

Parámetros Urinarios en la Enfermedad Renal Crónica

Víctor Lorenzo Sellares^a, Desiree Luis Rodríguez^b

a) Servicio de Nefrología. Hospital Universitario de Canarias. Tenerife

b) Servicio de Nefrología. Hospital Universitarios Ntra Sra de Candelaria. Tenerife

A lo largo del texto hay numerosas referencias o enlaces, en general, en rojo, que corresponden a temas desarrollados en Nefrología al Día y que se accede desde el portal ([https:// www.nefrologiaaldia.org/es](https://www.nefrologiaaldia.org/es))

INTRODUCCIÓN

Existe un notable vacío en la Guías de actuación clínica [1] [2] [3] respecto a la utilidad que pueden proporcionar los parámetros urinarios en la enfermedad renal crónica (ERC) avanzada (ERCA). No sólo como herramienta de aproximación diagnóstica, sino para valorar la adherencia a nuestras recomendaciones. Volumen de orina, electrolitos, nitrógeno ureico pueden ser de enorme utilidad en la práctica cotidiana. A continuación analizaremos la potencialidad de estas determinaciones en pacientes ERCA estadios 3 a 5. La correcta recogida de la orina de 24 h es uno de los principales inconvenientes para la adecuada interpretación de este análisis. Aunque siempre tendremos cierto margen de incertidumbre, los valores urinarios de creatinina, sodio o el nitrógeno ureico dentro de un rango adecuado, pueden ser de ayuda para aceptar como correcta una recolección de orina de 24 hs.

El estudio de la función tubular o de los trastornos hidroelectrolíticos queda fuera de nuestros objetivos.

VOLUMEN Y OSMOLARIDAD DE LA ORINA

La medición de la diuresis de 24 horas nos proporciona información indirecta del manejo del

agua por parte del riñón, y del estado de hidratación del paciente. Asimismo, la osmolaridad (Osm) urinaria nos da información de la capacidad de concentrar la orina. Resulta llamativo que las Guías KDIGO [2], o las más recientes KDOQI [1] no marquen pautas respecto a la ingesta hídrica y la diuresis deseable en el paciente con ERCA. En ningún caso se hace mención a la potencial utilidad de la Osm urinaria.

Aunque no hay evidencias concluyentes, estudios experimentales y poblacionales sugieren que la cantidad de líquido ingerida puede ser un factor de riesgo de ERC no establecido [4]. En la última década, han aparecido dos excelentes revisiones [5] [6] [7] [8] [9] de los mecanismos por los cuales la baja ingesta líquida puede tener efectos adversos en la ERC. Asimismo, tres trabajos clínicos apoyan los beneficios de la elevada ingesta hídrica, tanto en estudios poblacionales como en pacientes con ERC [10] [11] [12]. La elevada prevalencia poblacional de ERC en Centroamérica, conocida como Nefropatía Mesoamericana es un claro ejemplo del daño renal que puede producir la deshidratación [13].

Los datos de la literatura apuntan a que los efectos renales adversos de una insuficiente hidratación, podrían estar mediados por el incremento de vasopresina (ADH) [14] [15]. En la poliquistosis renal es donde mejor se ha documentado este aspecto, demostrándose que el aumento de ingesta

de agua retrasa el crecimiento de los quistes en animales, a través de la supresión directa de la ADH [15] [16] [17].

El siguiente análisis teórico, pretende proporcionar un argumento razonable para responder a la pregunta ¿Dr. cuanto debo beber?: Una dieta estándar genera unos 650 mOsm de solutos, que deben ser excretados por el riñón [18]. Si asumimos que la máxima concentración urinaria es de 1.200 mOsm/Kg, serán necesarios al menos 500 mL de orina para eliminar la carga de solutos [18] [19]. En circunstancias habituales, la Osm urinaria es dos a tres veces superior a la plasmática, siendo entonces la diuresis media diaria en individuos sanos de 1,2-2,0 L [6].

Esta información nos puede proporcionar argumentos razonables, para estimar la diuresis mínima necesaria capaz de eliminar la carga de solutos en la ERCA.

Cuando existe daño renal importante, se pierde la capacidad de concentración y se produce orina isostenúrica (250-300 mOsm/Kg). Si el volumen urinario obligatorio se obtiene dividiendo la excreción osmolar diaria por la Osm urinaria máxima, sería necesaria una diuresis de al menos 2 L, para eliminar la carga habitual de solutos. Esto se consigue, en función de las pérdidas extrarrenales, con una ingesta líquida entre 2,5 y 3,5 L al día [6]. De forma general podemos considerar que el 20% de la ingesta líquida proviene de los

sólidos y el 80% del agua y otros líquidos ingeridos [18].

En este sentido, una ingesta hídrica generosa, al menos para eliminar la carga osmótica, puede ayudar a preservar la función renal en pacientes que conservan la capacidad de generar alto volumen de orina. Los beneficios de la ingesta líquida más allá de las demandas de la sed, podrían ser clave para retrasar la progresión de la ERC [5] [6] [20]. Este aspecto es especialmente importante en pacientes ancianos con pérdida natural de la sensación de sed. De hecho, es clásico constatar aumentos de la creatinina sérica en épocas de calor, o durante episodios que cursen con deshidratación (fiebre, diarreas, vómitos...), y que se recuperan tras una adecuada ingesta líquida. Ante estas eventualidades, debemos también asesorar al paciente para una reducción o suspensión transitoria de diuréticos, bloqueantes del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA) o antihipertensivos, como medidas de prevención de un deterioro agudo, eventualmente irreversible, de la función renal.

A pesar que la capacidad de generar elevada diuresis se mantiene hasta etapas avanzadas de la ERC, esta recomendación debe manejarse con máxima cautela, e individualizarse. No es aplicable a pacientes con síndrome cardiorrenal o con riesgo de retención hidrosalina. Asimismo, la ingesta forzada puede exceder la capacidad de

Tabla 1: Hidratación en la ERCA: Conceptos clave

- En la ERCA la capacidad de generar alto volumen de orina se conserva hasta etapas avanzadas.
- La cantidad de líquido ingerida puede ser un factor de riesgo de ERC no establecido.
- La ingesta de agua, más allá de la necesaria para eliminar la carga osmótica, puede ayudar a preservar la función renal. Alcanzar una diuresis de 2-3 L al día, o incluso mayor, es una propuesta razonable y adecuada.
- Esta recomendación debe indicarse con cautela e individualizarse:
 - No es aplicable a pacientes con síndrome cardiorrenal, con riesgo de retención hidrosalina e insuficiencia cardíaca congestiva, con baja fracción de eyección del ventrículo izquierdo.
 - La ingesta forzada puede exceder la capacidad dilutoria renal e inducir hiponatremia.
- Medidas de control complementarias (en prevención de los efectos adversos mencionados):
 - Medición periódica de la diuresis de 24 hs por parte del paciente y control del peso.
 - Vigilancia del Na en sangre y orina en las consultas.
 - Supervisar la Osm urinaria ayuda a conocer la capacidad de concentrar la orina
- Deben hacerse hincapié en la prevención de la deshidratación, más frecuente en épocas estivales y en pacientes añosos; y en el autocontrol de la medicación reduciendo o suspendiendo transitoriamente los diuréticos y bloqueantes del eje renina-angiotensina-aldosterona o antihipertensivos si procede.

