

استفاده از محلول همودیالیز با پتاسیم ۳ در مقابل ۱ میلی اکی والان در لیتر باعث افزایش کفایت دیالیز می‌شود

دکتر شهرام طاهری*، ناهید شاهقلیان**

چکیده:

در مراکز همودیالیز ایران به طور معمول از محلولهای دیالیز حاوی یک میلی اکی والان در لیتر پتاسیم استفاده می‌شود که به دنبال استفاده از این محلول احتمال بروز هیپوکالمی در طی دیالیز وجود دارد و محلولهای با غلظت پتاسیم دیگر به طور معمول موجود نمی‌باشد. لذا این تحقیق به منظور مقایسه کفایت دیالیز و سطح سرمی پتاسیم پس از دیالیز با دو محلول دیالیز حاوی یک و سه میلی اکی والان در لیتر پتاسیم بر ۳۰ بیمار تحت همودیالیز مزمن انجام شده است. در این مطالعه در دو هفته متوالی در نوبت اول دیالیز هر هفته، بیماران به صورت کور دو طرفه با محلولهای حاوی یک و سه میلی اکی والان در لیتر پتاسیم دیالیز شدند. میزان بروز هیپوکالمی خطرناک ($K^+ < 3/5$ mEq/lit) در بیمارانی که با محلول حاوی ۱ میلی اکی والان در لیتر دیالیز شدند (۵۰٪) در مقایسه با نوبتی که با محلول حاوی ۳ میلی اکی والان در لیتر پتاسیم دیالیز شدند (۳/۳٪) به طور معنی داری تفاوت داشت ($P < 0/05$) ولی این اختلاف ۳۰ دقیقه بعد از اتمام دیالیز از بین رفت. بروز هیپوکالمی خطرناک ($K^+ > 5/5$ mEq/lit) در دو نوبت دیالیز با هر دو محلول تفاوتی نداشت. علاوه بر این استفاده از محلول دیالیز حاوی ۳ میلی اکی والان پتاسیم نسبت به محلول حاوی یک میلی اکی والان در لیتر پتاسیم ۳۰ دقیقه پس از اتمام همودیالیز باعث افزایش کفایت دیالیز بر اساس فرمول Kt/V ($P < 0/05$) $0/93 \pm 0/03$ در مقابل $0/84 \pm 0/034$) و ضریب کاهش اوره یعنی URR ($P < 0/05$) $0/52 \pm 0/12$ در مقابل $0/48 \pm 0/17$) شد. در نتیجه استفاده از محلولهای دیالیز حاوی سه میلی اکی والان در لیتر پتاسیم ایمن بوده و نسبت به محلولهای حاوی یک میلی اکی والان در لیتر پتاسیم باعث افزایش کفایت همودیالیز می‌شود.

واژه‌های کلیدی: همودیالیز، کفایت دیالیز، پتاسیم مایع دیالیز، پتاسیم سرم.

مقدمه:

هدف از انجام همودیالیز، جانشینی کار کلیه در دفع سموم اورمیک و آب اضافی از بدن و برقراری هموستاز یونهای موجود از جمله یون پتاسیم در بدن است. در سبتلایانی که در مرحله انتهایی نارسایی کلیه

هدف از انجام همودیالیز، جانشینی کار کلیه در دفع سموم اورمیک و آب اضافی از بدن و برقراری هموستاز یونهای موجود از جمله یون پتاسیم در بدن است. در سبتلایانی که در مرحله انتهایی نارسایی کلیه

* عضو هیأت علمی گروه داخلی - دانشگاه علوم پزشکی اصفهان: اصفهان - بلوار صفا - بیمارستان الزهراء (س) - دفتر گروه داخلی - صندوق پستی

۷۵۷ تلفن: ۰۳۱۱-۶۶۸۰۰۵۴ (مؤلف مسئول).

** عضو هیأت علمی گروه پرستاری - دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد.

محاسبه ضریب نسبت کاهش اوره
 (Urea Reduction Ratio = URR) می باشد (۴).

