

## Online Conductivity Monitoring, despite underestimating hemodialysis adequacy: Still a reliable practical tool

Edalat-nejad M(M.D)<sup>1\*</sup>, Sadeqi R<sup>2</sup>, Yousefi-chaijan P(M.D)<sup>3</sup>, Qaffari M(M.A)<sup>4</sup>

1- Department of Internal Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

2- Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

3- Department of Pediatrics, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

4- Department of Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

Received: 6 Jun 2012, Accepted: 1 Aug 2012

### Abstract

**Background:** Adequately delivered hemodialysis dose has been shown to have a distinct impact upon the morbidity and mortality of patients on chronic dialysis therapy. Online conductivity monitoring (OCM) using sodium flux as a surrogate for urea allows for repeated measurement of hemodialysis adequacy in each treatment session.

**Materials and Methods:** In this cross-sectional study, 156 treatment sessions in patients undergoing chronic hemodialysis were assessed by measurement of the conductivity performed by Diascan in AK 96 dialysis machines. Dialysis adequacy was measured by Daugirdas logarithmic estimates of single-pool Kt/V. Values of calculated Kt/V and simultaneously obtained online Kt/V were compared. Statistical analysis was performed using paired sample t-test.

**Results:** There was a statistically significant difference between calculated Kt/V and online Kt/V in this study. The mean calculated Kt/V was  $1.1 \pm 0.18$  and mean online Kt/V was  $0.77 \pm 0.32$  ( $p < 0.001$ ). There was a moderate correlation between calculated Sp Kt/V and on-line Kt/V ( $r = 0.44$ ,  $p = 0.012$ ).

**Conclusion:** Despite the underestimation of hemodialysis adequacy by online conductivity monitoring in comparison with Sp Kt/V, it is a useful tool in clinical practice.

**Keywords:** Daugirdas formula, hemodialysis, hemodialysis adequacy, Kt/V, online conductivity monitoring

\*Corresponding author:

Address: Department of Internal Medicine, Amir-al-momenin Hospital, Sardasht, Arak, Iran

Email: mahedalat@arakmu.ac.ir

## پایش بلادرنگ انتشار، علیرغم ارائه تخمین کمتر از کفایت دیالیز، همچنان ابزاری قابل اعتماد و مفید است

مهناز عدالت نژاد<sup>1</sup>، رضوان صادقی<sup>2</sup>، پارسا یوسفی چایجان<sup>3</sup>، مهدیه السادات غفاری<sup>4</sup>

- 1- استادیار، گروه داخلی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران
- 2- دانشجوی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران
- 3- استادیار، گروه اطفال، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران
- 4- کارشناس ارشد آمار، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

تاریخ دریافت: 91/3/17 تاریخ پذیرش: 91/5/11

### چکیده

**زمینه و هدف:** تاثیر دیالیز کافی بر روی عوارض و مرگ و میر بیماران تحت دیالیز مزمن اثبات شده است. پایش بلادرنگ انتشار با استفاده از تغییرات سدیم به عنوان یک جایگزین برای اوره، اجازه می‌دهد تا در هر نوبت دیالیز، مکرراً میزان کفایت دیالیز به روشی غیر تهاجمی اندازه‌گیری شود.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه مقطعی-تحلیلی، 156 جلسه دیالیز در بیماران تحت دیالیز مزمن، به وسیله روش دیالکس موجود در ماشین‌های دیالیز AK 96 مورد ارزیابی قرار گرفت. کفایت دیالیز توسط فرمول‌های لگاریتمی دوگيرداس single-pool Kt/V اندازه‌گیری شد. مقادیر منتج از دو روش Kt/V محاسبه شده و online Kt/V با هم مقایسه شد. مقایسه در هر دو گروه به روش آنالیز آماری تی تست نمونه‌های جفتی انجام شد.

**یافته‌ها:** در این مطالعه بین مقادیر Kt/V محاسبه شده و online Kt/V، اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت. متوسط Kt/V محاسبه شده  $1/1 \pm 0/18$  و متوسط online Kt/V،  $0/77 \pm 0/32$  بود ( $p=0/021$ ). همچنین همبستگی متوسطی بین مقادیر Kt/V محاسبه شده و online Kt/V وجود داشت ( $p=0/012$ ،  $r=0/44$ ).

