

Alteraciones hidroelectrolíticas en pacientes neuroquirúrgicos



Hospital de Pediatría
Garrahan

Dirección Asociada de
Docencia e Investigación

Dr. Hernán Rowensztein
Coordinador de Formación de RR.HH.

hrowensztein@garrahan.gov.ar | Tel. (+54 11) 4122-6334



SAP

Sociedad Argentina de Pediatría
Por un niño sano en un mundo mejor.

2° Congreso Argentino de
Medicina Interna Pediátrica

Disnatremias en pacientes neuroquirúrgicos



Hiponatremias: Número de pacientes agrupados por enfermedad de base (n=198 Hospital Garrahan)

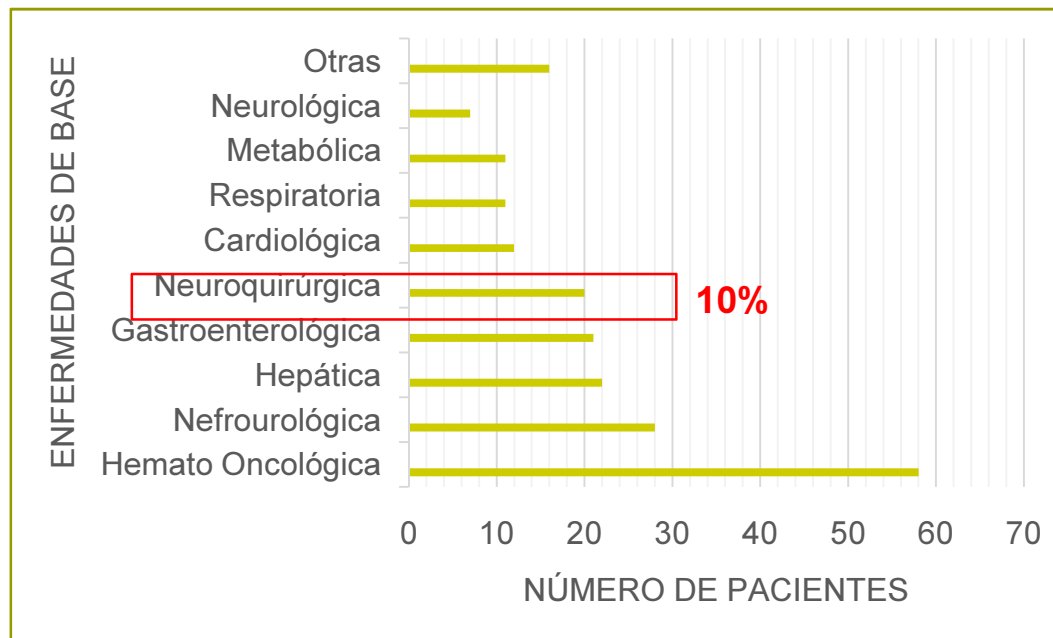
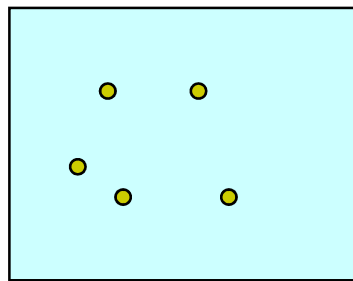


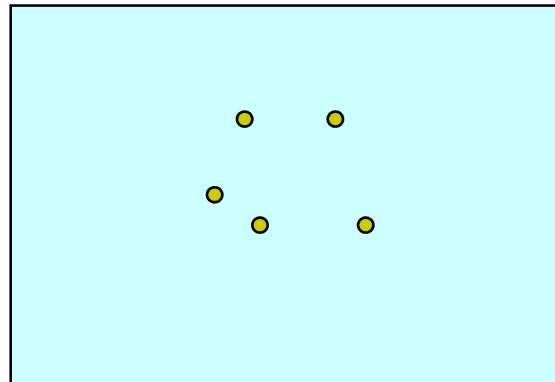
Table 4. Incidence of hyponatremia (Na<130 mmol/L) in children (under 18 years) with different neurosurgical pathologies operated on at the Burdenko Neurosurgical Institute (2008—2014)

Neurosurgical pathology	Number of operated children	Number of operated children with hyponatraemia	Number of operated children with hyponatremia, %
Astrocytomas	1,047	69	6.6
Craniopharyngiomas	411	41	10.0
Meningiomas	41	2	4.9
Ependymomas	54	13	24.1
Consequences of TBI	106	1	0.9
Neurinomas	31	1	3.2
Germinomas and germ-cell tumors	105	11	10.5

