



Published by DiscoverSys

## Perbedaan pemberian cairan isotonis dan hipotonis terhadap osmolalitas plasma pada penderita gangguan intrakranial akut di RSUP Sanglah, Denpasar, Bali



Wayan Sulaksana Sandhi Parwata,<sup>1\*</sup> I Nyoman Budi Hartawan,<sup>2</sup>  
I Gusti Ngurah Suwarba,<sup>2</sup> Ida Bagus Suparyatha,<sup>2</sup> Dyah Kanya Wati<sup>2</sup>

### ABSTRACT

**Background:** Acute intracranial disturbance can lead to increased occurrence of cardiovascular activity that will lead to a decrease of sodium reabsorption in the kidney. The proper selection of liquid on acute intracranial disorders can help reduce damage to brain tissue. This study aims to determine differences in plasma osmolality levels in patients with acute intracranial disorders who get isotonic or hypotonic fluid.

**Methods:** A cross-sectional observational study was carried out among 60 patients aged 1 month-12 years who experienced acute intracranial disturbance in Sanglah General Hospital during 2017. The difference in plasma osmolality in each group was tested using Mann-Whitney due to the data were not normally distributed. There was a significant difference in osmolality levels in the group receiving isotonic fluid compared with hypotonic ( $p < 0.001$ )

**Results:** Males were predominant in the isotonic group (66.7%) and hypotonic (70%). Good nutritional status was found in both groups (90%; 83.33%). Encephalitis is the most common cause of acute intracranial disturbance, namely 14 (46.67%) cases of isotonic groups and 12 (40%) cases of hypotonic groups. The median value (IQR) of plasma and sodium osmolality levels that obtained isotonic fluid showed a difference in values of 139(6) mEq/L and 287(20) mOsm/kg H<sub>2</sub>O in isotonic and 132 (7) mEq/ L and 273(16) mOsm/kg H<sub>2</sub>O in hypotonic. There was a significant difference in osmolality levels in the group receiving isotonic fluid compared to hypotonic ( $p < 0.001$ )

**Conclusion:** There are differences in levels of osmolality in patients with acute intracranial disorders who get isotonic fluid compared to groups that get hypotonic fluid.

**Keywords:** isotonic solution, hypotonic solution, plasma osmolality, acute brain injury.

**Cite This Article:** Parwata, W.S.S., Hartawan, I.N.B., Suwarba, I.G.N., Suparyatha, I.B., Wati, D.K. 2019. Perbedaan pemberian cairan isotonis dan hipotonis terhadap osmolalitas plasma pada penderita gangguan intrakranial akut di RSUP Sanglah, Denpasar, Bali. *Intisari Sains Medis* 10(1): 82-87. DOI: 10.1556/ism.v10i1.313

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Gangguan intrakranial akut dapat menyebabkan terjadinya peningkatan aktivitas kardiovaskular yang akan berujung pada penurunan dari penyerapan kembali natrium pada ginjal. Pemilihan jenis cairan yang tepat pada gangguan intrakranial akut dapat membantu mengurangi kerusakan jaringan otak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar osmolalitas plasma pada pasien dengan gangguan intrakranial akut yang mendapatkan cairan isotonis ataupun hipotonis.

**Metode:** Penelitian observasional dengan pendekatan potong-lintang dilakukan terhadap 60 pasien berusia 1 bulan-12 tahun yang mengalami gangguan intrakranial akut di RSUP Sanglah selama tahun 2017. Perbedaan osmolalitas plasma pada masing-masing kelompok diuji menggunakan Mann-whitney test dikarenakan data tidak berdistribusi normal. Perbedaan dikatakan bermakna apabila nilai  $p < 0.05$ . Data dianalisis dengan perangkat lunak SPSS versi 20.

