

Ebullición del agua y fórmula de inicio. Implicaciones nutricionales

I. Vitoria Miñana, S. Climent Alberola*, P. Herrero Cosín**, G. Esteban Sanchis***

Servicio de Pediatría. Hospital Xàtiva. Valencia. Departamento de Salud Pública. Facultad de Farmacia. Universidad de Valencia. *Servicio de Pediatría. Hospital Xàtiva. Valencia. **Laboratorio de Salud Pública. Conselleria de Sanitat. Valencia. ***Profesor Titular. Departamento de Parasitología. Facultad de Farmacia. Universidad de Valencia

Resumen

Fundamento. La recomendación pediátrica de hervir el agua potable de consumo público para la preparación de los biberones aumenta la concentración de sus componentes químicos, lo que puede plantear problemas nutricionales en algunos casos.

Material y métodos. Se ha analizado el contenido en cloruros, sodio y potasio de 10 muestras de agua potable recogidas en distintos municipios de la Comunidad Valenciana (España) en febrero de 1998. Tras hervir el agua durante 1, 5 y 10 minutos se ha determinado de nuevo la concentración en cloruros, sodio y potasio. Con estos datos, se ha calculado el aporte iónico global resultante de la fórmula de inicio reconstituida con agua hervida.

Resultados. La ebullición del agua durante 10 minutos en zonas con intrusión marina, como algunas poblaciones de la Comunidad Valenciana, impide una reconstitución adecuada de la fórmula de inicio si se siguen las recomendaciones de la ESPGAN.

Para la reconstitución de los biberones con fórmula de inicio se aconseja la ebullición del agua potable durante un minuto –a nivel del mar– o el empleo de agua mineral natural hipomineralizada.

Palabras clave: Cloruros, agua de consumo, fórmula infantil, sodio

Summary

Complying with pediatric recommendations concerning the boiling of public drinking water (PDW) when preparing baby bottles raises the concentration of the chemical compounds it contains, which may imply an excessive level of electrolytes in some areas.

Este estudio fue parcialmente presentado en el Congreso Nacional de Gastroenterología Infantil. Lisboa, 1998.

Ten 1,500-mL samples of drinking water from 10 municipalities within the Valencian Community in Spain were analyzed in February 1998. After boiling the samples for 1.5 and 10 minutes, the chloride, sodium and potassium concentrations were determined. The sum of the sodium from formula and water was computed.

Ten minutes of boiling of PDW from areas of saline intrusion impedes the adequate reconstitution of the formula according to ESPGAN criteria. Therefore, it is recommended that PDW be boiled for one minute (at sea level) or that bottled water with a low mineral content be used.

Key words: Chlorides, drinking water, infant formula, sodium

(*Acta Pediatr Esp* 2000; 58: 247-251)

Introducción

La Asociación Española de Pediatría recomienda preparar el biberón con agua potable hervida durante 10 minutos¹, y textos clásicos en Pediatría²⁻³ aconsejan hacerlo durante 5 minutos para eliminar el riesgo de infección. En este sentido, y según la línea de trabajo iniciada hace 13 años⁴⁻⁶, el agua de consumo público (ACP) de determinados municipios del área mediterránea tiene un aumento considerable en la concentración de cloruros y sodio, con lo que puede sobrepasarse el aporte máximo para la fórmula de inicio (FI) según las actuales recomendaciones sobre nutrición.