La relación entre el agua corporal total y el sodio corporal total determina el valor de la natremia

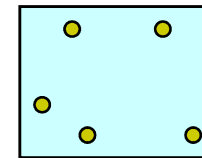


Normo Na⁺



Hipo Na⁺

(exceso de agua en
relación al Na⁺)



Hiper Na⁺

(déficit de agua en
relación al Na⁺)

- La hiponatremia puede ocurrir con normo, hipo o hiperosmolaridad plasmática.
- En la hipernatremia siempre hay hiperosmolaridad.

El sodio es el principal factor de influencia en el valor de la osmolaridad plasmática.

Como ésta no puede conocerse con seguridad por métodos clínicos, se calcula:

$$\text{OSM}_p = 2 \times [\text{Na}^+] + [\text{glucosa}]/18 + [\text{Urea}]/3$$

El valor normal oscila entre 280 y 290 mosm/l.

Hiponatremia en pacientes neuroquirúrgicos

Hiponatremia adquirida en el paciente hospitalizado:

- ✓ La hiponatremia es el desorden electrolítico más frecuentemente hallado en los pacientes hospitalizados (10%).
- ✓ En los niños hospitalizados la infusión endovenosa de soluciones hipotónicas es una de las causas más comunes en provocar este desorden.
- ✓ Teniendo en cuenta que existe una **multiplicidad de causas que estimulan la secreción de hormona antidiurética**, se debe tener sumo cuidado con el monitoreo de los electrolitos para detectar precozmente este desorden y corregir los aportes.

Las soluciones de mantenimiento deben ser pensadas e indicadas de forma individualizada para cada paciente.



Hiponatremia en pacientes neuroquirúrgicos

Secreción inapropiada de hormona antidiurética (SIHAD)

Criterios:

- ✓ Hiponatremia
- ✓ Oliguria
- ✓ Osmolaridad sérica < 275 mOsm/kg
- ✓ Osmolaridad urinaria > 100 mOsm/kg
- ✓ ***Clínicamente euvolémico o hipervolémico***
- ✓ Na⁺ urinario > 20 mEq/l con ingesta normal de sodio y agua
- ✓ Ausencia de insuficiencia renal, cardíaca, adrenal, tiroidea o hipofisaria
- ✓ Ausencia de uso reciente de diuréticos

Hiponatremia en pacientes neuroquirúrgicos

Síndrome de pérdida de sal cerebral (CSW)

Criterios:

- ✓ Hiponatremia
- ✓ Poliuria > 3 ml/kg/hora
- ✓ Osmolaridad sérica < 275 mOsm/kg
- ✓ Osmolaridad urinaria > 100 mOsm/kg
- ✓ ***Clínicamente hipovolémico***
- ✓ Na⁺ urinario > 80 mEq/l con ingesta normal de sodio y agua
- ✓ Ausencia de insuficiencia renal, cardíaca, adrenal, tiroidea o hipofisaria.
- ✓ Ausencia de uso reciente de diuréticos

Hiponatremia en pacientes neuroquirúrgicos

Secreción inapropiada de hormona antidiurética SIHAD

VS

Síndrome de pérdida de sal cerebral CSW



	CSW	SIHAD
Volumen plasma	↓	↑
Balance de fluidos	(-)	(+)
Depleción de volumen (por clínica)	(+)	(-)
Peso corporal	↓	↑
Hematocrito	↑	↓
Uremia	↑	↓
Balance de sodio	↓↓	↓
Sodio en orina	↑↑	↑
Osmolaridad plasma	↓	↓↓
Osmolaridad urinaria	↑	↑↑
Actividad renina plasmática	↓	↓
Aldosterona plasmática	↓	↑
Concentración de ADH suero	N ó ↓	↑
Tratamiento con líquidos	Reposición	Restricción

- ✓ Realizar un diagnóstico diferencial adecuado entre estas dos patologías es fundamental, ya que **el tratamiento es totalmente opuesto**. Para ello es indispensable un estricto balance de ingresos y egresos

El tratamiento del **SIHAD** consiste en la **restricción del ingreso de agua** al organismo. Si la hiponatremia es sintomática se deberá corregir en forma rápida.

