

RESÚMENES DEL 1^{er} SIMPOSIO IBÉRICO DE LAS SOCIEDADES ESPAÑOLA Y PORTUGUESA PARA EL ESTUDIO DEL MAGNESIO

Huesca. Septiembre, 1999

MESA REDONDA 1

Determinación de magnesio iónico intracelular por citometría de flujo

D. Pereboom, J.M. Lou, J.O. Alda y J.F. Escanero
Departamento de Farmacología y Fisiología de la Facultad de Medicina. Zaragoza.

De los tres estados del magnesio en líquidos orgánicos: ionizado, acompañado con pequeños aniones y unido a proteínas, sólo la fracción iónica del magnesio [Mg⁺⁺] es la biológicamente activa y responsable de las importantes funciones de este alcalinotérreo en el interior de la célula. En plasma se estima que esta fracción representa un 65% del total, mientras que los datos del interior de las células dependen del tipo de tejido y oscilan entre el 20% y el 50% del total.

La determinación precisa y rápida de este parámetro intracelular [Mg⁺⁺]i permitirá entender la regulación de este ion y sus funciones reguladoras que, hoy por hoy, permanecen oscuras.

Los métodos para determinar [Mg⁺⁺]i disponibles hoy día van desde la resonancia magnética nuclear (RMN) con P³¹, que siendo una técnica muy sensible no permite determinar en células intactas rápidamente, pasando por el microelectrodo selectivo, que es muy poco sensible y poco específico, hasta las técnicas basadas en colorantes fluorescentes que parecen ser las más prometedoras, al igual que lo son para el calcio.

El objetivo de este trabajo es poner a punto la determinación de [Mg⁺⁺]i por citometría de flujo.

Las determinaciones del contenido [Mg⁺⁺]i en granulocitos se llevaron a cabo en un citómetro de flujo eppics Elite (Coulter, Hialeah, Fl. USA). Los colorantes utilizados fueron Mag Indo 1-Am y Mag Fluo 4-Am (Molecular Probes). Para el primero se utilizó como excitación luz láser de 352 nm y para el segundo 488 nm. En las determinaciones con Mag Indo 1 se recogió la emisión de dos longitudes de onda: 405 ± 40 nm y a 480 ± 40 nm para realizar un ratio Mag Indo 1 /Mag Indo 1 libre; en las determinaciones Mag Fluo 4 se captó la emisión a 525 ± 20 nm. La sangre de donantes sanos voluntarios fue sometida a lisis de los hematíes por choque hipotónico. Los leucocitos fueron cargados con el colorante en su forma «AM» a la concentración cinco micromolar, durante 30 minutos a 37°, y posteriormente aclarados del colorante y mantenidos otros diez minutos a 37°. La determinación en el citómetro de flujo del [Mg⁺⁺]i se realizó sobre los granulocitos neutrófilos separados citométricamente en función de su tamaño y de su granulosidad.

Los resultados demuestran que la fluorescencia basal es muy alta incluso en células deplecionadas de Mg, quedando poca sensibilidad (< 2 unidades de fluorescencia) para células cargadas con 10 mM de Mg.

Los resultados de la ratio Mag Indo 1 /Mag Indo 1 libre dieron 10 unidades de fluorescencia para células de 0-10 mM de Mg total intracelular.

Será necesario encontrar colorantes con menor afinidad por las proteínas citosólicas para conseguir una mayor sensibilidad a los cambios en la concentración del [Mg⁺⁺]i.

Ionised magnesium-new views and utilities

S. Llobet^{1,2}, C. Montorio¹, M.J. Laires³
and M.J. Halpern^{1,2}

¹Instituto Superior de Ciencias da Saude Monte Caparicia. ²Centro laboratorial de Ciencias da Saude Monte Caparicia. ³Faculdade de Motricidade Humana Lisboa.

There are a variety of methods to access the status of Mg deficiency, for which the direct determination of intracellular magnesium is achieved using a variety of cells, the platelets types: the erythrocyte, the muscle cells, the mononuclear cells, the platelets; other methods are the analysis of bone magnesium, and the fractional magnesium excretion.

The measure of total magnesium by colourimetric methods or atomic absorption spectrophotometry (AAS) and recently the ionized magnesium by ISE-methods, are the most widely used determinations to access the extra-cellular form of magnesium. In clinical practice, erythrocyte magnesium concentration constitutes the easiest way of investigating cellular magnesium, to measure these intracellular levels. This determination that could be accomplished by a variety of methods, is time consuming and not readily available, which is incompatible with the time-response needs of modern medicine or if we need the values for use in intensive care laboratory evaluation.

So, we look for a way to access this intracellular magnesium status by using only two readily and easy parameters, the total magnesium measured colourimetrically and ionized magnesium by ISE AVI, 998-4, Erythrocytary Mg by AAS.

We calculate the ratios between Ionised-Mg/Total Magnesium - (MGI/MGT) and Ionized-Mg/RBC-Mg - (MGI/MGE) and with these ratios we calculate the linear regression between them and from equation «1» we build the equation «2» to calculate indirectly RBC-Mg:

Equation (1)

$$\text{MGI/MGE} = -0.3059 + 1.0499 * \text{MGI/MGT} \quad r = 0.596186 \\ p = 0.000199$$

Equation (2)

Ionised magnesium

$$\text{RBC-Mg} = \frac{\text{Ionized magnesium}}{\text{Total magnesium}} \\ - 0.3059 + 1.0499$$

Analysing the values obtained by the presented formula with those determined by AAS it was shown a positive and significant correlation $r = 0.593123$.

$p = 0.000218$, and there was no statistically difference between the mean values (t Student test, $p = -0.657690$).

The clinical use of these formula needs a more profound study, comparing the values achieved with other forms of intracellular magnesium mononuclear blood cells, platelets, muscular cells

and with bone magnesium, but for the moment it may be of great utility because with easy analytical methods we can have an indirect value about RBC-Mg and so about intracellular Mg status. We must emphasize that these two methods are easily automated and can give results in minutes, considering that the total Mg will be analysed by automated colourimetric methods, which will be very useful if think about the needs of hospital and intensive care medicine of present days.

In other approach we studied the influence of different forms of Mg: Total plasmatic, ionized and citrocitary, Mg related with parameters of oxidative stress. Plasmatic TBARS and TBAARS-LDL. We measured the values of:

TBARS L, TBARS P, Rel TRI/P, Mg^{++} , Total Mg, Eryt- Mg, T-Mg/Eryt-Mg, T-Mg/ Mg^{++} , Mg^{++} /T-Mg, Mg^{++} /Eryt-Mg.

As single values, the forms of Total- Mg, Eryt- Mg and Ion-Mg didn't show statistically significant correlation with plasmatic and LDI TBARS, but the relation ionized- Mg/eryt-Mg had shown a negative correlation with TBARS LDL $r = -0.69$ $p < 0.05$.

1) This correlation is important because it shows that, as the value of this ratio goes up (more MGI) we have lower values of ox-LDI, which is according with works that found a protective role of the ionized Mg in lipid-peroxidation.

2) This negative correlation shows that ionized Mg may have a protective role against LDL oxidation.

3) The use of relations between the three forms of Mg has enhanced the capacity to show this correlation and may be a new way of studying this subject.

We think that this ratio needs more study to find out what is the best value for this ratio, which is correlated with the lowest value of TBARS LDL, showing the better protection against LDL oxidation.

Effect of magnesium on secretagogue-evoked and nerve-mediated secretory responses in the isolated rat parotid gland

A. Mata^{*,***}, D. Marqués^{**}, J. Dias^{*}, M.F. Mesquita^{*}, D. Yago^{*}, M. Maás^{*} and J. Singh^{*}

^{*}ISCS-Sul, Monte da Caparico Portugal.

^{**}Departament of Physiology, University of Granada, Spain.

^{***}Department of Biological Sciences, University of Central Lancashire, Preston.