**نتیجه‌گیری:** علیرغم این که روش پایش بلادرنگ انتشار در مقایسه با Kt/V، کفایت دیالیز را کمتر برآورد می‌کند اما این وسیله همچنان برای استفاده بالینی روشی مفید و قابل اعتماد است.

**واژگان کلیدی:** فرمول‌های دوگيرداس، همودیالیز، کفایت دیالیز، KT/V، پایش بلادرنگ انتشار

\*نویسنده مسئول: اراک، سر دشت، بیمارستان حضرت امیر المومنین (ع)، گروه داخلی

## مقدمه

امروزه اهمیت دیالیز کافی در تعیین پیش آگهی و فرجام بیماران همودیالیزی، امری روشن و مبرهن است (5-1). لذا سعی و اهتمام روزافزونی در جهت معرفی و جایگزینی راه‌های پایش و ارزیابی کفایت دیالیز به صورت بلادرنگ صورت گرفته است (8-6). یکی از روش‌های موجود، پایش بلادرنگ انتشار یا Online Conductivity Monitoring (OCM) است که با استفاده از تعیین کلیرانس یون سدیم از دو طرف غشاء دیالیز، از سدیم به عنوان مارکری جهت تخمین کلیرانس اوره استفاده می‌کند (8-6). اگرچه روش استاندارد طلایی برای تخمین کفایت دیالیز، مدل کینتیک اوره ( $Kt/V$ ) و فرمول‌های دوگیرداس (14-9) است اما امروزه اغلب دستگاه‌های دیالیزی جدید قادرند با محاسبه میزان انتقال سدیم در کمپارتمان مایع دیالیز، یک برآورد نسبی از میزان  $Kt/V$  اوره به دست آورند. به طور معمول ماشین در ابتدا تغییرات آبی و زودگذری در میزان غلظت سدیم ورودی می‌دهد که نتیجه تغییرات به صورت تغییر در انتشار محلول خروجی اندازه‌گیری می‌شود (7).

عمده مطالعات بالینی انجام شده در این زمینه، میزان کفایت دیالیز با این روش را کمتر از میزان به دست آمده از اندازه‌گیری  $Kt/V$  اوره در خون تخمین زده‌اند (18-15). با توجه به تهیه ماشین دیالیز AK 96 (ساخت شرکت گامبرو- سوئد) در مرکز ولیعصر که مجهز به تکنیک دیاسکن (Diascan) است، این امکان برای اندازه‌گیری کفایت دیالیز به روش قابلیت انتقال سدیم در این مرکز فراهم گشته است. لذا برآن شدیم تا میزان کفایت دیالیز به روش متداول کینتیک اوره  $Kt/V$  از طریق فرمول‌های دوگیرداس را با روش "قابلیت انتقال مستقیم" (online conductivity) مقایسه کنیم. از آنجایی که روش کینتیک اوره، روش استاندارد طلایی جهت ارزیابی کفایت دیالیز محسوب می‌شود، تقارن و نزدیکی مقادیر به دست آمده با این دو روش، به پزشک کمک می‌کند تا با استفاده از دیاسکن که روشی آسان، بدون زحمت و ناراحتی ناشی از

خون‌گیری است و همچنین بدون صرف هزینه بیشتر، به پایش مداوم کفایت دیالیز در طول هر جلسه دیالیز بپردازد.

## مواد و روش‌ها

جامعه مورد آزمون در این مطالعه مقطعی، تمام بیماران همودیالیزی مزمن بودند که هفته‌ای 2 یا 3 بار در مرکز همودیالیز ولیعصر (عج) تحت همودیالیز قرار می‌گرفتند. مواردی که کمتر از 2 بار در هفته یا بیش از 3 بار در هفته دیالیز می‌شدند، از مطالعه حذف گردیدند. همچنین موارد دیالیز به علت نارسایی حاد کلیه شامل این بررسی نشدند. معیار همودیالیز مزمن، تبعیت از برنامه ثابت دیالیز حداقل به مدت 3 ماه بود.