(Nivel de evidencia bajo – Recomendación Fuerte)



En el **CSW** el tratamiento consiste en la **reposición de volumen por medio de generosos aportes de agua y sodio**, en los casos leves se puede intentar por vía oral; si no tolera ó las pérdidas por diuresis son inmanejables se repone con **solución fisiológica EV**.

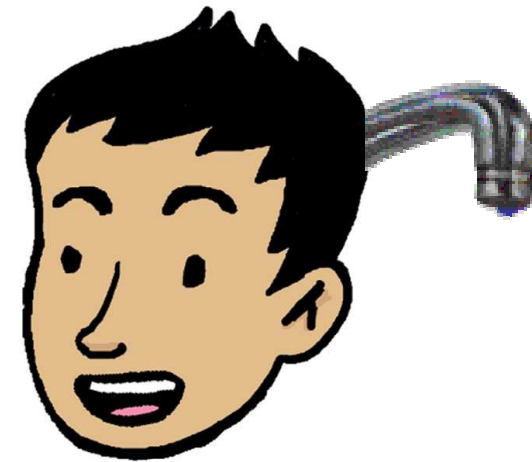
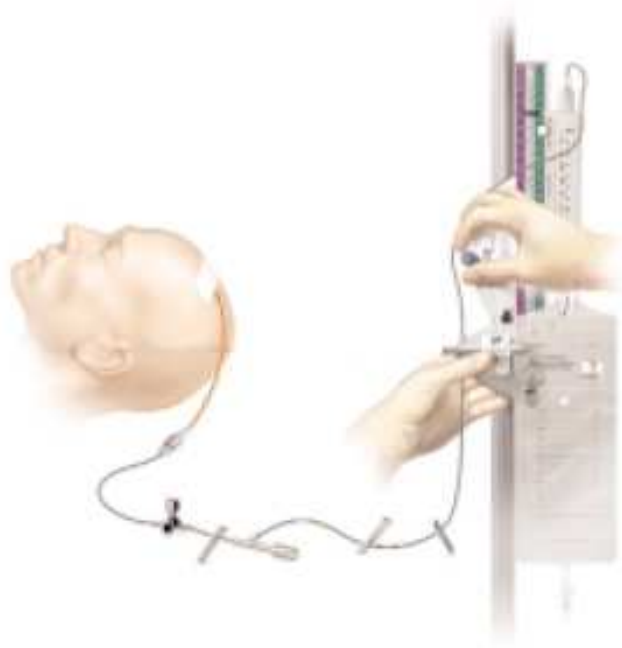
Si el uso de solución fisiológica es insuficiente, se puede utilizar **fludrocortisona 0,1 mg/día VO (hasta 0,4 mg/día)**, mineralocorticoide con alta potencia para retener sodio a nivel renal, siempre realizando un cercano control del potasio ya que puede ocasionar severas hipopotasemias.

(Nivel de evidencia bajo – Recomendación Débil) ^{49,51,52}

Hiponatremia en pacientes neuroquirúrgicos

Drenajes de LCR

- ✓ El LCR tiene un contenido de sodio equivalente al plasma; por lo que la salida si no es repuesta conduce a la hiponatremia.
- ✓ Se repone en forma continua o cada 6 horas, en forma endovenosa con solución fisiológica (154 mEq/l de sodio) o Ringer (130 mEq/l de sodio) volumen a volumen, o con solución bebible de cloruro de sodio por vía oral (4 mEq de sodio por ml).



Hiponatremia en pacientes neuroquirúrgicos

Drogas que pueden producir hiponatremia:

Estimulan la liberación de ADH	Potencian la ADH en riñón	Mecanismo desconocido
Carbamazepina Antidepresivos Clofibrato Clorpropamina Opioides	Ciclofosfamida	Haloperidol Amitriptilina Anfotericina B

Además de los diuréticos...



Hipernatremia en pacientes neuroquirúrgicos

Diabetes insípida central

Características:

