

بررسی فراوانی چندشکلی والین ۳۴ لوسین در عامل سیزده انعقادی در بیماران ترومبوتیک مراجعه‌کننده به بخش انعقاد سازمان انتقال خون ایران

سیدمهدی سجادی^۱، شهرام سمیعی^{*۲}، مریم خیراندیش^۳، زهرا عطایی^۴، مهناز کواری^۴، مریم عبداللهی^۵، سمیرامیس طوطیان^۴، سیدمحمدرضا طباطبایی^۱، رضا مشکانی^۶

خلاصه

سابقه و هدف: عامل سیزده انعقادی خون یک ترانس گلوتامیناز با ساختاری تترامری است که از دو زیرواحد پیش‌آنزیمی مشابه (عامل سیزده A) و دو زیرواحد پروتئینی ناقل (عامل سیزده B) تشکیل شده است. علاوه بر جهش‌های شناخته شده، چندشکلی‌هایی نیز در توالی آمینواسیدی عامل سیزده A شناخته شده‌اند. یکی از این چندشکلی‌ها، چندشکلی شایع گوانین به تیمین است که منجر به جایگزینی والین به لوسین در فاصله‌ی ۳ آمینواسیدی جایگاه فعال شدن ترومبین (آرژنین-۳۷-گلیسین-۳۸) در زیرواحد A می‌شود. چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده در قفقازی‌ها فراوانی بالاتری دارد اما کمترین فراوانی آن در ژاپنی‌ها دیده شده است. تاکنون گزارشی از فراوانی این چندشکلی در جمعیت ایرانی ارایه نشده است. به همین منظور با استفاده از روش PCR-RFLP برای اولین بار فراوانی چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده در جمعیت بیماران ایرانی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: مطالعه‌ی انجام شده از نوع توصیفی می‌باشد. تعداد ۲۱۳ بیمار مراجعه‌کننده به آزمایشگاه مرکزی سازمان انتقال خون (تهران) در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند. پس از استخراج DNA ژنوتیپ‌های این چندشکلی با روش RFLP و در حضور آنزیم محدودکننده شناسایی گردیدند. تجزیه و تحلیل آماری یافته‌های به دست آمده با نرم‌افزار SPSS ۱۱/۵ و آزمون کای اسکوئر انجام شد.

نتایج: فراوانی چندشکلی در بیماران ۲۴/۴ درصد شامل ۲۲/۰۶ درصد هتروزیگوت و ۲/۳۴ درصد هموزیگوت با فراوانی ۱۳/۰۷ درصد از آلل لوسین به دست آمد. بین فراوانی این چندشکلی و جنس ارتباط معنی‌داری دیده نشد.

نتیجه‌گیری: فراوانی بالاتر چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده در بیماران ترومبوتیک ایرانی نسبت به فراوانی قبلی گزارش شده در کشورهای آسیایی تاییدی بر ناهمگونی نژادی این چندشکلی است. ضمن این که بروز این چندشکلی تحت تاثیر جنس قرار ندارد.