Material y métodos

Se recogieron 10 muestras de 1.500 mL de agua fluyente de grifo doméstico en frascos de material plástico, correspondientes a poblaciones agrícolas de la Comunidad Valenciana (CV) durante el mes de febrero de 1998. Se hirvieron 500 mL de cada muestra



Nutrición infantil

Tabla 1**Conductividad, calcio, magnesio, dureza total, cloruro, sodio y potasio en las muestras de agua de consumo público**

Muestra	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	Calcio (mg/L)	Magnesio (mg/L)	Dureza total (Ca, mg/L)	Cloruro (mg/L)	Sodio (mg/L)	Potasio (mg/L)
1	570	104	20	138	34	16	1,2
2	954	127	30	176	60	36	1,8
3	1.170	170	54	260	96	47	2
4	985	123	40	190	80	36	1,2
5	748	101	28	147	31	18	2,3
6	202	12	2	14	17	18	0,3
7	2.260	336	110	518	548	148	4,2
8	1.533	174	40	238	135	75	2,6
9	1.110	106	20	139	102	59	2,8
10	1.420	180	56	274	51	25	2,5
Media	1.095,20	143,30	40,00	209,40	115,40	47,80	1,95
DE	566,28	83,52	29,51	131,83	156,34	40,13	1,16

Tabla 2**Cloruros, sodio y potasio en las muestras de ACP tras la ebullición durante 1, 5 y 10 minutos (mEq/90 mL)**

Muestra	Cl ⁻ 1 min	Cl ⁻ 5 min	Cl ⁻ 10 min	Na ⁺ 1 min	Na ⁺ 5 min	Na ⁺ 10 min	K ⁺ 1 min	K ⁺ 5 min	K ⁺ 10 min
1	0,09	0,11	0,26	0,06	0,07	0,26	0,00	0,01	0,01
2	0,17	0,26	0,71	0,16	0,23	0,59	0,01	0,01	0,03
3	0,26	0,29	0,39	0,19	0,23	0,40	0,01	0,01	0,02
4	0,21	0,26	0,42	0,16	0,17	0,32	0,00	0,01	0,01
5	0,09	0,12	0,16	0,09	0,09	0,15	0,01	0,01	0,02
6	0,05	0,07	0,10	0,08	0,09	0,17	0,00	0,00	0,00
7	1,39	1,63	3,33	0,63	0,85	1,39	0,02	0,02	0,04
8	0,34	0,38	0,76	0,31	0,35	0,63	0,01	0,01	0,02
9	0,26	0,33	0,48	0,25	0,39	0,45	0,01	0,01	0,04
10	0,14	0,16	0,58	0,10	0,11	0,51	0,01	0,01	0,03
Media	0,30	0,36	0,72	0,20	0,26	0,49	0,008	0,01	0,02
DE	0,39	0,46	0,94	0,17	0,24	0,36	0,006	0,004	0,01

en un recipiente de acero de 1.300 mL de capacidad durante 1, 5 y 10 minutos (desde el inicio de ebullición en la superficie). Tras dejar reposar un minuto se filtró el agua, y en las siguientes 48 horas se determinaron la conductividad por el método de sonda termométrica, el calcio, el magnesio y la dureza total por complexometría y cloruro, potasio y sodio por análisis capilar iónico.

Resultados

En la tabla 1 se expresan los resultados de la conductividad, calcio, magnesio, dureza

total y Cl⁻, Na⁺ y K⁺ en condiciones basales. En la tabla 2 se indica la concentración de Cl⁻, Na⁺ y K⁺ en mEq/90 mL tras la ebullición durante 1, 5 y 10 minutos.

Discusión

Según las normas europeas de regulación de la calidad del ACP⁷, los valores orientadores de calidad para Cl⁻ y Na⁺ son 25 y 20 mg/L, siendo las concentraciones máximas admisibles (CMA) de 200 y 150 mg/L, respectivamente. Estas cifras están basadas fundamentalmente en el sabor del agua. De los 10

Tabla 3**Recomendaciones de contenido máximo de la fórmula de inicio tras su reconstitución (mEq/100 mL)**

	ESPGAN ^{13, 14}	CEE ¹⁵	FAO-OMS ¹⁶
Sodio	1,2	1,7	1,7
Potasio		2,5	3,5
Cloruros		2,3	2,8
Aporte iónico total	5		

Tabla 4**Cloruros, sodio y potasio de fórmulas de inicio comercializadas en España. Comparación con los límites máximos de aporte de la ESPGAN¹⁰**