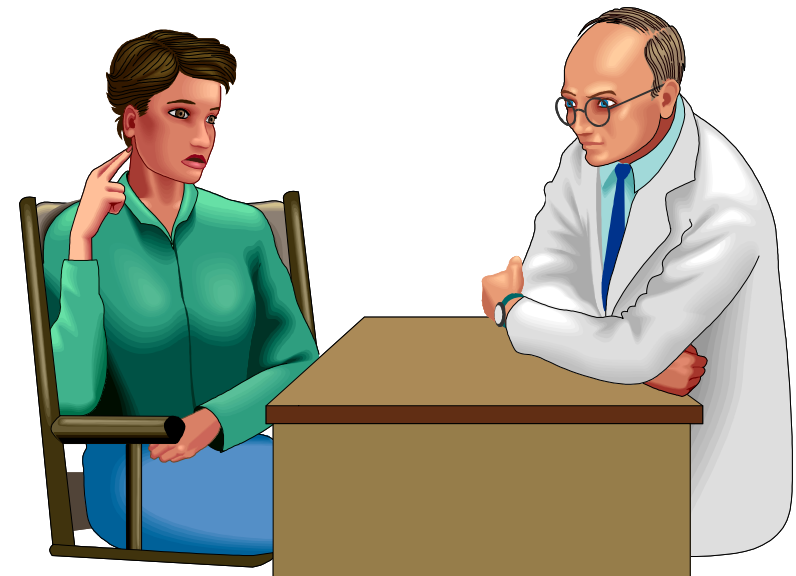
- ✓ Es causa de las hipernatremias más severas
- ✓ Hay falta de liberación de ADH por el SNC
- ✓ Hay poliuria
- ✓ Osmolaridad sérica siempre aumentada
- ✓ Osmolaridad urinaria < 100 mOsm/kg
- ✓ Clínicamente normo/hipovolémico
- ✓ Responde a la administración de desmopresina

En este caso además de la reposición de agua se debe utilizar **desmopresina comenzando con 0,025 ml/dosis intranasal ó 1 compr. de 0,1 mg por día VO e ir titulando la dosis.**

(Nivel de evidencia medio – Recomendación Fuerte) ^{55,56}

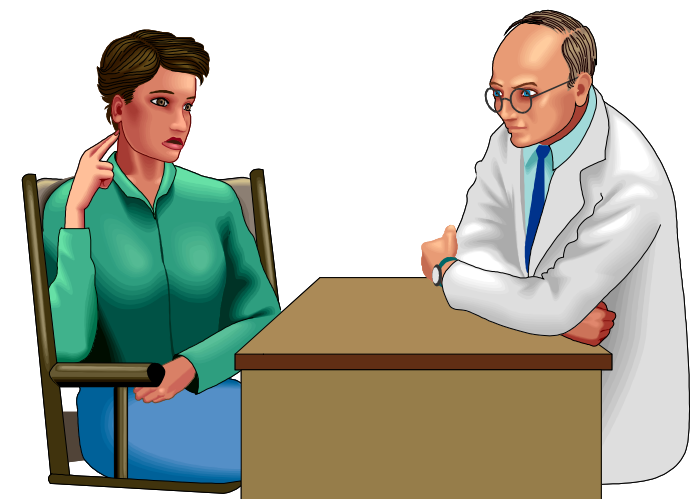
Hiponatremia: Diagnóstico

- ✓ **Anamnesis:** antecedentes familiares, enfermedad de base, antecedentes de oliguria o poliuria, polidipsia, ingesta de diuréticos, etc.
- ✓ **Tiempo de evolución:** determinar si es aguda (menor a 48 horas de evolución) o crónica según los antecedentes y la historia clínica. Si no se puede definir el tiempo de evolución de la hiponatremia, se puede realizar TC (ó RMN) en busca de edema cerebral.
- ✓ **Examen físico:** se orientará a determinar el estado de la volemia del paciente y los signos y síntomas asociados al déficit de sodio.
 - ✓ Estado de hidratación.
 - ✓ Signos vitales. Tensión arterial.
 - ✓ Pulsos periféricos.
 - ✓ Relleno capilar.
 - ✓ Edemas, ascitis, tercer espacio.
 - ✓ Exhaustivo examen neurológico.



Hiponatremia: Diagnóstico

- ✓ **Balance:** es fundamental realizar balance estricto para comprender y tratar adecuadamente.
- ✓ **Exámenes complementarios:**
 - ✓ *En sangre:* Ionograma; urea; glucemia; estado ácido-base.
 - ✓ *En orina:* glucosuria; cetonuria; densidad; eventualmente ionograma.
 - ✓ Osmolaridad (OSMu): En la hiponatremia hipoosmolar sirve para diferenciar a pacientes con excreción de agua libre normal (<100 mosm/l) de los casos con la excreción alterada (>100 mosm/l).
- ✓ **Telerradiografía de tórax:** para evaluar el índice cardiotorácico si quedan dudas de la volemia luego del examen físico.



¡Muchas gracias!