Magnesium (Mg^{2+}) can have profound effects on secretagogue-evoked secretory responses in the exocrine pancreas. Since the parotid gland can secrete amylase like the exocrine pancreas, it is important to ascertain whether a perturbation of extracellular Mg^{2+} [Mg^{2+}] can have similar effects on secretagogue-evoked and nerve-mediated secretory responses in the rat parotid gland. Amylase output and changes in intracellular free calcium concentration [Ca^{2+}]_i were measured using a established fluorimetric methods (Francis et al, Exp Physiol 1990; 75: 669-680). Basal amylase output and [Ca^{2+}]_i in normal (1.1 mM) and elevated (10 mM) [Mg^{2+}]_o were 12.32 ± 1.06 (n=17) and 6.6 ± 0.57 (n=12) Uml^{-1} (100 mg tissue)⁻¹ and 80.78 ± 5.23 (n = 17) and 83.68 ± 10.21 (n = 12) nM, respectively. These results indicate that elevated [Mg^{2+}]_o can inhibit basal amylase secretion but it has no effect

on basal [Ca^{2+}]_i. In parotid segments either acetylcholine (Ach: 10^{-5} M), noradrenaline (10^{-5} M), phenylepinephrine (Phe, 10^{-5} M) or electrical field stimulation (EFS: 50 V; 1 msec, 10 Hz) can produce a marked increase in amylase output above basal level in normal (1.1 mM) [Mg^{2+}]_o compared to much reduced secretory responses in elevated (10 mM) [Mg^{2+}]_o. Similarly, in fura-2 loaded parotid acinar cells, either Ach (10 M) or Phe (10 M) can evoked a marked increase in [Ca^{2+}]_i in normal [Mg^{2+}]_o compared to a much reduced response in elevated Mg^{2+} . Typically, the initial peaks and plateau phases of [Ca^{2+}]_i in the presence of 10^{-5} M Ach in normal and elevated [Mg^{2+}]_o were 211.95 (n = 7) and 124.40 ± 15.52 (n = 7) nM and 231.9 ± 47.33 (r = 7) and 109.87 ± 15.63 (n = 7) nM, respectively. Similar results were also obtained with 10^{-5} M Phe. The results indicate that Mg^{2+} can regulate nerve-mediated and secretagogue-evoked secretory responses in the parotid gland possibly via Ca^{2+} mobilization (both influx from extracellular medium and release from intracellular stores).

MESA REDONDA 2

Magnesio y hormonas calciotropas

A. Rapado

Servicio de Medicina Interna. Fundación Jiménez Díaz. Madrid.

Es importante conocer el papel de los compartimentos digestivos, renal y óseo en el mantenimiento de la homeostasis del magnesio. Sobre ellos influye decisivamente, tanto en su absorción como en su secreción pasiva y activa, la vitamina D, la parathormona y probablemente, la calcitonina. Estos compartimentos mantienen estables los niveles de magnesio extracelular a la vez que sientan las bases de la patogenia de los estados patológicos. Los mecanismos de transporte activo están compartidos con el calcio y otros cationes, aunque existen mecanismos reservados al propio magnesio, sobre todo, a nivel de la secreción tubular renal, lo cual explica el comportamiento de ciertos fármacos y las bases fisiopatológicas de su expresión clínica.

En la hipomagnesemia, sobre todo a nivel de alteraciones digestivas renales o bien secundarias a procesos intercurrentes como el alcoholismo, la hipomagnesemia crónica mantiene alterados los intercambios activos entre la luz y la membrana basolateral perpetuando la pérdida crónica de magnesio tanto por el jugo digestivo como por la orina. En ciertos casos de hipomagnesemia primaria éste es el mecanismo fundamental.

Al mismo tiempo la hipomagnesemia crónica indica alteraciones en la función de las hormonas calciotropas, tanto en su formación como en la secreción activa a partir de órganos diana como la célula paratiroidea y el riñón.

También desempeña un papel importante sobre el mantenimiento de la homeostasis de otras hormonas como la hormona antidiurética, los mineralocorticoides y la hormona tiroidea. Diferentes fármacos desempeñan un papel importante en el manejo tubular renal del magnesio como los diuréticos, los fármacos nefrotóxicos, etc.

Un conocimiento profundo de estos mecanismos de activación hormonal es fundamental para la comprensión de estados fisiológicos y patológicos de este importante catión.

MESA REDONDA 3

Bases moleculares de las tubulopatías hereditarias del magnesio

A. Rapado

Servicio de Medicina Interna. Fundación Jiménez Díaz. Madrid.

La célula epitelial permite un flujo regular y selectivo desde la superficie apical hasta la basolateral a través de caminos transcelulares o por flujos paracelulares entre células. Éste es el caso del transporte del magnesio renal cuya reabsorción se realiza preferentemente a nivel del asa ascendente de Henle y también en el tubo contorneado distal. Su patología ocasiona desde cuadros de nefrocalcinosis e insuficiencia renal a formas de aparición espontánea asintomática, habiéndose descrito 16 formas diferentes de base hereditaria. Nuestros conocimientos sobre las bases moleculares de estos hallazgos han avanzado en los últimos años para darnos una visión compleja, tanto desde el punto de vista fisiológico como patológico, que permite predecir la mutación genética que ocasiona la pérdida crónica de magnesio por vía renal.

El síndrome de Gitelman se debe a un trastorno genético del cotransportador Na/Cl sensible a tiazidas. Es el síndrome mejor conocido y forma parte en un sentido amplio de una variante del síndrome de Bartter. La hipomagnesemia familiar hipercalcémica con nefrocalcinosis se debe a un defecto en el gen PCLN -1, relacionado con la familia claudina de las proteínas de la unión intercelular epitelial renal.

La hipomagnesemia familiar con hipocalcemia secundaria por afectación renal e intestinal es una afección ligada al cromosoma 9 y se ha descrito en varias familias con herencia de carácter autosómico recesivo. La hipomagnesemia asintomática familiar se encuentra ligada al cromosoma 11q23 como forma aislada de pérdida de magnesio renal y cuyo defecto genético es una mutación exclusiva de la célula epitelial renal e independiente del gen que controla el manejo intestinal de magnesio.

En otros síndromes tubulares también se ha descrito hipomagnesemia, como el síndrome de Bartter y sus tres variantes, la osteodistrofia hereditaria de Albright, en la displasia acromesomélica, tipo Maroteaux, en la hipercalcemia hipocalcémica familiar tipo I y en el síndrome de Dent.

Un mejor conocimiento de las bases fisiológicas y hereditarias de estos trastornos permitirán tanto una conducta eugenésica como la prevención y tratamiento precoz de estas anomalías.

Radicais de oxigénio e desporto. Papel do magnésio e dos oligoelementos

M.J. Laires

Faculdade de Motricidade Humana. Laboratório de Bioquímica. Lisboa.

O aparecimento do oxigénio atmosférico veio propiciar novos caminhos evolutivos na biosfera quer pela maior eficiência bioenergética do metabolismo aeróbio, quer pela formação da camada de ozono. No entanto, é hoje aceite que a vida em anaerobiose trouxe novos problemas homeostáticos aos seres vivos,

impostos pela reactividade deletéria do oxigénio com as biomoléculas (peroxidação).

Durante o exercício, o consumo de oxigénio pode aumentar mais de 10 vezes para além dos valores basais, o que implica um aumento de produção de radicais livres, com o previsível aumento dos processos peroxidativos indutores de lesões. O problema da adaptabilidade às condições de aerobiose é crucial visto que muitos processos degenerativos, incluindo o envelhecimento, são iniciados por radicais livres. O exercício controlado assume uma grande importância biomédica, tendo efeitos profiláticos. Uma das hipóteses para interpretar estes resultados relaciona-se com as respostas adaptativas ao nível das defesas antioxidantes induzidas pelo treino cientificamente orientado. O controlo dietético é igualmente importante.

Muitos dos enzimas dos sistemas antioxidantes dependem de um «status» adequado em minerais e oligoelementos para o seu funcionamento. A pesar do ião magnésio não ser considerado um antioxidante, diversos autores verificaram que o seu défice contribui para a produção de radicais livres. Este problema poderá ter alguns reflexos ao nível das metodologias do treino, pois é recomendável assumir metodologias que minimizem os processos de peroxidação induzidos pelo exercício. Esta problemática da peroxidação é igualmente importante noutros domínios como por exemplo nas relações entre a actividade física e o envelhecimento e nos reflexos da actividade física na peroxidabilidade de indivíduos com determinadas situações patológicas. Através da avaliação dos índices de peroxidação poder-se-á esboçar uma ideia em relação à tolerância de diferentes populações ao esforço aeróbio.

Magnesio en el enfermo de Unidades de Cuidados Intensivos

M. Guerra, M.P. Escuela y J.F. Escanero
Departamento de Farmacología y Fisiología. Universidad de Zaragoza.

Introducción. La relación entre hipomagnesemia y mortalidad en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) es aproximadamente el doble de lo que se presenta con pacientes que tienen las concentraciones plasmáticas de magnesio (Mg) total dentro de la normalidad. Para valorar la gravedad de los pacientes en las primeras 24 horas, se viene utilizando el Apache II que tiene en cuenta el grado de anormalidad de doce parámetros fisiológicos (entre los que no se encuentra el Mg), el estado previo de salud y la edad.

Con objeto de analizar si el Mg⁺⁺ puede usarse para ayudar a evaluar la gravedad del paciente, se han correlacionado los valores obtenidos por un test de gravedad (Apache II) con el nivel plasmático de Mg⁺⁺ en pacientes quirúrgicos.

