

Determinación de la edad del destete utilizando las relaciones Sr/Ca y Zn/Ca en hueso trabecular en momias de niños precolombinos

BLAGO RAZMILIC¹, MARVIN ALLISON² y MARILUZ GONZALEZ¹

RESUMEN

Se estudia las relaciones (Sr/Ca)* 1.000 y (Zn/Ca)* 1.000 Como indicadores del destete en huesos de un grupo de esqueletos precolombinos, correspondientes a niños cuyas edades fluctúan entre recién nacidos y cinco años. Los datos obtenidos se comparan con los de momias de adultos. Se determinan % Ca, P, Al, Sr y Zn por espectroscopia de absorción atómica, emisión atómica y molecular, obteniéndose antecedentes que permiten estimar una edad de destete entre los 24 y 36 meses de edad.

ABSTRACT

This study deals with Sr/Ca and Zn/Ca ratios as indicators of weaning in a group of precolumbian children whose ages varied from newborn to five years old. The results were compared with that of an adult population Ca, P, Al, Sr. and Zn was determined in skeletal material using atomic absorption spectrophotometry. Results indicate a tentative weaning age between 24 and 36 months of age.

Introducción

La arqueología y la antropología permiten determinar mediante la inferencia científica de los hallazgos de restos, algunas costumbres, hábitos culturales y alimenticios con extraordinaria exactitud, en este estudio hemos querido aportar una metodología novedosa a la confirmación de estos hechos, basándonos en la evidencia fisiológica producida por la ingesta de alimentos en el único testigo importante, el propio hombre y su cuerpo.

El análisis químico de restos óseos del hombre prehistórico ha abierto sendas nuevas hacia un mejor entendimiento de su economía y sociedad. Es posible tener ahora una indicación más exacta de su dieta y saber si era un carnívoro, omnívoro o herbívoro (Rheingold, Hues and Cohen, 1983). Es factible además detectar minerales esenciales y tóxicos que se incorporan en su cuerpo del medio ambiente (Zaldívar Roberto 1974, 151: 384-400).

En realidad hay cuatro diferentes muestras que están disponibles para los estudios químicos, cada cual ofrece un cuadro algo distinto del individuo y su dieta. Estas cuatro posibilidades son: dientes secundarios, huesos trabeculares, huesos corticales y cabello.

Un registro químico permanente de la juventud se encuentra en la dentadura secundaria que al contrario de los huesos trabeculares y corticales no tienen cambios durante la vida. Así ellos reflejan la dieta desde su erupción alrededor de los seis años hasta los 20 años.

Los huesos difieren en que hay continua renovación del contenido químico, con el hueso trabecular cambiando tres a diez veces más rápido que el hueso cortical, con renovación completa cada seis años.

El cabello difiere de dientes y huesos en que refleja cambios químicos en el cuerpo solamente de unos meses y en muchos casos con mayores concentraciones cerca de la piel del cuero cabelludo que en las terminales.

Así es posible llegar a diferentes etapas de la vida, escogiendo la muestra adecuada, para estudiar la dieta o incluso notar cambios de diferentes nichos ecológicos (por ejemplo: costa y altiplano). Es posible incluso obtener patrones de exogamia de hombre o mujer (Ericson Jonathan 1985, 14: 508-514).

¹Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapacá.

²Instituto de Arqueología y Antropología, Universidad de Tarapacá.

En esta etapa del estudio es indispensable utilizar un tipo de hueso en el cual la dinámica de sus constituyentes sea elevada, por ello se escogió la costilla (Sillen, A. and Kavanagh, M. 1982, 25: 67-90).

La adición de comida sólida a la dieta juvenil de leche y el destete (terminación de la dieta de leche) son importantes variables culturales que fueron previamente difíciles de evaluar en un contexto prehistórico.

En las culturas tardías de la zona era común encontrar bolsas de maíz molido asociado con mujeres que murieron dando a luz o quienes murieron poco tiempo después del parto. Estas bolsas también acompañan a criaturas de tierna edad. Puesto que los entierros indican una creencia en vida después de la muerte, con las necesidades materiales acompañando al muerto, se supone que este maíz molido fue incluido como parte de la dieta de la criatura. Jerome Rose et al. (1984, 15: 406-424), en un estudio de los individuos del valle de Misisipi en los Estados Unidos de Norteamérica, sugiere que la dieta suplementaria de la leche materna consistía en maíz.