واژگان کلیدی: چندشکلی، عامل سیزده، ترومبوز

۱- مربی دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی ایلام

۲- مربی مرکز تحقیقات سازمان انتقال خون ایران

۳- استادیار مرکز تحقیقات سازمان انتقال خون ایران

۴- کارشناس آزمایشگاه، سازمان انتقال خون ایران

۵- کارداران آزمایشگاه، سازمان انتقال خون ایران

۶- استادیار گروه بیوشیمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

* نویسنده مسوول: شهرام سمیعی

آدرس: سازمان انتقال خون ایران، بخش ایمونولوژی

پست الکترونیک: shsamie@yahoo.com

تلفن: ۰۹۱۲ ۳۸۷ ۳۱۴۳

دورنویس: ۰۸۴۱ ۲۲۲۷۱۳۶

تاریخ دریافت: ۸۶/۵/۳۱

تاریخ پذیرش نهایی: ۸۷/۳/۳۰

مقدمه

عامل سیزده انعدادی خون یک ترانس گلوتامیناز با ساختاری تترامری است که از دو زیرواحد پیش‌آنزیمی مشابه (عامل سیزده A) و دو زیرواحد پروتئینی ناقل (عامل سیزده B) تشکیل شده است [۱]. عامل سیزده برای حفظ ثبات زیستی ضروری است. ژن رمزبندی‌کننده عامل سیزده A با ۱۶۰ کیلو باز در موقعیت کروموزومی 6p24-25 قرار دارد [۲، ۳] و پروتئین متشکل از ۷۳۱ آمینو اسید را بیان می‌کند [۲]. در حالت طبیعی عامل سیزده غیرفعال است [۴] و فعال شدن آن با شکسته شدن پپتید ۳۷ آمینواسیدی از پایانه آمینی زیرواحد A توسط ترومبین شروع می‌شود [۵، ۶]. سپس در حضور یون‌های کلسیم، عامل سیزده B جدا شده و عامل سیزده A شکل فعال خود را پیدا می‌کند [۴، ۵]. عامل سیزده فعال مولکول‌های فیبرین مجاور هم را با پیوندهای گاماگلوتامیل اپسیلون لیزین به یکدیگر متصل می‌سازد. اتصال مقاطع داخل مولکولی فیبرین، استحکام لخته و مقاومت آن را در برابر فیبرینولیز افزایش می‌دهد [۶]. علاوه بر جهش‌های مهم، چندشکلی‌هایی نیز در توالی آمینواسیدی عامل سیزده A شناخته شده‌اند [۵]. چندشکلی ژنتیکی زیرواحدهای عامل سیزده اولین بار توسط Board گزارش شد [۷]. مطالعات بعدی حضور واریان‌های متعددی را از عامل سیزده با توزیع گسترده‌ای در بین نژادهای مختلف نشان دادند [۴-۶، ۸-۱۳]. اطلاعات به دست آمده از ژن، cDNA و تعیین توالی پروتئین چندین جایگزینی اسیدآمینه‌ای را در افراد به ظاهر سالم آشکار ساختند [۲]. یکی از چندشکلی‌های شایع، جهش نقطه‌ای گوانین به تیمین در کدون ۳۴، اگرگون ۲ از ژن زیرواحد A می‌باشد که برای تغییر والین به لوسین (چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده) تنها ۳ اسیدآمینه دورتر از جایگاه فعال شدن ترومبین (آرژنین ۳۷-گلیسین ۳۸) رمزبندی می‌شود (۴-۶، ۸-۱۱، ۱۴). این جایگزینی ساختارهای فیبرینی ضعیف‌تری را به وجود می‌آورد. این چندشکلی بر میزان پلاسمایی و فعالیت اختصاصی ترانس گلوتامینازی عامل سیزده A تأثیری ندارد [۱۵] بلکه رهاسازی پپتید فعال‌سازی را با واسطه ترومبین از پروتئین پلاسمایی جهش‌یافته به طور چشم‌گیری سرعت می‌بخشد و بدین ترتیب فعال شدن آلل لوسین عامل سیزده پلاسمایی با سرعت بیشتری رخ می‌دهد [۵، ۱۶]. سرعت بیشتر فعال شدن عامل سیزده می‌تواند سبب اتصال مقاطع غیرموثر شده و یا این که به دلیل تأثیرات عامل سیزده A بر دیگر پروتئین‌ها موجب برهم خوردن کینتیک واکنش‌های اتصال شود [۶]. بر این اساس است که چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده را در مقابل انفارکتوس میوکارد و ترومبوز وریدی محافظت‌کننده می‌دانند [۴-۶].

چندشکلی شایع والین ۳۴ لوسین عامل سیزده به عنوان یک عامل ژنتیکی محافظتی در مقابل ترومبوز وریدی و شریانی قلم‌داد می‌شود. همچنین مقادیر کم آلل لوسین ۳۴ را به عنوان یک عامل خطر برای ابتلا به خون‌ریزی داخل مغزی دانسته‌اند [۲]. چنین تأثیر نامطلوبی در همراهی آلل لوسین با بروز بیماری آلزایمر نیز مشاهده شده است [۱۷]. آلل لوسین ۳۴ با کاهش کارایی درمان ترومبولیتیک همراه می‌باشد [۹]. همچنین همراهی لوسین ۳۴ با جهش عامل دو (G20210A) سبب افزایش خطر ابتلا به انفارکتوس میوکارد می‌شود. چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده در قفقازی‌ها فراوانی بالاتری دارد اما کمترین فراوانی آن در ژاپنی‌ها دیده شده است [۲]. تاکنون گزارشی از فراوانی این چندشکلی در جمعیت ایرانی ارائه نشده است. با وجود این که این چندشکلی در چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته است و مطالعه بر روی جنبه‌های مختلف مولکولی و بالینی آن در مراکز ترومبوفیلیای دنیا صورت می‌گیرد ولی تاکنون در ایران مطالعه‌ای جهت بررسی آن انجام نشده و گزارشی از فراوانی آن در دست نیست. به همین منظور در این مطالعه، با استفاده از روش PCR-RFLP فراوانی چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش ضمن بررسی فراوانی این چندشکلی به روش مولکولی می‌تواند آغازی برای پژوهش‌های بیشتر در آینده باشد.

