

تحقیقی

کفایت همودیالیز در بیماران با نارسایی مزمن و غیرقابل برگشت کلیه در گرگان طی سال ۱۳۸۷

علیرضا شریعتی*^۱، دکتر محمد موجولو^۲، مسلم حسام^۳، عین ا. ملایی^۱، علی عباسی^۱، حمید آسایش^۱، آسیه خلیلی^۲^۱ - کارشناس ارشد پرستاری و عضو هیأت علمی دانشکده پرستاری و مامایی بویه گرگان، دانشگاه علوم پزشکی گرگان.^۲ - استادیار گروه داخلی، دانشگاه علوم پزشکی گرگان. ^۳ - کارشناس ارشد مدیریت آموزشی و عضو هیأت علمی دانشکده پرستاری و مامایی بویه گرگان، دانشگاه علوم پزشکی گرگان. ^۴ - کارشناس پرستاری، مرکز آموزشی درمانی ۵ آذر گرگان.

چکیده

زمینه و هدف: همودیالیز رایج‌ترین روش درمان جایگزینی نارسایی مزمن کلیه به‌شمار می‌رود. دیالیز ناکافی سبب افزایش مرگ و میر بیماران می‌شود. لذا تعیین کفایت دیالیز در این بیماران از اهمیت زیادی برخوردار است. این مطالعه به منظور تعیین کفایت همودیالیز و رابطه آن با متغیرهای دموگرافیک بیماران با نارسایی مزمن و غیرقابل برگشت کلیه با معیار kt/v (Clearance Time Volume) و URR (urea reduction ratio) در مرکز آموزشی درمانی ۵ آذر گرگان انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی - تحلیلی از ۱۱۳ بیمار تحت همودیالیز دائم مرکز آموزشی درمانی ۵ آذر گرگان که سابقه حداقل سه ماه و بیش از یک بار دیالیز در هفته داشتند؛ به روش سرشماری، نمونه خون قبل و بعد از انجام دیالیز طی سال ۱۳۸۷ تهیه گردید. سطح سرمی BUN قبل از شروع همودیالیز و نیز در فاصله ۵ دقیقه پس از خاموش کردن پمپ از مسیر شریانی اندازه‌گیری شد. سپس kt/v بیماران با استفاده از فرمول $Daugirdas II$ اندازه‌گیری شد و رابطه آن با وزن، جنس، سطح تحصیلات، مدت زمان هر جلسه دیالیز، سرعت جریان خون، TMP (Terans Membran Pressure) و Kuf (Clearance Ultrafiltration) فیلتر، بیماری زمینه‌ای، تعداد دفعات دیالیز و روش دستیابی به عروق محاسبه گردید. داده‌ها توسط نرم‌افزار $SPSS-13$ و آزمون‌های آماری تی، کای دو، فیشر و ضریب همبستگی پیرسون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: متوسط سابقه همودیالیز ۳۷ ماه و میانگین سن بیماران $51/6 \pm 6/2$ سال بود. ۷۷/۹ درصد از افراد مورد مطالعه با توجه به معیار kt/v و URR ، دیالیز موثر داشتند. با وجود این که دوز تحویلی دیالیز از میزان استاندارد کمتر بود؛ اما تفاوت معنی‌دار آماری با میزان استاندارد مشاهده نشد. بین میزان کفایت دیالیز با مدت زمان هر جلسه دیالیز، تعداد دفعات دیالیز در هفته، سرعت جریان خون و روش دستیابی به عروق ارتباط آماری معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$)؛ اما بین میزان کفایت دیالیز با وزن، جنس، تحصیلات، TMP ، بیماری زمینه‌ای و ku/f صافی ارتباط آماری معنی‌داری وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد که کفایت دیالیز در گرگان در مقایسه با مطالعات انجام شده در دیگر نقاط کشور از وضعیت بهتری برخوردار می‌باشد.

کلید واژه‌ها: کفایت همودیالیز، نارسایی مزمن کلیه، گرگان

* نویسنده مسؤول: علیرضا شریعتی، پست الکترونیکی: shariati1382@yahoo.com

نشانی: گرگان، کیلومتر ۲ جاده گرگان به ساری، دانشکده پرستاری و مامایی بویه گرگان، تلفن: ۴۴۲۶۹۰۰ (۰۱۷۱)، نمابر: ۴۴۲۵۱۷۱

وصول مقاله: ۸۷/۱۱/۲۱، اصلاح نهایی: ۸۸/۸/۱۲، پذیرش مقاله: ۸۸/۱۰/۷

مقدمه

نارسایی پیشرفته و غیرقابل برگشت کلیه کاهش غیرقابل برگشت در عملکرد کلیه‌ها می‌باشد و در این مرحله از درمان، جایگزینی کلیه لازم است. از بین درمان‌های رایج جایگزینی کلیه، همودیالیز روش درمانی غالب در بسیاری از بیماران ESRD (End Stage Renal Diseases) محسوب می‌شود (۲۱).

