

Correlaciones en la dinámica renal del agua y los electrolitos en diversas situaciones patológicas

M. Andériz López, B. Orradre Villanueva, S. Tanco Recalde, J. Cebollada Muro, J. Repáraz Padrós, A. Oliván Ballabriga, M. Urbieta Echezarreta, J. Uriz Ayestarán *

Resumen

Aplicando las técnicas de exploración funcional renal propias de nuestro equipo, se estudian un total de 118 pacientes (20 normales, 21 HTA, 26 diabetes, 32 insuficiencia renal crónica, 19 cirrosis). Medimos las correlaciones lineales, por el método «todas con todas» de los siguientes parámetros:

1-Procento de excreción osmolar en concentración. 2-Id. en dilución. 3-Id corregida (ver V Congreso SEDYT) en conc. 4-Id correg. en dil. 5-Id de cloro en 24 horas. 6-Id. durante prueba funcional. 7-Id sodio 24 horas. 8-Id. sodio prueba. 9-Id. potasio 24 horas. 10-Id. potasio prueba.

Resultados: hallamos ciertamente correlaciones «esperadas», como son entre las osmometrías sin corregir y las corregidas, entre la osmometría y el Na y el Cl, así como entre el Cl y el Na.

Se separan perfectamente las condiciones de concentración y de dilución, lo cual es de señalar ya que nuestra técnica de exploración la efectúa toda ella «en un tiempo», lo que muestra la perfecta independencia.

En los diabéticos son más débiles las correlaciones al tratarse de «osmometrías corregidas», es decir: restando el efecto de los cristaloides no iónicos.

En la insuficiencia renal son mucho más débiles las correlaciones en general. Llama la atención la disociación entre las excreciones de sodio y cloro, cuyo esquema se rompe en estos pacientes.

Por el contrario, en la cirrosis hepática se aprecian correlaciones más altas, e incluso correlación entre valores no sospechados previamente, como son la mayoría de los parámetros estudiados para los que existe correlación entre las condiciones de concentración y las de la prueba (dilución), lo cual genera un atisbo de solución al difícil problema de detectar precozmente la insuficiencia renal del paciente cirrótico.

Correlations in the renal dynamics of water and electrolytes in diverse pathological situations

Applying the functional renal examination techniques which are characteristics of our Team, a study is made of

* Servicio de Medicina Interna. Hospital de Navarra. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Institución «Príncipe de Viana». Pamplona.

a total of 118 patients (20 normal ones, 21 RTA, 26 diabetics, 32 with Chronic Renal Insufficiency, 19 with cirrhosis). We measured the lineal correlations, by the method «all with all» of the following parameters:

1-Percentage of osmolar excretion in concentration. 2-Id in dilution. 3-Id corrected (See V SEDYT Congress) in concentration. 4-Id corrected in dilution. 5-Id of Chlorine in 24 hours. 6-Id during functional test. 7-Id Sodium 24 hours. 8-Id Sodium test. 9-Id Potassium 24 hours. 10-Id Potassium test.

Results: We certainly discovered «expected» correlations, as there are between the uncorrected and corrected osmometries, between the osmometry and the Na and Cl, as well as between the Cl and the Na.

The conditions of dilution and concentration are perfectly separated, which is noteworthy seeing that our examination techniques do all this «in one go», which demonstrates the perfect independence.

In diabetics the correlations are weaker as «corrected osmometries» are involved, i. e.: reducing the effect of the non-ionic crystalloids. In Renal Insufficiency the correlations are on the whole much weaker. The reader's attention is attracted by the dissociation between the excretions of sodium and chlorine, whose scheme is broken in these patients.

On the contrary, in hepatic cirrhosis higher correlations are appraised, and even correlation between hitherto unsuspected values, such as the majority of the parameters studied for which correlation exists between the conditions of concentration and those of the test (dilution), which gives an inkling of a solution to the difficult problem of precocious detection of renal insufficiency of the cirrhotic patient.

Objetivo del trabajo

Se trata de estudiar y comparar la excreción urinaria osmolar y de diversos electrolitos, mediante técnicas propias de nuestro equipo, en las que intervienen un conjunto de factores que son expresivos de la mayoría de los procesos de la dinámica renal.

Al mismo tiempo que se realiza este estudio, se establecen las correlaciones lineales entre los

diversos parámetros en juego, a fin de comparar varias situaciones patológicas comunes y juzgar de la utilidad de dichos parámetros.