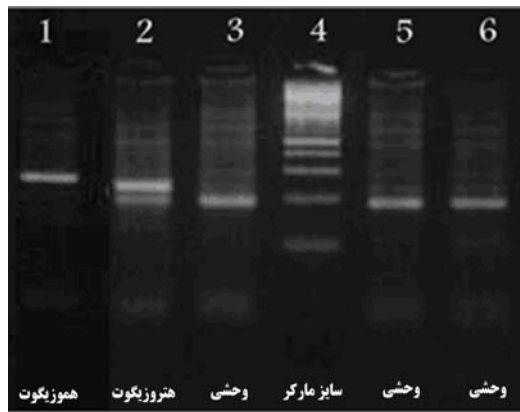
مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی و مقطعی می‌باشد. تعداد ۲۱۳ بیمار مبتلا به وقایع ترومبوتیک مراجعه‌کننده به آزمایشگاه مرکزی سازمان انتقال خون (تهران) در این مطالعه شرکت داده شدند. این بیماران در فاصله زمانی دی‌ماه سال ۱۳۸۱ تا خرداد سال ۱۳۸۴ به این مرکز مراجعه کرده بودند. پس از جمع‌آوری نمونه‌های خون کامل بیماران، DNA با استفاده از کیت Roche (Number cat: ۱۱۵۵۸۸۷۴۰۰۱) استخراج گردید و واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (PCR) به وسیله سایکلر حرارتی Techne انجام شد. توالی‌های اولیگونوکلوئیدی به کار رفته در واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (PCR) در بخش کیت‌سازی سازمان انتقال خون ایران (تهران) تولید شد که عبارت بودند از:

5'-ACTTCCAGGACCGCCTTTGGAGGC-3' (Forward)

5'-GTTGACGCCCCGGGGCACCQ-3' (Reverse)

نوکلئوتید گوانین مشخص شده یک ناهم‌خوانی را در انتهای 3' پرایمر معکوس نشان می‌دهد (نوکلئوتید اصلی آدنین می‌باشد) که برای ایجاد ناحیه محدودکننده برای آنزیم محدودکننده Cfo1 در توالی طبیعی (GCGC) است که در



شکل ۱-۱: شکل هموزیگوت (لوسین/لوسین) این چندشکلی به طول ۱۱۴ جفت باز می‌باشد که به دلیل فقدان جایگاه محدودکننده برای آنزیم CfoI مورد هضم قرار نگرفته است. ۲: شکل هتروزیگوت (والین/لوسین) چندشکلی دارای هر دو فرآورده دست-نخورده (۱۱۴ جفت بازی) و هضم شده (۹۴ جفت بازی) ۳ و ۵ و ۶: شکل وحشی / wild type (والین/والین) چندشکلی دارای قطعه ۹۴ جفت بازی که نشان‌دهنده هضم کامل آنزیمی است. ۴: سایز مارکر (نشان‌گر DNA) ۵۰ جفت بازی که برای ارزیابی طول قطعات به کار برده شد.

جدول ۱- فراوانی مطلق و درصد چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده در بیماران ترومبوتیک تحت مطالعه به تفکیک جنس

جنس	فراوانی / آلل		
	مجموع	هموزیگوت	هتروزیگوت
مرد	۷۶ (۴۷/۲)	۲۱ (۴۴/۷)	۲۱ (۴۴/۷)
زن	۸۵ (۵۲/۸)	۲۶ (۵۵/۳)	۳ (۶۰)
مجموع	۱۶۱ (۱۰۰)	۴۷ (۱۰۰)	۵ (۱۰۰)
آزمون کای اسکوتر	Pv: 0.914		