در مرکزی که پژوهش صورت گرفته است، به طور روتین ماهیانه کفایت دیالیز به روش اندازه‌گیری کاهش اوره قبل و بعد از دیالیز انجام می‌شود. لذا بدون تغییر در برنامه درمانی و مراقبت بیماران، در 3 ماه متوالی اطلاعات مربوط به کفایت دیالیز بخش جمع‌آوری شد. در این مرکز، 1/4 ماشین‌های دیالیز از نوع ماشین دیالیز AK 96 و مجهز به تکنیک دیاسکن Diascan می‌باشند، لذا در بیمارانی که از طریق این ماشین‌ها دیالیز می‌شدند، علاوه بر اندازه‌گیری اوره قبل و بعد از دیالیز، میزان کفایت دیالیز از طریق اندازه‌گیری قابلیت انتقال مستقیم و برنامه Diascan نیز اندازه‌گیری و ثبت شد. متوسط سه بار اندازه‌گیری کفایت به روش دیاسکن در طول 4 ساعت دیالیز، مبنای کفایت دیالیز بر اساس قابلیت انتقال مستقیم آن جلسه در نظر گرفته شد.

میزان کفایت دیالیز بر اساس اندازه‌گیری اوره خون قبل و بعد از دیالیز و به روش کاهش دور پمپ و سپس توقف آن انجام شد (9). در فرمول کفایت دیالیز به روش کینتیک اوره ( $KT/V$ )،  $V$  حجم توزیع اوره بر حسب لیتر،  $T$  مدت زمان جلسه دیالیز (ساعت) و  $K$  کلیرانس دیالیز یا به عبارت دیگر کلیرانس آب خون توسط صافی (لیتر در ساعت) است که  $K$  خود وابسته به پارامترهایی چون صافی دیالیز، میزان فلوی خون و میزان فلوی دیالیز می‌باشد. در

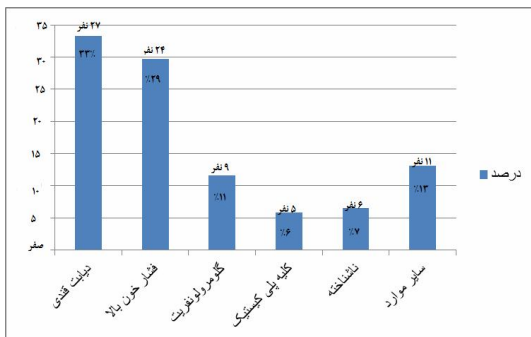
5± درصد اکتفا نمودیم. این کار اگرچه به حذف موارد قابل توجهی از نمونه‌ها می‌گردد اما درجه دقت و صحت مقایسه دو روش یاد شده را افزایش می‌دهد.

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده است. برای مقایسه متوسط مقادیر حاصل از دو روش  $Kt/V$  و قابلیت انتقال مستقیم از تی تست و برای ارزیابی ارتباط و همبستگی بین این دو روش از تست اسپیرمن استفاده شد و مقادیر  $p$  کمتر از 0/05 معنی دار فرض شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات به وسیله نرم افزار آماری SPSS نسخه 18 صورت پذیرفت.

#### یافته‌ها

اطلاعات مربوط به 156 جلسه همودیالیز (82 بیمار، 3-1 جلسه) در مرکز ولی عصر (عج) اراک مورد آنالیز و بررسی قرار گرفت. محدوده سنی بیماران بین 85-20 سال و میانگین سنی  $59 \pm 15$  سال بود. مدت دیالیز بین 3-296 ماه یا متوسط  $53 \pm 54$  ماه بود. تعداد 36 نفر از بیماران (44 درصد) زن و 45 نفر (56 درصد) مرد بودند. عمده بیماران (92 درصد) از طریق فیستول دیالیز می‌شدند. کارکرد باقیمانده کلیه در اغلب بیماران، قابل چشمپوشی و نزدیک به صفر بود.

دیالیز توسط ماشین AK 96 تجهیز به دیالکس انجام شد. کلیه جلسات دیالیز توسط صافی یک بار مصرف انجام شد. آنتی کواگولاسیون توسط هپارین صورت گرفت. علل بیماری زمینه‌ای نارسایی کلیوی در شکل 1 مشخص است. هم‌چنین اطلاعات مربوط به مشخصات جلسات دیالیز در جدول 1 آمده است.