Bibliografía

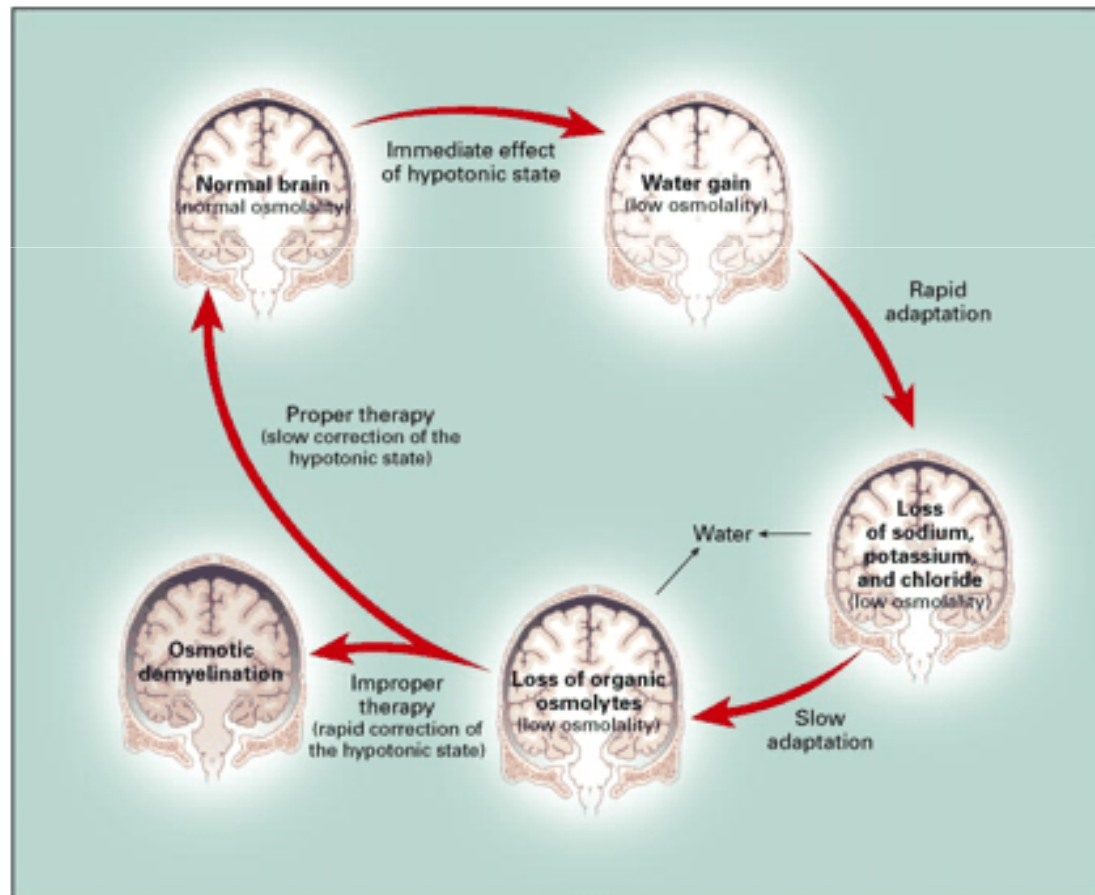
1. Sodium. Behrman: Nelson Textbook of Pediatrics, 17th Ed. 2004. Cap 35.3:197-203.
2. Trachtman H. Homeostasia de sodio y agua. *Pediatr Clin North Am. Nefrología* 1995. Vol 6. 1263-82.
3. Ichikawa I. Tratado de líquidos y electrolitos en pediatría. 1992. Ed. Inter-Médica.
4. Ichikawa I. A bridge over troubled water... mixed water and electrolyte disorders. *Pediatr Nephrol.* 1998; 12:160-167.
5. Kumar SR, Mone AP, Gray LC, Troost BT. Central pontine myelinolysis: delayed changes on neuroimaging. *J Neuroimaging.* 2000 Jul;10(3):169-72.
6. Gross P, Reimann D, et al. Treatment of severe hyponatremia: conventional and novel aspects. *J Am Soc Nephrol.* 2001; 12:S10-S14.
7. Sterns RH, Cappuccio JD, Solver SM et al. Neurologic sequelae after treatment of severe hyponatremia: A multicenter perspective. *J Am Soc Nephrol.* 1994; 4:1522-1530.
8. Brunner JE, Redmond JM, Haggar AM et al. Central pontine myelinolysis and pontine lesions after rapid correction of hyponatremia : A prospective magnetic resonance imaging study. *Ann Neurol.*1990; 27:61-66.
9. Adrogué HJ, Madias NE. Hyponatremia. *N Engl J Med.* 2000; 342(21):1581-89.
10. Liamis G, Kalogirou M, Saugos V, Elisaf M. Therapeutic approach in patients with dysnatremias. *Nephrol Dial Transplant.* 2006(21)1564-1569.
11. Verbalis JG, Goldsmith SR, Greenberg A, et al. Hyponatremia Treatment Guidelines 2007: Expert panel recommendations. *The American Journal of Medicine* (2007) Vol. 120 (11a), S1-S21.
12. Adrogué HJ. Consequences of inadequate management of hiponatremia. *Am J Nephrol.* 2005;25:240-249.
13. CHOICE Study Group. Multicenter, randomized, double-blind clinical trial to evaluate the efficacy and safety of a reduced osmolarity oral rehydration salts solution in children with acute watery diarrhea. *Pediatrics.* 2001; 107:613-618.
14. Armon K, Stephenson T, MacFaul R, Eccleston P, Werneke U. An evidence and consensus based guideline for acute diarrhoea management. *Arch Dis Child* 2001;85:132-142
15. Neville KA, Verge CF, Rosenberg AR, O'Meara MW, Walker JL. Isotonic is better than hypotonic saline for intravenous rehydration of children with gastroenteritis: a prospective randomized study. *Arch Dis Child.* 2006;91:226-232.