Material y métodos

Se han estudiado un total de 118 pacientes, en nuestro Servicio de Medicina Interna del Hospital de Navarra, en Pamplona. De estos pacientes, 20 eran sujetos normales, 21 presentaban

hipertensión arterial (HTA), 26 eran diabéticos, 32 padecían una insuficiencia renal crónica (IRC), y 19 eran cirróticos.

La exploración sobre la que hemos centrado este trabajo es la estimación del tanto por ciento de excreción urinaria de una sustancia, en relación al filtrado glomerular de la misma sustancia, siempre por períodos iguales de tiempo.

Los parámetros estudiados han sido los siguientes:

1. % de excreción (E) osmolar (OS) en la prueba de concentración.
2. » » » » » » » dilución.
3. % de excreción (E) osmolar «corregida» (OC) en concentración.
4. » » » » » » dilución.
5. % de excreción de cloro, durante la prueba de concentración.
6. » » » » » » dilución.
7. % de excreción de sodio en concentración.
8. » » » » » dilución.
9. % de excreción de potasio en concentración.
10. » » » » » dilución.

Las condiciones de concentración y de dilución se realizan «atenuadas», para lo cual se utiliza la recogida de la orina de 24 horas bajo dieta hipohídrica para la primera, y tras sobrecarga oral de agua, en ayunas, para la segunda, según técnicas de nuestro equipo (1).

Las determinaciones de los elementos señalados no ofrece ninguna dificultad, pudiendo realizarse por los procedimientos habituales en los laboratorios.

Una vez realizadas, y clasificados los pacientes por grupos, se procedió al estudio de su correlación lineal, por el método «todas con todas», mediante ordenador, según fórmulas conocidas y habituales. Tan sólo suministraremos los coeficientes de correlación obtenidos cuando éstos tengan una significatividad de al menos el doble de la «significatividad frente a cero».

Medida de los porcentos de excreción

De acuerdo con trabajos nuestros anteriores (2), hemos aplicado las fórmulas siguientes, en las que llamamos:

- f, al filtrado de una sustancia, iónica o no, a través del sistema glomerular, por minuto.
- FFP, a la fracción de filtración plasmática.
- I_o, a la sustancia estudiada en orina (concentración).

I_p, a la misma sustancia en plasma (concentración).

E, a la cantidad de dicha sustancia eliminada por orina en 1 minuto.

V_m, al volumen minuto urinario durante el período de la prueba (concentración o dilución).

N_p, al nitrógeno no proteico del plasma.

N_o, al nitrógeno no proteico de la orina.

Está claro que se verifica:

$$\begin{aligned} f &= \text{FFP} \cdot I_p \\ E &= V_m \cdot I_o \end{aligned} \quad (\text{I})$$

Y que se cumple que:

$$\% E = 100 \cdot E/f \quad (\text{II})$$

El método tiene la única dificultad de necesitarse la determinación de la fracción de filtración plasmática, lo cual no se puede determinar con exactitud puesto que requiere técnicas engorrosas (inulina, EDTA, etc.).

Nosotros realizamos una estimación de la misma (3) valiéndonos del «aclaramiento» (ACL) no ureico, sino del nitrógeno total no proteico, procedimiento éste muy superior al de estimar la FFP en función del aclaramiento de creatinina.

La relación entre el aclaramiento nitrogenado y la FFP varía según el V_m urinario obtenido en la prueba de dilución, pudiendo escribir

las siguientes equivalencias, avaladas por alrededor de tres millares de exploraciones:

Si $V_m \geq 2$ ml, $FFP = 1,6 \cdot ACL$ Nitrog.
Si $V_m < 2$ ml, $FFP = 2,2 \cdot \sqrt{V_m} \cdot ACL$ Nitrog.

Teniendo en cuenta las fórmulas conocidas de los aclaramientos, el cálculo del % de excreción de una sustancia se puede expresar mediante la fórmula general:

$$\% E = k \cdot \frac{I_o}{I_p} \cdot \frac{N_p}{N_o} \quad (III)$$

El valor de la constante «k» es de

$$k = 62,5 \quad (\text{si } V_m \geq 2 \text{ ml}).$$
$$k = 45,5 \cdot \sqrt{V_m} \quad (\text{si } V_m < 2 \text{ ml}).$$

Por otra parte, los conceptos de osmometría (4) y osmometría «corregida» (5) ya han sido manejados por nosotros en otras ocasiones, y no vale la pena insistir en ellos

Resultados

Para mayor sencillez, preferimos suministrar los resultados en las seis tablas que publicamos en este trabajo.

En cada una de ellas, figuran los parámetros en estudio, los valores de los coeficientes de correlación, y, en negritas, estos valores cuando su significatividad es el doble al menos de la «S_o», cuyo valor aparece en cada caso, juntamente con el diagnóstico del grupo y en todos ellos el número de elementos de la muestra.