شکل 1. علل بیماری زمینه‌ای نارسایی کلیوی در جمعیت مورد مطالعه

فرمول‌های دوگیرداس اگرچه مفهوم حجم مستتر است اما میزان حجم، مستقیماً وارد نمی‌شود. از فرمول‌های دوگیرداس (12) برای محاسبه  $KT/V$  (فرمول 1) استفاده شد.

فرمول 1

$$KT/V = -\ln(R - 0.008 * T) + (4 - 3.5 * R) * UF/W$$

= R = اوره قبل از دیالیز / اوره بعد از دیالیز

$$UF = \text{میزان اولترافیلتراسیون (وزن قبل - وزن بعد از دیالیز)}$$

$$W = \text{وزن بعد از دیالیز}$$

قبل از آنالیز داده‌ها، جهت اطمینان از صحت هر جلسه دیالیز و رد خطاهای رایج در فرایند دیالیز (خطای تکنیکی در هنگام نمونه‌گیری اوره بعد از دیالیز، نزدیکی یا نامناسب قرارگرفتن دو سر سوزن‌های دیالیز و خطای آزمایشگاهی)، به مقایسه حجم از 2 روش آنترپومتریک و مدل کینتیک اوره (براساس سرعت تولید اوره (G)) پرداختیم (19-24). برای محاسبه حجم به روش آنترپومتریک ( $V_a$ ) از فرمول واتسون (25) (فرمول 2) و برای محاسبه حجم به روش کینتیک اوره ( $V_t$ ) (19) از نرم افزار موجود در سایت HCN استفاده شد (فرمول 3). موارد هم‌خوان تا  $\pm 20$  درصد، به عنوان جلسات دیالیز منطبق با آستانه قابل قبول خطا، در نظر گرفته شد یعنی  $V_a/V_t \approx 0.8 - 1/2$

فرمول 2

$$\text{وزن} = (0/3362 \times \text{قد}) + (0/1074 \times \text{سن}) + (2/447 - 0/09156 \times \text{سن}) : TBW = \text{مردان}$$

$$\text{وزن} = (0/2466 \times \text{قد}) + (0/1069 \times \text{قد}) - 2/097 : TBW = \text{زنان}$$

فرمول 3

$$V_t = Q_f \times \left[ 1 - \left[ \frac{G - G_t(K + Kr - Q_f)}{G - G_0(K + Kr - Q_f)} \right]^{\frac{Q_f}{K + Kr - Q_f}} - 1 \right] \quad (1)$$

$$G = \frac{(Kr + \alpha) \left[ C_0 - C_t \left( \frac{V_t + \alpha \theta}{V_t} \right)^{\frac{Kr + \alpha}{\alpha}} \right]}{1 - \left( \frac{V_t + \alpha \theta}{V_t} \right)^{\frac{Kr + \alpha}{\alpha}}} \quad (2)$$

به این ترتیب از بین 300 جلسه دیالیز، 156 مورد جهت آنالیز اولیه استخراج شدند. هم‌چنین برای تعیین ضریب همبستگی دو روش قابلیت انتقال مستقیم و فرمول‌های دوگیرداس، تنها به آنالیز جلسات دیالیز با تفاوت

(ری سیرکولاسیون)، حجم توزیع اوره (V) و حجم آب بدن از روش آنتروپومتریکی (فرمول واتسون) استفاده شد و با مقایسه این دو، موارد منطبق با  $5 \pm$  درصد اختلاف تحت آنالیز مجدد قرار گرفت که بدین ترتیب تقریباً نصف نمونه‌ها حذف شدند. در 67 مورد باقی مانده آنالیز مجدد انجام شد. در آنالیز مجدد، متوسط کفایت دیالیز بر اساس فرمول دوگیرداس معادل  $1/1 \pm 0/18$  و بر اساس دیاسکن  $0/99 \pm 0/23$  بود که علیرغم اختلاف کمتر نسبت به کل نمونه‌ها، اما هم‌چنان تفاوت معنی‌داری وجود داشت ( $p=0/021$ ). هم‌چنین با توجه به آزمون اسپیرمن، ارتباط متوسط ولی معنی‌داری بین مقادیر  $Kt/V$  بر اساس فرمول دوگیرداس و  $Kt/V$  بر اساس روش قابلیت انتقال مستقیم وجود داشت ( $r=0/440$ ,  $p=0/012$ ).