در مطالعه‌ای نشان داده شده که افزایش پتاسیم محلول دیالیز سبب بهبود کیفیت دیالیز می شود (۵)، ولی در مقاله دیگری بر عکس این موضوع آمده و نشان داده که تغییر پتاسیم محلول دیالیز تأثیری بر کفایت دیالیز نداشته است. محلول دیالیز در این پژوهش فاقد گلوکز و صافی با تراوایی بالا (high flux) استفاده شده است (۱۳). مطالعه کنونی با هدف تعیین تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم در ایجاد هیپوکالمی بعد از دیالیز و کفایت دیالیز بر اساس Kt/V (K^+ نشانگر کلیرانس اوره بر حسب میلی لیتر در دقیقه، t مدت زمان دیالیز بر حسب دقیقه و V حجم توزیع اوره در بدن بر حسب میلی لیتر) و ضریب کاهش اوره و بررسی اختلافات موجود بین مطالعات فوق انجام شد. محلول دیالیز مورد استفاده حاوی ۲۰۰ mg درصد گلوکز، استات به عنوان بافر و صافی از نوع پلی سولفان بوده است.

مواد و روشها:

در این مطالعه کلیه بیمارانی ($n=30$) که در بخش همودیالیز بیمارستان هاجر شهرکرد حداقل به مدت ۳ ماه، ۲ یا ۳ بار در هفته دیالیز می شدند انتخاب گردیدند و در دو هفته متوالی در نوبت اول دیالیزشان در هفته، نیمی با محلول حاوی یک میلی اکسی والان در لیتر پتاسیم و نیم دیگر با محلول حاوی سه میلی اکسی والان در لیتر پتاسیم دیالیز شدند و در هفته دوم به صورت متقاطع (Cross over) همان بیماران با محلول نوع دیگر دیالیز شدند. این مطالعه از نوع تجربی بالینی متقاطع دوسوکور (double-blind cross over clinical trial) بود (۱). آزمایشات پتاسیم و نیترژن اوره خون (Blood Urea Nitrogen = BUN) قبل از شروع دیالیز از محل ورودی شریان به دستگاه، قبل از تزریق هپارین به داخل این ورودی گرفته شد. کلیه بیماران در هر دو نوبت

پتاسیم در محلول دیالیز باید از غلظت پلاسمایی آن کمتر بوده تا بتواند سبب انتقال آن از پلازما به مایع دیالیز گردد. با توجه به این که غشاء فیلتر دیالیز نسبت به پتاسیم تراوایی بالایی دارد، در همان اوایل دیالیز غلظت پتاسیم پلازما به غلظت محلول دیالیز نزدیک شده و مقدار دفع پتاسیم شدیداً کاهش می یابد، بعد از آن دفع پتاسیم به سرعت خروج پتاسیم از فضای داخل سلولی به خارج سلولی وابسته است. به طوری که ۴ تا ۵ ساعت پس از دیالیز غلظت پتاسیم پلازما حدوداً ۳۰ درصد افزایش می یابد (۶). با توجه به این موارد حتی اگر غلظت پتاسیم محلول دیالیز صفر باشد دفع بیش از ۸۰ تا ۱۰۰ میلی اکسی والان در لیتر پتاسیم در هر بار دیالیز وجود ندارد (۱۲،۸). تبادل یون پتاسیم بین پلازما و فضای داخل سلولی به عواملی چون pH پلازما، انسولین، مصرف آگونیست و آنتاگونیست گیرنده‌های بتا و تغییرات تونیسیته پلازما وابسته است (۱۲،۸،۲).

فیلتراسیون نامناسب پتاسیم بین پلازما و مایع دیالیز عوارضی چون هیپوکالمی در حین دیالیز را به وجود می آورد که این عارضه باعث افزایش مقاومت عروق سیستمیک به خصوص در عروق ماهیچه‌ها و قلب می شود و در زمان همودیالیز مانع از خروج مواد زائد از ارگانهایی که تولید کننده بیشتر این مواد هستند می گردد (۹،۵). بنابراین جهت غلبه بر این عارضه و سایر عوارض در مراکز دیالیز سایر کشورها از غلظت‌های مختلف پتاسیم صفر تا ۴ میلی اکسی والان در لیتر بر اساس شرایط خاص بیمار استفاده می شود (۷).

