متر در مردان است)، فریتین سرم بیش از ۲۰۰ نانوگرم در میلی‌لیتر و تری‌گلسیرید ناشتای بالای ۲۰۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر در ارتباط است. بنابراین اندازه‌گیری فریتین سرم می‌تواند در ارزیابی وجود رسوب آهن در کبد سودمند باشد. در یک مطالعه (۱۱) محتوای آهن کبد (Grading رنگ‌آمیزی Perl's) و فراوانی جهش ژنتیکی HFE و اندکس‌های آهن سرم در ۹۳ بیمار مبتلا به NASH بررسی شد. آنالیز چند متغیری نشان داد که جنس زن، دیابت قندی و التهاب شدید کبدی پیش‌بینی کننده مستقل فیروز کبدی هستند، در عوض جهش‌های ژنتیکی HFE، فریتین سرم، اشباع آهن یا رنگ‌آمیزی آهن کبد این قابلیت را ندارند. می‌توان نتیجه‌گیری کرد که آهن کبدی فاکتوری در ارتباط با فیروز کبدی در مبتلایان به NASH نیست. جهش‌های ژنتیکی HFE خطر افزوده‌ای در فیروز کبدی بیماران به همراه ندارند.

مطالعه‌ای بر روی ۱۶۱ بیمار مبتلا به جهش هموزیگوت غیر C282Y با بیش‌باری آهن کبدی نشان داد که مشخصه آن میزان آهن خفیف تا متوسط و ارتباط تقریباً ثابت با IR، بدون توجه به آسیب کبدی است (۱۲). در مطالعه‌ای جهش‌های ژنتیکی HFE در ۳۱۶ هیپاتیت مزمن C بررسی شد و پس از اصلاح طول مدت عفونت HCV، جهش ژنتیکی HFE بطور مستقل با وجود فیروز پلی یا سیروز همراه بود (۱۳). در مطالعه‌ای دیگر، جهش هتروزیگوت C282Y یا H63D عامل خطر ساز مستقلی در ایجاد فیروز کبد و سیروز در مبتلایان به

REFERENCES

1. Metwally MA, Zein CO, Zein NN. Clinical significance of hepatic iron deposition and serum iron values in patients with chronic hepatitis C infection. *Am J Gastroenterol* 2004;9:286-91.
2. Larson AM, Taylor SHL, Bauermeister D, Rosoff L, Kowdley KV. Pilot study of the relationship between histologic progression and hepatic iron concentration in chronic hepatitis C. *J Clin Gastroenterol* 2003;37:406-11.
3. Knodell RG, Ishak KG, Black WC, Chen TS, Craig R, Kaplowitz N, et al. Formulation and application of a numerical scoring system for assessing histological activity in asymptomatic chronic active hepatitis. *Hepatology* 1981;1(5):431-35.
4. Wollman J, Cacoub P, Lidove O, Maisonneuve T. Treatment of hepatitis C. *Gastroenterology* 2003;125(6): 433-37.
5. MacSween RNM, editor. *Pathology of the liver*. 4th edition, New York, Churchill Livingstone, 2003;p:260.
6. Thorburn D, Curry G, Spooner R, Spence E, Oien K, Halls D, et al. The role of iron and haemochromatosis gene mutations in the progression of liver disease in chronic hepatitis C. *Gut* 2002;50:248-252.
7. Turlin B, Mendler MH, Moirand R, Guyader D, Guillygomarc'h A, Deugnier Y. Histologic features of the liver in insulin resistance-associated iron overload: a study of 139 patients. *Am J Clin Pathol* 2001;116:263-70.
8. Rovati A, Bergamaschi G, Casula S, Cerani P, Grasso M, Cazzola M. The dysmetabolic iron overload syndrome is clinically and genetically distinct from HFE-related GH. *Hematologica* 1999;84:182-83.
9. Fargion S, Mattioli M, Ludovica F, Sampietro M, Tavazzi D, Fociani P, et al. Hyperferritinemia, iron overload, and multiple metabolic alterations identify patients at risk for nonalcoholic steatohepatitis. *Am J Gastroenterol* 2001;96:2448.
10. Chitturi S, George J. Interaction of iron, insulin resistance, and nonalcoholic steatohepatitis. *Curr Gastroenterol Rep* 2003;5: 18-25.
11. Chitturi S, Weltman M, Farrell GC, McDonald D, Kench J, Liddle C, et al. HFE mutations, hepatic iron, and fibrosis: ethnic-specific association of NASH with C282Y but not with fibrotic severity. *Hepatology* 2002;36:142-49.
12. Mendler MH, Turlin B, Moirand R, Jouanolle AM, Sapey T, Guyader D, et al. Insulin resistance-associated hepatic iron overload. *Gastroenterology* 1999;117:1155-63.
13. Tung BY, Emond MJ, Bronner MP, Raaka SD, Cotler SJ, Kowdley KV. Hepatitis C, iron status, and disease severity: relationship with HFE mutations. *Gastroenterology* 2003;124:318-26.
14. Erhardt A, Maschner-Olberg A, Mellenthin C, Kappert G, Adams O, Donner A, et al. HFE mutations and chronic hepatitis C: H63D and C282Y heterozygosity are independent risk factors for liver fibrosis and cirrhosis. *J Hepatol* 2003;38:335-42.
15. Kazemi-Shirazi L, Datz C, Majer-Dobersberger T, Kaserer K, Hackl F, Polli C. The relation of iron status and hemochromatosis gene mutations in patients with chronic hepatitis C. *Liver, Pancreas, and Biliary Tract. Gastroenterology* 1999;11:127-34.
16. Beutler E, Felitti VJ, Koziol JA, Ho NJ, Gelbart T. Penetrance of 845G → A (C282Y) HFE hereditary hemochromatosis mutation in the USA. *Lancet* 2002;359:211.