بحث

نتایج، فراوانی نسبتاً بالایی را از این چندشکلی در میان بیماران (۲۴/۴ درصد) نشان داد. این فراوانی بالا می‌تواند چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده را به عنوان عاملی در بیماری‌زایی بیماری‌های ترومبوتیک در جمعیت ایرانی مطرح سازد که البته تایید این فرضیه به مطالعات گسترده‌تری نیاز دارد. فراوانی آلی گزارش شده از چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده از ۰/۲۵ درصد تا ۰/۳۰ درصد با فراوانی ۳۲-۴۳ درصد از هتروزیگوس و ۱۰-۴ درصد از هموزیگوس متغیر است. فراوانی آن را در قفقازی‌ها ۴۴/۳ درصد، سیاه‌پوستان ۲۸/۹ درصد و آسیایی‌ها ۲/۵ درصد عنوان کرده‌اند. با این حال اطلاعات کمی از

حضور آلل لوسین از دست می‌رود (GCTC). دستور کار تکثیری زیر در واکنش PCR مورد استفاده قرار گرفت: واسرشت اولیه به مدت ۲ دقیقه در ۹۵ درجه سانتی‌گراد، ۴۰ چرخه واسرشتی (۱ دقیقه در ۹۵ درجه سانتی‌گراد)، جوش‌خوردگی (۱ دقیقه در ۵۵ درجه سانتی‌گراد)، طول‌سازی (۱ دقیقه در ۷۲ درجه سانتی‌گراد) و یک مرحله تکثیر نهایی به مدت ۵ دقیقه در ۷۲ درجه سانتی‌گراد. پس از انجام PCR و مشاهده باندها به وسیله الکتروفورز در ژل آگاروز ۴ درصد رنگ‌آمیزی شده با اتیدیوم بروماید، تعیین ژنوتیپ چندشکلی با استفاده از روش RFLP در حضور آنزیم CfoI انجام گرفت. جهت هضم آنزیمی، نمونه در بن ماری ۳۷ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. تجزیه و تحلیل آماری یافته‌های به دست آمده با نرم‌افزار SPSS ۱۱/۵ و آزمون کای اسکوتر برای مقایسه فراوانی در دو جنس انجام شد.

نتایج

در این پژوهش ۲۱۳ بیمار با سن متوسط $38/34 \pm 14/02$ شامل ۹۹ نفر مرد (۴۶/۵ درصد) و ۱۱۴ نفر زن (۵۳/۵ درصد) مورد بررسی قرار گرفتند. تمام بیماران دارای ترومبوز وریدهای عمقی اثبات شده بودند که ۵۴/۹ درصد (۱۱۷ نفر) از آنها دارای ترومبوز ورید عمقی، ۹/۳ درصد (۲۰ نفر) دارای آمبولی ریوی، ۸/۴ درصد (۱۸ نفر) دارای ترومبوز ورید شبکه، ۱۵/۵ درصد (۳۳ نفر) دارای ترومبوز ورید مغزی، ۲/۸ درصد (۶ نفر) دارای انفارکتوس میوکارد بودند و در ۸/۹ درصد (۱۹ نفر) از آنها محل ترومبوز در پرونده پزشکی آنها مشخص نشده بود اما این گروه از بیماران تحت درمان ترومبولیتیک قرار داشتند و به همین دلیل در این مطالعه بررسی گردیدند. فرآورده PCR ۱۱۴ جفت باز طول داشت. بعد از هضم آنزیمی توسط آنزیم محدودکننده CfoI، قطعه هضم شده در نمونه‌های با ژنوتیپ نوع وحشی ۹۴ جفت باز بود. در نوع هموزیگوت لوسین/لوسین فرآورده‌های PCR به صورت هضم نشده باقی ماندند در حالی که در انواع هتروزیگوت هر دو فرآورده PCR دست‌نخورده و قطعه ۹۴ جفت بازی در ژل آگاروز ۴ درصد رنگ‌آمیزی شده با اتیدیوم بروماید قابل مشاهده بودند (شکل شماره ۱). فراوانی چندشکلی در بیماران ۲۴/۴ درصد شامل ۲۲/۰۶ درصد هتروزیگوت و ۲/۳۴ درصد هموزیگوت با فراوانی ۱۳/۰۷ درصد از آلل لوسین به دست آمد. ضمن این که بروز این چندشکلی در مردان و زنان تفاوتی را نشان نداد ($p \leq 0/914$). میزان فراوانی چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده در بیماران تحت مطالعه به تفکیک جنس در جدول شماره ۱ آمده است.

نتیجه گیری

فراوانی بالاتر چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده در بیماران ترومبوتیک ایرانی نسبت به فراوانی قبلی گزارش شده در کشورهای آسیایی تاییدی بر ناهمگونی نژادی این چندشکلی است که بدین وسیله می توان نقش آن را در رابطه با بیماری های ترومبوتیک مورد ارزیابی قرار داد.