کفایت دیالیز که بر اساس کاهش مقدار اوره و مقدار اولترافیلتراسیون آب در حین دیالیز اندازه گیری می شود، نقش مهمی در بهبود علائم اورمیک، بهبود کیفیت زندگی در یک سطح قابل قبول و به حداقل رساندن اختلال عملکرد ارگانهای بدن دارد (۷). کفایت دیالیز بر اساس فرمولهای مختلفی محاسبه می گردد که یکی از فرمولهای قابل قبول فرمول Daugirdas II و دیگری

$t =$ مدت زمان دیالیز، $R = \frac{\text{BUN بعد از دیالیز}}{\text{BUN قبل از دیالیز}}$ ،
 $uf =$ اولترافیلتراسیون، $w =$ وزن بعد از دیالیز، $ln =$ لگاریتم
 طبیعی)

$$URR = \frac{\text{BUN بعد از دیالیز} - \text{BUN قبل از دیالیز}}{\text{BUN قبل از دیالیز}}$$

تفاضل BUN، ۳۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه پس از اتمام دیالیز به عنوان افزایش مجدد اوره (Urea rebound) در نظر گرفته شد. نتایج حاصله با استفاده از Paired t-test بررسی و مقدار $P < 0.05$ از نظر آماری معنی دار تلقی گردید (۱). قابل ذکر است که این تحقیق به تأیید کمیته اخلاقی دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد رسید.

نتایج:

از ۳۰ بیمار مورد مطالعه ۵۰ درصد مذکر و ۵۰ درصد مؤنث و محدوده سنی آنان ۷۱-۱۴ سال بود. میانگین هماتوکریت آنان $11/11 \pm 28/51$ و میانگین پتاسیم سرم آنان قبل از همودیالیز با محلول حاوی ۳ میلی اکسی والان در لیتر پتاسیم $5/87 \pm 1/5$ و با محلول

دیالیز با فیلترهای پلی سولفان با اندازه یکسان، دور پمپ ۲۰۰ میلی لیتر در دقیقه، سرعت محلول دیالیز یکسان و نوع دستگاه دیالیز یکسان به مدت ۴ ساعت دیالیز شدند. در انتهای دیالیز دور پمپ به ۵۰ میلی لیتر در دقیقه کاهش یافت و نمونه خون از ورودی شریانی به دستگاه گرفته شد. ۳۰ دقیقه پس از پایان دیالیز نیز نمونه‌ای از ورودی شریانی بیمار گرفته شد. سپس کلیه نمونه‌ها شماره گذاری گردید و سرم آن بلافاصله جدا شد و تا زمان اندازه‌گیری مقادیر K^+ و BUN با اتوآنالایزر (Auto analyser)، در فریزر نگهداری شد.

وزن بیماران قبل و بعد از هر بار دیالیز کنترل و تفاضل آن به عنوان اولترافیلتراسیون انجام شده در همودیالیز در محاسبه Kt/V بکار رفت. کفایت دیالیز بر اساس فرمول Daugirdas II و نسبت کاهش اوره ۳۰ ثانیه و ۳۰ دقیقه پس از پایان دیالیز با محلول حاوی یک و سه میلی اکسی والان در لیتر طبق فرمولهای زیر محاسبه گردید (۴):

$$Kt/V = -\ln(R - 0.008.t) + (4 - 3.5.R)uf/w$$

جدول شماره ۱: توزیع فراوانی مقادیر پتاسیم سرم ۳۰ ثانیه و ۳۰ دقیقه پس از اتمام همودیالیز بر حسب میزان پتاسیم مایع دریافتی در نمونه مورد مطالعه