اگرچه شیوه‌های همودیالیز موجود از کارایی مناسبی برخوردار هستند؛ اما عدم کفایت دیالیز از جمله عوامل مهم در افزایش مرگ و میر این بیماران محسوب می‌گردد (۳ و ۴). مطالعات زیادی ارتباط بین دوز ناکافی دیالیز با مرگ و میر و عوارض دیالیز را نشان داده است (۵ و ۶). دیالیز کافی بسیار حائز اهمیت است و سبب افزایش بقاء بیماران می‌گردد. یکی از راه‌های ارزیابی کفایت دیالیز، اندازه‌گیری kt/v (Clearance Time Volume) می‌باشد. در اندازه‌گیری کفایت دیالیز، اوره به عنوان شاخصی برای توکسین‌های اورمی استفاده می‌شود و در حال حاضر متداول‌ترین روش‌های سنجش و ارزیابی کفایت دیالیز، نسبت کسر اوره (URR: urea reduction ratio) و معیار kt/v می‌باشد که در آن K ، کلیانس دیالیزور (ml/min)، t زمان دیالیز (min) و V حاکی از حجم توزیع اوره است (۷-۵).

بر اساس نظر انجمن پزشکان کلیه (RPA) و نیز بررسی بین‌المللی کیفیت نتایج دیالیز (NKF) و (KDOQI) استفاده از kt/v نسبت به URR ارجح است. زیرا به طور دقیق‌تری برداشت اوره را منعکس می‌کند (۴ و ۸).

دوز تحویلی دیالیز به وسیله URR نیز ارزیابی شده و بر اساس نظریه KDOQI توصیه می‌شود؛ برای بیمارانی که ۳ بار در هفته دیالیز می‌شوند kt/v حداقل بالای ۱/۲ و URR نیز بیشتر از ۶۵ درصد حفظ شود (۹ و ۱۰).

استفاده از kt/v با میزان کاهش اوره (URR) و رساندن kt/v به بیشتر از ۱/۲ یا URR بیشتر از ۶۵ درصد یکی از اهداف درمان جایگزینی نارسایی کلیه می‌باشد و در بهبود پیش‌آگهی بیماران دیالیزی موثر است (۱۱).

در مطالعات مختلف ۱/۱ افزایش در kt/v کاهش خطر نسبی مرگ را در بیماران همودیالیزی به همراه داشته است. هر

۱/۱ کاهش در kt/v (۱/۲) باعث افزایش نسبی خطر مرگ تا ۵ درصد بیماران دیالیزی می‌شود (۶ و ۱۲).

عدم کفایت دیالیز موجب افزایش زمان بستری شدن، افزایش دفعات یا مدت زمان همودیالیز خواهد شد و علاوه بر تحمیل هزینه‌های درمانی اضافی بر سیستم بهداشتی درمانی کشور، خطرات ناشی از انتقال عوامل عفونی مانند ویروس هپاتیت B، هپاتیت C، HIV و سایر آلودگی‌های خونی را دامن‌گیر بیمار خواهد کرد که این مسائل لزوم کارآمدتر نمودن همودیالیز را مشخص می‌نماید (۹ و ۱۳).

این مطالعه به منظور تعیین کفایت همودیالیز و رابطه آن با متغیرهای دموگرافیک بیماران با نارسایی مزمن و غیرقابل برگشت کلیه با معیار kt/v در مرکز آموزشی درمانی ۵ آذر گرگان انجام شد.

روش بررسی

در این مطالعه توصیفی - تحلیلی از ۱۱۳ بیمار تحت همودیالیز دائم مرکز آموزشی درمانی ۵ آذر گرگان که سابقه حداقل سه ماه و بیش از یک بار دیالیز داشتند؛ به روش سرشماری، نمونه خون قبل و بعد از دیالیز طی سال ۱۳۸۷ تهیه گردید. این بیماران با استفاده از دو نوع دستگاه Fresenius و gambro مورد دیالیز قرار گرفتند. همچنین در انجام دیالیز از دو نوع غشاء R5 و R6 (شرکت سها وابسته به جمعیت هلال احمر) استفاده شد. از بیماران رضایت‌نامه کتبی اخذ شد.

ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه حاوی چک لیست اطلاعات دموگرافیک (۱۰ سؤال) و پرسشنامه مربوط به مشخصات ثبت شده در پرونده هر بیمار بر اساس اهداف پژوهش (۳۷ سؤال) بود. پایایی درونی این ابزار با استفاده از آلفای کرونباخ، ۰/۷۵ محاسبه گردید. همچنین اعتبار این ابزار با روش تکرار پرسشنامه‌ای (test-re-test) انجام شد. ابتدا این پرسشنامه توسط ۲۰ بیمار تکمیل گردید. پس از دو هفته آزمون مجدد در این بیماران انجام شد و با آزمون ویل کاکسون ضریب همبستگی برابر با ۰/۷۲ به دست آمد (۰/۰۱ = P). جمع‌آوری داده‌ها زیر نظر مجری و با حضور همکار طرح در مرکز دیالیز و ثبت مشخصات افراد تحت دیالیز انجام شد. ابتدا وزن (بعد از دیالیز اول و قبل از نوبت دوم دیالیز) همه بیماران، بیماری زمینه‌ای، مدت زمان هر جلسه

تحصیلات، وضعیت تاهل و TMP ارتباط آماری معنی داری نداشت.

جدول ۱: فراوانی kt/v در بیماران همودیالیزی

تعداد (درصد)	kt/v
۱۰ (۱/۸)	۰/۳-۰/۸
۱۵ (۱۳/۳)	۰/۹-۱/۲
۶۷ (۵۹/۳)	۱/۳-۱/۷
۲۱ (۱۸/۶)	۱/۸-۵
۱۱۳ (۱۰۰)	جمع

در بررسی‌های تحلیلی انجام شده بین صافی‌های با ضریب نفوذپذیری $ku/f=4$ و $ku/f=5/5$ با کفایت دیالیز ارتباط معنی دار آماری مشاهده نشد.

با افزایش سرعت جریان خون دستگاه دیالیز، کاهش بیشتری در غلظت BUN مشاهده شد. به طوری که بیشترین کاهش در غلظت BUN مربوط به دور پمپ بیشتر از 250 ml/min و ۴ ساعت دیالیز بود ($P < 0.05$) (جدول ۲).

جدول ۲: ارتباط بین سرعت جریان خون با معیار kt/v، توزیع فراوانی kt/v و ارتباط بین URR با معیار kt/v در بیماران همودیالیزی

		kt/v			
		1/8-5	1/3-1/7	0/9-1/2	0/3-0/8
سرعت جریان خون	130-175	5	5	5	5
	176-225	2	2	2	1
	226-280	4	4	4	4
مدت زمان هر جلسه دیالیز	4 ساعت	5	7	7	5
	>4 ساعت	5	8	8	5
URR	25-34	2	0	0	2
	35-44	0	0	4	4
	45-54	0	5	5	2
	55-64	0	23	6	1
	بیشتر از 65	21	39	0	1

کل در میانگین $TMP=238 \text{ ml/min}$ واحدهای مورد بررسی با kt/v

ارتباط معنی دار آماری مشاهده نشد.

با افزایش مدت زمان دیالیز در هر جلسه، میزان kt/v نیز افزایش نشان داد ($P < 0.001$) و حدود ۹۱ درصد از افراد به گروه ۳ بار در هفته دیالیز و هر نوبت ۴ ساعت دیالیز شده؛ تعلق داشت (جدول ۲).

میانگین kt/v بیمارانی که در هفته سه بار دیالیز شدند؛ بیشتر از بیمارانی بود که دوبار در هفته دیالیز شده بودند. بین kt/v بیماران مورد مطالعه و روش دستیابی به عروق

دیالیز، تعداد دفعات دیالیز در هفته، سرعت جریان خون حین دیالیز، ku/f (Clearance Ultrafiltration) (ضریب کلیترانس فیلتر)، TMP (Trans Membran Pressure) و روش دستیابی به عروق ثبت شد. پس از قرار گرفتن بیمار روی تخت، برای بررسی معیارهای کفایت دیالیز، قبل از شروع دیالیز، اولین نمونه گیری برای BUN توسط پرستار بخش زیر نظر مجری طرح انجام شد.