PARÁMETROS URINARIOS EN LA ERC

dilución del riñón, e inducir hiponatremia [21]. Por ello deben vigilarse los parámetros séricos y urinarios con objeto de prevenir tanto la hiponatremia, como la deshidratación, circunstancia esta última, más frecuente en épocas estivales y en pacientes añosos, que son la población mayoritaria en las consultas ERC avanzada.

Los conceptos clave de estas reflexiones se exponen en la (Tabla 1).

Véase Hidratación en la ERC.

SODIO

La restricción de Na es una recomendación inequívoca para el control de la hipertensión arterial y la retención hidrosalina [22]. Las Guías KDOQI [1], recomiendan una ingesta de Na inferior a 2,3 gr/día, lo que se corresponde con 6 gramos de sal; a menos que exista contraindicación. Sin embargo, en ningún caso se hace mención a la importancia de vigilar la adherencia a esta prescripción y al modo de realizarla.

En principio, el Na urinario es la determinación más asequible para vigilar la ingesta salina [23] [24] [25] [26] [27]. Existen trabajos antiguos que han verificado que el Na se absorbe de forma rápida y efectiva en la mucosa intestinal en un 98% y por lo tanto, en situación de homeostasis, es un buen indicador de la ingesta [24] [25].

Se postula que el uso de diuréticos puede ser una limitación para el valor de la natriuresis; sin embargo, en un paciente en equilibrio homeostático, el Na urinario refleja razonablemente la ingesta salina.

Con una sencilla ecuación calculamos la ingesta: $\text{mEq Na/orina 24h} * 0,058 = \text{gr sal de la dieta}$

Tal como ilustran los datos de nuestra consulta (Tabla 2), el rango intercuartil de una serie de 335 pacientes, fue de 110 a 176 mEq/24 hs (6,4-10,2 gr de sal). Conseguir una ingesta salina de 5-6 gr al día (80-100 mEq de Na/día), es una opción posibilista, pero muy difícil de alcanzar cuando nos fijamos en la eliminación urinaria de Na, incluso en pacientes adherentes.

En el “mundo real” la ingesta habitual de sal en la población es de 10-15 gr/día, incluso mayor en muchas regiones; lo que se corresponde con una eliminación urinaria de Na de 170-255 mEq/día o más [28]. Las limitaciones de estos objetivos están bien recogidas en la literatura [1] [29].

NITRÓGENO UREICO URINARIO

Los beneficios de la restricción proteica en la dieta son razonablemente aceptados en la literatura. Los principales efectos se dirigen a retrasar la pro-

Tabla 2: Ingesta de sal y Na urinario

- Las Guías recomiendan una ingesta de Na <2,3 gr/día, equivalente a unos 6 gr de sal (ClNa), a menos que exista contraindicación
 - El Na urinario es una determinación útil y asequible para vigilar la ingesta salina
 - Cálculo: $\text{mEq Na en orina 24 hs} * 0,058 = \text{gr de sal en la dieta}$ (1 gr ClNa \leftrightarrow 17 mEq Na)
 - Ejemplos
- | | | | | |
|------------|---|-------------|---|-----------|
| < 6 gr sal | → | < 2,3 gr Na | → | < 100 mEq |
| 10 gr sal | → | 3,9 gr Na | → | 170 mEq |
| 15 gr sal | → | 5,9 gr Na | → | 255 mEq |

	Na Urinario (mEq/24 hs)		Ing sal gr
N		335	
Percentiles	25	110	6,4
	50	137	7,9
	75	176	10,2

gresión de la ERC -en especial proteinúrica- pero también son beneficiosos en otros aspectos nutricionales [30] [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37]. Este concepto no sería aplicable a los pacientes con poliquistosis renal, muy dudoso en nefropatías no proteinúricas; pero especialmente beneficioso en la nefropatía diabética. Con el avance del daño renal los productos nitrogenados se acumulan en proporción a la pérdida de función renal. De hecho, la restricción proteica ha prevalecido durante décadas (concretamente desde 1918) y ha sido la piedra angular del tratamiento cuando no existía la diálisis.

Las recientes Guías KDOKI recomiendan una ingesta proteica de 0,55-0,60 gr/kg/día en adultos con ERCA estadios 3 a 5 [1], siendo este objetivo asumido en la mayoría de Guías y Documentos de Consenso [33]. Basado en la experiencia de nuestra consulta, considero que estos objetivos son difíciles de alcanzar en el “mundo real”, ante una población estable clínicamente y razonable sensación de bienestar. Consideramos virtualmente impracticables las recomendaciones de dietas muy bajas en proteínas: 0,28-0,53 gr/Kg/día más ceto/hidroxianálogos, por lo que las hemos desestimado hace décadas.

Ahora bien, volviendo a nuestra hoja de ruta y siempre dentro del escenario ERCA, queremos señalar la importancia de conocer la ingesta pro-

teica del paciente y la adherencia a nuestras recomendaciones. En este sentido se ha verificado que la determinación del nitrógeno ureico urinario (NUU) es un parámetro útil. La ecuación descrita por Maroni BJ y col [38] es clásica para la evaluación de la ingesta proteica en pacientes en equilibrio metabólico. La ingesta proteica deriva de la estimación del NUU, ajustando para el peso y la proteinuria: $NUU (gr) + 0,031 \times \text{peso (Kg)} + \text{Proteinuria (gr)}$. Este resultado multiplicado por 6,25 nos proporciona información aproximada de la ingesta proteica. Esta fórmula ha sido razonablemente verificada por otros autores [39]; y aun con las limitaciones propias de estas ecuaciones, consideramos que debería estar presente en las Guías de práctica clínica. En la (Tabla 3) mostramos datos de nuestra consulta ERCA, donde vemos la relación aproximada que existe entre los valores de NUU y la ingesta proteica. Una mediana de NUU (7,7 gr) se corresponde con una ingesta proteica de 59 a 61 gr en función del peso aplicado en la ecuación. Una ingesta proteica menor de 0,8 gr/Kg/d debería corresponderse con un NUU inferior a 6 gr, muy difíciles de alcanzar en pacientes estables y con apetito, como ocurre en la gran mayoría de pacientes de esta consulta.