La llegada de los Españoles a América dejó una documentación abundante, pero informes muy escasos en cuanto a las sociedades indígenas que ellos sistemáticamente destrozaron. Cieza de León en su "Crónica del Perú", publicada en 1553, escribió que los niños indígenas se destetaban entre los 30 y 36 meses de edad.

Aunque esta observación es del siglo XVI es muy probable que sea continuación de costumbres precolombinas puesto que hoy día entre tribus primitivas de Liberia en Africa, todavía el destete es entre tres y cuatro años.

La leche materna es un fluido muy pobre en contenido de Sr (0.14-0.35 mgSr/gCa), ya que este es severamente discriminado por la glándula mamaria, (Sillen, A. and Smith P. 1984, 11: 237-245), no obstante podría esperarse que el neonato trajera una carga importante de Sr en sus huesos, debido a su alimentación intrauterina, sobre tal punto existen antecedentes que señalan que la placenta también impide la incorporación de Sr al feto, sin embargo se estima que en dicha etapa el feto recibiría una proporción mayor de Sr que el suministrado por la leche materna. Esto último dependería de la dieta de la madre, que conforme a antecedentes experimentales con mujeres maduras de la época, indican una dieta rica en Sr, posiblemente debida al hábito vegetariano.

Otro efecto importante en las consideraciones es por ejemplo la capacidad de absorción intestinal de Sr durante los primeros meses de vida, que generalmente es mayor que después del año, lo que indicaría que aun el tracto digestivo se encuentra incapacitado de discriminar en estos meses.

Por estos antecedentes se puede adelantar que una vez que el niño sea destetado, sus niveles de Sr en los huesos se incrementarán dependiendo en gran parte este incremento del tipo de dieta (vegetariana o carnívora), como es de suponer en los primeros años de vida es muy probable que sea del tipo vegetariano, lo que debería reflejarse en un pronunciado enriquecimiento por Sr en sus huesos.

No pueden dejarse de lado otros factores importantes como el estado de conservación del hueso y su grado de mineralización, para lo cual es conveniente analizar algunos elementos indicadores de este proceso como es el caso del Al que es incorporado en muy bajos niveles durante la vida, pero cuando el hueso sin vida permanece cientos de años bajo tierra pueden ocurrir procesos de incorporación de este elemento, ya sea por remplazamiento en la red cristalina de la hidroxiapatita o por intercambio de iones.

Si es posible determinar la edad del destete, la cual indicaría con la ayuda de las cicatrices del parto en la pelvis, el tiempo entre embarazos. Estos datos nos ofrecerían una base más sólida para entender los problemas de demografía en el pasado.

Por lo tanto el objetivo de nuestro trabajo fue el estudio químico analítico del contenido de Sr, Zn y Ca en hueso trabecular como parámetro de la edad del destete.

Materiales y métodos

Las muestras corresponden a dos poblaciones, una constituida por costillas de; 24 niños en edades que fluctúan entre recién nacidos a cinco años y otra de 14 individuos de siete a 30 años.

Los primeros fueron obtenidos de la colección AZ-140 y el segundo grupo de Morro 1, ambas tomadas del material antropológico del Instituto de Antropología de la Universidad de Tarapacá en Arica, Chile (Tablas I y II).

Tabla I

RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA POBLACION DE NIÑOS DE LA COLECCION AZ-140

<i>Número Niños</i>	<i>Edad años</i>	<i>Zn Medio PPM</i>	<i>Sr Medio PPM</i>	<i>Zn/Ca</i>	<i>Sr/Ca</i>
12	0,1	360,33	163,95	1.05	0,48
1	1,0	271,70	107,50	0,75	0,30
1	1,5	282,10	110,60	0,77	0,30
4	2,0	279,30	122,28	0,77	0,34
2	4,0	242,70	147,40	0,70	0,43
1	4,5	149,00	200,70	0,40	0,54
3	5,0	206,10	185,50	0,53	0,47
Media		255,89	148,28	0,71	0,40
Máximo		360,33	200,70	1,05	0,54
Mínimo		149,00	107,50	0,40	0,30