### بحث

یکی از وجوه مهم مراقبت از بیماران همودیالیزی، ارزیابی کفایت دیالیز یا به عبارت دیگر اندازه‌گیری دوز دیالیز است که در اغلب مراکز دیالیز دنیا، به طور روتین هر 1 تا 3 ماه یک بار انجام می‌شود. در این مطالعه سعی بر این بوده است که با اندازه‌گیری کفایت دیالیز به روش قابلیت انتقال مستقیم سدیم، قابل قبول بودن این روش در مقایسه با روش استاندارد  $Kt/V$  ارزیابی گردد تا بتوان با استفاده مناسب از این روش آسان و بدون هزینه در هر دور دیالیز، مراقبت بهتری از بیماران داشت.

در این مطالعه اطلاعات مربوط به 156 جلسه همودیالیز در مرکز ولیعصر (عج) اراک در بیماران با محدوده سنی 20-85 سال مورد بررسی قرار گرفت. میزان کفایت دیالیز در این بیماران به روش قابلیت انتقال مستقیم و مدل کینتیک اوره (فرمول دوگیرداس) با هم مقایسه شد. جهت آزمون خطا در نمونه‌گیری اوره بعد از دیالیز، یا مشکلات اکسس نظیر چرخش مجدد خون قابلیت انتقال مستقیم، مقادیر حجم توزیع اوره ( $Vt$ ) و حجم آب بدن از روش آنتروپومتریکی ( $Va$ ) (فرمول واتسون)، در هر نوبت دیالیز با هم مقایسه شد. برای رد موارد احتمالی خطا، در

متوسط کفایت دیالیز در جمعیت مورد مطالعه بر اساس فرمول دوگیرداس، برابر با  $1/1 \pm 0/4$  بود که از این میزان تعداد 110 جلسه (70/5 درصد)  $Kt/V$  کمتر از  $1/2$  بود. میزان متوسط کفایت دیالیز بر اساس روش قابلیت انتقال مستقیم برابر با  $0/77 \pm 0/32$  بود. میزان کلیرانس اوره (K) بر اساس فرمول‌های منتج شده از پارامترهایی نظیر: فلوی خون ( $Qb$ )، فلوی مایع دیالیز ( $Qd$ ) و نوع صافی، برابر با  $156 \pm 10$  میلی‌لیتر بر دقیقه بود. هم‌چنین متوسط کلیرانس (K) اندازه‌گیری شده توسط Diascan با میزان  $151/6 \pm 30$  میلی‌لیتر بر دقیقه برابر بود. همان‌طور که انتظار می‌رفت تفاوت معنی‌داری بین میانگین مقادیر کلیرانس اوره و کلیرانس الکتروولیت (Diascan) وجود نداشت ( $p=0/611$ ). میزان  $Kt/V$  به روش کینتیک اوره (فرمول دوگیرداس) با روش OCM در کل جلسات دیالیز (156 جلسه) مقایسه شد. تست آماری به کار رفته مقایسه میانگین‌ها به روش نمونه‌های جفتی بوده است. میانگین کفایت دیالیز بر اساس قابلیت انتقال مستقیم معادل  $0/77 \pm 0/32$  بود که به مراتب کمتر از میزان کفایت بر اساس فرمول‌های دوگیرداس (معادل  $1/1 \pm 0/4$ ) ارزیابی شد. بین این دو روش تفاوت معنی‌داری وجود داشت ( $p=0/00$ ).

### جدول 1. پارامترهای دیالیز در جمعیت مورد مطالعه (156 جلسه دیالیز)

مختصات دیالیز	متوسط	انحراف معیار
وزن قبل از دیالیز (کیلوگرم)	58/8	11
اوره ی قبل از دیالیز (میلی گرم بر دسی لیتر)	58	13
مدت دیالیز بر حسب دقیقه	220	10
فلوی خون (Qb)	250	20
میزان اولترافیلتراسیون (میلی لیتر)	2430	940

جهت آنالیز مجدد و بررسی میزان همبستگی بین دو روش مدل کینتیک اوره  $KT/V$  و قابلیت انتقال مستقیم، ابتدا نمونه‌هایی که در صحت نتایج آنها، بیش از 95 درصد اطمینان وجود داشت، جدا شدند. جهت آزمون خطای احتمالی در فرایند دیالیز، از جمله خطا در نمونه‌گیری اوره بعد از دیالیز با مشکلات اکسس نظیر چرخش مجدد خون