Nombre comercial	Fabricante	mEq Na ⁺ /100 mL (Columna*)	mEq Cl ⁻ , Na ⁺ y K ⁺ /100 mL (Columna**)	Diferencia entre límite de aporte máximo de mEq Na ⁺ (1,2) y columna(*)	Diferencia entre límite de aporte máximo de mEq Cl ⁻ , Na ⁺ , K ⁺ (5,0) y columna (**)
Adapta 1	Novartis	0,8	4,0	0,4	1,0
Almiron inicio	Nutricia	0,8	3,6	0,4	1,4
Aptamil Milupan	Milupa	1,0	4,3	0,2	0,7
Aptamil 1	Milupa	1,0	4,2	0,2	0,8
Auxolac 1	Heinz	0,8	3,7	0,4	1,3
Bledine 1	Bledina	0,9	4,5	0,3	0,5
Blemil 1	Ordesa	0,8	3,1	0,4	1,9
Blemil 1 plus	Ordesa	0,9	3,2	0,3	1,8
Dorlat 1	Ordesa	0,8	3,1	0,4	1,9
Enfalac	Mead&Johnson	0,7	3,9	0,5	1,1
HeroBaby 1	Hero	1,0	4,0	0,2	1,0
Miltina 1	Milte	1,0	3,8	0,2	1,2
Milumil 1	Milupa	0,7	3,8	0,5	1,2
Modar 1	Novartis	0,8	3,9	0,4	1,1
Nado 1	El Castillo	0,7	3,2	0,5	1,8
Nativa 1	Nestlé	0,8	3,9	0,4	1,1
Nidina 1	Nestlé	0,7	3,3	0,5	1,7
Nogamil	Milupa	1,1	4,4	0,1	0,6
Nutribén N SMA	Alter	0,6	3,0	0,6	2,0
Puleva 1	Abbott	1,0	3,2	0,2	1,8
Similac 1	Abbott	0,8	4,0	0,4	1,0

municipios y en condiciones basales, hay uno (número 7) que tiene el ACP con niveles de Cl⁻ superiores a la CMA. Tras hervir durante 10 minutos, la CMA es superior en 4 municipios para el Cl⁻ y en 3 para el Na⁺.

En la tabla 2 se expresan las concentraciones en mEq/90 mL, ya que se precisan 90 mL de agua para reconstituir 100 mL de FI. En general, tras la ebullición a los 1, 5 y 10 minutos, las concentraciones de Cl⁻ se multiplican por 1,05, 1,2 y 2,4, respectivamente, y en el caso del Na⁺, se multiplican, respectivamente, por 1,04, 1,3 y 2,5.

El sodio es ubicuo en el agua, debido a la alta solubilidad de sus sales y a la abundancia de depósitos minerales. Niveles altos de Na⁺ en el ACP de las zonas costeras tienen su origen en la intrusión marina de los acuíferos, pudiendo influir también la brisa marina en el aumento tanto de los niveles de Na⁺ en aguas superficiales como en aguas profundas, como

consecuencia del arrastre posterior del suelo por la lluvia. El incremento de cloruros en el ACP se debe al mismo mecanismo, siendo poco importante la aportación del hipoclorito usado para la cloración del agua, debido a su menor potencial de ionización⁸.

Bajo el punto de vista nutricional, la ingestión recomendada de Cl⁻, Na⁺ y K⁺ en los primeros cuatro meses de vida es de 78, 54 y 82 mg/día⁹, respectivamente. Aportes menores pueden ser insuficientes, especialmente en niños pretérmino¹⁰. El límite superior se ha establecido en función de la limitada capacidad de concentración renal de los lactantes pequeños y de la posible relación con la tensión arterial, a pesar de que sigue sin haber acuerdo generalizado sobre este aspecto en la literatura^{11, 12}. Por todo ello, los comités nutricionales han recomendado los límites superiores de aporte para las fórmulas de lactantes (tabla 3)¹³⁻¹⁶.