Tabla II

RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA POBLACION DE MAYORES DE LA COLECCION MORRO-1

<i>Número Niños</i>	<i>Edad años</i>	<i>Zn Medio PPM</i>	<i>Sr Medio PPM</i>	<i>Zn/Ca</i>	<i>Sr/Ca</i>
1	7,0	212,00	180,00	0,58	0,49
2	9,0	134,00	223,50	0,37	0,61
2	13,0	192,50	198,50	0,54	0,50
1	16,0	135,00	259,00	0,38	0,72
2	21,0	181,50	169,50	0,51	0,48
1	27,0	131,00	177,00	0,41	0,55
7	30,0	164,29	198,14	0,50	0,60
Media		164,33	200,81	0,47	0,57
Máximo		212,00	259,00	0,58	0,72
Mínimo		131,00	169,50	0,37	0,48

Preparación de la muestra

Las muestras de costillas fueron limpiadas prolijamente de todos aquellos materiales ajenos al hueso, luego se sometieron a una molienda grosera con el fin de separar la arena fina que contenían algunos en su interior. Esta separación se hizo con un crisol filtrante de Gooch y un vibrador eléctrico. El hueso fue luego pulverizado.

Mineralización

El material óseo se mineraliza por calcinación en mufla eléctrica a 550 grados celcius, durante cuatro horas. Posteriormente las cenizas se pesan y se someten a una digestión ácida con HCL 6 M, se filtra y se afora a un volumen conveniente. Todos los resultados se expresan sobre el peso de la ceniza.

Determinaciones químicas

Se determina en el material óseo los siguientes elementos: Ca, P, Al, Zn y Sr. Los primeros tres por espectroscopia atómica de llama (EAAF) y el Sr por espectrofotometría de emisión atómica de llama (EEAF), también se determinó P por espectrofotometría de absorción molecular (EAM).

La determinación de Sr resulta ser la más compleja, ya que presenta problemas de interferencia química en la llama debidas a la gran cantidad de fosfato presente y además problemas de matriz por la elevada concentración de hidroxiapatita. El procedimiento analítico propuesto, escapa al objetivo de este trabajo, pero ha sido publicado por los autores (Razmilic, B., 1986, Vol. 7: 1, 43-44).

Equipos

Se utilizó dos espectrofotómetros Perkin-Elmer, uno de absorción atómica, modelo 503 y uno de absorción molecular, modelo 550.

Discusión de resultados

Los análisis de Al en los huesos de la población en estudio, reflejan un nivel, que aunque no podríamos calificar de normal, es lo suficientemente bajo como para concluir que no existe un proceso importante de mineralización. La relación Ca/P está en niveles normales, con un valor medio de 2.01 y un coeficiente de variación de 12%. La literatura informa de un valor de 2.16 como normal (Hancock, R.G.B., 1985, M55 1A4).

Buscando un comportamiento que permita comprobar la hipótesis propuesta se han realizado algunas regresiones, per se. Entre los contenidos de Zn y Sr en ambas poblaciones (niños y adultos) y en las dos poblaciones en conjunto, también se ha trabajado con los niveles de la razón Sr/Ca* 1.000 y Zn/Ca* 1.000 con la edad (Figura 1).

Se aplicaron varios modelos regresionales que permitieran un buen ajuste de los datos para su posterior interpretación. El mejor modelo resultó ser una ecuación polinómica parabólica del tipo $y = a + bx + cx^2$ para los valores logarítmicos en base diez de las variables.