معنی دار و قابل ملاحظه‌ای، کمتر از مقادیر محاسبه شده از طریق فرمول‌های دوگیرداس بود. دی فیلیپو و همکاران نیز در مقایسه کفایت دیالیز به روش کلیرانس اوره و قابلیت انتقال مستقیم در 82 بیمار آنوریک تحت همودیالیز مزمن، به این نتیجه رسیدند که مقادیر  $Kt/V$  به روش انتقال مستقیم نسبت به روش کلیرانس اوره، تخمین کمتری از کفایت دیالیز را برآورد می‌کند (15).

در انتها باید گفت اگرچه روش قابلیت انتقال مستقیم یا قابلیت انتقال مستقیم نسبت به روش کینتیک اوره (روش استاندارد طلایی) میزان کفایت دیالیز را کمتر از واقع نشان می‌دهد، اما باید توجه داشت که بخشی از این خطا در تخمین  $Kt/V$  به روش قابلیت انتقال مستقیم، به علت خطا در محاسبه حجم آب بدن به وسیله فرمول واتسون است. زیرا فرمول واتسون که در محاسبه کفایت دیالیز به روش دیاسکن مورد استفاده قرار می‌گیرد، در بیماران همودیالیزی موجب تخمین بیش از واقع حجم آب بدن می‌گردد و لذا برای اندازه‌گیری حجم آب بدن در بیماران دیالیزی فرمول کاملاً مناسبی نیست. با این وجود روش قابلیت انتقال مستقیم، هزینه اضافی به سیستم‌های بهداشتی تحمیل نمی‌کند، مشکلات خون‌گیری جهت نمونه‌گیری اوره قبل و بعد از دیالیز را ندارد، احتمال خطای تکنسین در نمونه‌گیری اوره بعد از دیالیز را منتفی می‌کند و هم‌چنین پزشک را به صورت بلادرنگ در جریان میزان کفایت دیالیز قرار می‌دهد که این امر موجب اتخاذ تصمیم‌گیری جهت تعدیل پارامترهای دیالیز نظیر میزان فلوی خون و مدت زمان دیالیز می‌گردد. از اینها گذشته، هر چقدر از میزان خطا در فرایند دیالیز کاسته می‌شود، نتایج حاصل از این 2 روش به هم نزدیک‌تر می‌شود. لذا اگر چه دیاسکن تخمین کمتری از روز دیالیز را نشان می‌دهد اما به نظر می‌رسد این ارقام به نتایج واقعی نزدیک‌تر است و استفاده از این روش در مراقبت از بیماران همودیالیزی روشی سنجیده و منطقی به نظر می‌رسد.

آخر به آنالیز مجدد جلسات دیالیزی که تقارن خوبی بین  $Vt$  و  $Va$  داشتند ( $5\pm$  درصد) پرداختیم.

در مطالعه حاضر کفایت دیالیز در 156 جلسه دیالیز، به 2 روش قابلیت انتقال مستقیم سدیم و روش استاندارد کینتیک اوره ( $Kt/V$ ) اندازه‌گیری و مقایسه شد. اگرچه مقادیر کفایت دیالیز بر اساس روش قابلیت انتقال مستقیم، به مراتب کمتر از مقادیر به دست آمده از فرمول‌های دوگیرداس بود اما همبستگی متوسطی بین مقادیر  $Kt/V$  بر اساس فرمول دوگیرداس و  $Kt/V$  بر اساس روش قابلیت انتقال مستقیم وجود داشت. هم‌چنین اختلاف معنی‌داری بین مقادیر  $K$  بر اساس کلیرانس محاسبه شده اوره و اعداد اعلام شده بر اساس دیاسکن نداشتیم که این نتیجه قابل انتظار، هم‌خوانی با مطالعات کنترل شده در این زمینه داشت (15-18).