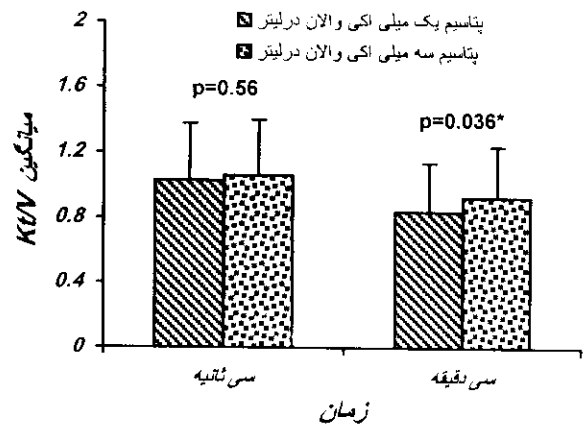
نوع محلول دیالیز	زمان	هیپوکالمی		نرموکالمی		هیپرکالمی	
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
محلول ۱ mEq/lit پتاسیم	۳۰ ثانیه پس از اتمام همودیالیز	۱۵	۵۰	۱۳	۴۳/۳	۲	۶/۷
	۳۰ دقیقه پس از اتمام همودیالیز	۲	۶/۷	۲۶	۸۶/۷	۲	۶/۷
محلول ۳ mEq/lit پتاسیم	۳۰ ثانیه پس از اتمام همودیالیز	۱	۳/۳	۲۶	۸۶/۷	۳	۱۰/۰
	۳۰ دقیقه پس از اتمام همودیالیز	۱	۳/۳	۲۶	۸۶/۷	۳	۱۰/۰

افراد در نوبتی که با محلول حاوی ۱ میلی اکسی والان در لیتر پتاسیم دیالیز شدند نسبت به نوبتی که با محلول حاوی ۳ میلی اکسی والان در لیتر دیالیز شدند ۳۰ ثانیه پس از اتمام دیالیز بیشتر به هیپوکالمی مبتلا گشتند ($P < 0.05$). اما این تفاوت پس از ۳۰ دقیقه معنی دار نبود.
 $K^+ < 2/5 \text{ mEq/lit}$ = هیپوکالمی، $K^+ > 5/5 \text{ mEq/lit}$ = هیپرکالمی و $2/5 \text{ mEq/lit} < K^+ < 5/5 \text{ mEq/lit}$ = نرموکالمی در نظر گرفته شد. (۷).

مدت زمان دیالیز آنان $27/67 \pm 28/25$ ماه و شایع ترین علت نارسایی کلیه گلو مریولونفریت (40%) بود. پس از 30 ثانیه از اتمام همودیالیز 50 درصد گروهی که با محلول دیالیز حاوی 1 میلی اکی والان در لیتر پتاسیم دیالیز شدند دچار هیپوکالمی شدید ($K^+ < 3/5$ mEq/lit) شده ولی $3/3$ درصد کسانی که با محلول حاوی 3 میلی اکی والان در لیتر پتاسیم دیالیز شدند پس از این مدت دچار هیپوکالمی شدید گشتند ولی این اختلاف در دو گروه پس از 30 دقیقه از بین رفت. تعداد موارد هیپوکالمی 30 ثانیه و 30 دقیقه بعد از اتمام دیالیز با هر دو محلول یکسان بود (جدول شماره ۱).

میانگین پتاسیم سرم بیمارانی که با محلول حاوی 3 میلی اکی والان در لیتر پتاسیم دیالیز شدند نسبت به بیمارانی که با محلول حاوی 1 میلی اکی والان در لیتر دیالیز شدند، 30 ثانیه و 30 دقیقه پس از پایان دیالیز به ترتیب ($P < 0/001$)، $4/50 \pm 0/84$ در مقابل $3/25 \pm 1/13$ و ($P < 0/001$) و $4/49 \pm 0/78$ در مقابل $3/73 \pm 0/88$ پس از پایان دیالیز به طور معنی داری اختلاف داشت.

بین کفایت دیالیز 30 ثانیه بعد از اتمام دیالیز با



نمودار شماره ۱: نمودار میانگین و انحراف معیار کفایت دیالیز (Kt/V) در 30 ثانیه و 30 دقیقه پس از اتمام همودیالیز بر حسب میزان پتاسیم مایع دریافتی در نمونه مورد مطالعه محلول بر حسب میلی اکی والان در لیتر. کفایت دیالیز (Kt/V) 30 دقیقه بعد از اتمام دیالیز با محلول دیالیز 3 میلی اکی والان در لیتر نسبت به محلول دیالیز 1 میلی اکی والان در لیتر از نظر آماری معنی دار بود ($P < 0/05$).