Tabla 3: Nitrógeno ureico urinario (NUU)

- Las actuales Guías KDOQI recomiendan una ingesta proteica (IP) de 0,55-0,60 0,8 gr/kg/día ERCA 3-5. Estos objetivos son muy difíciles de alcanzar en el mundo real, con una población clínicamente estable. Como opinión personal, consideramos virtualmente impracticables las recomendaciones de dietas muy bajas en proteínas: 0,28-0,53 gr/Kg/día más ceto/hidroxianálogos, por lo que las hemos desestimado hace décadas.

- La determinación de NUU se ha verificado como parámetro útil para estimar la ingesta proteica.

Se emplea la clásica ecuación de Maroni BJ et al (Ref 38):

$$\text{Ingesta proteica (gr)} = 6,25 \times (\text{NUU (gr)} + 0,031 \times \text{peso (Kg)} + \text{proteinuria (gr)})$$

- Resultados orientativos (Consulta ERCA 3-5, muestra de 194 pacientes)

n: 194	NUU_24 h	IP gr (pts 60-70 Kg)	IP gr/Kg/d
25	6,0	49 - 51	0,80 - 0,85
Percentiles	50	59 - 61	0,90 - 1,00
	75	71 - 73	1,01 - 1,20

- Una IP de 0,8-0,9 gr/Kg peso ideal/día es un objetivo posibilista que puede aportar sutiles beneficios renoprotectores en pacientes con FG < 30 mL/min. Debe corresponderse con una eliminación de NUU, en general, < 7,7 g, siempre en función del peso del paciente.

CARGA ÁCIDA Y POTASIO

La exploración de la carga ácida y el potasio (K) urinario son parámetros inéditos actualmente en la práctica clínica. Sin embargo, datos recientes hacen hincapié en la importancia del control de la carga ácida de la dieta, como factor de riesgo modificable de progresión de la enfermedad renal [40].

La producción de ácidos de generación endógena deriva principalmente de la ingesta de proteínas y fósforo. Por otra parte, la producción alcalina proviene de aniones orgánicos como el citrato y el acetato, naturalmente ligados a cationes como el K y que se encuentran primariamente en los vegetales y frutas. La diferencia entre ambos produce la carga ácida, que normalmente se elimina por vía renal como amonio y acidez titulable, y que en una dieta estándar es 1 mEq/kg/día aproximadamente. Es bien conocida la importancia de los trastornos del K en la enfermedad renal crónica.

A nivel poblacional, Scialla JJ et al [41] describieron una asociación entre directa entre carga ácida de la dieta y deterioro renal. En la ERC, con la reducción de la masa nefronal, tiene lugar un aumento de la amoniogénesis por nefrona y de la excreción distal de ácido mediado por el SRAA y endotelina-1, produciendo daño renal [40] [42] [43]. De hecho las Guías KDIGO [2] recomiendan dar suplementos orales de bicarbonato en caso de que la concentración sérica sea inferior a 22 mMol/L.

En base a estas premisas, se postula que la reducción de la carga ácida, puede ser una estrategia adicional en el manejo nutricional de esta población. La carga ácida está determinada por el balance de los alimentos que inducen ácido (carne, huevos, lácteos, cereales) y aquellos que inducen álcali (frutas y vegetales). Una mayor ingesta de estos últimos puede entonces, contribuir a reducir la carga ácida sin la necesidad de una excesiva restricción proteica y de aporte de bicarbonato [40] [41] [44] [45] [46]. La propuesta de una prudente liberación de alimentos ricos en K, aportando una dieta más saludable a esta población, ha sido recientemente revisado por Kalantar-Zadeh K et al [47].

Obviamente, en ERCA, el riesgo de hiperpo-

tasemia es una limitación importante. Actualmente no hay estudios clínicos que garanticen la seguridad de una dieta más libre en verduras y frutas en esta población. Sin embargo, en pacientes bien nutridos, con buen flujo urinario y en estado no catabólico, su uso juicioso y vigilado, evitando además los ayunos prolongados [48] [49] [50] (recomendación importante y frecuentemente olvidada), puede ser una medida adicional, nutricionalmente saludable y renoprotectora [41] [51] [52] [53]. Evidentemente, los pacientes diabéticos, o tratados con betabloqueantes y/o bloqueantes del SRAA serán objeto de mayor vigilancia, muy especialmente aquellos que reciben diuréticos ahorradores de K [54].

La carga ácida puede estimarse de forma indirecta desde la ingesta de nutrientes o desde la eliminación urinaria de iones, para lo que se han postulado diversas ecuaciones [40] [41] [51] [52] [55]. Tal vez la más sencilla es la siguiente:

Carga ácida (mEq/día): $-10,2 + 54,5 \times (\text{ingesta proteica (gr/día)} / \text{ingesta de K (mEq/día)})$ [40] [41] [52].

La ingesta proteica y de K pueden obtenerse a partir la eliminación de NUU y K urinario (1 mEq de K = 39 mg), que, con todas sus limitaciones, se consideran indicadores indirectos de la ingesta proteica y de la carga alcalina, respectivamente [41] [47] [56]. Ahora bien, así como la determinación del NUU para conocer la ingesta proteica está más establecida [38] [39]; el valor del K urinario como indicador de la carga alcalina no está reconocido.

A nivel poblacional y con dieta estándar, la eliminación urinaria de K aparece en un amplio rango de 50-200 mEq/día, equivalente a 2.000-7.800 mg/día. En pacientes en hemodiálisis Kalantar-Zadeh K et al [57] y ERCA estadios 4 y 5 sugieren una ingesta de K inferior a 3 gr/día. En ERC con filtrado glomerular 30-44 mL/min no es bien definido y las actitudes suelen ser bastante restrictivas.

Asimismo, este autor hace hincapié en una dieta más saludable, con prudente liberación de la ingesta de frutas y verduras, sin proponer cifras concretas [43].

Varios autores han explorado el impacto de la carga ácida, tanto en estudios poblacionales [41], como en pacientes ERCA, incluso empleando una dieta relativamente libre de frutas y verduras [55]. Estos últimos, describieron un descenso

de la carga ácida, con una eliminación urinaria de K de $69,9 \pm 12,3$ mEq/día, equivalente a una media de 2.800 mg/día, sin alteración relevante del K sérico ($4,1 \pm 0,1$ mEq/L).