En la última tabla, de resultados globales, se indican, mediante las letras cuya explicación figura en ella, únicamente las correlaciones significativas, de manera que así tenemos una visión global de las mismas.

No ha entrado en nuestro objetivo el suministrar los valores de las medias de estos parámetros en los diferentes grupos de patologías, puesto que, aparte de que son conocidas, han sido objeto de otras publicaciones (6).

Comentarios

Diremos, para empezar, que el estudio de las correlaciones nos indicará si dos parámetros diferentes evolucionan en el mismo sentido o no y la cuantía de ese paralelismo. Como se comprende, no pueden hacerse sobre un solo paciente, requiriéndose el estudio de lotes suficientemente numerosos de ellos.

Las correlaciones son un buen instrumento para informarnos de la fisiopatología, ya que al

perderse o aparecer otras nuevas ponen de manifiesto aspectos tal vez desconocidos del comportamiento de la función renal en diversas circunstancias.

Hay que destacar que se aprecian diferencias netas entre las determinaciones realizadas en condiciones de concentración y las realizadas durante la prueba de dilución, lo cual evidencia la eficiencia de la técnica empleada. Precisamente se pierden algunas de estas correlaciones en los casos avanzados de insuficiencia renal.

Parte de las correlaciones que aparecen como significativas podemos considerarlas como «esperadas». Así, por ejemplo, están la correlación excelente entre la osmolaridad «sin corregir» y la «corregida», la buena correlación existente entre el porcentaje de absorción osmolar y el de sodio e incluso el de cloro, como la buena correlación entre ambos porcentajes de absorción de electrolitos, que sólo disminuye en las insuficiencias renales severas o graves.

Menos manifiestas son, aunque serían lógicas, las correlaciones entre los resultados de las pruebas de concentración y de dilución (que no atañerían a las diferencias que antes hemos mencionado). Especialmente, hay que señalar la floja correlación entre los porcentajes de excreción entre las condiciones de concentración y de dilución, así como la escasa correlación (significativa no obstante) entre las osmometrías y los electrolitos.

En pacientes diabéticos son más débiles las correlaciones referentes a osmometrías corregidas, con lo que se pone de manifiesto la insuficiencia renal de muchos de estos pacientes, enmascarada por la glucosa eliminada por la orina que altera los valores de osmolaridad y las propias densidades urinarias en las diferentes fases de la prueba.

En la insuficiencia renal, al fallar manifiestamente los mecanismos reguladores, se muestran anárquicos los resultados del examen de las correlaciones. Por el contrario, abundan las correlaciones frecuentes en los pacientes afectados de cirrosis de hígado, fenómeno sobre el que no encontramos una explicación plausible y que evidentemente está presente en los casos de coincidencia de la hepatopatía con la siempre temible insuficiencia funcional renal del cirrótico.

Las diferencias que, en la última de las tablas, aparecen en cuanto a correlaciones significativas entre los distintos tipos de enfermedades, pueden ser atribuidas a dos factores: Por una parte, al número de elementos de las respectivas muestras y, por otra, fundamentalmente, al distinto comportamiento del funcionalismo renal en diversas situaciones patológicas.

La luz que sobre estos puntos puedan proporcionar otras series de pacientes y otras esta-

TABLA I

Resultados normales

| | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 — % E. OS. 24 H | | | | | | | | | |
| 0,10 | 2 — % E. OS. PR | | | | | | | | |
| 0,44 | -0,47 | 3 — % E. O. C. 24 H | | | | | | | |
| -0,11 | 0,88 | -0,28 | 4 — % E. O. C. PR | | | | | | |
| 0,75 | -0,06 | 0,45 | -0,15 | 5 — % E. Cl- 24 H | | | | | |
| -0,24 | 0,71 | -0,30 | 0,82 | 0,01 | 6 — % E. Cl- PR | | | | |
| 0,81 | -0,01 | 0,42 | -0,13 | 0,96 | -0,04 | 7 — % E. Na+ 24 H | | | |
| -0,30 | 0,72 | -0,35 | 0,84 | -0,12 | 0,91 | -0,12 | 8 — % E. Na+ PR | | |
| 0,69 | 0,26 | 0,22 | 0,07 | 0,64 | 0,03 | 0,64 | -0,06 | 9 — % E. K+ 24 H | |
| 0,15 | 0,27 | -0,19 | 0,32 | -0,03 | 0,16 | 0,06 | 0,16 | 0,36 | 10 — % E. K+ PR |

N.º = 20. S_o = 0,23.