Para los niveles de Zn y Sr en hueso trabecular se observan regresiones negativas, no significativas para cada población en estudio por separado y una significancia para ambas

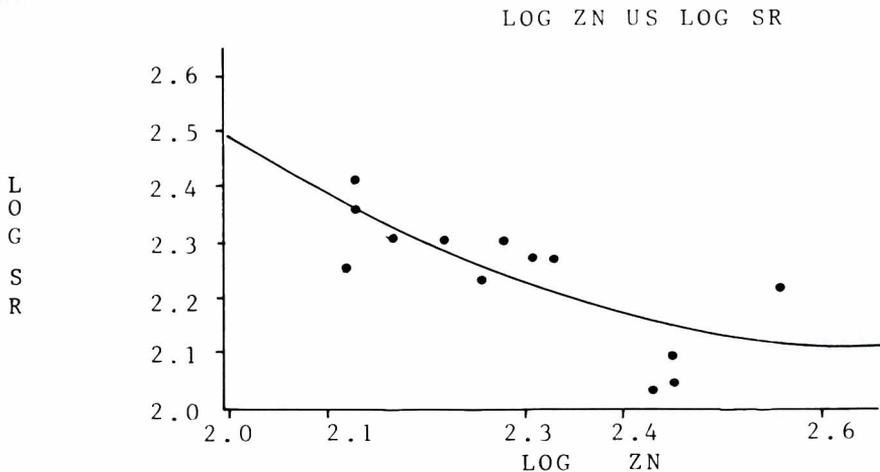


Figura 1. Regresión polinomial para los niveles logarítmicos de Zn y Sr en huesos trabeculares de la población en estudio.

poblaciones en conjunto, con un coeficiente de determinación R^2 de 0,60 a 0,03%, en base al test de F.

Esto estaría significando que por alguna razón, probablemente un desbalance nutricional, los individuos poseen niveles antagónicos de Zn y Sr en sus huesos. Se puede deber a la práctica de una dieta rica en Sr pobre en Zn.

Siguiendo el mismo modelo regresional se estudia el comportamiento de las relaciones Zn/Ca y Sr/Ca contra Edad. Se considera en ambos casos la población en conjunto.

Para la relación Zn/Ca versus Edad se obtiene una regresión polinómica negativa con un buen ajuste y un R^2 de 0.67, muy significativo por el test de F (0.001%) (Figura 2).

La relación Sr/Ca versus Edad presenta una regresión positiva, con menor significancia al test de F (0,18%) y un R^2 de 0,55 (Figura 3).

Si se superponen las dos curvas de regresión, tenemos una intersección a los diez años, que sería la edad de equilibrio entre las relaciones Zn/Ca y Sr/Ca en los huesos estudiados.

Trabajando sólo con la curva de Sr/Ca versus Edad, se trazan las tangentes a ambos costados de la parábola invertida y se tiene que el cambio de pendiente comienza a dos años, mientras que

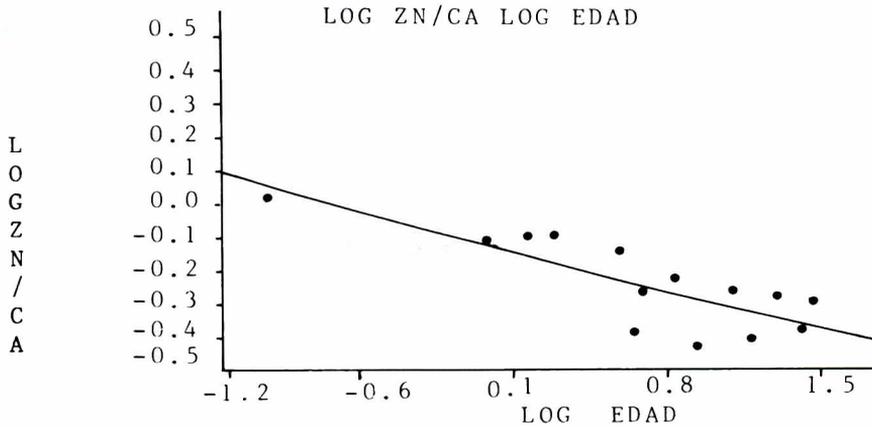


Figura 2. Regresión polinomial para los valores logarítmicos de la relación Zn/Ca y Edad, en huesos trabeculares de la población total en estudio.