Material y métodos. Para el desarrollo del presente trabajo se utilizaron 50 pacientes procedentes de traumatología (20), neurocirugía (10), digestivo (13) y otras patologías (7), sometidos a intervenciones quirúrgicas programadas que requerían tratamiento en UCI. Ninguno presentaba alteraciones en la función renal, diabetes, hipertensión o alcoholismo. Se utilizó un grupo control de 32 voluntarios sanos por no contar con los valores basales de los pacientes. A todos ellos se les realizó el Apache II, y en los primeros días se extrajo sangre venosa para valorar el Mg⁺⁺

con un aparato AVL 988-4. El tratamiento estadístico se realizó mediante un análisis de varianza, con el programa Stat view.

Resultados. Existe un aumento significativo de los valores de Mg^{++} en todas las procedencias con respecto a los controles a partir del segundo día ($p < 0,05$). También existe una correlación entre los valores de Mg^{++} obtenidos en el segundo y tercer día y el índice pronóstico del test Apache II.

Conclusiones. El Mg^{++} puede utilizarse, junto con otras pruebas de gravedad, para valorar el pronóstico del paciente.

MESA REDONDA 4

Concentración de magnesio en agua de consumo: legislación

M.C. Agudo, E. Rupérez, J. Bachiller, J.F. Martín y L. Pérez

Escuela Universitaria de Fisioterapia. Universidad de Valladolid.

El Real Decreto 1138/1990 B.O.E. n.º 226 sienta las bases para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público, en el Anexo B (características físico-químicas) se publican los niveles guía y las concentraciones máximas admisibles (CMA) de Mg en agua. Entendemos por nivel guía el nivel óptimo para el agua de consumo que en este caso son 30 mg/l, y para la CMA 50 mg/l, teniendo en cuenta que un agua que sobrepasa esta medida se considera no potable.

En el estudio de la península ibérica hemos muestreado 266 poblaciones y sólo 9 de ellas presentaron concentraciones de Mg en agua mayores de la CMA. Al situar geográficamente estas poblaciones observamos que todas se encontraban en suelo de tipo calcáreo y que poseían todas ellas más de 50.000 habitantes. La tasa de mortalidad fue significativa ($p < 0,01$) en 4 de ellas.

El hecho de que la excepción a la Ley fuese tan escasa (9 localidades) en un terreno tipo 2 se podría explicar debido a que la legislación considera como aguas no potables las que superan la CMA y por tanto nosotros sugerimos que teniendo en cuenta que el Mg está considerado como factor protector para las enfermedades cardiovasculares, la legislación española debería tener en cuenta los resultados del estudio.

Relación entre mortalidad por enfermedades cardiovasculares y contenido en calcio y magnesio en agua de consumo: estudio preliminar en la península ibérica

L. Pérez, M.C. Agudo, E. Rupérez, J. Bachiller y J.F. Martín

Escuela Universitaria de Fisioterapia. Universidad de Valladolid.

El objetivo de este trabajo ha sido averiguar si existe relación entre la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y la concentración de Ca o Mg en agua de consumo en la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias. Se han tratado estadísticamente las concentraciones de calcio y magnesio de agua potabilizada

para el consumo, facilitadas por las Direcciones Provinciales de Salud Pública de las 17 Comunidades Autónomas que existen en España, además de los datos de Portugal, facilitados por el profesor Massano Cardoso de la Universidad de Coimbra. Con los datos disponibles se han realizado los siguientes análisis: a) sopesar el contenido medio de calcio y magnesio en el agua para cada localidad y para el conjunto de ellas; b) relacionar el contenido de magnesio con el contenido de calcio en cada punto; c) obtener la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en cada localidad, dividiendo el número de muertes por todas las enfermedades cardiovasculares (lista de enfermedades del INE y causa de muerte grupo VII, 61-69) entre la población existente en 1993 en cada localidad (datos facilitados por el INE y Portugal); d) estudiar la relación entre la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y contenido de Ca y Mg en agua de consumo, y e) analizar esta relación subdividiendo las localidades según el número de habitantes. Del resultado de estos análisis se deduce que: las concentraciones de Ca y Mg ($X \pm DE$) para los 266 puntos estudiados son $65,05 \pm 47,08$ y $17,56 \pm 16,10$ mg/l, respectivamente; el coeficiente de correlación (r) entre Ca y Mg para estos puntos estudiados es 0,76 ($p < 0,05$), entre la concentración de Mg en agua de consumo y tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares $r = -0,05$, entre concentración de Ca y tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares $r = -0,17$ y por último se observa una tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares mayor en las poblaciones de menos de 5.000 habitantes. De estos resultados se deduce que debemos realizar un análisis más extenso de los datos.

Relación entre mortalidad cardiovascular y concentración de magnesio en agua

E. Rupérez, M.C. Agudo, J. Bachiller, J.F. Martín y L. Pérez

Escuela Universitaria de Fisioterapia. Universidad de Valladolid.

En estudios previos se ha visto que en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares en zonas geográficas donde las aguas se consideran duras (gran cantidad de sales de Ca y Mg) la mortalidad es menor.

En nuestra península, donde existen distintos tipos de sustratos geológicos, suponíamos que nuestros datos corroborarían los de otros autores.

De 266 poblaciones estudiadas, hemos seleccionado 51 por tener una elevada tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares ($> 0,01$), hemos observado que en esos 51 puntos no existe correlación significativa entre la concentración de Mg en el agua de consumo y la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares.

Situando estas poblaciones geográficamente observamos que todas ellas se encuentran en zonas del litoral, donde la calidad del sustrato geológico corresponde a los tipos 4 y 3a siendo dos zonas de la península donde la composición del suelo no es calcárea.

Con estos resultados nos planteamos la importancia que pueda tener la composición del suelo a la hora de localizar zonas con una

mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares, considerándolo como un factor diferente a la concentración de Mg en el agua de consumo.

Relación entre la concentración sérica de selenio y el infarto agudo de miocardio

R.M. Pérez Beriain, A. García de Jalón, M.L. Calvo Ruata, P. Bocos, J. Escanero y P. García Pascual

Unidad de Nutrición y Metales. Servicio de Bioquímica. Hospital Miguel Servet. Zaragoza.

Introducción. El infarto agudo de miocardio (IAM) se define como la necrosis del músculo cardíaco debida a una interrupción del flujo sanguíneo en las arterias coronarias. Parece existir una relación entre el déficit de selenio y un mayor riesgo de enfermedades miocárdicas. En la bibliografía se expresa una correlación positiva entre la concentración de selenio en suero y la fracción de eyección ventricular derecha, así como valores muy bajos de selenio en sangre con pacientes que sufren IAM. Otros estudios demuestran que las personas con selenio < 45 µg/l tienen un riesgo 2,9 veces mayor de sufrir una enfermedad coronaria.

Objetivos. Estudiar la relación entre el IAM y la concentración sérica de selenio en nuestro medio.

Material y métodos. Se han analizado las muestras de 47 pacientes en el momento de acudir a urgencias por sospecha de IAM y cuyo diagnóstico fue confirmado por la clínica, las enzimas cardíacas y los hallazgos electrocardiográficos, y se ha determinado la concentración de selenio en suero. Como grupo control seleccionamos los sueros de 56 personas aparentemente sanas, con edades comprendidas entre 45 y 80 años.

La determinación ha sido realizada mediante espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito y corrector de fondo Zeeman (Perkin Elmer 4110 ZL), usando solución de (NO₃)₂Pd como modificador de matriz.

Los cálculos estadísticos se han realizado mediante el programa estadístico SPSS.

Resultados. Los resultados de las concentraciones séricas de selenio en los grupos fueron los siguientes:

	N	Media (mg/l)	DE	IC (95%)
Grupo control	56	74,2	12,6	49,0-99,4
Grupo IAM	47	61,0	11,5	38,0-84,0

DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza; IAM: infarto agudo de miocardio.

La comparación de las medias mediante la prueba de la t de Student nos da un resultado estadísticamente significativo con una $p < 0,05$.

Conclusiones. Podemos concluir que en nuestro medio, los individuos con infarto agudo de miocardio presentan unas concentraciones séricas de selenio menores a las concentraciones séricas de selenio en la población normal, aunque mayores a los valores considerados como patológicos (< 30 µg/l).

Sustratos geológicos de la Península Ibérica y su contenido en Mg

J. Bachiller*, M.C. Agudo**, E. Rupérez**, J.F. Martín** y L. Pérez**

*Facultad de Traducción e Interpretación. Universidad de Valladolid.