اگرچه در مطالعه کالمن و همکاران (7) ارتباط بسیار قابل توجهی بین روش قابلیت انتقال مستقیم و فرمول‌های دوگیرداس مشاهده شد، اما در مطالعه ما این ارتباط به مراتب ضعیف‌تر بود که این امر می‌تواند به علت خطا در اندازه‌گیری اوره قبل یا بعد از دیالیز، به علت خطای تکنسین یا مشکلات اکسس دیالیز بوده باشد، زیرا در آنالیز مجدد، هم‌چنان خطای به میزان 5 درصد قابل اغماض در نظر گرفته شده است. هم‌چنین این اختلاف می‌تواند به این علت باشد که فرمول واتسون برای اندازه‌گیری حجم آب بدن ( $Va$ ) در بیماران دیالیزی، فرمول کاملاً مناسبی نیست و موجب تخمین بیش از واقع حجم می‌گردد، لذا اندازه‌گیری  $Kt/V$  بر اساس روش OCM قدری کمتر از واقع، برآورد می‌گردد. هم‌چنین در مطالعه مکین تایر و همکاران نیز ارتباط بین  $Kt/V$  بر اساس کینتیک اوره و روش OCM (Diascan) بسیار قابل توجه بود (26). نتیجه مطالعه ما بیشتر با نتایج حاصل از مطالعات گوزه گوزسکا و الساران مطابقت داشت (17، 18). در این مطالعات نیز، مشابه نتایج حاصل از بررسی حاضر، اگر چه ارتباط متوسطی بین مقادیر حاصل از فرمول‌های دوگیرداس و مقادیر حاصل از دیاسکن وجود داشت اما مقادیر اعلام شده بر اساس دیاسکن، به طور

3. Woods JD, Port FK, Stannard D, Blagg CR, Held PJ. Comparison of mortality with home hemodialysis and center hemodialysis: a national study. *Kidney international*. 1996; 49(5): 1464-70.
4. Kloppenburg WD, Stegeman CA, Hooyschuur M, Van Der Ven J, De Jong PE, Huisman RM. Assessing dialysis adequacy and dietary intake in the individual hemodialysis patient. *Kidney international*. 1999; 55(5): 1961-9.
5. Greene T, Daugirdas J, Depner T, Allon M, Beck G, Chumlea C, et al. Association of achieved dialysis dose with mortality in the hemodialysis study: an example of "dose-targeting bias". *Journal of the American Society of Nephrology*. 2005; 16(11): 3371-80.
6. Petitclerc T. Recent developments in conductivity monitoring of haemodialysis session. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 1999; 14(11): 2607-13.
7. Kuhlmann U, Goldau R, Samadi N, Graf T, Gross M, Orlandini G, et al. Accuracy and safety of online clearance monitoring based on conductivity variation. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2001; 16(5): 1053-8.
8. Locatelli F, Buoncrisiani U, Canaud B, Köhler H, Petitclerc T, Zucchelli P. Haemodialysis with on-line monitoring equipment: tools or toys? *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2005; 20(1): 22-33.
9. NKF K. DOQI Guidelines: clinical practice guidelines and clinical practice recommendations. 2006 updates. Hemodialysis adequacy, peritoneal dialysis adequacy and vascular access. The National Kidney Foundation. 2006 ; 48:S1-322.
10. Daugirdas J. Rapid methods of estimating Kt/V: three formulas compared. *ASAIO Trans*. 1990; 36(3): M362-4.
11. Daugirdas J. Linear estimates of variable-volume, single-pool Kt/V: an analysis of error. *American journal of kidney diseases: the official journal of the National Kidney Foundation*. 1993; 22(2): 267-70.
12. Daugirdas JT. Second generation logarithmic estimates of single-pool variable volume Kt/V: an analysis of error. *Journal of the American Society of Nephrology*. 1993; 4(5): 1205-13.

### نتیجه گیری

علیرغم محدودیت‌های روش قابلیت انتقال مستقیم، این روش ساده و بدون هزینه بوده و به پزشک در تصمیم‌گیری‌های مقتضی کمک می‌کند. لذا استفاده روتین از این قابلیت که در دستگاه‌های جدید پیش‌بینی شده است منطقی و به جا به نظر می‌رسد. اگرچه در هنگام تفسیر نتایج و استفاده کلینیکی از این روش، باید به این تفاوت در تخمین کفایت دیالیز توجه داشت، اما هر چه از میزان خطا در فرایند اندازه‌گیری کفایت دیالیز به روش اندازه‌گیری کاهش اوره کاسته گردد، تقارن و همبستگی این روش با مدل کینتیک اوره بیشتر می‌شود. لذا جهت قضاوت عادلانه‌تر و دقیق‌تر از جهت تایید کاربری بهینه از این تکنولوژی، پیشنهاد می‌شود مطالعه‌ای کنترل شده از جهت حذف خطاهای تکنسین یا مشکلات اکسس عروقی و با حجم نمونه بیشتر انجام شود.