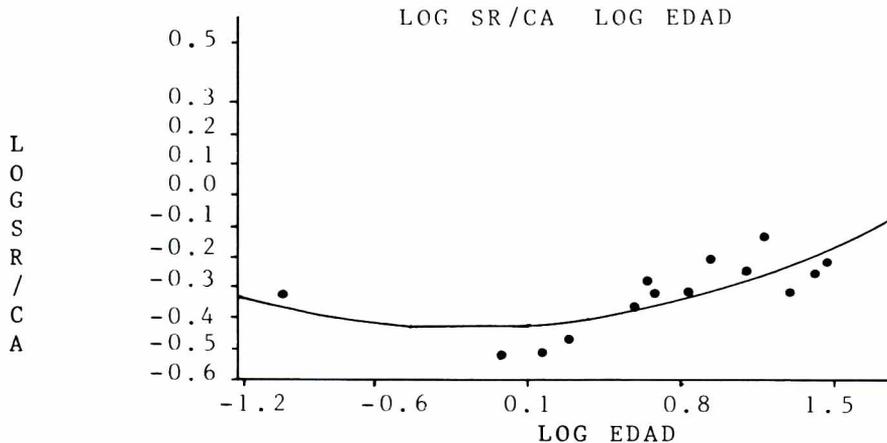


Figura 3. Regresión polinomial para los valores logarítmicos de la relación Sr/Ca y Edad, en huesos trabeculares de la población total en estudio.

el aumento más brusco se presenta a los tres años, la intersección de las tangentes corta en este punto

Conclusión

Los antecedentes discutidos permiten emitir las siguientes conclusiones:

1. La regresión negativa comprobada para Sr/Zn permite suponer una ingesta de alimentos ricos en Sr y muy pobres en Zn, lo que hace suponer una predominancia de hábitos vegetarianos.

2. El ascenso de los niveles de Sr en los huesos a partir de los 24 meses de edad, permite suponer un cambio de dieta, sino total, por lo menos gradual a dieta mixta de leche y alimento sólido, este último probablemente de tipo vegetal.

3. El brusco aumento de la relación Sr/Ca hacia los diez años permite suponer que a esa edad la dieta es totalmente vegetariana.

4. La edad de tres años aparece como una etapa de la vida donde la dieta láctea disminuye permitiendo un complemento sólido en mayor proporción.

5. La caída de la relación Zn/Ca con aumento de la edad, permite suponer que la población en estudio tiene muy poco acceso a alimentos cárneos y otros ricos en Zn.

Estos datos no deben considerarse como concluyentes ya que deben desarrollarse estudios semejantes en otras poblaciones de niños y adultos de la región, para obtener una adecuada contrastación de nuestros planteamientos, especialmente difíciles de comprobar por la no existencia de cuerpos de ciertas edades críticas.

BIBLIOGRAFIA

- ERICSON JONATHAN E.
1985 Strontium Isotope Characterization in the Study of Pehistoric Human Ecology; *J. Human Evol.*; 14, 503-514.
- HANCOCK, R. G. V.
1985 Are Archaeological bones similar to modern bones? An INAA assessment. Department of Chemical Engineering and Applied Chemistry. University of Toronto, Ontario, M5S 1A4.
- KLEPINGER, L.
1984 Nutritional Assessment From Bone. *Ann Rev. Anthropology* 13, 75-96.
- RAZMILIC, B.
1986 Determination of Strontium in Bone By Atomic Emission Spectroscopy With Exchange Isolation From The Calcium Phosphate Matrix. *Atomic Spectroscopy*, Vol. 7:, 43-44.
- RHEINGOLD, A. L.; HUES, S. and COHEN, M. N.
1983 Strontium and Zinc Content in Bones as an indication of Diet. *J. of Chem Education* 60, 233-234.
- ROSE, Jerome; BURNETT, B. A.; NASSANCY, M.S. and BLAUER, M. W.
1984 Paleopathology and the Origins of Maize Agriculture in the lower Mississippi Valley and Caddoan Culture Areas. *Paleopathology at the Origins of agriculture*, Academic Press Inc. Orlando 15, 406-424.
- SILLEN, A. and KAVANAGH, M.
1982 Strontium and Paleodietary Research: A Review. *Yearbook of Physical Anthropology* 25, 67-90.
- SILLEN, A. and SMITH, P.
1984 Pehistoric Weaning Patterns *Journal of archaeological science* 11, 237-245.
- ZALDIVAR, Roberto
1974 Arsenic Contamination of Drinking Water and Foodstuffs Causing Endemic Chronic Poisoning. *Beitz. Path. Bd.* 151, 384-400.