**Hasil:** Jenis kelamin laki-laki adalah dominan pada kelompok isotonis (66,7%) maupun hipotonis (70%). Status nutrisi baik terdapat pada kedua kelompok (90%; 83,33%). Ensefalitis merupakan penyebab terbanyak gangguan intrakranial akut yakni 14 (46,67%) kasus kelompok isotonis dan 12 (40%) kasus kelompok hipotonis. Nilai median (IQR) kadar osmolalitas plasma maupun natrium yang mendapatkan cairan isotonis menunjukkan perbedaan nilai yakni 139(6) mEq/L dan 287(20) mOsm/kg H<sub>2</sub>O pada isotonis serta 132(7) mEq/L dan 273(16) mOsm/kg H<sub>2</sub>O pada hipotonis. Terdapat perbedaan kadar osmolalitas secara bermakna pada kelompok yang mendapatkan cairan isotonis dibandingkan dengan hipotonis ( $p < 0,001$ )

**Kesimpulan:** Terdapat perbedaan kadar osmolalitas pada pasien gangguan intrakranial akut yang mendapatkan cairan isotonis dibandingkan dengan kelompok yang mendapatkan cairan hipotonis.

**Kata Kunci:** isotonis, hipotonis, osmolalitas plasma, gangguan intrakranial akut.

**Cite Pasal Ini:** Parwata, W.S.S., Hartawan, I.N.B., Suwarba, I.G.N., Suparyatha, I.B., Wati, D.K. 2019. Perbedaan pemberian cairan isotonis dan hipotonis terhadap osmolalitas plasma pada penderita gangguan intrakranial akut di RSUP Sanglah, Denpasar, Bali. *Intisari Sains Medis* 10(1): 82-87. DOI: 10.1556/ism.v10i1.313

<sup>1</sup>Program Pendidikan Dokter Spesialis, Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, RSUP Sanglah, Denpasar, Bali.

<sup>2</sup>Bagian/SMF Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, RSUP Sanglah, Denpasar, Bali.

\*Korespondensi:

Wayan Sulaksana Sandhi; Program Pendidikan Dokter Spesialis, Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, RSUP Sanglah, Denpasar, Bali  
yansandhi86@gmail.com

## PENDAHULUAN

Cairan intravena merupakan cairan kimia yang dibuat berdasarkan kebutuhan tubuh yang berguna untuk menggantikan cairan yang hilang dan membantu distribusi dari obat. Jenis cairan intravena dapat dibedakan menjadi 4 bentuk yaitu koloid, kristaloid, darah atau produk darah, dan cairan yang mengangkut oksigen. Cairan kristaloid merupakan cairan yang paling sering digunakan pada terapi cairan.<sup>1,2</sup> Cairan kristaloid sendiri mengandung elektrolit, namun tidak mengandung protein dan molekul besar seperti pada cairan koloid. Osmolalitas dari cairan kristaloid terutama oleh konsentrasi dari zat terlarut (elektrolit, glukosa, dll) dalam air.<sup>2</sup>

Cairan isotonis adalah cairan yang mengandung osmolalitas yang setara dengan plasma. Ketika cairan ini diberikan pada pasien dengan status hidrasi yang normal, cairan isotonik tidak menyebabkan pergerakan signifikan air dari pembuluh darah ke dalam sel.<sup>3,4</sup> Cairan hipertonis memiliki osmolalitas yang tinggi dibandingkan plasma. Pemberian cairan hipertonis dapat menyebabkan pergerakan air dari rongga ekstrasvaskular menuju ke pembuluh darah, sehingga menyebabkan peningkatan volume intravaskular. Cairan hipotonis memiliki osmolalitas yang rendah dibandingkan plasma. Cairan ini akan menyebabkan pergerakan air dari intravaskular menuju ekstrasvaskular dan dapat menuju ke dalam sel.<sup>5</sup>