دومین نمونه آزمایش، در فاصله پنج دقیقه به پایان دیالیز پس از آن که سرعت جریان خون به 50 ml/min رسید؛ از مسیر شریانی گرفته شد. ضمناً تمامی آزمایش‌های BUN با استفاده از کیت پارس آزمون محاسبه شد.

نتیجه آزمایش BUN هر بیمار پس از آماده شدن، به منظور تعیین کفایت دیالیز با استفاده از معیار kt/v و URR محاسبه و در پرسشنامه مربوط به هر کدام از بیماران درج شد (۱۵ و ۱۴). $kt/v > 1/2$ و $URR > 65$ به عنوان معیار کفایت دیالیز در نظر گرفته شد. داده‌های جمع‌آوری شده با کمک نرم افزار SPSS-13، آزمون‌های آماری تی، کای دو، فیشر و همبستگی پیرسون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سطح معنی داری آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

از ۱۱۳ بیمار مورد مطالعه $54/5$ درصد مرد و محدوده سنی آنان ۱۳-۷۳ سال با میانگین سنی $51/6 \pm 42$ سال بود. به طور متوسط ۳۷ ماه از زمان شروع دیالیز آنها می‌گذشت (از ۳ ماه تا ۲۶ سال). ۵۳ درصد بیماران دارای بیماری زمینه‌ای دیابت و فشارخون بودند. میانگین هموگلوبین بیماران mg/dl $10/47 \pm 2/47$ بود. مدت دیالیز $86/7$ درصد بیماران ۴ ساعت و اکثریت ($61/1$ درصد) بیماران هفته‌ای ۳ بار دیالیز می‌شدند. $80/5$ درصد نمونه‌ها متاهل و بقیه مجرد و بیوه بودند و یا جدا از همسر زندگی می‌کردند.

میانگین BUN قبل از دیالیز gr/dl $13/6 \pm 7/4$ و بعد از آن gr/dl $18/2 \pm 6/6$ بود. همچنین میانگین kt/v در بیماران $1/51 \pm 3/5$ بود. بنابراین $77/9$ درصد افراد مورد مطالعه با توجه به معیار kt/v حداقل $1/2$ و $URR > 65$ دیالیز موثر داشتند (جدول یک).

کفایت همودیالیز برحسب $kt/v > 1/2$ با وزن، سن، جنس،

اختلاف آماری معنی داری مشاهده شد ($P < 0/05$).

در این مطالعه با افزایش URR، میزان kt/v نیز افزایش یافت. همچنین بیشترین افراد تحت همودیالیز مربوط به $URR > 0/65$ بودند (جدول ۲).

بحث

۷۷/۹ درصد از افراد مورد مطالعه با توجه به معیار kt/v و URR، دیالیز موثر داشتند. در مراکز دیالیز کاشان (۸) و شهرکرد (۱۰) در طول مدت بررسی فقط ۱۰ درصد و ۲۱ درصد از بیماران میانگین URR ۶۵ درصد و بالاتر را کسب نموده بودند. همچنین در مطالعه Charra نیز ۶۷ درصد بیماران، URR ناکافی داشتند (۱۶).

افزایش ku/f فیلتر باعث افزایش کلیرانس و در نتیجه افزایش URR می شود؛ ولی وابستگی این عامل به سرعت جریان خون و زمان دیالیز در هر جلسه نقش تعیین کننده ای در میزان URR و نهایتاً kt/v دارد (۶). در صافی هایی که امروزه استفاده می شود؛ حداکثر سرعت ۳۰۰ میلی لیتر در دقیقه در نظر گرفته شده است؛ ولی در صافی های High flux سرعت جریان خون به ۵۰۰-۴۰۰ میلی لیتر در دقیقه افزایش می یابد (۱۷). در مرکز دیالیز بیمارستان ۵ آذر گرگان، صافی های low flux که ضریب کلیرانس پایینی دارند؛ مورد استفاده قرار می گرفت. البته از بین این نوع صافی ها، از فیلترهای با ضریب کلیرانس متوسط و بالا استفاده شد. به عنوان مثال صافی به کار گرفته شده در این مرکز از نوع R5 با $ku/f = 4/5$ و R6 با $ku/f = 5/5$ میلی لیتر در دقیقه استفاده شده است. در نتیجه با توجه به این که ضریب کلیرانس فیلتر (R5 و R6) در یک محدوده نزدیک قرار داشت؛ به نظر می رسد به عنوان یک متغیر نمی توان تغییرات ضریب کلیرانس فیلتر را در بررسی تغییرات URR و ku/f در این مطالعه مورد استفاده قرار داد. زیرا زمانی این ارتباط معنی دار خواهد بود که بتوان از صافی هایی با ضریب کلیرانس بالا و پایین و نیز سرعت جریان خون بالا و پایین در بیماران استفاده نمود و نتایج حاصل را با هم مقایسه نمود. طی مطالعات انجام شده به نظر می رسد که عدم استفاده از صافی های با ضریب کلیرانس خیلی متفاوت نقش فیلترها را در میزان URR و kt/v به عنوان یک متغیر مستقل در دیالیز کاهش می دهد (۱۲ و ۱۷). این امر در نتایج