پیشنهادهات

این چندشکلی در انتخاب درمان ترومبولیتیک مناسب دارای اهمیت بوده و به عنوان یک عامل خطر در ابتلا به سکتة مغزی هموراژیک [۲] و سقط جنین [۲۰] مطرح است بدین منظور شناسایی آن در بیماران می تواند مفید واقع شود. بنابراین با توجه به فراوانی بالای این چندشکلی در بیماران ترومبوتیک ایرانی، پیشنهاد می شود که مطالعات بیشتری در این مورد و ترجیحا به صورت مورد - شاهدهی با حجم بیشتری از نمونه انجام گیرند تا علاوه بر تعیین فراوانی قطعی تر این چندشکلی، ارتباط آن با بیماری های ترومبوتیک و عوامل خطر ابتلا به آنها در جامعه ایرانی بهتر درک شود. ضمن این که انجام آزمایش بر روی گروه های ترومبوتیک خاص مانند بیماران مبتلا به انفارکتوس میوکارد، سکتة مغزی و ترومبوز ورید عمقی پیشنهاد می شود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه بخشی از طرح پژوهشی مصوب در مرکز تحقیقات سازمان انتقال خون ایران بود و از کلیه ی حمایت های مادی و معنوی این مرکز برخوردار گردید. همچنین بر خود فرض می دانیم که زحمات و محبت های جناب آقای دکتر محمود محمودیان شوشتری، سرکار خانم دکتر شریفی و سایر کارکنان محترم بخش ویروس شناسی و نیز مسوول محترم بخش انعقاد سرکار خانم دکتر احمدی نژاد را ارج نهیم.

فراوانی چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده در میان آسیایی ها و همکارانش فراوانی ژنوتیپ های والین / Catto وجود دارد [۲]. والین، والین / لوسین و لوسین / لوسین را در گروه بیماران مبتلا به ترومبوآمبولی وریدی ساکن اروپای شمالی به ترتیب ۶۳ درصد، و همکاران در سال ۳۱ Cho درصد، ۶ درصد بیان کردند [۱۰]. ۲۰۰۰ در کشور کره فراوانی این چندشکلی را در بیماران مبتلا به خونریزی داخل مغزی اولیه بسیار پایین و در حد صفر گزارش نیز فراوانی اشکال هتروزیگوت، هموزیگوت Castro کردند [۲]. و آلل لوسین را در سیاه پوستان به ترتیب ۲۴/۲ درصد، ۴/۷ درصد و ۱۶ درصد بیان نمود [۱۸]. با مقایسه ی نتایج ذکر شده و نتایج حاصل از مطالعه پیش رو دریافت گردید که فراوانی این چندشکلی در بیماران ترومبوتیک ایرانی بررسی شده به فراوانی آن در کشورهای غربی شباهت بیشتری داشت تا به فراوانی آن در کشورهای آسیایی در مورد اثر پروترومبوتیک این چندشکلی با این عوامل بایستی توجه داشت که ترومبوز وریدی و شریانی یک اختلال چندعاملی بوده و در جوامع و نواحی جغرافیایی مختلف، توزیع متفاوتی دارد و این موضوع به دلیل ترکیب عوامل خطر ژنتیکی و محیطی گوناگون می باشد. به عنوان مثال، در ژاپن فراوانی ترومبوز وریدی کم است که در این مورد فقدان جهش در ژن عامل دو G20210A و جهش FVL عامل پنج لیدن (کمبود چندشکلی والین ۳۴ لوسین عامل سیزده را جبران می نماید [۱۸]. از عدم ارتباط این چندشکلی و جنس در مطالعه ی حاضر که و همکاران نیز بیان Endler در مطالعات دیگری همانند مطالعه گردیده [۱۹] استقلال بروز آن را نسبت به جنس می توان استنباط نمود. بررسی این چندشکلی می تواند پایه ای برای پژوهش های بعدی در زمینه ی بیماری های ترومبوتیک باشد و پژوهش های آینده را برای شناسایی تغییرات ژنتیکی در ژن های عامل انعقادی که نقشی را در خطر ابتلا به بیماری های ترومبوتیک بازی می کنند، تسهیل نماید.