16. Janicic N, Verbalis J. Evaluation and management of hypo-osmolality in hospitalized patients. *Endoc and Metab Clinics.* 2003;2(32).
17. Palmer B, Gates J, Lader M. Causes and management of hiponatremia. *Ann Pharmacother.* 2003; 37:1694-1702.
18. Yeates K, Singer M, Morton R. Salt and water: a simple approach to hyponatremia. *CMAJ.* 2004; 170(3):365-369.
19. Moritz M, Ayus JC. Prevention of hospital acquired hyponatremia: a case for using isotonic saline. *Pediatrics.* 2003; 111(2):227-230.
20. Caramelo C, Tejedor A, Criado C, et al. Sueros empleados en enfermos quirúrgicos: composición y efectos sobre el medio interno. *Nefrología.* 2008;28(1)37-42.
21. Dunn K, Butt W. Extreme sodium derangement in a pediatric inpatient population. *J Pediatr Child Health.* 1997;33:26:30.
22. Singhi S. Hyponatremia in hospitalized critically ill children: current concepts. *Indian J Pediatr.* 2004;71(9):803-807.
23. Playfor S. Fatal iatrogenic hiponatremia. *Arch Dis Child.* 2003;88:646-7.
24. Holliday MA, Segar WE. The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. *Pediatrics* 1957;19:823-32.
25. Moritz M, Ayus JC. Hospital-acquired hiponatremia-why are hypotonic parenteral fluids still being used?. *Nat Clin Practice/Nephrology.* 2007;3(7):374-382.
26. Crellin D. Fluid management for children presenting to the emergency department: Guidelines for clinical practice. *Australasian Emerg Nursing Journal.* 2008(11):5-12.
27. Choong K, Desmond B. Maintenance parenteral fluids in the critically ill child. *J Pediatr (Rio J).* 2007; 83(2 Suppl):S3-S10.
28. Halberthal M, Halperin M, Bohn D. Acute hyponatremia in children admitted to hospital: retrospective analysis of factors contributing to its development and resolution. *BMJ.* 2001; 322(31):780-782.
29. Hoorn E, Geary D, Robb M, et al. Acute hyponatremia related to intravenous fluids administration in hospitalized children: an observational study. *Pediatrics.* 2004; 113(5):1279-1284.
30. Au AK, Ray PE, McBryde KD, Newman KD, Ewinstein SL, et al. Incidence of postoperative hyponatremia and complications in critically ill children treated with hypotonic and normotonic solutions. *J Pediatr* 2008;152:33-38.