Jenis cairan isotonis yang sering digunakan dirumah sakit adalah cairan ringer laktat dan cairan normal salin.<sup>6</sup> Cairan dextrose ataupun cairan dextrose dengan elektrolit, merupakan cairan yang mengandung glukosa sebagai zat terlarut. Keadaan ini menyebabkan kandungan di dalam kemasan memiliki osmolalitas yang sama dengan plasma. Ketika cairan dekstrosa masuk kedalam tubuh, sel akan mengkonsumsi glukosa yang terkandung secara cepat. Hal ini akan menyisakan air sebagai zat terlarut dan menyebabkan cairan intravena menjadi hipotonis dibandingkan cairan plasma disekitar sel. Beberapa penelitian terbaru menyimpulkan bahwa cairan yang mengandung dextrose di dalamnya dikelompokkan menjadi cairan hipotonis.<sup>6,7</sup>

Regulasi dari cairan tubuh diatur sangat ketat dalam menjaga osmolalitas cairan ekstraseluler tetap berada rentang yang sempit. Membran sel merupakan membran yang bersifat permeabel terhadap air. Sebagai hasil dari perbedaan gradien konsentrasi (osmolalitas) antara cairan ekstraseluler dan intraseluler, air bergerak secara pasif dari gradien dengan kompartemen yang lebih rendah menuju gradien yang lebih tinggi.<sup>7</sup>

Pada penyakit yang menyebabkan gangguan intrakranial, terjadi peningkatan aktivitas dari peptida natriuretik, aktivitas adrenergik, dan sistem kardiovaskular. Hormon antinatriuretik peptida dilepaskan sebagai respon terhadap endotelin, sitokin inflamasi dan  $\alpha$ -adrenergik. Pelepasan dari hormon ini menyebabkan meningkatnya filtrasi glomerulus, dan menurunkan penyerapan natrium pada tubulus. Osmolalitas serum secara primer diatur oleh hormon antidiuretik, dan ginjal. Hormon antidiuretik dilepaskan sebagai respon terhadap meningkatnya osmolalitas plasma. Hormon ADH kemudian berikatan pada reseptor di ginjal yang menyebabkan penyerapan air tanpa disertai dengan penyerapan natrium. Pelepasan hormon ADH ini yang akan menyebabkan kadar osmolalitas rendah.<sup>8,9,10</sup>

Keseluruhan dari aktivitas tersebut akan buru-buru kepada peningkatan perfusi, tekanan darah dan dopamin pada ginjal. Terjadinya peningkatan perfusi dan tekanan darah ini akan menyebabkan terganggunya penyerapan kembali dari natrium pada ginjal sehingga akan dapat menyebabkan produksi kencing yang meningkat dan penurunan osmolalitas plasma. Penurunan dari osmolalitas plasma ini dapat menyebabkan perburukan dari edema seluler.<sup>8,9,10</sup> Berkaitan dengan pemaparan yang telah dijabarkan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara pemberian cairan isotonis dan hipotonis terhadap osmolalitas plasma pada penderita gangguan intrakranial akut di RSUP Sanglah, Denpasar, Bali.

## METODE PENELITIAN

### Pemilihan Subyek Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan *cross-sectional*. Data dikumpulkan dari pasien anak yang rawat inap di RSUP Sanglah dengan gangguan intrakranial akut pada bulan Januari 2017 hingga Desember 2017. Pemilihan subjek berdasarkan *Consecutive Sampling*. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah anak usia 1 bulan-12 tahun dengan gangguan intrakranial akut yang dirawat di RSUP Sanglah yang mendapatkan terapi cairan isotonis atau hipotonis dalam 12 jam pertama semenjak masuk rumah sakit, serta orang tua yang setuju ikut penelitian. Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah pasien dengan riwayat gagal jantung, penyakit hepar kronis, diabetes mellitus, penyakit ginjal, pemakaian diuretik dan pasien yang mendapatkan cairan isotonis atau hipotonis namun diganti dalam waktu kurang dari 12 jam.