Tabla 5**Reconstitución incorrecta de la FI con ACP en situación basal y tras ebullición durante 1, 5 y 10 minutos**

	1 fórmula de inicio	3 fórmulas de inicio	20 fórmulas de inicio	Todas las fórmulas de inicio	Número de municipios
Basal	4*	2*	1*	-	7/10
1 minuto	4*	2*	1*	-	7/10
5 minutos	2*	4*	1*	-	7/10
10 minutos	2*	2*	4*	2	10/10

*municipios.

Estos límites se refieren a la fórmula reconstituida y, por tanto, incluye el aporte de la fórmula y el del agua empleada para su reconstitución. En España, actualmente hay 21 fórmulas de inicio comercializadas, cuyos aportes de sodio y suma iónica se expresan en la tabla 4, en la que también se muestran las diferencias respecto a las cantidades máximas recomendadas por la ESPGAN.

Añadiendo las concentraciones de sodio en mEq/100 mL a las de la propia FI se puede observar que en condiciones basales (tabla 5), la reconstitución es incorrecta en 7 poblaciones, de acuerdo con la ESPGAN (más de 1,2 mEq de Na⁺/100 mL de fórmula reconstituida). Además, una localidad (muestra número 7) presenta una concentración de sodio tal que impide reconstituir correctamente 20 FI distintas. En esta población hay un problema grave de intrusión marina del acuífero. Al hervir durante 5 minutos empeora la situación (7 de las 10 poblaciones plantean problemas) y a los 10 minutos, no hay ninguna población en la que se puedan reconstituir las fórmulas con absoluta seguridad. Además, hay dos poblaciones en las que el agua hervida durante 10 minutos impide la reconstitución de todas las fórmulas. Sin embargo, con la ebullición del agua durante un minuto no hay ningún cambio sustancial en la suma de aporte iónico.

La comparación de la cifra de aporte iónico global (Cl⁻ + Na⁺ + K⁺) con el límite de la ESPGAN (tablas 2 y 4) no supone nuevos problemas, ya que esta recomendación es menos restrictiva.

Por tanto, si al hervir aguas ricas en cloruros y sodio, la situación empeora ostensiblemente, cabe preguntarse si tiene sentido hervir el agua para preparar los biberones. La directiva actual de la Unión Europea sobre el agua potable indica que «el agua destinada al consumo humano no debe contener organismos patógenos, incluyendo parásitos, algas ni otros organismos como animáculos»¹⁷. La revisión propuesta de esta directiva¹⁸, reconociendo la dificultad de la norma estándar «cero», realiza la siguiente recomendación: «el agua destinada al consumo humano no debe contener microorganismos patógenos ni parásitos en cantidad tal que constituya un peligro potencial para la salud». En este sentido, no se ha propuesto un número determinado para *Giardia* y/o *Cryptosporidium*. Estos protozoos son identificados como agentes etiológicos frecuentemente en brotes epidémicos de transmisión hídrica¹⁹⁻²¹ y ambos son considerados importantes para la seguridad del agua potable²²⁻²³. Esto se correlaciona con algunos datos biológicos: la alta infectividad —la dosis infectante está alrededor de 10 quistes viables de *Giardia* y 30-100 ooquistes viables de *Cryptosporidium*—²⁴⁻²⁶ y la resistencia a la desinfección química. Los procedimientos de desinfección del agua generalmente incluyen la cloración. Las condiciones normales de cloración (por ejemplo 0,5 mg/L

de cloro libre residual, tiempo de contacto de 30 minutos, pH menor de 8,0 y turbiedad del agua menor de 1 unidad nefelométrica) reducen un 99,9% el riesgo de infección por *Escherichia coli*, *Rotavirus*, virus de la hepatitis A y poliovirus tipo 1. Sin embargo, la dosis debe ser 150 veces superior para inactivar los quistes de *Giardia* y 7 × 10⁶ veces superior para los ooquistes²⁷. Además, la mayoría de brotes de criptosporidiasis han sido con abastecimientos de agua clorada²¹. Así, el mayor brote registrado, el de Milwaukee, Wisconsin, EE.UU., en 1993 afectó a 403.000 personas y el origen fue el paso de ooquistes a través del sistema de filtración de una de las plantas de tratamiento de aguas²⁰.