TABLA II

Resultados obtenidos referentes a la hipertensión

| | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 — % E. OS 24 H | | | | | | | | | |
| 0,43 | 2 — % E. OS. PR | | | | | | | | |
| 0,94 | 0,33 | 3 — % E. O. C. 24 H | | | | | | | |
| 0,40 | 0,85 | 0,38 | 4 — % E. O. C PR | | | | | | |
| 0,75 | 0,29 | 0,89 | 0,44 | 5 — % E. Cl- 24 H | | | | | |
| 0,25 | 0,57 | 0,23 | 0,69 | 0,38 | 6 — % E. Cl- PR | | | | |
| 0,79 | 0,28 | 0,90 | 0,42 | 0,98 | 0,41 | 7 — % E. Na+ 24 H | | | |
| 0,18 | 0,48 | 0,20 | 0,71 | 0,34 | 0,93 | 0,39 | 8 — % E. Na+ PR | | |
| 0,62 | 0,22 | 0,45 | 0,03 | 0,22 | -0,12 | 0,23 | -0,26 | 9 — % E. K+ 24 H | |
| 0,51 | 0,56 | 0,37 | 0,49 | 0,38 | 0,41 | 0,39 | 0,30 | 0,56 | 10 — % E. K+ PR |

N.º 21. S_o = 0,22.

TABLA III

Resultados obtenidos referentes a la diabetes

| | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 — % E. OS. 24 H | | | | | | | | | |
| 0,29 | 2 — % E. OS. PR | | | | | | | | |
| 0,95 | 0,30 | 3 — % E. O. C. 24 H | | | | | | | |
| 0,25 | 0,98 | 0,29 | 4 — % E. O. C. PR | | | | | | |
| 0,80 | 0,43 | 0,82 | 0,42 | 5 — % E. Cl- 24 H | | | | | |
| 0,14 | 0,72 | 0,18 | 0,74 | 0,35 | 6 — % Cl- PR | | | | |
| 0,85 | 0,36 | 0,82 | 0,32 | 0,93 | 0,25 | 7 — % E. Na+ 24 H | | | |
| 0,04 | 0,77 | 0,12 | 0,80 | 0,38 | 0,87 | 0,28 | 8 — % E. Na+ PR | | |
| 0,62 | 0,03 | 0,53 | 0,01 | 0,42 | -0,02 | 0,41 | -0,18 | 9 — % E. K+ 24 H | |
| 0,04 | 0,44 | 0,11 | 0,44 | -0,02 | 0,36 | -0,07 | 0,27 | 0,42 | 10 — % E. K+ PR |

N.º 26. S_o = 0,20.

TABLA IV

Resultados obtenidos referentes a la IRC

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------------|--|--|--|
| 1 — % E. OS 24 H | | | | | | | | | | | | |
| 0,53 | 2 — % E. OS. PR | | | | | | | | | | | |
| 0,99 | 0,53 | 3 — % E. O. C. 24 H | | | | | | | | | | |
| 0,55 | 0,99 | 0,55 | 4 — % E. O. C. PR | | | | | | | | | |
| 0,83 | 0,40 | 0,83 | 0,41 | 5 — % E. Cl- 24 H | | | | | | | | |
| 0,23 | 0,67 | 0,25 | 0,66 | 0,21 | 6 — % E. Cl- PR | | | | | | | |
| 0,55 | 0,57 | 0,55 | 0,56 | 0,77 | 0,33 | 7 — % E. Na+ 24 H | | | | | | |
| 0,50 | 0,78 | 0,51 | 0,77 | 0,60 | 0,76 | 0,83 | 8 — % E. Na+ PR | | | | | |
| 0,82 | 0,78 | 0,80 | 0,76 | 0,65 | 0,30 | 0,60 | 0,58 | 9 — % K+ 24 H | | | | |
| 0,55 | 0,91 | 0,53 | 0,90 | 0,39 | 0,45 | 0,48 | 0,59 | 0,80 | 10 — % E. K+ PR | | | |

N.º 32. S_o = 0,18.