### Teknik Pelaksanaan Penelitian

Subyek penelitian diambil darah vena pada saat 12 jam setelah mendapatkan terapi cairan. Volume darah yang diambil sebanyak 3 cc yang kemudian diperiksa kadar natrium, ureum, dan glukosa plasma pada laboratorium patologi klinik RSUP Sanglah dengan menggunakan alat Cobas c501. Data hasil natrium, ureum, dan glukosa darah kemudian dimasukkan ke dalam rumus perhitungan osmolalitas plasma dengan menggunakan rumus  $2Na+(urea\ nitrogen\ (mg/dL)/2.8)+(glukosa\ (mg/dL)/18)$ . Nilai osmolalitas pada kedua kelompok kemudian dibandingkan dan dianalisis.

Cairan isotonis adalah cairan yang mengandung osmolalitas yang mendekati osmolalitas plasma yaitu 280-290 mOsm/L dimana meliputi ringer laktat, NaCl 0.9%, dan asering. Sedangkan Cairan hipotonis yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah cairan yang mengandung osmolalitas < 280 mOsm/L seperti *Dextrose 5%*, *Dextrose 5 ½ NS*, *Dextrose 5 ¼ NS*, *Dextrose 10%*.

### Analisis Data

Uji statistik yang digunakan adalah statistik deskriptif untuk menilai karakteristik kelompok berdasarkan jenis cairan. Uji normalitas menggunakan Saphiro-wilk test dengan tujuan mengetahui distribusi data. Karena data tidak berdistribusi normal, maka uji perbandingan rerata Mann-Whitney digunakan untuk membandingkan

rerata nilai osmolalitas plasma Penelitian ini telah mendapatkan *Ethical Clearance* dari *Ethical Committee* Universitas Udayana, Rumah Sakit Sanglah Denpasar. Nilai  $P < 0,05$  menunjukkan terdapat perbedaan nilai rata-rata osmolalitas plasma secara bermakna.

## HASIL

### Karakteristik Responden Penelitian

Terdapat 60 pasien terlibat dalam penelitian ini dimana meliputi 30 pasien pada kelompok yang mendapatkan cairan isotonis dan 30 sampel pada kelompok yang mendapatkan cairan hipotonis. Nilai median usia (bulan) pada kelompok yang mendapatkan cairan isotonis adalah 24 bulan (IQR 60) sedangkan pada kelompok hipotonis adalah 24 bulan (IQR 51). Sampel penelitian ini didominasi oleh jenis kelamin laki-laki 41 orang (68%) dibandingkan perempuan sebanyak 19 orang (32%). Penyakit terbanyak pada penelitian ini adalah ensefalitis (26 kasus; 43%) yang kemudian diikuti oleh status epilepticus (13 kasus; 21%) dan meningitis (8 kasus; 13%). Karakteristik sampel pada penelitian ini dapat dilihat pada [Tabel 1](#).

Perbedaan kadar natrium, BUN, glukosa, dan osmolalitas plasma pada kelompok yang mendapatkan cairan isotonis dan hipotonis ditampilkan pada [Tabel 2](#). Kadar natrium kelompok yang mendapatkan cairan isotonis lebih tinggi namun

**Tabel 1** Karakteristik pasien berdasarkan kelompok cairan Isotonis dan Hipotonis

Variabel	Kelompok		Nilai P
	Isotonis n(%)	Hipotonis n(%)	
Umur (bulan) Median (IQR)	24 (60)	24 (51)	0.512
Jenis Kelamin			
Laki-laki (%)	20 (66,67)	21 (70)	0.781
Perempuan (%)	10 (33.33)	9 (30)	
Status nutrisi			
Kurang	1 (3,33%)	2 (6,67%)	0.82
Baik	27 (90%)	25 (83,33%)	
Overweight	2 (6,67%)	3 (10%)	
Obese	-	-	
Super Obese	-	-	
Diagnosis			
Ensefalitis (%)	14 (46.67)	12 (40%)	0.711
Ensefalopati (%)	3 (10%)	2 (6.67%)	
Status Epileptikus (%)	6 (20%)	7 (23.33%)	
Pendarahan intracranial (%)	3 (10%)	1 (3.33%)	
Tumor dan abses (%)	1 (3.33%)	3 (10%)	
Meningitis (%)	3 (10 %)	5 (16.67%)	