**Escuela Universitaria de Fisioterapia. Soria.

Salvadas las limitaciones que impone un estudio de estas características, debido, por un lado, a la imposibilidad de conocer el lugar concreto donde cada localidad realiza la captación del agua para consumo de la población y, por otro, a los tratamientos que cada municipio realiza a las aguas de consumo para adaptarlas a la legislación o simplemente equilibrar sus componentes, en este apartado se intenta averiguar si existe una correlación entre el sustrato en el que se obtienen las aguas de consumo y el contenido en magnesio y otros elementos de las mismas. Para ello se ha contado con un número elevado de estaciones, repartidas por toda la geografía peninsular, que, a juzgar por los contrastes litológicos existentes entre ellas, puede resultar suficientemente representativa para el estudio que queremos acometer.

Efectivamente, las estaciones de las que disponemos datos se encuentran situadas principalmente en las comunidades de Galicia, País Vasco y Navarra, Cataluña, Levante y Extremadura, aparte de la vecina Portugal, que son espacios con grandes contrastes en cuanto al sustrato litológico. Si analizamos el mapa geológico de la Península Ibérica, se pueden distinguir tres zonas perfectamente delimitadas: la España silíceo, que ocupa todo el occidente peninsular y gran parte de Portugal, con algunos apéndices en la Cordillera Central, Sierra Morena y Cordillera Cantábrica, y otras afloraciones más aisladas en el centro de la Ibérica, el Pirineo Axial y la Cordillera Penibética. La España calcárea, que forma una gran S de norte a sur de la península y la España arcillosa, centrada en los principales valles fluviales. Aunque dicha clasificación encierra una variedad muy amplia de tipos de rocas y, por tanto, de componentes químicos del sustrato, para facilitar el trabajo, hemos establecido una clasificación muy sintética del tipo de roca existente en cada estación, que hemos dividido en cinco tipológicas: a) rocas sedimentarias, generalmente arcillas, areniscas, etc., ricas en sílice; b) rocas calcáreas, generalmente calizas, ricas en calcio, magnesio y otros elementos básicos; c) rocas plutónicas ácidas, formadas por rocas que se han formado en el interior de la tierra, generalmente granitos, bien representadas en todo el occidente peninsular; d) rocas plutónicas básicas que, a diferencia de las anteriores, tienen alto contenido en elementos básicos como Ca o Mg, y finalmente e) rocas metamórficas, formadas mayoritariamente por cuarcitas, pizarras y gneis, y constituidas como elemento dominante por sílice.

SESIÓN DE CLAUSURA

Magnesium physiopathology

M. Júdice Halpern

Instituto Superior de Ciências de Saúde Sul Monte de Caparica. Portugal.

The multiple functions of magnesium in human body (energy formation neuromuscular excitability, action on cellular membrane,

protein synthesis, calcium antagonist, coagulation, etc.) explain the multivariate symptoms of magnesium carency.

Many nutritional enquiries show a subliminal carency of magnesium in developed countries. Great part of foods is poor in magnesium. In Portugal great part of tape and thermal waters are magnesium poor.

Magnesium absorption is done in small intestine. In normal situation only 30% is absorbed. In carency until 70% can be absorbed. Magnesium is eliminated essentially by stools, urine and sweat. Magnesium is an intracellular ion. Plasma magnesium represents a very small amount of total magnesium and only 55% are ionized. The study of intracellular magnesium is difficult. The easier approach, but no the better, is globular magnesium. In other presentations ionized and intracellular magnesium shall be discussed.

In pregnancy we observed low serum and globular magnesium levels with the lowest levels at 20-30 and 28-31 weeks for serum magnesium and 16-19 and 28-31 for globular.

In diabetics after a glucose load, magnesium decreases when insulin reaches the maximum peek.

Physical exercise generally decreases magnesium levels. We observed decreases in bicycle ergometer, swimmers and volleyball players but not in runners.

Some other physiological factors can affect physiological levels as sex, age, genetic factors.

Magnesium carency can be and secondary. Primary carency is only caused by low intake.

The most important secondary cause is the diuretics.

Magnesium carency is often observed in cardiovascular diseases. We shall discuss Barlow disease, coronary disease, dysarrhythmia and hypertension, and in some cases the action of intravenous administration of magnesium.

In alcoholism there are a decrease of magnesium levels.

LIBRES

Relación insulina, glucosa y magnesio iónico intraeritrocitario tras una prueba ergométrica en deportistas jóvenes

J.F. Escanero, M. Guerra, J. Villanueva y A. Monge

Departamento de Farmacología y Fisiología. Universidad de Zaragoza.

Introducción. Las variaciones plasmáticas de insulina y glucosa tras una prueba ergométrica no están definitivamente establecidas (López et al. Apunts XXXII. 1995; 153-156 y Bente & Erik. Am J Physiol 1998; 275: E332-337, Mg_p⁺⁺; Vettor et al. Acta Diabetol 1997; 34: 61-66). Por otra parte, nuestro grupo (Guerra et al. Metal Ions 1996; 4: 544-546), estandarizó las variaciones plasmáticas de magnesio iónico (Mg_p⁺⁺) tras una prueba cicloergométrica hasta el agotamiento. En el presente trabajo se pretende valorar si existe una correlación entre los niveles de insulina y los de Mg_p⁺⁺ así como con los de magnesio iónico intraeritrocitario (Mg_i⁺⁺) en un grupo de deportistas jóvenes antes y después de una prueba de esfuerzo hasta el agotamiento.

Material y métodos. En un grupo de trece deportistas jóvenes se realizó una prueba de esfuerzo hasta el agotamiento en un ta-

piz rodante con una inclinación del 10%. Cada 3 min se detuvo la prueba durante 1 min para realizar extracción de sangre capilar, en el lóbulo de la oreja, y medir la concentración de lactato. Antes, inmediatamente después y a los 30 min de finalizar la prueba, se extrajo sangre en tres tubos vacutainer (sin aditivos, con EDTA y con heparina de litio, respectivamente). Se midieron glucosa, urea, enzimas hepáticas, fórmula, recuento y hematocrito mediante autoanalizadores, insulina por el método Elisa (Merckodia), Mg_p⁺⁺ y Mg_i⁺⁺ mediante electrodo selectivo en un AVL988 y Mg total por espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados se corrigieron de acuerdo con las variaciones de volumen plasmático calculado con la ecuación de van Beaumont: % Δ P = 100 / (100 - Hcto₁) × 100 (Hcto₁ - Hcto₂) / Hcto₂ (J Appl Physiol 1972; 32: 71-73).

Resultados.

Tabla 1

	Basal	Final prueba	Recuperación
Δ volumen (%)	-	9,98 ± 5,99*	5,20 ± 4,31*
Mg _p ⁺⁺ (mM)	0,54 ± 0,04	0,47 ± 0,05*	0,49 ± 0,06*

*p < 0,01 respecto al basal.

Tomando en consideración los valores basales de insulina plasmática los deportistas se dividieron en dos grupos (por debajo y por encima de 10 μu/l) obteniendo las siguientes variaciones en las concentraciones de Mg_i⁺⁺ (mM):

Tabla 2

Insulina basal	Insulina final	Mg _i ⁺⁺ basal	Mg _i ⁺⁺ final
7,88 ± 1,60	16,50 ± 6,07*	0,49 ± 0,12	0,42 ± 0,11
21,46 ± 5,89	15,37 ± 5,47*	0,47 ± 0,12	0,51 ± 0,08

*p < 0,01 respecto al basal.

Conclusión. En la población deportista con niveles basales de insulina < 10 μu/l los niveles de Mg_i⁺⁺ disminuyen con la realización de una prueba ergométrica, mientras que en los atletas con niveles basales de insulina plasmática > 10 μu/l incrementan.

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto de la Diputación General de Aragón PCM 50/94.

Selenio plasmático en una prueba ergométrica en futbolistas

M. Guerra, J. Villanueva, R. Pérez-Berriain*, A. García de Jalón y J.F. Escanero

Departamento de Farmacología y Fisiología.

Universidad de Zaragoza. * Servicio

de Bioquímica Clínica. Hospital Miguel Servet. Zaragoza.

Introducción. El selenio es un elemento con efecto antioxidante del que se postula que puede ser fundamental para eliminar el estrés oxidativo desencadenado por la práctica deportiva. El ob-

jetivo de este trabajo es determinar las variaciones plasmáticas del selenio en una prueba cicloergométrica en futbolistas jóvenes.

Material y métodos. A quince futbolistas pertenecientes a un equipo aficionado del Real Zaragoza de edades comprendidas entre los 17 y 18 años, con al menos tres sesiones de entrenamiento semanal y un partido, se les realizó una prueba cicloergométrica en ayunas. En dicha prueba se aumentó la potencia en 50 W cada 2 minutos hasta el agotamiento (considerado como el punto en que se mantuvo durante más de un minuto el consumo máximo de O₂). Se extrajo sangre en tubos con heparina de litio, al comenzar la prueba (basal), nada más finalizarla y a los 30 minutos de finalizada (recuperación). Los plasmas se congelaron a -20° hasta el momento de la determinación. Se utilizó como grupo control los valores de normalidad obtenidos en personas sanas hasta 80 años de edad.