Dado que los límites en esta recomendación no han sido establecidos, proponemos una liberación prudente de verduras y frutas, en torno a 2.700-4.000 mg de K/día (**Véase Manejo nutricional en la enfermedad renal crónica**), procurando mantener unos niveles de K urinario inferiores a 70-100 mEq/día [41] [47] [51] [52] [53] [55] [58] que parecen ser razonablemente seguros y deben monitorizarse a través de la orina de 24 hs. Los conceptos clave de estas reflexiones se exponen en la (Tabla 4). Recientemente, la nuevas Guías KDOQI [1] sugieren aumentar la ingesta de frutas y verduras, como medida potencialmente renoprotectora

CALCIO

En el adulto normal, el balance de calcio (Ca) es relativamente neutro cuando la ingesta está entre 750 y 1.740 mg/día [59]. En este contexto, la excreción urinaria de Ca oscila entre 200 y 300 mg/día, siendo por lo tanto la absorción intestinal variable, en un amplio rango de 20-60%, dependiendo en gran medida de la cantidad del $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ circulante.

En ERCA, la excreción urinaria de Ca es mucho menor, en un rango de 20-60 mg/día [60] [61] [62], aunque la excreción fraccional (% de Ca filtrado que se elimina por orina) resulta ligeramente elevada (1,1-1,4 %, normal <1%). Hill KM et al [60] en un interesante estudio en pacientes ERC estadios 3-4, describieron una absorción intestinal de Ca francamente baja, en torno al 17-22%, y unos niveles de Ca urinario de 40-42 mg/día.

En ERCA, la calciuria no es un parámetro que aporte información relevante en la práctica clínica, pero resulta útil en el ámbito experimental, especialmente en estudios que conllevan el balance de Ca y el empleo de fármacos como calciomiméticos, análogos de la vitamina D o captores de P.

FÓSFORO (P)

Relación ingesta de P e ingesta proteica

El estudio del balance de P conlleva dificultades, tales como la imprecisión en los registros dietéticos o la variable absorción intestinal. Además, los estudios basados en encuestas dietéticas, se realizaron sin contar el efecto de los aditivos con alto contenido en P absorbible [63] [64].

Tabla 4: Carga ácida y K urinario

- La carga ácida deriva principalmente de las proteínas y el fósforo (P), más frecuentes en lácteos, productos cárnicos y legumbres. La producción alcalina proviene de aniones, ligados a cationes como el K y que se encuentran principalmente en los vegetales y frutas.
La diferencia entre ambos es la carga ácida, de eliminación renal como NH_4 y acidez titulable. En una dieta estándar es aproximadamente de 1 mEq/kg/día.
- La reducción nutricional de la carga ácida puede ser una estrategia adicional renoprotectora.
- La carga ácida puede estimarse de forma indirecta desde la eliminación de NUU (obteniendo la IP) y el K urinario. La ecuación más sencilla publicada es la siguiente:
Carga ácida (mEq/día): $-10,2 + (54,5 (\text{ingesta proteica (gr/día)} / \text{ingesta de K (mEq/día)}))$ (Ref 40, 51 y 52)
- En pacientes bien nutridos, con buen flujo urinario y no catabólicos, el uso juicioso y vigilado de una dieta más libre de verduras y frutas (evitando ayunos prolongados), junto a la restricción proteica puede ser una medida adicional, nutricionalmente saludable y renoprotectora
- Dado que los límites en la recomendación no han sido establecidos, proponemos una liberación prudente de verduras y frutas, en torno a 2.800-4.000 mg de K/día que se corresponden con unos niveles de K urinario inferiores a 70-100 mEq/día.
- Recientemente la nuevas Guías KDOQI (Ref 1) sugieren aumentar la ingesta de frutas y verduras, como medida potencialmente renoprotectora.

PARÁMETROS URINARIOS EN LA ERC

La relación entre la ingesta de P y de proteínas ha sido verificada tanto en estudios poblacionales [65], como en pacientes en hemodiálisis [60] [66] tal como ilustramos en la (Figura 1). Resumiendo, de forma aproximada, una ingesta de 60 gr de proteínas conlleva una entrada de 750-1.000 mg de P. En pacientes ERCA, con dietas de restricción proteica, una ingesta media de 40-50 gr de proteínas se asocia a una ingesta obligada de P de 640-800 mg [66]. Sin embargo, a esto deberíamos añadir el P inorgánico proveniente de los aditivos.

El cociente P/Proteínas en las dietas también ha sido explorado por varios autores. Morimoto Y et al [65] describieron un cociente de aproximadamente 15 mg P/gr proteína en la dieta de adultos sanos. Los encuestas de Kalantar-Zadeh K et al [63] en pacientes en hemodiálisis muestran valores de 13 mg P/gr proteína (rango 10-16); en tanto que Noori N et al [67] sugieren que un cociente superior a 14 (es decir, 840 mg P cada 60 gr de proteínas ingeridas) se asociaba a incremento de la mortalidad. Por lo tanto, reducir la proporción P/proteínas en la dieta es un objetivo deseable. De forma genérica, el cociente más elevado se encuentra en los lácteos (15-25 mg/gr proteínas), seguido de las proteínas animales y legumbres (10-15 mg/gr proteínas) [59]. En este

sentido, es fundamental limitar los conservantes, congelados y bebidas gaseosas con aditivos muy ricos en P inorgánico fácilmente absorbible [63] [64].

Eliminación urinaria de P y NUU

La siguiente dificultad para estimar el balance de P, es la absorción intestinal. La absorción neta es muy variable, entre 40 y 80%. Por ello, para una ventana de ingesta de 800-1.600 mg/día, la absorción puede variar de 320 a 1.280 mg, siendo algo menor en ERCA y en hemodiálisis [68] [69] [70] [71].

En este sentido, los valores de Pur, junto a los de NUU pueden aportar información relevante, ya que la Pur debe reflejar de forma fiable la cantidad absorbida, no la ingerida. Si aceptamos que la absorción es del 60-70%, este parámetro puede ser útil para asesorar al enfermo en su dieta, y vigilar su adherencia.

Morimoto Y et al [65] hallaron en un estudio poblacional, una estrecha relación entre la ingesta de P y de proteínas obtenida de la encuesta dietética y de los parámetros urinarios de P y NUU respectivamente (Figura 2). Estos últimos se obtuvieron derivados de la siguiente ecuación: Ingesta de P= Pur x 0,65 (asume que la absorción intestinal es del 65%) e ingesta proteica a par-