### تشکر و قدردانی

لازم است از زحمات مدیریت محترم تحقیقات و پژوهش و سازمان تامین‌کننده منابع مالی و تدارکاتی دانشگاه علوم پزشکی اراک که بابت پایان‌نامه "51" با شماره ثبت 4-93-89 توسط کمیته اخلاق انسانی اراک، ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی نماییم. هم‌چنین جا دارد از پرسنل مهربان و سختکوش بخش دیالیز بیمارستان ولیعصر، بیماران صبوری که در در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، سپاسگزاری نماییم.

### منابع

1. Held PJ, Bovbjerg RR, Levin NW, Pauly MV, Diamond LH. Mortality and Duration of Hemodialysis Treatment-Reply. *JAMA: the journal of the American Medical Association*. 1991; 265(22): 2958-9.
2. Owen Jr WF, Lew NL, Liu Y, Lowrie EG, Lazarus JM. The urea reduction ratio and serum albumin concentration as predictors of mortality in patients undergoing hemodialysis. *New England Journal of Medicine*. 1993; 329(14): 1001-6.

13. Daugirdas JT, Depner TA. A nomogram approach to hemodialysis urea modeling. *American journal of kidney diseases: the official journal of the National Kidney Foundation*. 1994; 23(1):33-40.
14. Cheng YL, Choi KS, Chau KF, Li CS, Yung CU, Yu AW, et al. Urea reduction ratio that considers effects of ultrafiltration and intradialytic urea generation. *American journal of kidney diseases*. 2001;37(3):544-9.
15. DI Filippo S, Pozzoni P, Manzoni C, Andrulli S, Pontoriero G, Locatelli F. Relationship between urea clearance and ionic dialysance determined using a single-step conductivity profile. *Kidney international*. 2005; 68(5):2389-95.
16. Vlatković V, Stojimirović B. Determination of the delivered hemodialysis dose using standard methods and on-line clearance monitoring. *Vojnosanitetski preglad*. 2006; 63(8): 743-7.
17. Grzegorzewska AE, Banachowicz W. Evaluation of hemodialysis adequacy using online Kt/V and single-pool variable-volume urea Kt/V. *International urology and nephrology*. 2008;40(3):771-8.
18. Al Saran K, Sabry A, Abdulghafour M, Yehia A. Online Conductivity Monitoring of Dialysis Adequacy Versus Kt/V Derived from Urea Reduction Ratio: A Prospective Study from a Saudi Center. *Renal Failure*. 2010; 32(1):36-40.
19. Gotch FA, Sargent JA. A mechanistic analysis of the National Cooperative Dialysis Study (NCDS). *Kidney int*. 1985;28(3):526-34.
20. Coyne DW, Delmez J, Spence G, Windus DW. Impaired delivery of hemodialysis prescriptions: an analysis of causes and an approach to evaluation. *Journal of the American Society of Nephrology*. 1997;8(8):1315-8.
21. Santoro A. Confounding factors in the assessment of delivered hemodialysis dose. *Kidney international*. 2000;58:S19-S27.
22. National Kidney Foundation. NKF-DOQI Clinical Practice Guidelines for Hemodialysis Adequacy. Hemodialysis dose troubleshooting. *Am J Kidney Dis*. 2001;37(1):S42.
23. O'Connor AS, Flauto RP, Sehgal AR. Improving the accuracy of Kt/V measurement: The role of the technician. *Dialysis & transplantation*. 2003;32(10):590-4.
24. Ahmed J, Besarab A, Lubkowski T, Frinak S. Effect of differing blood lines on delivered blood flow during hemodialysis. *American journal of kidney diseases*. 2004;44(3):498-508.
25. Watson PE, Watson ID, Batt RD. Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements. *The American journal of clinical nutrition*. 1980;33(1):27-39.
26. McIntyre CW, Lambie SH, Taal MW, Fluck RJ. Assessment of haemodialysis adequacy by ionic dialysance: intra-patient variability of delivered treatment. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2003;18(3):559-62.