A nivel colectivo para asegurar la ausencia de quistes y ooquistes se necesita que el agua no solamente se trate con un desinfectante (cloro, hipoclorito u ozono), sino también que sea filtrada de modo lento, siendo este último sistema el más eficiente²⁷.

A nivel individual se pueden utilizar filtros de agua, pero sólo si éstos son capaces de retener partículas de menos de 1 micra. Alternativamente, el agua puede hervirse antes de su uso, siendo este método el más efectivo para inactivar los ooquistes²⁸. Según el Centers for Disease Control and Prevention of U.S. Department of Health and Human Services, la ebullición del agua durante un minuto aseguraría la inactivación de protozoos, bacterias y virus²⁹. En este mismo sentido, la OMS recomienda hervir el agua durante un minuto y añadir 1 minuto por cada 1.000 m por encima del nivel del mar³⁰.

En nuestro medio, para preparar los biberones debería usarse ACP con niveles adecuados de sodio. Para asegurar la falta de infecciosidad del agua debería recomendarse su ebullición, pero nunca durante 5 o 10 minutos y sin tapadera, ya que esto plantearía problemas en la concentración de sodio³¹. Así pues, se puede afirmar que con un minuto de ebullición (a nivel del mar) es suficiente y evita el riesgo añadido de exceso de aporte iónico. Sin embargo, hay una duda que no podemos aclarar con la bibliografía actual y es la edad hasta la que debe mantenerse esta recomendación. No obstante, habrá que recordar siempre la importancia de lavarse las manos antes de preparar el biberón. La alternativa a esta propuesta es el uso de agua mineral natural hipomineralizada embotellada, que por definición no tiene virus, bacterias ni protozoos.

Bibliografía

1. Sociedad Española de Neonatología. Asociación Española de Pediatría. Guía de salud materno-neonatal. Madrid: Asociación Española de Pediatría, 1997.
2. Behrman RE, Vaughan VC. Nelson: Textbook of Pediatrics. 15.ª ed. Philadelphia: WB. Saunders, 1996; 199.
3. Oski F. Principles and practice of pediatrics. 2.ª ed. Philadelphia: JB Lippincott, 1990; 577.