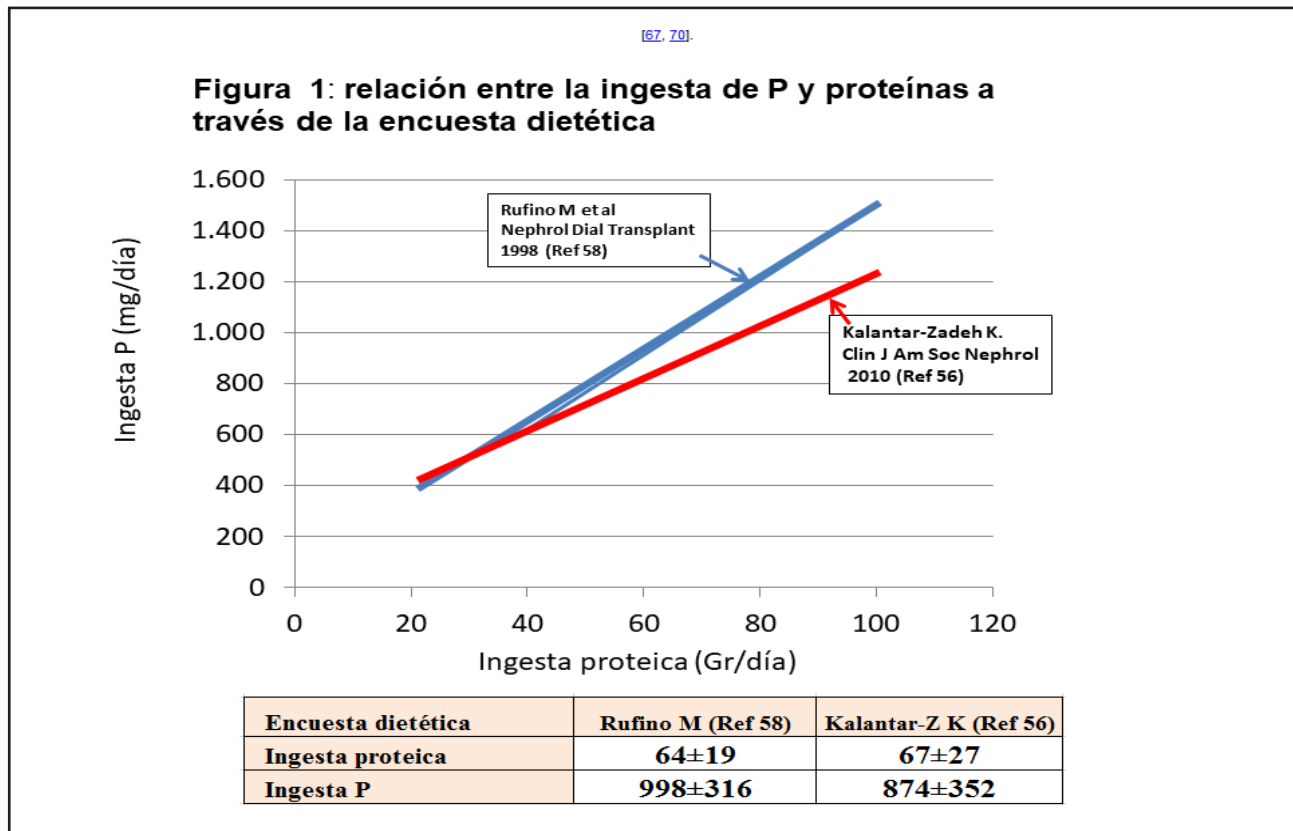
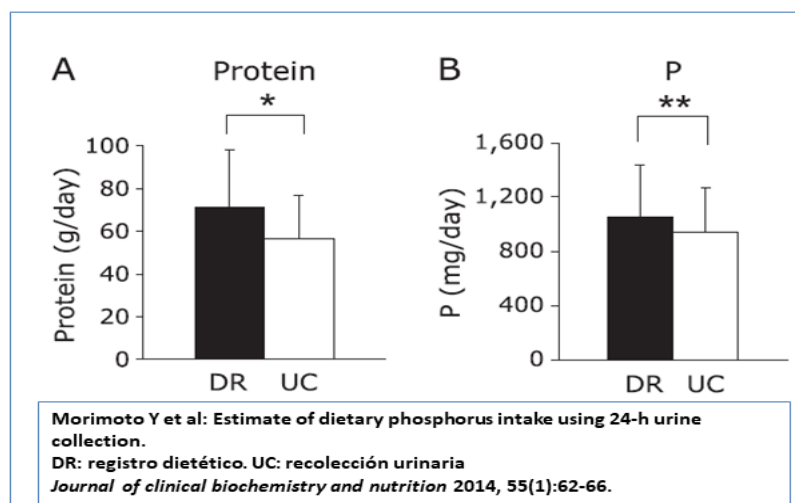


Figura 2: Estudio poblacional donde se ilustra una estrecha relación entre la ingesta de P y de proteínas obtenida de la encuesta dietética y de los parámetros urinarios de P y Nitrógeno Ureico Urinario (NUU) respectivamente.



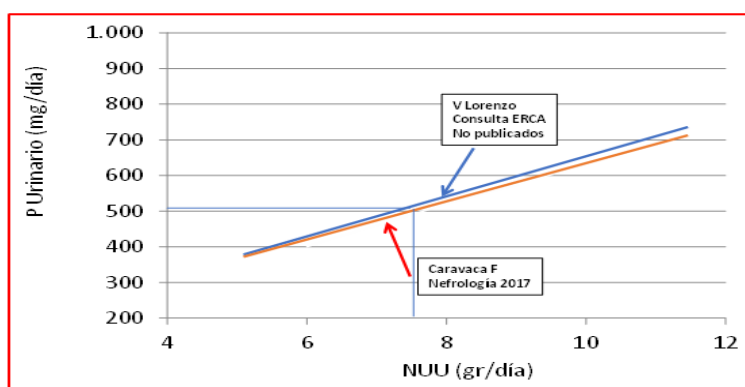
	Dieta	Orina	
Ingesta proteica (gr/día)	71,1±27,1	56,6±15,8	p<0,001
P (mg/24 hs)	1051±386	943±323	p<0,01

tir del NUU empleando la ecuación de Maroni BJ [38]. A pesar de los sesgos descritos por los autores (inexactitud del registro dietético, variable absorción intestinal de P), este análisis pone en valor la información que puede extraerse de la determinación del Pur y NUU.

En ERCA, se ha podido verificar la estrecha asociación entre el NUU y la Pur. Los datos pu-

blicados por Caravaca F et al [72] son totalmente superponibles a los obtenidos en nuestra población, como ilustramos en la (Figura 3). Si asumimos que la absorción intestinal de P fue del 60-70%, indirectamente podemos estimar que la ingesta real de P, que estuvo dentro de un rango de 650-900 mg. Estos datos son muy coherentes con los obtenidos de las encuestas dietéticas (Fi-

Figura 3: Relación estrecha entre la eliminación urinaria de P y Nitrógeno Ureico Urinario (NUU), en 2 series con resultados simétricos.



n: 194	UN_24 h	I Proteica gr/Kg/d	P ur mg / 24 hs	
Percentiles	25	6,0	0,80 - 0,85	397
	50	7,7	0,90 - 1,00	514
	75	9,5	1,01 - 1,20	636

Valores de P urin < 500 mg nos orientan a una razonable adherencia a nuestras recomendaciones. Valores superiores nos advierten de falta de adherencia.

gura 1) efectuadas en pacientes en hemodiálisis. Datos ligeramente superiores, fueron publicados en pacientes ERCA E3 [73], donde se recogió una Pur media de 792 mg (IC95% 646-938).