**Tabel 2** Perbandingan kadar natrium, BUN, glukosa, dan osmolalitas plasma berdasarkan kelompok cairan isotonis dan hipotonis

Variabel	Median (IQR)		Nilai P
	Isotonis (n=30)	Hipotonis (n=30)	
Natrium	139 (6)	132 (7)	< 0.001*
BUN	12 (9)	8.55 (8)	0.016
Glukosa	112 (33)	98 (35)	0.039
Osmolalitas	287 (20)	273 (16)	<0.001*

\*P<0.05 = berbeda secara bermakna

masih dalam rentang normal (135-145 mEq/L kadar natrium plasma dibandingkan kadar natrium pada kelompok yang mendapatkan cairan hipotonis (perbedaan ini bermakna secara statistik dengan nilai P <0.001).

Kadar ureum pada kelompok yang mendapatkan cairan isotonis cenderung lebih tinggi dibandingkan kadar ureum pada kelompok yang mendapatkan cairan hipotonis. Kadar glukosa pada kelompok sampel yang mendapatkan cairan isotonis cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok sampel yang mendapatkan cairan hipotonis. Kadar osmolalitas plasma pada kelompok sampel yang mendapatkan cairan isotonis memiliki kadar osmolalitas yang lebih mendekati nilai normal osmolalitas plasma darah dibandingkan dengan kelompok sampel yang mendapatkan cairan hipotonis yang cenderung dibawah nilai normal kadar osmolalitas plasma darah. Perbandingan kadar natrium, BUN, glukosa, dan osmolalitas plasma berdasarkan kelompok yang mendapatkan cairan isotonis dan hipotonis dapat dilihat pada Tabel 2.

## PEMBAHASAN

Pasien gangguan intrakranial akut yang mendapatkan cairan hipotonis cenderung mengalami hiponatremia bila dibandingkan pada pasien yang mendapatkan cairan isotonik. Studi meta-analisis dari 10 penelitian yang melibatkan 1000 anak, menunjukkan bahwa pemberian cairan hipotonis dapat menyebabkan terjadinya hiponatremia ringan sebanyak 2.37 kali dan 6.2 kali untuk terjadinya hipotnatremia sedang (penelitian yang sampelnya dengan gangguan SSP).<sup>10,11,12</sup> Hiponatremia sendiri terjadi dikarenakan kandungan natrium yang lebih rendah pada cairan hipotonis dibandingkan dengan cairan isotonis.

Gangguan intrakranial dapat menyebabkan terjadinya peningkatan eksresi natrium pada ginjal, tanpa menyebabkan penambahan eksresi dari air yang berakhir pada peningkatan kadar natrium urin.<sup>12,13</sup> Gangguan ini menyebabkan hipovolemik hipoosmolalitas pada plasma. Keadaan ini sering

disebut dengan *Cerebral Salt Wating Syndrome* (CSW).

Regulasi cairan dan natrium diatur oleh mekanisme kerja dari *Arginin Vasopressin* (ADH). Pada penderita dengan gangguan intrakranial akut, aktivitas dari hormon ini meningkat. Peningkatan hormon ini memberikan efek hipertensi, takikardi, dan restriksi air di ginjal. Keadaan takikardi dan restriksi air pada ginjal dapat menyebabkan keadaan euvolemi hiponatremia yang di diagnosa dengan SIADH.<sup>13,14</sup>