El selenio se determinó en un espectrofotómetro de absorción atómica con cámara de grafito y corrector de fondo Zeeman (Perkin Elmer 4110 ZL). Se usó una solución de (NO₃)₂Pd como modificador de matriz.

Resultados. Los resultados, expresados en µg/l y sin aplicar ninguna corrección debida a la hemoconcentración, se representan en la tabla 1.

Tabla 1

	Basal	Final prueba	Recuperación
Fútbol	61,69 ± 7,05	61,67 ± 7,84	63,32 ± 4,28
Control	74,20 ± 12,6		

No existen variaciones significativas en el selenio entre las tres extracciones, aunque debe indicarse la existencia de un valor inferior a la media obtenida en el grupo control.

Conclusiones. Con las naturales reservas del grupo control utilizado, se observa que en estos deportistas existe una ligera disminución en los niveles de selenio plasmático en condiciones basales, no alterándose con una prueba de cicloergometría. Financiado por el Proyecto de la DGA PCM 50/94.

Valoración de magnesio y zinc séricos en pacientes con trastornos de la conducta alimentaria

N. Sanlleni*, L.C. Iglesias**, E. García-García, M.A. Julián, J.M. Velilla y R.J. Nuviala

*Servicio de Bioquímica Clínica. **Servicio de Psiquiatría. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Zaragoza.

Introducción. Los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) son una patología de gran importancia en nuestro medio en los últimos tiempos, siendo la adolescencia un período, desde el punto de vista nutricional, especialmente vulnerable. Muchos adolescentes adoptan malos hábitos alimenticios, conductas purgativas, etc., que conllevan una desnutrición que puede provocar grandes alteraciones en su medio interno.

En diversos estudios se ha sugerido que entre los parámetros estudiados en el perfil nutricional se encuentran alterados el magnesio y el zinc séricos.

Objetivo. Estudiar los perfiles nutricionales y valorar si en enfermos diagnosticados de TCA existen anomalías significativas en los niveles de zinc y magnesio.

Material y métodos. Realizamos un estudio retrospectivo en el que revisamos las historias clínicas de 41 pacientes con edades comprendidas entre 12-24 años, diagnosticados de distintos tipos de TCA: anorexia restrictiva (AR) (n = 30), anorexia purgativa (AP) (n = 6) y bulimia purgativa (BP) (n = 5) atendidos en el servicio de Psiquiatría Infantojuvenil del Hospital Clínico Universitario entre 1991-1997. En dichos pacientes se solicitó un perfil nutricional el primer día de consulta que solía coincidir con un momento álgido de la enfermedad.

Resultados.

Tabla 1

	Mg en AR	Mg en AP	Mg en BP	Zn en AR
Media ±DE	1,71±0,16	1,85±0,73	1,49±0,15	86,8±15,5
P25	1,62	1,42	1,37	77,1
P50	1,67	1,56	1,46	84,9
P75	1,84	2,43	1,63	94,3

Conclusiones. En todos los casos estudiados los niveles de Mg en suero se encuentran dentro de los límites de la normalidad (1,3-2,1 mEq/l), siendo el grupo de BP seguido de las AP los que tienen niveles más próximos al rango inferior.

Respecto a los niveles de Zn la mayoría de los casos se encuentran dentro de los límites de la normalidad: (70-150 + g/dl), habiendo un pequeño porcentaje del total (9,7%) que se encuentran por debajo del rango: de las AR, 7%; de las AP, 20%, y de las BP, 17%.

Sería necesario el estudio de un mayor número de pacientes para obtener resultados más significativos.

Efecto de la deficiencia de magnesio sobre el contenido de hierro y magnesio en diferentes estructuras cerebrales de la rata

E. Planells, P. Aranda y J. Llopis
Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Departamento de Fisiología. Universidad de Granada.

La diferencia de magnesio se encuentra relacionada con un gran número de alteraciones neurológicas, cardiovasculares, renales, gastrointestinales y musculares. Igualmente, está descrito que los signos y síntomas de dicha deficiencia se encuentran relacionados con complejas alteraciones electrolíticas secundarias al déficit del catión. En este trabajo evaluamos los cambios en el contenido de magnesio y hierro en diferentes estructuras cerebrales tales como corteza, cerebelo, hipocampo y cuerpo estriado, provocadas por un déficit prolongado del catión.

Se han utilizado ratas Wistar macho de 100 g a las que se les ha

suministrado *ad libitum* agua bidestilada y una dieta semisintética deficiente en magnesio (129 mg Mg/kg dieta). Al cumplirse la 5.^a y la 10.^a semana de ingerir la dieta, se sacrificaron por decapitación seis grupos de cinco ratas para cada período, separándose las diferentes estructuras cerebrales: corteza, cerebelo, hipocampo y cuerpo estriado. El magnesio y el hierro se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados se compararon con los obtenidos en dos grupos control (de 5 y 10 semanas) compuesto por ratas alimentadas con la misma dieta, pero con la cantidad de Mg adecuada para cubrir sus necesidades nutricionales (480 mg Mg/kg dieta). Los animales control llevaron una alimentación *pair-fed* respecto a las ratas deficientes en magnesio. Las ratas se alojaron en jaulas individuales de metabolismo ubicadas en una habitación aireada termorregulada (21,2°C) y con un fotoperíodo controlado de 12 h.

Los resultados ponen de manifiesto que los niveles de Mg en las diferentes estructuras cerebrales del estudio presentan una clara tendencia a disminuir, tanto en cuerpo estriado como en hipocampo, a la 5.^a y 10.^a semana de período experimental. Igualmente, al estudiar la evolución de dichos efectos, observamos que se produce una disminución en la concentración de Mg con la edad del animal, presentándose diferencias significativas en cuerpo estriado de los animales control de 19 semanas frente a los controles de 5 semanas ($p < 0,01$). Por otro lado, los niveles de Fe presentan, en general, un claro incremento conforme avanza la deficiencia de Mg, mostrándose diferencias significativas ($p < 0,01$) tanto en la 10.^a semana en cuerpo estriado como en la 5.^a semana en hipocampo. Además, al igual que ocurre con el Mg, se observan incrementos en los niveles de Fe con la edad del animal, en general, en todas las estructuras cerebrales, siendo significativos ($p < 0,05$) tanto en cuerpo estriado como en hipocampo de los animales control de 10 semanas, respecto a los de 5 semanas. Este incremento generalizado en los niveles de Fe en las diferentes estructuras cerebrales podrían ser desencadenantes de un aumento en la formación de radicales libres, dado que generalmente, los radicales libres de oxígeno se forman a partir de una reducción dependiente de Fe, de la molécula de O_2 . Esto, a su vez, pudiera ser en parte la causa de muchas alteraciones cerebrales.

Concentraciones de selenio sérico en neonatos

R.M. Pérez Beriain, A. García de Jalón, F. Guirado, E. Mayayo, M.L. Calvo Ruata, M.P. Bocos y P. García Pascual
Unidad de Nutrición y Metales. Servicio de Bioquímica. Hospital Miguel Servet. Zaragoza.

Introducción. Los prematuros y los lactantes en los primeros meses de vida son grupos de población expuestos a carencia de selenio, debido a la poca cantidad de este elemento que hay en los alimentos para ellos destinados (alimentación parenteral y fórmulas infantiles). En niños mayores el aporte más importante de selenio les llega con la carne, el pescado y los cereales. Los valores aumentan hasta llegar a su máximo en el comienzo de la madurez (20 años).

Parece oportuno desagregar la población de neonatos en subgrupos en función de la edad, del tiempo de gestación, del peso del recién nacido (RN), etc.

Si bien en todos los casos, la importancia de las concentraciones de selenio se debe a la función que dicho elemento desempeña en la eliminación de radicales libres, es importante destacar su papel como oligoelemento necesario para transformar la T_4 en T_3 (más activa).

Objetivo. Estudiar la influencia de factores como el sexo, la edad gestacional y el peso del RN en los niveles séricos de selenio.

Material y métodos. Se ha analizado el selenio en sangre de 247 neonatos, nacidos entre junio del 98 y junio del 99. Se ha recogido el sexo en 203 de ellos, la edad gestacional en 222 de ellos, el peso en 220 y la existencia de ictericia en 214 de los RN.

El método utilizado ha sido un espectrofotómetro de absorción atómica con cámara de grafito y corrector de fondo Zeeman (Perkin Elmer 4110 ZL) usando solución de $(NO_3)_2Pd$ como modificador de matriz.

El análisis estadístico se ha llevado a cabo con el programa estadístico SPSS.