Muy interesante es la información que proporciona el cociente urinario P/proteína descrito por Caravaca F et al [72], aportando valores de $8,2 \pm 2,3$ mg P/gr proteína. Estas cifras son inferiores a las publicadas a partir del registro dietético [63] que representan el P ingerido y no el absorbido.

Por último, Caravaca F et al [72] realizaron un análisis novedoso y muy interesante en base a la Pur corregida para el FG. Una Pur de 35-40 mg por cada ml/min de FG marcaba el límite para el desarrollo de hiperfosfatemia (P sérico $> 4,5$ mg/dl). Es decir, para pacientes con FG menor 25 mL/min, y prescribiendo una dieta de 0,8-0,9 gr/kg/día de proteínas, es un objetivo razonable un P urinario inferior a 800 mg/día; y con FG menor 15 mL/min, procurar que sea inferior a 600 mg.

Una asignatura pendiente, es cuantificar el impacto del P inorgánico aportado por aditivos y refrescos, siendo también la Pur y el cociente urinario P/NUU el parámetro que mejor podría identificar aquellos pacientes que abusan de estos productos.

Excreción fraccional y reabsorción tubular de P

En el escenario del metabolismo mineral, la excreción fraccional ($EFP = \text{Por} \cdot \text{Crepl} / \text{Ppl} \cdot \text{Creor}$) y su parámetro complementario, la reabsorción tubular de P ($RTP (\%) = 1 - EFP$) también aporta información relevante. Con la pérdida progresiva de masa renal funcionante, se reduce la RTP y aumenta al EFP, con incremento de FGF23 y PTH. En nuestra población ERCA estadio 4 y 5 obtuvimos una RTP media de 59% (su correspondiente EFP fue de 41%), lo que sugiere retención de P a pesar de documentar niveles séricos de P normales. El estudio de González Parra E et al [73] realizado en pacientes con ERCA estadio 3 se demostró una RTP de 66-74%. De esta forma la RTP surge como un interesante marcador de las alteraciones del metabolismo mineral en la ERC [71] [74].

CREATININA

La creatinina urinaria es un parámetro esencial en el paciente renal. Se emplea para calcular el aclaramiento de creatinina y el cociente albumi-

na/creatinina en muestras de orina matinal. En general, los valores de creatinina urinaria en el adulto normal están en un amplio rango de 500-2.000 mg/día, dependiendo en gran medida de la edad y masa muscular. Una forma práctica de expresar el rango normal es el siguiente: Varón: 14-26 mg/kg/día, mujer: 11-20 mg/kg/día. Unos valores de creatinina urinaria dentro de este rango son sugestivos de que la recolección de orina ha sido adecuada (Pak CYC: General guidelines in medical management, in Urolithiasis: A Medical and Surgical Reference, edited by Resnick MI, Pak CYC, Philadelphia, PA, WB Saunders, 1990, pp 173-184).

CONCLUSIÓN

Como reflexión final, destacamos que los parámetros urinarios proporcionan conocimiento sensible y de utilidad para la práctica clínica habitual; aportan información de los hábitos dietéticos del paciente y de la adherencia a nuestras recomendaciones. Hay propuestas sugeridas en esta revisión, que deben ser verificadas por la experiencia de otros colegas, pero que pueden ser un referente de inicio para aquellos nefrólogos abiertos a una dieta más liberal en agua, verduras y frutas para pacientes con ERCA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ikizler TA, Burrowes JD, Byham-Gray LD, et al; KDOQI Nutrition in CKD Guideline Work Group. KDOQI clinical practice guideline for nutrition in CKD: 2020 update. *Am J Kidney Dis.* 2020;76(3)(suppl 1):S1-S107
2. KDIGO Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney Int Suppl* 3 2013:1-150.
3. Levin A, Hemmelgarn B, Culeton B, Tobe S, McFarlane P, Ruzicka M, Burns K, Manns B, White C, Madore F et al: Guidelines for the management of chronic kidney disease. *CMAJ* 2008, 179(11):1154-1162.
4. Lorenzo V: Doctor, how much should I drink? *Nefrologia* 2014, 34(6):693-697.
5. Lotan Y, Daudon M, Bruyere F, Talaska G, Strippoli G, Johnson RJ, Tack I: Impact of fluid