31. Yung M, Keeley S. Randomised controlled trial of intravenous maintenance fluids. *J Paed Child Health*. 2009;45:9-14.
32. Guppy M, Mickan S, Del Mar C. "Drink plenty of fluids": a systematic review of evidence for this recommendation in acute respiratory infections. *BMJ*. 2004; 328(28):499.
33. Holliday M, Segar W. Reducing errors in fluid therapy management. *Pediatrics*. 2003; 112(2):424-425.
34. Coulthard MG. Will changing maintenance intravenous fluid from 0.18% to 0.45% saline do more harm than good?. *Arch Dis Child*. 2008;93:335-340.
35. Beck C. Hypotonic versus isotonic maintenance intravenous fluid therapy in hospitalized children: a systematic review. *Clinical Pediatrics*. 2007;46(9):764-770.
36. Shafiee M, Bohn D, Hoorn E, Halperin M. How to select optimal maintenance intravenous fluid therapy. *Q J Med* 2003;96:601-610.
37. Ruza Tarrío FJ. ¿Es hora de cambiar la composición de los sueros de mantenimiento intravenoso en los niños hospitalizados? *Evid Pediatr*. 2007;3:1.
38. Marthur A, Duke T, Kukuruzovic R, South M. Soluciones salinas hipotónicas versus isotónicas para los líquidos intravenosos en el tratamiento de las infecciones agudas (Rev Cochrane traducida). *Biblioteca Cochrane Plus*. 2008, Nro 2.
39. World Health Organization. Postoperative care, fluid management. *Pocket book of Hospital care for children*. 2005.(9.1.3):174-175.
40. Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland; Consensus Guideline on Perioperative fluid management in Children. *Post operative fluid management*. 2007(V1.1):15.
41. Davies P, Hall T, Ali T, Lakhoo K. Intravenous postoperative fluid prescriptions for children: A survey of practice. *BMC Surgery*. 2008;8:10.
42. Álvarez Montaña P, Modesto Alapont V, Pérez Ocón A, Ortega López P, et al. The use of isotonic fluid as maintenance therapy prevents iatrogenic hyponatremia in pediatrics: A randomized, controlled open study. *Pediatr Crit Care Med*. 2008;9(6):589-597.
43. Choong K, Kho ME, Menon K, Bohn D. Hypotonic versus isotonic saline in hospitalized children: a systematic review. *Arch Dis Child*. 2006 Oct;91(10):828-35.
44. Sterns R, Silver S. Cerebral salt wasting and SIHAD: What difference?. *J Am Soc Nephrol*. 2008(19):194-196
45. Ganing C, Kappy M. Cerebral salt wasting in children, the need for recognition and treatment. *AJDC*. 1993;147:167-169.
46. Bussmann C, Bast T, Rating D. Hyponatraemia in children with acute CNS disease: SIADH or cerebral salt wasting?. *Child's Nerv Syst*. 2001; 17:58-63.
47. Ellison DH, Berl T. The syndrome of inappropriate antidiuresis. *N Engl J Med* 2007; 356:2064-72.
48. Singh S, Desmond B, Carlotti AP, Cusimano M, Rutka J, Halperin M. Cerebral salt wasting: truths, fallacies, theories, and challenges. *Crit Care Med*. 2002; 30:2575-2579.
49. Albanese A, Hindmarsh P, Stanhope R. Management of hyponatremia in patients with acute cerebral insults. *Arch Dis Child*. 2001;85:246-251.
50. Decaux G, Musch W. Clinical Laboratory Evaluation of the Syndrome of Inappropriate Secretion of Antidiuretic Hormone. *Clin J Am Soc Nephrol* 2008;(3):1175-1184.
51. Palmer B. Hyponatraemia in a neurosurgical patient: syndrome of inappropriate antidiuretic hormone secretion versus salt wasting. *Nephrol Dial Transplant*. 2000;15:262-268.
52. Sakarcan A, Bocchini J. The role of fludrocortisone in a child with cerebral salt wasting. *Pediatr Nephrol*. 1998; 12:769-771.
53. Gorelick MH, Shaw K, Murphy KO. Validity and Reliability of Clinical Signs in the Diagnosis of Dehydration in Children. *Pediatrics* 1997. <http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/99/5/e6>
54. Adrogue HJ, Madias NE. Hyponatremia. *N Engl J Med*. 2000; 342(20):1493-99.
55. Boulgourdjian EM, Martinez AS, Ropelato MG, Heinrich JJ, Bergada C. Oral desmopressin treatment of central diabetes insipidus in children. *Acta Paediatr*. 1997 Nov;86(11):1261-2.
56. Fukuda I, Hizuka N, Takano K. Oral DDAVP is a good alternative therapy for patients with central diabetes insipidus: experience of five-year treatment. *Endocrine Journal*. 2003; 50(4):437-443.
57. Rowensztein H. "Alteraciones de la homeostasis del sodio". *Curso a distancia: M.I.P. Medicina Interna Pediátrica*. (Octubre 2009); año IV, Módulo II:9-26.