مطالعه حاضر مشاهده گردید.

در این مطالعه، افرادی که URR و kt/v مناسبی داشتند؛ زمان دیالیز آنان نیز مناسب بود. به نحوی که ارتباط معنی دار بین زمان هر جلسه دیالیز با kt/v به دست آمد ($P < 0/05$). این یافته با نتایج مطالعات Gotch (۱۷)، Kessler (۱۵) و برزو (۱۰) مطابقت دارد.

طبق مطالعه انجام شده از NCDS، در دیالیز کافی بایستی kt/v برابر ۱/۲ تا ۱/۴ طی ۳ بار دیالیز در هفته و ۱/۸ طی ۲ بار دیالیز در هفته باشد (۱۴). مطالعه Kessler نشان داد که مقدار kt/v تعیین کننده Adequacy دیالیز، برابر یک محاسبه گردید. با توجه به ارتباط URR و kt/v عوامل موثر روی این دو نسبت عبارت از ضریب کلیرانس فیلتر، سرعت جریان خون و مدت زمان انجام دیالیز برای هر فرد می باشد (۱۵).

نتایج این مطالعه نشان داد که در این مرکز kt/v میزان های قابل قبولی را در مقایسه با بسیاری از مراکز دیالیز کشور (۱۰ و ۸) به خود اختصاص داد. علل آن را می توان در مدت زمان دیالیز، انتخاب صافی مناسب، سرعت جریان خون و حداقل پدیده Recirculation در نظر گرفت.

بر اساس یافته های این تحقیق افزایش سرعت جریان خون منجر به افزایش میزان کلیرانس اوهره و نهایتاً افزایش kt/v می شود که با مقایسه آن با مطالعات انجام شده در فرانسه (۱۸)، آمریکا (۱۵)، مینوسوتا (۱۴) و کاشان (۸) هم خوانی دارد. در تایید تاثیر این روش می توان به تحقیقی Kim (۱۹) که به منظور بررسی تاثیر افزایش دور پمپ بر میزان کفایت دیالیز بیماران با کفایت دیالیز پایین انجام گردید؛ اشاره نمود. افزایش ۲۰-۱۵ درصد در سرعت جریان خون، به کفایت دیالیز بیماران دارای kt/v کمتر از ۱/۲ کمک کرده بود (۱۹).

همچنین این تحقیق نشان داد که ارتباط مستقیم بین URR و kt/v وجود دارد. این امر مؤید مطالعات قبلی (۱۴ و ۱۷ و ۱۹) می باشد. بنابراین می توان علاوه بر کفایت دیالیز از URR هم برای کنترل میزان دیالیز بیماران استفاده نمود.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که ۷۷/۹ درصد بیماران از کفایت دیالیز لازم ($kt/v = 1/2$) برخوردار بودند و برای افزایش میزان کفایت دیالیز می توان از افزایش سرعت جریان

موربیدیتی این بیماران انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح مصوب (شماره ۶۶۷۹) معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی گرگان بود. بدین وسیله از همکاران محترم معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی گرگان و نیز از کارکنان محترم بخش دیالیز و آزمایشگاه مرکز آموزشی درمانی ۵ آذر گرگان سپاسگزاری می‌گردد.