Resultados y conclusiones. La determinación de selenio en los 247 neonatos, nos muestran unas concentraciones de $31,2 \pm 16,8 \mu g/l$, que son menores en más de un 50% a la concentración de selenio sérico en adultos. Según los distintos grupos de neonatos, tenemos:

1) Sexo: las concentraciones de selenio en función del sexo del neonato fueron las siguientes:

	N	Media ($\mu g/l$)	DE	IC (95%)
RN varón	103	29,7	7,8	14,1-45,3
RN mujer	100	31,1	8,7	13,7-48,5

Las diferencias fueron no significativas. Podemos concluir que el sexo de los RN no influye en los niveles de selenio.

2) Peso: con respecto al peso, la distribución de los niveles de selenio fue:

	N	Media ($\mu g/l$)	DE	IC (95%)
RN con peso < 2.500 g	102	28,6	8,1	12,4-44,8
RN con peso > 2.500 g	118	33,1	8,6	15,9-50,3

La «t» de Student para muestras independientes demuestra una diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0,001$.

3) Edad gestacional: en lo que se refiere a la edad gestacional, los resultados son:

	N	Media ($\mu g/l$)	DE	IC (95%)
RN prematuros	90	27,8	7,8	12,2-43,4
RN a término	132	32,1	7,9	16,3-47,9

Tras realizar un análisis de las medias, con una «t» de Student para muestras independientes, encontramos una diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0,001$.

Los RN prematuros presentan unos niveles de selenio inferiores a los de los RN a término.

4) Ictericia: en lo que respecta a la existencia de ictericia, los resultados son:

	N	Media (µg/l)	DE	IC (95%)
RN sin ictericia	178	30,5	8,0	13,5-46,5
RN con ictericia	36	29,5	7,8	13,9-45,1

La «t» de Student para muestras independientes demuestra que la diferencia es estadísticamente no significativa.

La ictericia no influye en los niveles de selenio en sangre de los neonatos.

Un 52% de los RN en nuestra muestra tienen una concentración sérica de selenio inferior a 30 µg/l, cifra considerada de riesgo en la bibliografía. Ello puede influir en la actividad de la 5'-desiodasa, disminuyendo la concentración de T₃ y agravando el hipotiroidismo endémico existente en algunas comarcas aragonesas.

Concentración de aluminio en sangre en los pacientes hemodializados de la comunidad autónoma de Aragón

R.M. Pérez Beriain, A. García de Jalón,
M.L. Calvo Ruata, M.D. Zapatero, J. Escanero
y P. García Pascual

Unidad de Nutrición y Metales. Servicio de Bioquímica. Hospital Miguel Servet. Zaragoza.

Introducción. Los trastornos del metabolismo de ciertos elementos traza constituyen un hecho constante durante la insuficiencia renal crónica. Las técnicas de depuración extrarrenal han supuesto una mayor supervivencia de los pacientes urémicos. Sin embargo, tras su utilización prolongada se ha evidenciado un creciente número de efectos secundarios indeseables, destacando los disturbios metabólicos por cúmulos de toxinas urémicas y las anormales concentraciones de determinados metales, como el aluminio.

El aluminio es un elemento que ha sido objeto de especial estudio durante la última década, dado el papel tóxico que desempeña en estos enfermos como consecuencia de su acumulación en diferentes tejidos del organismo (nervioso, hueso, hígado, bazo, músculo, etc.), su probable papel etiopatogénico en la osteodistrofia renal, y agravamiento de la anemia de la insuficiencia renal. Se discute en la actualidad sus implicaciones en la génesis de la encefalopatía de la diálisis y enfermedad de Alzheimer.

Objetivos. Estudiar la evolución de los niveles séricos de aluminio en los pacientes hemodializados en los hospitales públicos de Aragón desde 1994 a 1999.

Material y métodos. Se han analizado las muestras de todos los pacientes sometidos a un programa de hemodiálisis en la CA de

Aragón en los hospitales de la red pública, desde el año 1994 hasta el año 1998, así como los del año 1999 hasta el 20 de junio.

La determinación ha sido realizada mediante espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito con corrector de fondo Zeeman (Perkin Elmer 4110 ZL), usando solución de (NO₃)₂Pd como modificador de matriz.

Los cálculos estadísticos se han realizado mediante el programa estadístico SPSS.

Resultados. Se obtuvieron los siguientes resultados:

	N.º pacientes	Concentración de aluminio (µg/l)			Resultados > 100 µg/l
		P ₅	P ₅₀	P ₉₅	
Año 1994	159	5,12	19,40	97,10	6
Año 1995	233	4,47	17,22	62,02	1
Año 1996	278	4,00	18,00	55,05	1
Año 1997	118	3,56	19,50	73,52	2
Año 1998	338	2,39	12,60	52,49	0
Año 1999	273	5,00	14,40	56,58	3

Conclusiones. Se observa una disminución progresiva de los niveles séricos de aluminio, la cual se hace más patente en los dos últimos años. Esta disminución se puede explicar en parte por la aplicación de la Normativa Europea (Resolución 86/C 184/04) de control de la aluminemia en pacientes y de la concentración de aluminio en aguas y líquidos de diálisis, y por la progresiva disminución del uso de hidróxido de aluminio como quelante del fósforo.

Factores que influyen en los niveles de aluminio sérico en pacientes hemodializados

R.M. Pérez Beriain, A. García de Jalón,
M.L. Calvo Ruata, M.D. Zapatero, J. Escanero
y P. García Pascual

Unidad de Nutrición y Metales. Servicio de Bioquímica Clínica. Hospital Miguel Servet. Zaragoza.

Introducción. La encefalopatía, osteopatía y anemia se asocian a la acumulación de aluminio en pacientes con insuficiencia renal crónica sometidos a programas de diálisis. Minimizada y controlada la contaminación de las soluciones dializantes, es importante conocer la influencia de otros factores en la impregnación aluminica de estos pacientes. La administración oral de hidróxido de aluminio, Al(OH)₃, ha sido el tratamiento de la hiperfosforemia más generalizado por su eficacia, pero conlleva una exposición al aluminio. Para eliminar este riesgo se han ensayado otros quelantes de fósforo, entre otros el carbonato de calcio, CO₃Ca.

Objetivos. El siguiente trabajo pretende establecer la relación de la aluminemia en pacientes hemodializados con el tipo de

quelante de fósforo utilizado, así como con el tiempo de permanencia en el programa de diálisis.

Material y métodos. Aragón tiene una población de 1.200.000 habitantes de los cuales 338 se someten anualmente a programas de diálisis a causa de una insuficiencia renal crónica (IRC). La determinación del aluminio sérico para el control de estos pacientes procedentes de los hospitales públicos de la Comunidad Autónoma de Aragón se realiza en nuestro servicio mediante el método de espectrometría de absorción atómica con cámara de grafito y corrector de fondo Zeeman (Perkin Elmer 4110 ZL) usando $(NO_3)_2Pd$ como modificador de matriz. Se ha determinado la concentración sérica de aluminio en 273 pacientes desde el período del 1/1/99 al 20/6/99, en los cuales constaba el tiempo de permanencia en diálisis y el quelante utilizado en 176, desechándose los restantes.

Los cálculos estadísticos se han realizado mediante el programa estadístico SPSS.

Resultados. Para evitar factores de confusión, se agrupan las concentraciones séricas de aluminio de los pacientes de la forma siguiente:

	< 2 años en diálisis	> 2 años en diálisis	
Al $(OH)_3$ como quelante del fósforo	N = 33 Media = 29,1 $\mu g/l$ DE = 16,3	N = 39 Media = 34,6 $\mu g/l$ DE = 20,1	N = 72
Otros quelantes no aluminicos	N = 66 Media = 12,3 $\mu g/l$ DE = 8,3	N = 38 Media = 17,4 $\mu g/l$ DE = 12,4	N = 104
	N = 99	N = 77	N = 176

La tabla de contingencia resultante da un valor de la Chi-cuadrado de 5,37, y una diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0,05$.

Conclusiones. Existen factores como el tiempo de permanencia en diálisis, así como el tipo de quelante de fósforo utilizado en los pacientes sometidos a diálisis, que influyen en el nivel de aluminio en sangre, por lo que es importante que aquellos factores que pueden modificarse [la utilización de CO_3Ca en vez de $Al(OH)_3$, cuando sea posible] sean tenidos en cuenta por los especialistas que controlan a dichos pacientes.

Concentraciones séricas de selenio en pacientes hemodializados

R.M. Pérez Beriain, A. García de Jalón, M.L. Calvo Ruata, P. García Pascual, J. Escanero y T. Pérez Beriain
Unidad de Nutrición y Metales. Servicio de Bioquímica Clínica. Hospital Miguel Servet. Zaragoza.