TABLA V

Resultados obtenidos referentes a la cirrosis

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|--|--|--|
| 1 — % E. SO. 24 H | | | | | | | | | | | | |
| 0,83 | 2 — % E. OS. PR | | | | | | | | | | | |
| 0,99 | 0,87 | 3 — % E. O. C. 24 H. | | | | | | | | | | |
| 0,83 | 0,99 | 0,87 | 4 — % E. O. C. PR | | | | | | | | | |
| 0,99 | 0,84 | 0,99 | 0,84 | 5 — % E. Cl- 24 H | | | | | | | | |
| 0,08 | 0,57 | 0,15 | 0,57 | 0,09 | 6 — % E. Cl- PR | | | | | | | |
| 0,99 | 0,82 | 0,99 | 0,81 | 0,98 | 0,08 | 7 — % E. Na+ 24 H | | | | | | |
| 0,08 | 0,58 | 0,16 | 0,58 | 0,09 | 0,97 | 0,09 | 8 — % E. Na+ PR | | | | | |
| 0,97 | 0,81 | 0,96 | 0,80 | 0,94 | 0,04 | 0,95 | 0,06 | 9 — % E. K+ 24 H | | | | |
| 0,94 | 0,87 | 0,95 | 0,90 | 0,95 | 0,19 | 0,92 | 0,22 | 0,92 | 10 — % E. K+ PR | | | |

N.º 19. S_o = 0,24.

TABLA VI

Resultados globales

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|------------------|--|--|--|--|--|
| 1 — % E. OS. 24 H | | | | | | | | | | | | |
| C. | 2 — % E. OS. PR | | | | | | | | | | | |
| T.D.R.C. | C. | 3 — % E. O. C. 24 H | | | | | | | | | | |
| C. | N.T.D.R.C. | C. | 4 — % E. O. C. PR | | | | | | | | | |
| N.T.D.R.C. | C. | T.D.R.C. | C. | 5 — % Cl- 24 H | | | | | | | | |
| | N. D.R. | | N.T.D.R. | 6 — % E. Cl- PR | | | | | | | | |
| N.T.D. C. | C. | T.D. C. | C. | N.T.D.R.C. | 7 — % E. Na+ 24 H | | | | | | | |
| | N. D.R. | | N.T.D.R. | | N.T.D.R.C. | R. | 8 — % E. Na+ PR | | | | | |
| N. R.C. | R.C. | R.C. | R.C. | N. R.C. | R.C. | N. C. | 9 — % E. K+ 24 H | | | | | |
| C. | R.C. | C. | R.C. | C. | | C. | 10 — % E. K+ PR | | | | | |

N = Normales; T = Hipertensión; D = Diabetes; R = Insuficiencia renal; C = Cirrosis.

N.º 118. S_o = —.

dísticas constituyen un tema interesante de investigación.

Resumen

Se estudian las correlaciones entre 10 parámetros que traducen el procentaje de excreción urinaria del cloro, sodio, potasio y osmolaridad (sin corregir y «corregida»), en sujetos normales y en diversas situaciones patológicas.

Pese a la aparente ligazón de algunos de estos valores, en general se aprecia independencia entre unos y otros, especialmente en condiciones de concentración y muy particularmente en el potasio.

En determinados grupos patológicos, como es la diabetes y la cirrosis, sobre todo si están abocadas a la insuficiencia renal, y en la propia insuficiencia renal crónica, estas correlaciones se hacen más extensas y abundantes, al perder el riñón su capacidad reguladora y «discriminadora».

Las dos funciones que conserva más tardíamente el riñón en casos de insuficiencia renal en sus diversos grados, y por tanto aquellas cuya

alteración se debe considerar como signo más grave, son la diferenciación entre las condiciones de concentración y de dilución, y la excreción del ion potasio, autónoma en relación al cloro y al sodio.

Bibliografía

1. Andériz, M.: Exploración funcional del riñón en la práctica clínica. Arch. Facultad Med. Zaragoza, XI, 5, 729, 1963.
2. Andériz, M.; Cebollada, J.; San Sebastián, T.: Absorción renal del sodio. Rev. Esp. Urol. y Nefrol., XIX, 1, 1966.
3. Andériz, M.; Valilla, J. P.; Sola, J.; Da Costa, M.; Uriz, J.: Aspectos teóricos de la exploración funcional renal. An. Instit. Médico de la Benef. de Navarra (en prensa).
4. Andériz, M.; Sola, J.; Cebollada, J.; Carasusan, J.: Osmometría del plasma y de la orina en la exploración funcional del riñón. An. Instit. Méd. Benef. Navarra, XI, 2, 1977.
5. Andériz, M.; Sola, J.; Tanco, S.; Orradre, B.; Urbieita, M.; García Sanmartín, M. L.; Gasca, R.: Un nuevo concepto de exploración funcional renal: la osmometría corregida. Rev. SEDYT, V, 2, 41, 1983.
6. Andériz, M.; Tanco, S.; Orradre, B.: La osmometría de la orina en la exploración funcional del riñón. An. Instit. Méd. Benef. de Navarra, 16, 2, 19, 1981.