خون، زمان دیالیز و دست‌یابی به عروق مناسب استفاده نمود. پیشنهاد می‌گردد؛ طی مطالعه‌ای جامع‌تر در بیماران تحت همودیالیز این مرکز با تغییر عوامل موثر در کفایت دیالیز (تغییر ضریب کلیرانس فیلتر با استفاده از فیلترهای high efficient dialysis) و محاسبه زمان هر جلسه دیالیز با توجه به شرایط بیمار انجام گردد. همچنین پیشنهاد می‌گردد؛ تمامی بیماران به تفکیک مورد ارزیابی قرار گیرند و علت عدم کفایت دیالیز در آنها مشخص شود و سپس اقدامات لازم برای بهبود کفایت دیالیز و در نتیجه کاهش میزان مورتالیتی و

References

1. Debowska M, Waniewski J, Lindholm B. Dialysis adequacy indices for peritoneal dialysis and hemodialysis. *Adv Perit Dial.* 2005;21:94-97.
2. Murtagh FE, Addington-Hall J, Higginson IJ. The prevalence of symptoms in end-stage renal disease: a systematic review. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2007 Jan;14(1):82-99.
3. Scribner BH, Oreopoulos DG. The Hemodialysis Product (HDP): A Better Index of Dialysis Adequacy than Kt/V. *Dialysis and Transplantation.* 2002 Jan; 31(1): 13-15.
4. Waniewski J, Lindholm B. Fractional solute removal and KT/V in different modalities of renal replacement therapy. *Blood purification.* 2004;22(4):367-376.
5. Daugirdas JT, Depner TA, Greene T, Kuhlmann MK, Levin NW, Chertow GM, et al. Surface-area-normalized Kt/V: a method of rescaling dialysis dose to body surface area-implications for different-size patients by gender. *Semin Dial.* 2008 Sep-Oct;21(5):415-421.
6. Brunner FP, Fassbinder W, Broyer M, Oulès R, Brynger H, Rizzoni G, et al. Survival on renal replacement therapy: data from the EDTA Registry. *Nephrol Dial Transplant.* 1988;3(2):109-122.
7. Gotch FA, Sargent JA, Keen ML. Whither goest Kt/V? *Kidney Int Suppl.* 2000 Aug;76:S3-18.
8. Lesan Pezeshki M, Matini M, Taghadosi M, Moosavi SGA. [Evaluation of the sufficiency of dialysis in patients with renal disease in Kashan from 1997 to 1998] FEYZ, Kashan University of Medical Sciences and Health Services. 2001;17(5): 82-87. [Article in Persian]
9. Eknayan G, Beck GJ, Cheung AK, Daugirdas JT, Greene T, Kusek JW, et al. Effect of dialysis dose and membrane flux in maintenance hemodialysis. *N Engl J Med.* 2002 Dec 19;347(25):2010-2019.
10. Borzou SR, Gholiaf M, Amini R, Zandieh M, Torkman B. [The effect of increasing blood flow rate on dialysis adequacy in hemodialysis patients] *Sharrekord University of Medical Sciences Journal.* 2006;2(8): 60-66. [Article in Persian]
11. Lowrie EG, Laird NM. Cooperative Dialysis Study. *Kidney Int.* 1983;23 (suppl13):S1-S122.
12. Jacobson HR, Klahr S, Striker GE. Principles and practice of nephrology. 2nd. Philadelphia: Mosby. 1991; pp: 1-7.
13. Ricci Z, Salvatori G, Bonello M, Pisitkun T, Bolgan I, D'Amico G, et al. In vivo validation of the adequacy calculator for continuous renal replacement therapies. *Crit Care.* 2005 Jun;9(3):R266-273.
14. Daugirdas JT. Second generation logarithmic estimates of single-pool variable volume Kt/V: an analysis of error. *J Am Soc Nephrol.* 1993 Nov;4(5):1205-1213.
15. Kessler E, Ritchey NP, Castro F, Caccamo LP, Carter KJ, Erickson BA. Urea reduction ratio and urea kinetic modeling: a mathematical analysis of changing dialysis parameters. *Am J Nephrol.* 1998;18(6):471-477.
16. Charra B, Caemard E, Ruffet M, Chazot C, Terrat JC, Vanel T, et al. Survival as an index of adequacy of dialysis. *Kidney Int.* 1992 May;41(5):1286-1291.
17. Gotch FA, Sargent JA. A mechanistic analysis of the National Cooperative Dialysis Study (NCDS). *Kidney Int.* 1985 Sep;28(3):526-534.
18. Lindsay RM. Dialy and nocturnal hemodialysis. 1st. Switzerland: Karger. 2004; pp: 80-85.
19. Kim YO, Song WJ, Yoon SA, Shin MJ, Song HC, Kim YS, et al. The effect of increasing blood flow rate on dialysis adequacy in hemodialysis patients with low Kt/V. *Hemodialysis International.* 2004 Jan; 8(1): 85.