4. Vitoria I, Brines E, Buesa E, Medina J. *Caries dental en los niños de Castellón y flúor en el agua de consumo. Propuestas profilácticas*. Ed. Diputación Castellón, 1985.
5. Vitoria I, Llopis A, Brines J. *Importancia nutricional del agua en la alimentación del lactante. Estudio de las aguas de consumo de la provincia de Valencia*. En: «Premios de Nutrición Infantil 1986 Nestlé». Barcelona: Grafson, 1987.
6. Morales M, Vitoria I, Alegría A, Llopis A, Brines J. *Cadmium and selenium concentrations in drinking water in Valencian Community (Spain)*. En: Lag J, ed. *Human and animal health in relation to circulation processes of selenium and cadmium*. Oslo: Ed. Norwegian Academy of Science and Letters, 1991; 55-64.
7. *Official Journal of the European Communities of 30-8-90, Directive 80/778*.
8. World Health Organization. *Sodio*. En: WHO, ed. *Guidelines for drinking-water quality. Vol 2. Health criteria and other supporting information*. 2.^a ed. Ginebra: World Health Organization, 1996; 145-51.
9. Fomon SJ. *Cloruros, sodio y potasio*. En: Fomon, ed. *Nutrición del lactante*. Madrid: Mosby-Doyma, 1994; 216-29.
10. Herin P, Zetterstrom R. *Sodium, potassium and chloride needs in low-birth weight infants*. *Acta Paediatr Suppl* 1994; 405: 43-8.
11. Guerra A, Monteiro C, Breitenfeld L, Jardim H, Rego C, Silva D et al. *Generic and environmental factors regulating blood pressure in childhood: prospective study from 0 to 3 years*. *J Hum Hypertens* 1997; 11: 233-8.
12. Schulz G, Domer K, Oldigs HD, Sievers E, Schaub J. *Sodium and potassium metabolism in infancy*. *Monatsschr Kinderheilkd* 1992; 140: 117-21.
13. ESPGAN. *Committee on Nutrition. Guidelines on infant nutrition. Recommendations for the composition of an adapted formula*. *Acta Paediatr Scand* 1977; suppl 262.
14. ESPGAN. *Committee on Nutrition. Comment on the composition of cow's milk based follow-up formula*. *Acta Paediatr Scand* 1990; 79: 1.001-5.
15. *Official Journal of the European Communities of 14-05-91, Directive 91/321*: 35-49.
16. *Codex Alimentarius Commission. Codex standards for foods special dietary uses including foods for infants and children*. *Codex Alimentarius*. Roma: FSO/WHO ed., 1988.
17. Anon. *Legislation. Official Journal of the European Communities* 1980; L299 23: 11-29.
18. Anon. *Proposal for a Council Directive concerning the quality of water intended for human consumption*. *Commission of the European Communities*, 1995.
19. Wolfe MS. *Giardiasis*. *Clin Microbiol Rev* 1992; 5: 93-100.
20. Mac Kenzie WR, Hoxie NJ, Proctor ME et al. *A massive outbreak in Milwaukee of Cryptosporidium infection transmitted through the public water supply*. *N Engl J Med* 1994; 331: 161-7.
21. Smith HV, Rose JB. *Waterborne cryptosporidiosis: current status*. *Parasitol Today* 1998; 14: 14-22.
22. Hellard ME, Sinclair MI, Streeton CL, Fairley CK. *Drinking water and microbiological pathogens - issues and challenges for the year 2000*. *J Public Health Med* 1997; 19: 129-31.
23. Teunis PFM, Medema GJ, Kruidenier L, Havelaar AH. *Assessment of the risk of infection by Cryptosporidium or Giardia in drinking water from a surface water source*. *Wat Res* 1997; 31: 1.333-46.
24. Rendtorff RC. *The experimental transmission of human intestinal protozoan parasites. II. Giardia lamblia cysts given in capsules*. *Am J Hyg* 1954; 59: 209-20.
25. Dupont HL, Chappell CL, Sterling CR, Okhuysen PC, Rose JB, Jakubowski W. *The infectivity of Cryptosporidium parvum in healthy volunteers*. *N Engl J Med* 1995; 332: 855-9.
26. Chappell CL, Okhuysen PC, Sterling CR, Dupont HL. *Cryptosporidium parvum: intensity of infection and oocyst excretion patterns in healthy volunteers*. *J Infect Dis* 1996; 173: 232-6.
27. World Health Organization. *Protozoa*. En: WHO, ed. *Guidelines for drinkingwater quality. Vol. 2. Health criteria and other supporting information*. 2.^a ed. Ginebra: World Health Organization 1996; 52-67.
28. Centers for Disease Control. *Assessing the public health threat associated with waterborne cryptosporidiosis: Report of a Workshop*. *MMWR* 1995; 44(RR6): 1-18.
29. Centers for Disease Control. *Assessment of inadequately filtered public drinking water*. *MMWR* 1994; 43: 661-9.
30. World Health Organization. *Guidelines for drinking-water quality. Vol 3. Surveillance and control of community supplies*. 2.^a ed. Ginebra: World Health Organization, 1997.
31. Vitoria I, Herrero P, Esteban G, Llopis A. *Reconstitución de la fórmula de inicio con agua potable hervida. Implicaciones nutricionales*. *An Esp Pediatr* 1998; (Suppl 116): 56.

I. Vitoria Miñana
Avda. Peris y Valero, 170-27
46006 Valencia