حاوی 1 میلی اکی والان در لیتر پتاسیم $5/71 \pm 1/97$ بود. اختلاف بین این دو میانگین معنی دار نبود. میانگین

جدول شماره ۲: شاخصهای توصیفی URR، 30 ثانیه و 30 دقیقه پس از اتمام همودیالیز بر حسب میزان پتاسیم مایع دریافتی در نمونه مورد مطالعه

انحراف معیار	میانگین URR	زمان	نوع محلول دیالیز
0/15	0/56	30 ثانیه پس از اتمام همودیالیز	محلول 1 mEq/lit پتاسیم
0/17	0/48	30 دقیقه پس از اتمام همودیالیز	
0/11	0/57	30 ثانیه پس از اتمام همودیالیز	محلول 3 mEq/lit پتاسیم
0/12	0/52	30 دقیقه پس از اتمام همودیالیز	

میانگین URR 30 ثانیه پس از اتمام همودیالیز با محلول حاوی 1 میلی اکی والان در لیتر پتاسیم با میانگین URR پس از 30 ثانیه از اتمام همودیالیز با محلول حاوی 3 میلی اکی والان در لیتر پتاسیم تفاوت معنی داری نداشت. میانگین URR 30 دقیقه پس از اتمام همودیالیز با محلول حاوی 3 میلی اکی والان در لیتر پتاسیم از میانگین URR پس از 30 دقیقه از اتمام همودیالیز با محلول حاوی 1 میلی اکی والان در لیتر پتاسیم به طور معنی داری بیشتر بود ($P < 0/05$).

URR = Urea reduction ratio.

مطالعه Dolson از محلولهای دیالیز با بافر بی کربنات (که اکنون در اکثر نقاط جهان از آن استفاده می شود) استفاده شده و زمان دیالیز ۳ ساعت بوده و Kt/V نسبتاً کمتری داشته‌اند (۵). با این وجود نتایج مطالعه Dolson هم نشان داده است که استفاده از محلولهای دیالیز با پتاسیم ۳ به نسبت یک میلی اکی والان در لیتر Urea rebound کمتری در زمان تعادل و کفایت دیالیز بالاتری داشته است. به نظر Dolson و همکاران غلظت پایین‌تر پتاسیم محلول دیالیز و در نتیجه غلظت پایین‌تر پتاسیم در سرم بیماران باعث افزایش مقاومت عروق محیطی به خصوص در ارگانهایی چون ماهیچه‌های اسکلتی (که تولید اوره بالاتری دارند) می شود و در نتیجه کلیرانس اوره از این ارگانها با تأخیر صورت می‌گیرد و باعث افزایش Urea rebound می شود و با وجودیکه بلافاصله بعد از دیالیز کفایت دیالیز با هر دو محلول یکسان است ولی در زمان تعادل اختلاف قابل توجهی به وجود می‌آید (۵).

در مطالعه دیگری که به وسیله Zehnder و همکاران انجام شده است از محلولهای دیالیز بدون گلوکز و صافی‌های با تراوایی بالا (high flux) استفاده نموده‌اند. در این مطالعه از دو محلول دیالیز حاوی صفر و ۲ میلی اکی والان در لیتر پتاسیم استفاده شده ولی اختلافی بین مقادیر Kt/V مشاهده نگردیده است (۱۳). Zehnder و همکاران این تفاوت را به وجود گلوکز با غلظت ۲۰۰ mg (همچون مطالعه حاضر) و تأثیر انسولین بر روی عروق محیطی ارتباط داده‌اند. وجود گلوکز در محلول دیالیز باعث بالاتر بودن گلوکز در سرم بیماران و بالطبع بالاتر بودن سطح انسولین سرم آنها می‌شود. انسولین بالاتر باعث افزایش جریان خون در ماهیچه‌های اسکلتی می‌شود (۱۳) در حالی که در مطالعه Zehnder و همکاران عدم وجود گلوکز محلول دیالیز مانع از افزایش انسولین در سرم شده و تأثیر گشاد کنندگی پتاسیم بالاتر سرم بیماران بر روی عروق محیطی به حدی نمی‌رسد که