Introducción. El selenio es uno de los aproximadamente 90 elementos estables de la corteza terrestre. Su peso atómico es de

78,96 y el número atómico es el 34. Fue hallado en 1817 por el químico sueco Berzelius, y se consideró durante largo tiempo desprovisto de propiedades biológicas. En 1957 Schwarz y Foltz establecen su importancia como nutriente esencial en la alimentación animal. Posteriormente, Rotruck et al lo identifican en el centro activo de la enzima glutatión peroxidasa. Este descubrimiento clarifica las relaciones entre el selenio y la vitamina E, como agentes antioxidantes. Más tarde un comité de expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) declara que el selenio es un nutriente esencial y no puede ser reemplazado por otros.

En la insuficiencia renal crónica (IRC) surgen trastornos de absorción, eliminación y/o metabolismo de gran número de nutrientes. Los trastornos del metabolismo de ciertos elementos traza constituyen un hecho constante durante la insuficiencia renal crónica. Hay diversos factores que aumentan o disminuyen el contenido total de algunos oligoelementos. Su ingreso o pérdida excesiva son posibles durante la diálisis, dependiendo de las concentraciones relativas en plasma y en líquido de diálisis, y del grado de fijación a las proteínas o hemáties.

Objetivos. Establecer la relación entre los niveles de selenio séricos en los pacientes sometidos a un programa de hemodiálisis frente a un grupo control.

Material y métodos. Hemos analizado los niveles séricos de selenio de 169 pacientes sometidos a programas de hemodiálisis en hospitales de la red pública de Aragón y controlados en nuestro servicio, durante el período del 1/1/99 al 20/6/99. Como grupo control seleccionamos los sueros de 56 personas aparentemente sanas, con edades comprendidas entre 45 y 80 años. Las determinaciones de selenio han sido realizadas con espectrofotómetro de absorción atómica con cámara de grafito y corrector de fondo Zeeman (Perkin Elmer 4110 ZL) usando solución de $(NO_3)_2Pd$ como modificador de matriz.

Los cálculos estadísticos han sido realizados con el programa SPSS.

Resultados. Las medias y desviaciones estándar (DE) de los niveles séricos de selenio en los grupos fueron las siguientes:

	N	Media ($\mu g/l$)	DE	IC (95%)
Grupo control	56	74,2	12,6	49,0-99,4
Grupo hemodializados	169	50,9	13,4	24,1-77,7

La comparación de las medias mediante la prueba de la «t» de Student, da un resultado estadísticamente significativo con una $p < 0,001$.

Hay que destacar que un 5% de los pacientes sometidos a hemodiálisis tienen unas concentraciones de selenio inferiores a 30 $\mu g/l$, que es la cifra considerada patológica en la bibliografía.

Conclusiones. Existe una disminución significativa en los niveles séricos de selenio de los pacientes sometidos a programa crónico de hemodiálisis frente a los niveles de selenio del grupo control, posiblemente de origen multifactorial (alteraciones metabólicas debidas a la IRC, modificaciones de los oligoelementos producidas por la hemodiálisis, etc.).

Concentraciones de selenio sérico en la mujer durante el embarazo

R.M. Pérez Beriain, A. García de Jalón, F. Guirado, V. Rebage, M.L. Calvo Ruata y T. Pérez Beriain

Unidad de Nutrición y Metales. Servicio de Bioquímica Clínica. Hospital Miguel Servet. Zaragoza.

Introducción. El selenio es uno de los aproximadamente 90 elementos estables de la corteza terrestre. Su peso atómico es de 78,96 y el número atómico es el 34. Fue hallado en 1817 por el químico sueco Berzelius, y se consideró durante largo tiempo desprovisto de propiedades biológicas. En 1957 Schwarz y Foltz establecen su importancia como nutriente esencial en la alimentación animal. Posteriormente, Rotruck et al lo identifican en el centro activo de la enzima glutatión peroxidasa. Este descubrimiento clarifica las relaciones entre el selenio y la vitamina E, como agentes antioxidantes. Más tarde un comité de expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) declara que el selenio es un nutriente esencial y no puede ser reemplazado por otros.

Existen diversos estudios que demuestran que existe una relación entre los niveles de selenio y el embarazo. Algunos autores apuntan que durante el embarazo disminuyen los niveles de selenio en suero (principalmente en las fases finales), lo cual podría ser debido a un aumento de los requerimientos de este oligoelemento. Por otro lado son varios los autores que no hallan diferencias entre los niveles de selenio en embarazadas frente al grupo control.

Nosotros vamos a intentar establecer una relación entre los niveles séricos de selenio y el embarazo.

Material y métodos. Se ha determinado la concentración sérica de selenio en 255 mujeres en el momento del parto durante el período del 29/9/98 al 20/6/99, y se ha comparado con un grupo control de 61 mujeres sanas, no embarazadas, con edades comprendidas entre los 17 y los 44 años.

La determinación ha sido realizada mediante espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito con corrector de fondo Zeeman (Perkin Elmer 4110 ZL), usando solución de $(\text{NO}_3)_2\text{Pd}$ como modificador de matriz.

Los cálculos estadísticos se han realizado mediante el programa estadístico SPSS.

Resultados. Las medias y desviaciones estándar (DE) de los grupos fue la siguiente:

	N	Media ($\mu\text{g/l}$)	DE	IC (95%)
Grupo madres	255	50,6	10,1	30,4-70,8
Grupo control	61	72,6	9,4	53,8-91,4

Tras realizar la comparación de las medias, mediante la «t» de Student para datos independientes, podemos concluir que la diferencia es estadísticamente significativa, con una $p < 0,001$.

Conclusiones. En nuestro medio hemos hallado diferencias

significativas entre los niveles en suero de selenio en mujeres en el momento del parto, frente al grupo control, por lo que podemos concluir que el embarazo supone una causa fisiológica de déficit de selenio. Y puesto que el nivel de selenio en leche materna parece influir en el nivel del neonato en sus primeros días de vida, quizás fuera interesante mantener a la madre con unos niveles óptimos mediante la suplementación con selenio.

Relación entre las características del recién nacido y la concentración sérica de selenio en la madre

R.M. Pérez Beriain, A. García de Jalón, F. Guirado, V. Rebage, M.L. Calvo Ruata y T. Pérez Beriain

Unidad de Nutrición y Metales. Servicio de Bioquímica Clínica. Hospital Miguel Servet. Zaragoza.

Introducción. El selenio es uno de los aproximadamente 90 elementos estables de la corteza terrestre. Su peso atómico es de 78,96 y el número atómico es el 34. Fue hallado en 1817 por el químico sueco Berzelius, y se consideró durante largo tiempo desprovisto de propiedades biológicas. En 1957 Schwarz y Foltz establecen su importancia como nutriente esencial en la alimentación animal. Posteriormente, Rotruck et al lo identifican en el centro activo de la enzima glutatión peroxidasa. Este descubrimiento clarifica las relaciones entre el selenio y la vitamina E, como agentes antioxidantes. Más tarde un comité de expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) declara que el selenio es un nutriente esencial y no puede ser reemplazado por otros.

El embarazo es una situación fisiológica que provoca un déficit de selenio, debido a la captación del selenio materno por el feto.

Objetivos. Establecer la relación de las concentraciones séricas de selenio en la madre con el producto del parto: sexo del hijo, pero del recién nacido (RN) y edad gestacional, así como con el tipo de parto (cesárea o vaginal).

Material y métodos. Se ha determinado la concentración sérica de selenio en 255 mujeres en el momento del parto durante el período del 29/9/98 al 20/6/99. Se conoce el sexo del RN en 240, y el peso y edad gestacional de los RN en todas las madres. El tipo de parto se conoce en 234 madres.

La determinación ha sido realizada mediante espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito y corrector de fondo Zeeman (Perkin Elmer 4110 ZL), usando solución de $(\text{NO}_3)_2\text{Pd}$ como modificador de matriz.

Los cálculos estadísticos han sido realizados con el programa estadístico SPSS.

Resultados y conclusiones.

1) Sexo del RN: la distribución de los niveles de selenio en las madres, según el sexo del RN fue la siguiente:

	N	Media (µg/l)	DE	IC (95%)
Madres (total)	255	50,6	10,1	30,4-70,8
Madres con RN mujer	107	50,8	11,1	28,6-73,0
Madres con RN varón	133	51,1	9,2	32,7-69,5

Tras realizar una «t» de Student para muestras independientes, la diferencia no es significativa.

Podemos concluir que el sexo del producto del parto, no influye en los niveles de selenio de la madre.

2) Peso del RN: los niveles de selenio en la madre según el peso del RN son:

	N	Media (µg/l)	DE	IC (95%)
Madres con RN de peso < 2.800 g	39	53,5	7,1	39,3-67,7
Madres con RN de peso > 2.800 g	216	50,1	10,5	29,1-71,1

La prueba de la «t» de Student para muestras independientes determina una diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0,01$.

Esto puede ser debido a que el paso de selenio de la madre al hijo se produce sobre todo en momentos finales del parto, que es cuando el RN gana el mayor porcentaje de peso.