Hiponatremia: Manifestaciones clínicas

Están relacionadas a la disfunción del sistema nervioso central, y son más importantes cuando la instalación de la hiponatremia es rápida (en un período de horas) y menor a 125 mEq/l.

- ✓ Cefaleas
- ✓ Náuseas
- ✓ Vómitos
- ✓ Calambres musculares
- ✓ Letargia
- ✓ Desorientación
- ✓ ↓↓ de los reflejos
- ✓ Daño neurológico permanente
- ✓ Muerte



Hiponatremia: Tratamiento

Hiponatremia sintomática aguda



Síntomas severos

- Vómitos
- Convulsiones
- Alteración de la conciencia



Síntomas moderados

- Nauseas
- Cefaleas
- Leve confusión

Ante la presencia de **hiponatremia aguda con síntomas neurológicos severos** infundir Cl Na⁺ 3% en bolos de 2 ml/kg endovenoso.
(NIVEL DE EVIDENCIA INTERMEDIO – RECOMENDACIÓN FUERTE)

Hiponatremia sintomática aguda (síntomas severos)



El cloruro de sodio al 3% se infunde en bolo endovenoso (en 5 a 10 min) máximo 100 ml.

Se pueden repetir 1 o 2 infusiones más si los síntomas persisten.

Se espera que el sodio sérico aumente unos 2 mEq/L con esta infusión.

Es poco probable que la causa de la encefalopatía sea la hiponatremia si se logra aumentar el sodio sérico en 5 mEq/L y los síntomas aún persisten.

Rechequear el sodio sérico luego del 2^{do} bolo y/o cada 2 hs durante la corrección.

Suspender la infusión de bolos de Cl Na⁺ 3% al desaparecer los síntomas severos o si el sodio sérico aumenta 10 mEq/L en las primeras 5 horas

No se debe pretender llevar el sodio sérico a los valores normales.

Recordar que la restricción hídrica sola, es un tratamiento insuficiente en casos de encefalopatía hiponatrémica.

Luego de la desaparición de los síntomas de encefalopatía severa se debe continuar corrigiendo la hiponatremia teniendo en cuenta la causa desencadenante.

2. Hiponatremia crónica sintomática:

Este es el caso en el que existe máximo riesgo de desmielinización osmótica si la corrección se realiza demasiado rápido. Por lo tanto no debe ser administrada en menos de 20 horas.

Se realizará una corrección de la manera descrita anteriormente, pero **con un ritmo menor a 0,5 mEq/l/hora** de ascenso de la natremia.

(Nivel de evidencia bajo – Recomendación fuerte)^{13,14}

3. Hiponatremia hipovolémica:

Es **la más frecuente en pediatría**, cursa con disminución del agua corporal total (ejemplo: diarrea); los síntomas son atribuibles a la hipovolemia. Puede presentarse:

- Con signos de shock: debido a la pérdida de agua. Se deberá tratar el mismo con expansión con solución fisiológica o Ringer, y luego indicar las necesidades basales, pérdidas concurrentes y déficit previo de Na⁺ y agua utilizando una preparación acorde.
- Sin signos de shock: se aportará Na⁺ y agua según necesidades basales, pérdidas concurrentes y déficit previo o bien con solución polielectrolítica (Cl⁻-Na⁺ 60 mEq/l; HCO₃⁻-Na⁺ 30 mEq/l; CL-K⁺ 20 mEq/l; dextrosa 20 gr/l; sodio total 90 mEq/l).

Si tolera la vía oral utilizar **sales de OMS**. Si no tolera la vía oral utilizar hidratación parenteral con **soluciones de alto contenido en sodio** (80-90 mEq/l. en dextrosa)

(Nivel de evidencia alto – Recomendación fuerte)¹⁵

Hipernatremia: manifestaciones clínicas

Están relacionadas a la disfunción del sistema nervioso central, y son más importantes cuando la instalación de la hipernatremia es rápida (en un período de horas) y mayor a 160 mEq/l.

- ✓ Hipertermia
- ✓ Taquipnea
- ✓ Debilidad muscular
- ✓ Decaimiento
- ✓ Letargia
- ✓ Convulsiones
- ✓ Coma
- ✓ Complicaciones trombóticas
- ✓ Muerte