محلولهای متفاوت در دو نوبت تفاوت معنی داری مشاهده نشد ولی ۳۰ دقیقه پس از پایان، کفایت دیالیز در نوبتی که بیماران با محلول حاوی ۳ میلی اکی والان در لیتر پتاسیم دیالیز شدند نسبت به نوبتی که با محلول حاوی ۱ میلی اکی والان در لیتر پتاسیم دیالیز شدند بالاتر بود ($P < 0/05$ ، $0/93 \pm 0/31$ در مقابل $0/84 \pm 0/34$) (نمودار شماره ۱).

میانگین افزایش BUN (Urea rebound) در فاصله زمانی ۳۰ ثانیه و ۳۰ دقیقه پس از اتمام دیالیز با محلول حاوی ۱ میلی اکی والان در لیتر پتاسیم ($4/37 \pm 4/11$) بیشتر از همین میانگین در دیالیز با محلول حاوی ۳ میلی اکی والان در لیتر پتاسیم ($3/93 \pm 3/3$) بود ولی این اختلاف از نظر آماری معنی دار نبود.

میانگین ضریب کاهش اوره در همودیالیز با محلولهای ۱ و ۳ میلی اکی والان در لیتر پتاسیم، ۳۰ ثانیه پس از اتمام همودیالیز تفاوت معنی داری نداشت ولی همین میانگین ۳۰ دقیقه پس از اتمام همودیالیز با محلول ۳ میلی اکی والان در لیتر نسبت به همودیالیز با محلول ۱ میلی اکی والان در لیتر به طور معنی داری بیشتر بود ($P < 0/05$ ، $0/52 \pm 0/12$ در مقابل $0/48 \pm 0/17$) (جدول شماره ۲).

بحث:

در این مطالعه کلینیکی آینده نگر نشان داده شد که با استفاده از محلول دیالیز با پتاسیم ۳ نسبت به ۱ میلی اکی والان در لیتر ۳۰ دقیقه بعد از اتمام دیالیز کفایت دیالیز بالاتری بر اساس مقادیر Kt/V و URR به دست می‌آید. این تفاوت می‌توانسته فقط به علت Urea rebound بیشتر با محلول دیالیز با پتاسیم ۱ میلی اکی والان در لیتر باشد هر چند این اختلاف از نظر آماری در Urea rebound در دو گروه تفاوتی نداشت. در مطالعه حاضر از محلولهای دیالیزی استفاده شد که بافر آن استات و زمان دیالیز آن ۴ ساعت بود. در حالی که در

همودیالیز استفاده کنند (۱۱). در مقابل بیمارانی که این مشکلات را ندارند یا دچار هیپرکالمی شدید در بین نوبتهای دیالیز می‌شوند و از نظر قلبی عروقی وضع ثابتی دارند می‌توانند از محلولهای دیالیز با پتاسیم پایین‌تر استفاده کنند.

نتیجه‌گیری:

در این مطالعه نشان دادیم که استفاده از محلولهای با غلظت پتاسیم سه نسبت به یک میلی اکی والان در لیتر کفایت دیالیز بالاتری ایجاد می‌کند و از بروز هیپوکالمی خطرناک در حین دیالیز جلوگیری می‌کند.

تشکر و قدردانی:

بدینوسیله از سرکار خانم فاطمه دریس در خصوص مشاوره و راهنماییهای ارزنده‌شان در انجام کارهای آماری تحقیق و جناب آقای محمد ابراهیم رستگاری و سایر همکاران محترم بخش همودیالیز بیمارستان هاجر که ما را در انجام این طرح یاری دادند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماییم.

این طرح با مساعدت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد انجام شد که بدینوسیله از این معاونت کمال قدردانی را داریم.

تواند بر کفایت دیالیز با محلولهای دیالیز با غلظت پتاسیم متفاوت تأثیر گذارد. علت دقیق این تفاوت در مطالعات هنوز مشخص نیست و بر عهده مطالعات بعدی در این زمینه می‌باشد.