- intake in the prevention of urinary system diseases: a brief review. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 2013, 22 Suppl 1:S1-10.
6. Wang CJ, Grantham JJ, Wetmore JB: The medicinal use of water in renal disease. *Kidney Int* 2013, 84(1):45-53.
 7. Clark WF, Sontrop JM, Huang SH, Moist L, Bouby N, Bankir L: Hydration and Chronic Kidney Disease Progression: A Critical Review of the Evidence. *American journal of nephrology* 2016, 43(4):281-292.
 8. Perrier E et al Hydration for health hypothesis: a narrative review of supporting evidence. *Eur J Nutr.* 2021 60(3):1167-1180).
 9. Hung-Wei Wang, Ming-Yan Jiang, Higher volume of water intake is associated with lower risk of albuminuria and chronic kidney disease. *Medicine (Baltimore)* 2021; 100:20.
 10. Clark WF, Sontrop JM, Macnab JJ, Suri RS, Moist L, Salvadori M, Garg AX: Urine volume and change in estimated GFR in a community-based cohort study. *Clin J Am Soc Nephrol* 2011, 6(11):2634-2641.
 11. Peraza S, Wesseling C, Aragon A, Leiva R, Garcia-Trabanino RA, Torres C, Jakobsson K, Elinder CG, Hogstedt C: Decreased kidney function among agricultural workers in El Salvador. *Am J Kidney Dis* 2012, 59(4):531-540.
 12. Strippoli GF, Craig JC, Rochtchina E, Flood VM, Wang JJ, Mitchell P: Fluid and nutrient intake and risk of chronic kidney disease. *Nephrology (Carlton)* 2011, 16(3):326-334.
 13. Brooks DR, Ramirez-Rubio O, Amador JJ: CKD in Central America: a hot issue. *Am J Kidney Dis* 2012, 59(4):481-484.
 14. Bankir L, Bouby N: Vasopressin and urinary concentration: additional risk factors in the progression of chronic renal failure. *Am J Kidney Dis* 1991, 17(5 Suppl 1):20-26.
 15. Bankir L, Bouby N, Ritz E: Vasopressin: a novel target for the prevention and retardation of kidney disease? *Nat Rev Nephrol* 2013, 9(4):223-239.
 16. Torres VE: Water for ADPKD? Probably, yes. *J Am Soc Nephrol* 2006, 17(8):2089-2091.
 17. Torres VE: Vasopressin in chronic kidney disease: an elephant in the room? *Kidney Int* 2009, 76(9):925-928.
 18. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). In: European Foods Safety Authorities. 2014.
 19. Popkin BM, D'Anici KE, Rosenberg IH: Water, hydration, and health. *Nutr Rev* 2010, 68(8):439-458.
 20. Negoianu D, Goldfarb S: Just add water. *J Am Soc Nephrol* 2008, 19(6):1041-1043.
 21. Kovesdy CP, Lott EH, Lu JL, Malakauskas SM, Ma JZ, Molnar MZ, Kalantar-Zadeh K: Hyponatremia, hypernatremia, and mortality in patients with chronic kidney disease with and without congestive heart failure. *Circulation* 2012, 125(5):677-684.
 22. He FJ, Li J, Macgregor GA: Effect of longer-term modest salt reduction on blood pressure. *Cochrane Database Syst Rev* 2013(4):CD004937.
 23. Dyer A, Elliott P, Chee D, Stamler J: Urinary biochemical markers of dietary intake in the INTERSALT study. *Am J Clin Nutr* 1997, 65(4 Suppl):1246S-1253S.
 24. Elliott P, Marmot M, Dyer A, Joossens J, Kesteloot H, Stamler R, Stamler J, Rose G: The INTERSALT study: main results, conclusions and some implications. *Clin Exp Hypertens A* 1989, 11(5-6):1025-1034.
 25. Elliott P, Stamler J, Nichols R, Dyer AR, Stamler R, Kesteloot H, Marmot M: Intersalt revisited: further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations. *Intersalt Cooperative Research Group. BMJ* 1996, 312(7041):1249-1253.
 26. Elliott P, Stamler J, Stamler R, Dyer A: Dietary salt and blood pressure. *Lancet* 1994, 343(8896):546.
 27. Stamler J, Rose G, Stamler R, Elliott P, Dyer A, Marmot M: INTERSALT study findings. Public health and medical care implications. *Hypertension* 1989, 14(5):570-577.
 28. Brown IJ, Tzoulaki I, Candeias V, Elliott P: Salt intakes around the world: implications for public health. *Int J Epidemiol* 2009, 38(3):791-813.
 29. McMahon EJ, Campbell KL, Mudge DW, Bauer JD. Achieving salt restriction in chronic kidney disease. *International Journal of Nephrology.* 2012 ;2012:720429.
 30. Brenner BM: Retarding the progression of renal disease. *Kidney Int* 2003, 64(1):370-378.
 31. Brenner BM, Meyer TW, Hostetter TH: Dietary protein intake and the progressive nature of kidney disease: the role of hemodynamically mediated glomerular injury in the pathogenesis

of progressive glomerular sclerosis in aging, renal ablation, and intrinsic renal disease. *N Engl J Med* 1982, 307(11):652-659.

32. Fouque D, Aparicio M: Eleven reasons to control the protein intake of patients with chronic kidney disease. *Nat Clin Pract Nephrol* 2007, 3(7):383-392.

33. Fouque D, Laville M, Boissel JP, Chifflet R, Labeeuw M, Zech PY: Controlled low protein diets in chronic renal insufficiency: meta-analysis. *BMJ* 1992, 304(6821):216-220.

34. Kasiske BL, Lakatua JD, Ma JZ, Louis TA: A meta-analysis of the effects of dietary protein restriction on the rate of decline in renal function. *Am J Kidney Dis* 1998, 31(6):954-961.

35. Sallstrom J, Carlstrom M, Olerud J, Fredholm BB, Kouzmine M, Sandler S, Persson AE: High-protein-induced glomerular hyperfiltration is independent of the tubuloglomerular feedback mechanism and nitric oxide synthases. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2010, 299(5):R1263-1268.

36. Hebert LA, Wilmer WA, Falkenhain ME, Ladson-Wofford SE, Nahman NS, Jr., Rovin BH: Renoprotection: one or many therapies? *Kidney Int* 2001, 59(4):1211-1226.

37. K/DOQI nutrition in chronic renal failure. *Am J Kidney Dis* 2000, 35(6 Suppl 2):S1-S140.

38. Maroni BJ, Steinman TI, Mitch WE: A method for estimating nitrogen intake of patients with chronic renal failure. *Kidney Int* 1985, 27(1):58-65.

39. Masud T, Manatunga A, Cotsonis G, Mitch WE: The precision of estimating protein intake of patients with chronic renal failure. *Kidney Int* 2002, 62(5):1750-1756.

40. Scialla JJ, Anderson CA: Dietary acid load: a novel nutritional target in chronic kidney disease? *Adv Chronic Kidney Dis* 2013, 20(2):141-149.

41. Scialla JJ, Appel LJ, Astor BC, Miller ER, III, Beddhu S, Woodward M, Parekh RS, Anderson CA: Net endogenous acid production is associated with a faster decline in GFR in African Americans. *Kidney Int* 2012, 82(1):106-112.

42. Khanna A, Simoni J, Hacker C, Duran MJ, Wesson DE: Increased endothelin activity mediates augmented distal nephron acidification induced by dietary protein. *J Am Soc Nephrol* 2004, 15(9):2266-2275.

43. Wesson DE: Endothelins and kidney acidifi-

cation. *Contrib Nephrol* 2011, 172:84-93.

44. Banerjee T, Crews DC, Wesson DE, Tilea AM, Saran R, Rios-Burrows N, Williams DE, Powe NR: High Dietary Acid Load Predicts ESRD among Adults with CKD. *J Am Soc Nephrol* 2015, 26(7):1693-1700.

45. Frassetto LA, Todd KM, Morris RC, Jr., Sebastian A: Estimation of net endogenous noncarbonic acid production in humans from diet potassium and protein contents. *Am J Clin Nutr* 1998, 68(3):576-583.

46. Remer T, Manz F: Estimation of the renal net acid excretion by adults consuming diets containing variable amounts of protein. *Am J Clin Nutr* 1994, 59(6):1356-1361.

47. Kalantar-Zadeh K, Fouque D: Nutritional Management of Chronic Kidney Disease. *N Engl J Med* 2017, 377(18):1765-1776.

48. Allon M: Treatment and prevention of hyperkalemia in end-stage renal disease. *Kidney Int* 1993, 43(6):1197-1209.

49. Allon M, Takeshian A, Shanklin N: Effect of insulin-plus-glucose infusion with or without epinephrine on fasting hyperkalemia. *Kidney Int* 1993, 43(1):212-217.