References:

- [1] Kucukkaya R. Hancer VS. Inanc M. Nalcaci M. Pekcelen Y. Factor XIII Val34Leu polymorphism does not contribute to the prevention of thrombotic complication in patients with Antiphospholipid syndrome. *Lupus* 2004; 13: 32-35.
- [2] Cho K. Kim C. Kim M. Shin B. no association of Factor XIII Val34Leu polymorphism with primary intracerebral hemorrhage and healthy controls in Korean population. *J Korean Med Sci* 2002; 17: 249-253.
- [3] Wells P. Anderson J. Scarvelis D. Doucette S. Gagnon F. Factor XIII Val34Leu variant is protective against venous thromboembolism: A huge review and meta analysis. *Am J Epidemiol* 2006; 164: 101-109.
- [4] Francis C. Factor XIII polymorphism and venous thromboembolism. *Arch Pathol Lab Med* 2002; 126: 1391-1393.
- [5] Balogh I. Szoke G. Karpati L. Wartiovaara U. Katona E. Komaromi I. et al. Val34Leu polymorphism of factor XIII: biochemistry and epidemiology in familial thrombophilia. *Blood* 2000; 98: 2479-2486.

- [6] Hancer V. Kucukkaya R. Bilge A. Ozben B. Oncul A. Ergen G. et al. The association between Factor XIII Val34Leu polymorphism and early myocardial infarction. *IRC J* 2006; 70: 239-242.
- [7] Board PG. Genetic polymorphism of the A subunit of human coagulation factor XIII. *Am J Hum Genet* 1979; 31: 116-124.
- [8] Jensen R. Clinical presentation of arterial thrombosis vs. venous thrombosis. *Clinical hemostasis review* 2002; 16: 1-6.
- [9] Vicente Vicente. Effect of factor XIII Val34Leu polymorphism on thrombolytic therapy in premature myocardial infarction. *Thromb Haemost* 2002; 88: 354-355.
- [10] Catto A. Kohler H. Coore J. Mansfield M. Stickland M. Grant P. Association of common polymorphism in the factor XIII gene with venous thrombosis. *Blood* 1999; 93: 906-908.
- [11] Elbaz A. Poirier O. Canaple S. Chedru F. Cambien F. Amerano P. et al. The association between the Val34Leu polymorphism in the factor XIII gene and brain infarction. *Blood* 2000; 95: 586-591.
- [12] Morange P. Mireille H. Brunet D. Aillaud M. Juhan V. FXIII Val34Leu is not an additional risk factor for venous thrombosis in factor V Leiden carriers. *Blood* 2001; 97: 1894-1896.
- [13] Weger M. Renner W. Stanger O. Schmut O. Deutschmann H. Wascher D. Hass A. Role of FXIII Val34Leu polymorphism in retinal artery occlusion. *Stroke* 2001; 32: 2759-2761.
- [14] Catto A. Kohler H. Bannan S. Stickland M. Carter A. Grant P. FXIII Val34Leu, A novel association with primary intracerebral hemorrhage. *Stroke* 1998; 29: 813-816.
- [15] Berezky Z. Katona E. Muszbek L. Fibrin stabilization (factor XIII), fibrin structure and thrombosis. *Pathophysiol Haemost Thromb* 2003/2004; 33: 430-437.
- [16] Kangsdalampai S. Borad PG. The Val34Leu polymorphism in the A subunit of coagulation factor XIII contributes to the normal range in activity and demonstrates that the activation peptide plays a role in catalytic activity. *Blood* 1998; 92: 2766-2770.
- [17] Gerardino L. Papaleo P. Flex A. Gaetani E. Fioroni G. Pola P. Coagulation factor XIII Val34Leu gene polymorphism and Alzheimer's disease. *Neurological Research* 2006; 28: 807-809.
- [18] Attie-Castro F. Zago M. Lavinha J. Elion J. Rodriguez-Delfin L. Guerreiro J. et al. Ethnic heterogeneity of the factor XIII Val34Leu polymorphism. *Thromb Haemost* 2000; 84: 601-603.
- [19] Endler G. Funk M. Haering D. Lalouschek W. Lang W. Mirafzal M. Is the factor XIII 34 Val/Leu polymorphism a protective factor for cerebrovascular disease? *Br J Haematol* 2003; 120: 310.
- [20] Dossenbach-Glaninger A. Van Trotsenburg M. Dossenbach M. Oberkanins C. Moritz A. Krugluger W. et al. Plasminogen activator inhibitor I 4G/5G polymorphism and coagulation FXIII Val34Leu polymorphism: Impaired fibrinolysis and early pregnancy loss. *Clin Chem* 2003; 49: 1081-1086.