3) Edad gestacional: según la edad gestacional, los resultados fueron:

	N	Media (µg/l)	DE	IC (95%)
Madres con RN pretérmino	18	53,2	11,0	31,2-75,2
Madres con RN a término	237	50,4	10,0	30,4-70,4

La prueba de la U de Mann-Whitney demuestra que las diferencias son estadísticamente no significativas.

Aunque la media de las madres con RN pretérmino es mayor a la de las madres de RN a término, las diferencias no son estadísticamente significativas debido posiblemente al pequeño tamaño de una de las muestras.

4) Tipo de parto: los niveles de selenio según el tipo de parto son:

	N	Media (µg/l)	DE	IC (95%)
Parto por cesárea	9	57,3	12,6	32,1-82,5
Parto vaginal	225	50,7	9,8	31,1-70,3

La prueba de la U de Mann-Whitney demuestra una diferencia estadísticamente significativa con una $p < 0,1$.

Fisiopatología del selenio

A. García de Jalón Comet

Unidad de Nutrición y Metales. Servicio de Bioquímica. Hospital Miguel Servet. Zaragoza.

Químicamente es un elemento no metálico perteneciente al grupo VIB del sistema periódico. Su número atómico es 34 y su masa atómica 78,96.

Fue descubierto en 1817 por el químico sueco Berzelius como subproducto de la obtención de ácido sulfúrico en las cámaras de plomo. Su aspecto extraño y rojizo hizo que se le relacionase con un material lunar (selene).

En la corteza terrestre se encuentra en una concentración media de 0,05 a 0,09 mcg/g acompañando a sulfuros metálicos. En suelos agrícolas la riqueza puede alcanzar de 0,1 a 200 mcg/g. En los alimentos suele estar presente en concentraciones que varían extremadamente, según áreas geográficas, en forma de selenometionina, selenocisteína y selelocistina. La disponibilidad del selenio para los vegetales depende no sólo de la concentración sino muy especialmente de determinadas características de los suelos fundamentalmente su aireación y su pH.

El parecido de la estructura electrónica del Se con la del S le confiere unas propiedades fisicoquímicas similares a éste y como consecuencia rutas metabólicas muy próximas entre los compuestos de los dos elementos.

En 1957 Schwarz y Foltz lo definen como elemento esencial por su capacidad de prevenir carencias nutricionales en animales. En 1973 Rotruck localiza al selenio en el centro activo de la GSH-Px. Paralelamente la Organización Mundial de la Salud (OMS) define al Se como elemento traza esencial.

En 1979 se describe la enfermedad de Keshan en el hombre como una cardiopatía congestiva con resultado de muerte por insuficiencia cardíaca. El *Keshan Disease Research Group* informa acerca del efecto profiláctico de los aportes de Se en la dieta. Casi paralelamente otro grupo demuestra las consecuencias de distrofia muscular a causa de alimentación parenteral prolongada carente de Se.

Desde la década de los ochenta aparecen en la bibliografía multitud de funciones atribuidas a este elemento esencial y esta abundancia de trabajos científicos se mantiene en la actualidad.

Entre las enzimas selenodependientes hay que destacar por su importancia en el metabolismo la glutatión-peroxidasa y las de yodinasas. En ambos casos su zona de actividad contiene selenocisteína.

El déficit de Se aislado o combinado con deficiencia en vitamina E puede producir procesos patológicos que fundamentalmente afectan al músculo cardíaco y esquelético, pero también se relaciona con la incidencia de enfermedad coronaria, determinados tipos de cáncer, infertilidad, etc. Igualmente se sospecha que el déficit conjunto de yodo y selenio sea un factor importante en la patogénesis del cretinismo. Para valorar el estatus de selenio en el hombre se cuantifica su concentración o bien midiendo la actividad de la glutatión-peroxidasa en distintos líquidos biológicos o en eritrocitos, plaquetas, leucocitos o pelo.

El parámetro más práctico es sin duda el selenio sérico. Correlaciona bien con la ingesta. No es dependiente del sexo. Aumenta desde el nacimiento hasta alcanzar un máximo en la madurez (20 o 30 años), parece existir un declive a partir de los 60 años.

Se observan síntomas de deficiencia con seleniemia inferiores a 30 mcg/l.

En la bibliografía aparecen numerosos trabajos epidemiológicos que informan de los valores de seleniemia medias de distintas poblaciones, bien de áreas geográficas deficitarias (Finlandia, Dinamarca, Nueva Zelanda, China) o bien de otras regiones con suelos seleníferos (Canadá, EE.UU., China). Igualmente se conocen los valores medios de selenio sérico de países europeos con riqueza de selenio en sus suelos intermedia (Alemania, Bélgica, Francia, Polonia). Es suficientemente conocido el límite carencial (< 30 mcg/l) así como el tóxico (> 400 mcg/l).

Los estudios epidemiológicos sobre la seleniemia en la población española son limitados y a veces contradictorios. No existe hasta la fecha un estudio amplio referido a la población aragonesa. Sin embargo un trabajo realizado en 1995 por un grupo de investigadores de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza evidenció zonas carenciales de selenio, medido por la actividad de la glutatión-peroxidasa en ganado ovino de la provincia de Zaragoza.

El objetivo del trabajo que realizamos es conocer la concentración media del selenio sérico en la población de Aragón, diferenciando algunos grupos de especial riesgo como los recién nacidos (RN), enfermos con insuficiencia renal crónica (IRC) en programas de hemodiálisis y pacientes inmediatamente después de sufrir un infarto agudo de miocardio (IAM) comprobado por la alteración enzimática.

Los resultados preliminares del estudio se expresan en el cuadro indicando para cada grupo los valores medios \pm 2 DE y el porcentaje de individuos cuya seleniemia permanece inferior al valor considerado carencial (30 mcg/l).

	Número	Media \pm 2 DE	< 30 mcg/l
Adultos normales		2 \bullet 25,2	
Madres	5	7 \bullet 20,6	
	7	2 \bullet 16,8	
C	5	6 \bullet 30,8	
M		0 \bullet 23,0	

Hay que destacar que el 52% de los recién nacidos presentan una seleniemia carencial. Este hecho tiene una especial gravedad al considerar que el hipotiroidismo es endémico en determinadas comarcas de nuestra comunidad autónoma, situación entre cuyas causas no sólo puede incluirse la carencia de yodo sino también la insuficiencia de la selenoenzima desyodinasas.

Esta ponencia se ha realizado por la Sección de Nutrición y Metales, la Sección de Endocrinología Pediátrica del Hospital Uni-

versitario Miguel Servet y el Área de Fisiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza.

Magnesio en el postinfarto

M. Guerra, M.P. Escuela y J.F. Escanero
Departamento de Farmacología y Fisiología.
Universidad de Zaragoza.

Introducción. La depleción experimental de magnesio (Mg) en animales de laboratorio produce irritabilidad, excitación, fasciculación fibrilar, calambres musculares y tetania, etc., aunque también puede producir cambios degenerativos en músculo, aparato cardiovascular y hasta la muerte. En el hombre la deficiencia suele dar sintomatología nerviosa, muscular, gastrointestinal y del aparato cardiovascular. La relación del infarto con niveles bajos previos de Mg total parece establecida. Sin embargo no se conoce la evolución del (Mg⁺⁺) en el infarto agudo de miocardio (IAM) lo que constituye el objetivo de este trabajo.

Material y métodos. Para el desarrollo de este trabajo se han utilizado 41 personas de ambos sexos que han sufrido un IAM, diagnosticado clínica, electrocardiográfica y enzimáticamente. Durante los 3 primeros días y el último de su estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos, se les extrajo sangre en un tubo vacutainer con heparina de litio, para medir el nivel del Mg iónico (Mg⁺⁺) en un aparato AVL 988. Cuarenta y una personas sanas con una composición similar se utilizaron como grupo control.

Resultados. La concentración de Mg⁺⁺ en mmol/l se refleja en la tabla 1.

	Grupo control	Grupo con infarto
Basal	0,511 \pm 0,037	
Día 1.º		0,529 \pm 0,065
Día 2.º		0,545 \pm 0,075*
Día 3.º		0,550 \pm 0,067*
Último día estancia		0,546 \pm 0,047*

** p < 0,05 respecto al grupo control, * p < 0,01 respecto al grupo control.

Se aprecia un aumento en los niveles del Mg⁺⁺ de los pacientes que han sufrido infarto respecto al grupo control que se hace significativo después del 2.º día. También esta media está situada por encima de la obtenida para el grupo control por otros autores (González-Revalderia et al 1997 y Hristova et al 1995).

El aumento del Mg⁺⁺ no se había constatado y puede estar causado por la salida del Mg⁺⁺ intracelular del músculo cardíaco al compartimento extracelular.