50. Gifford JD, Rutsky EA, Kirk KA, McDaniel HG: Control of serum potassium during fasting in patients with end-stage renal disease. *Kidney Int* 1989, 35(1):90-94.

51. Goraya N, Simoni J, Jo C, Wesson DE: Dietary acid reduction with fruits and vegetables or bicarbonate attenuates kidney injury in patients with a moderately reduced glomerular filtration rate due to hypertensive nephropathy. *Kidney Int* 2012, 81(1):86-93.

52. Scialla JJ, Appel LJ, Astor BC, Miller ER, III, Beddhu S, Woodward M, Parekh RS, Anderson CA: Estimated net endogenous acid production and serum bicarbonate in African Americans with chronic kidney disease. *Clin J Am Soc Nephrol* 2011, 6(7):1526-1532.

53. Weinberg JM, Appel LJ, Bakris G, Gassman JJ, Greene T, Kendrick CA, Wang X, Lash J, Lewis JA, Pogue V et al: Risk of hyperkalemia in nondiabetic patients with chronic kidney disease receiving antihypertensive therapy. *Arch Intern Med* 2009, 169(17):1587-1594.

54. Juurlink DN, Mamdani MM, Lee DS, Kopp A, Austin PC, Laupacis A, Redelmeier DA: Rates of hyperkalemia after publication of the Randomized Aldactone Evaluation Study. *N Engl J*

Med 2004, 351(6):543-551.

55. Goraya N, Simoni J, Jo CH, Wesson DE: A comparison of treating metabolic acidosis in CKD stage 4 hypertensive kidney disease with fruits and vegetables or sodium bicarbonate. *Clin J Am Soc Nephrol* 2013, 8(3):371-381.

56. Bingham SA, Gill C, Welch A, Cassidy A, Runswick SA, Oakes S, Lubin R, Thurnham DI, Key TJ, Roe L et al: Validation of dietary assessment methods in the UK arm of EPIC using weighed records, and 24-hour urinary nitrogen and potassium and serum vitamin C and carotenoids as biomarkers. *Int J Epidemiol* 1997, 26 Suppl 1:S137-151.

57. Kalantar-Zadeh K, Tortorici AR, Chen JL, Kamgar M, Lau WL, Moradi H, Rhee CM, Streja E, and Kovesdy CP. Dietary restrictions in dialysis patients: is there anything left to eat. *Semin Dial* 2015, 28(2):159-68.

58. Goraya N, Wesson DE: Does correction of metabolic acidosis slow chronic kidney disease progression? *Curr Opin Nephrol Hypertens* 2013, 22(2):193-197.

59. K/DOQI clinical practice guidelines for bone metabolism and disease in chronic kidney disease. *Am J Kidney Dis* 2003, 42(4 Suppl 3):S1-201.

60. Hill KM, Martin BR, Wastney ME, McCabe GP, Moe SM, Weaver CM, Peacock M: Oral calcium carbonate affects calcium but not phosphorus balance in stage 3-4 chronic kidney disease. *Kidney Int* 2013, 83(5):959-966.

61. Spiegel DM, Brady K: Calcium balance in normal individuals and in patients with chronic kidney disease on low- and high-calcium diets. *Kidney Int* 2012, 81(11):1116-1122.

62. Isakova T, Anderson CA, Leonard MB, Xie D, Gutierrez OM, Rosen LK, Theurer J, Bellovich K, Steigerwalt SP, Tang I et al: Diuretics, calciuria and secondary hyperparathyroidism in the Chronic Renal Insufficiency Cohort. *Nephrol Dial Transplant* 2011, 26(4):1258-1265.

63. Kalantar-Zadeh K, Gutekunst L, Mehrotra R, Kovesdy CP, Bross R, Shinaberger CS, Noori N, Hirschberg R, Benner D, Nissenson AR et al: Understanding sources of dietary phosphorus in the treatment of patients with chronic kidney disease. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010, 5(3):519-530.

64. Lou-Arnal LM, Caverni-Munoz A, Arnau-das-Casanova L, Vercet-Tormo A, Gimeno-Orna

JA, Sanz-Paris A, Caramelo-Gutierrez R, Alvarez-Lipe R, Sahdala-Santana L, Gracia-Garcia O et al: The impact of processing meat and fish products on phosphorus intake in chronic kidney disease patients. *Nefrologia* 2013, 33(6):797-807.

65. Morimoto Y, Sakuma M, Ohta H, Suzuki A, Matsushita A, Umeda M, Ishikawa M, Taketani Y, Takeda E, Arai H: Estimate of dietary phosphorus intake using 24-h urine collection. *J Clin Biochem Nutr* 2014, 55(1):62-66.

66. Rufino M, De BE, Martin M, Rebollo S, Martin B, Miquel R, Cobo M, Hernandez D, Torres A, Lorenzo V: Is it possible to control hyperphosphataemia with diet, without inducing protein malnutrition? *Nephrol Dial Transplant* 1998, 13 Suppl 3:65-67.

67. Noori N, Kalantar-Zadeh K, Kovesdy CP, Bross R, Benner D, Kopple JD: Association of dietary phosphorus intake and phosphorus to protein ratio with mortality in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010, 5(4):683-692.

68. Hruska KA, Mathew S, Lund R, Qiu P, Pratt R: Hyperphosphatemia of chronic kidney disease. *Kidney Int* 2008, 74(2):148-157.

69. Ramirez JA, Emmett M, White MG, Fathi N, Santa Ana CA, Morawski SG, Fordtran JS: The absorption of dietary phosphorus and calcium in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1986, 30(5):753-759.

70. Scanni R, vonRotz M, Jehle S, Hulter HN, Krapf R: The human response to acute enteral and parenteral phosphate loads. *J Am Soc Nephrol* 2014, 25(12):2730-2739.

71. Tonelli M, Pannu N, Manns B: Oral phosphate binders in patients with kidney failure. *N Engl J Med* 2010, 362(14):1312-1324.

72. Caravaca F, Caravaca-Fontan F, Azevedo L, Luna E: How to assess the efficacy of phosphate binders. *Nefrologia* 2017, 37(3):311-319.

73. Gonzalez-Parra E, Gonzalez-Casaus ML, Galan A, Martinez-Calero A, Navas V, Rodriguez M, Ortiz A: Lanthanum carbonate reduces FGF23 in chronic kidney disease Stage 3 patients. *Nephrol Dial Transplant* 2011, 26(8):2567-2571.

74. Hong YA, Lim JH, Kim MY, Kim Y, Yang KS, Chung BH, Chung S, Choi BS, Yang CW, Kim YS et al: Assessment of tubular reabsorption of phosphate as a surrogate marker for phosphate regulation in chronic kidney disease. *Clin Exp Nephrol* 2015, 19(2):208-215.