استفاده از پتاسیم ۳ میلی اکی والان در لیتر در محلولهای دیالیز مانع از ایجاد هیپوکالمی خطرناک در حین دیالیز شده و این مزیت را دارد که از ایجاد عوارض قلبی همچون اریتمی‌ها در بیماران به خصوص بیمارانی که هیپرتروفی بطنی دارند یا دیگوکسین مصرف می‌کنند جلوگیری کند (۳، ۱۰). ولی در مقابل دفع پتاسیم را در حین دیالیز کاهش می‌دهد (۱۳) که این باعث محدودیت در رژیم غذایی این بیماران می‌شود. بنابراین محلولهای مختلفی با غلظتهای متفاوت پتاسیم باید در اختیار مراکز دیالیز قرار گیرد که با شرایط خاص افراد انتخاب و مورد استفاده قرار گیرد. بیمارانی که کفایت دیالیز آنها حتی با سه بار در هفته کافی نمی‌باشد یا امکانات مراکز به حدی نیست که برای بیماران این امکان را فراهم آورند که ۳ بار در هفته دیالیز شوند و یا بیمارانی که دچار بیماری قلبی عروقی می‌باشند و در معرض خطر ایجاد آریتمی قلبی هستند حتماً باید از محلولهای دیالیز با پتاسیم بالاتر یا از روش جدید گرادپان ثابت پتاسیم جهت دفع پتاسیم با

منابع:

- ۱- داوسون بت؛ تراپ رابرت. آمار پزشکی (پایه - بالینی). ترجمه: سرفراز علی اکبر؛ غفارزادگان کامران: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد، چاپ اول. ۸-۳۱، ۱۳۷۶.
- ۲- رحیمیان محمد؛ اولیا محمد باقر. همودیالیز. مؤسسه انتشارات یزد با همکاری دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، ۱۱-۱۰۱، ۱۳۷۳.
- 3- Cupisit A.; Galetta F.; Caprioli R.; Morelli E.; et al. Potassium removal increases the QTc interval dispersion during hemodialysis. *Nephron*, 82(2): 122-6, 1999.
- 4- Daugirdas JT. Second generation logarithmic estimates of single-pool variable volume Kt/v: an analysis of error. *J Am Soc Nephrol*, 4(5): 1205-13, 1993.
- 5- Dolson GM.; Adroque HG. Low dialysate {K⁺} decreases efficiency of hemodialysis and increases urea rebound. *J Am Soc Nephrol*, 9(11): 2124-8, 1998.

- 6- Feig PV., Shook A.; Sterns RS. Effect of potassium removal during hemodialysis on the plasma potassium concentration. *Nephron*, 27: 25-30, 1981.
- 7- Henrich William L. Principles and practice of dialysis: From Lippincott Williams & Wilkins, 2nd ed. 30-33,99,105, 1999.
- 8- Ketchersid TL; Wanston JC. Dialysate potassium. *Semin Dial*, 4: 46-51, 1991.
- 9- Linas SL. The role of potassium in the pathogenesis and treatment of hypertension. *Kidney*, 39: 771-86, 1991.
- 10- Morrison G.; Michelson FL.; Brown S.; Morganroth J. Mechanism and prevention of cardiac arrhythmias in chronic hemodialysis patients. *Kidney Int*, 17(6): 811-19, 1980.
- 11- Redaelli B.; Locatelli F.; Limido D.; Andrulli S.; et al. Effect of a new model of hemodialysis potassium removal on the control of ventricular arrhythmias. *kidney international*. 50: 609-17, 1996.
- 12- Ward RA.; Wathen RL.; Williams TF.; Harding GB. Hemodialysate composition and intradialytic metabolic, acid base and potassium changes. *Kidney Int*. 32: 129-35, 1987.
- 13- Zehnder C.; Gutzwiller JP.; Huber A.; Schindler C.; et al. Low potassium and glucose - free dialysis maintains urea but enhances potassium removal. *Nephrol Dial Transplant*, 16: 78-84, 2001.