Pemberian cairan hipotonis (dekstrose 5 ½ NS dan dekstrose 5 ¼ NS) pada pasien anak yang dirawat inap telah dilakukan sejak tahun 1950, namun beberapa penelitian saat ini menunjukkan tingginya kejadian *hospital acquired hyponatremia* yang berujung pada kejadian dari ensefalopati pada pasien anak yang mendapatkan cairan hipotonis. Beberapa penelitian juga membuktikan bahwa pemberian cairan isotonis lebih baik dibandingkan dengan pemberian cairan hipotonis pada pasien anak yang mengalami tindakan pembedahan maupun dalam keadaan kritis. Pemberian cairan isotonis tidak meningkatkan risiko terjadinya hipernatremia, kelebihan cairan, dan komplikasi yang serius.<sup>13,14,15</sup>

Pemberian cairan isotonis yang tidak mengandung dekstrosa sering digunakan pada pasien anak pasca operasi, hal ini digunakan untuk mencegah terjadinya hiponatremia pasca tindakan operasi. Salah satu studi yang melibatkan 700 anak yang menggunakan cairan isotonis untuk cairan rumatan, menunjukkan efek yang sama dalam hal pencegahan hiponatremia bila dibandingkan dengan anak dengan pasca tindakan operasi. Hal ini juga tidak menunjukkan perbedaan tentang pemberian cairan isotonis sebagai cairan rumatan, pada pasien anak yang menjalani perawatan di ruang intensif maupun ruangan biasa.<sup>14,15</sup>

Penelitian lain menunjukkan bahwa pemberian cairan hipotonis dapat menyebabkan terjadinya hiponatremia pada pasien dengan cedera sistem saraf pusat yang berkembang menjadi *cerebral salt wasting syndrome* atau pada pasien dengan



SIADH dengan kadar osmolalitas urin lebih dari 500 mOsm/kg. Kondisi cedera system saraf pusat, hiponatremia akan bertambah berat dengan pemberian cairan hipotonis.<sup>15</sup>

Kadar ureum dan glukosa pada kelompok yang mendapatkan cairan isotonis lebih tinggi dibandingkan dengan yang mendapatkan cairan hipotonis. *Anti Diuretic Hormone* (ADH) menyebabkan reabsorpsi air pada tubulus proksimal, peningkatan permeabilitas terhadap urea menyebabkan terjadinya reabsorpsi ureum pada ginjal. Permeabilitas dari urea bergantung pada kerja dari cAMP di intermedula duktus kolektivus. Pemberian cairan isotonik yang mengandung NaCl dan adanya kerja dari hormon ADH menyebabkan permeabilitas dari urea meningkat sehingga terjadi reabsorpsi kembali.<sup>17</sup>

Peningkatan kadar ureum di dalam plasma ini sendiri bertujuan untuk menjaga osmolalitas plasma darah, sehingga menjaga isi dan tekanan intravaskular dalam keadaan cukup. Peningkatan osmolalitas plasma > 290 mOsm dapat menyebabkan perpindahan ureum menuju interseluler. Tingginya kadar ureum di dalam sel dapat menyebabkan perpindahan air sehingga membuat sel mengalami edema. Pada pemberian cairan isotonis permeabilitas dari ureum tidak memberikan efek yang signifikan untuk terjadinya edema interseluler. Hal ini disebabkan karena efek natrium lebih memegang peranan yang lebih tinggi dibandingkan ureum maupun ditambah dengan plasma glukosa dalam mempertahankan osmolalitas plasma di pembuluh darah.<sup>17</sup>

Pemberian cairan isotonis menyebabkan perpindahan air dan natrium interseluler menuju interstisial dan intravascular. Keadaan ini akan memberikan *feedback negative* terhadap pelepasan dari ADH. Keadaan ini akan terus berlanjut sampai akhirnya terjadi keseimbangan equilibrium sehingga tidak memungkinkan lagi untuk terjadi pergerakan dari air. Turunnya kadar ADH ini sendiri akan menurunkan permeabilitas dari ureum sendiri sehingga akan menurunkan resiko terjadinya edema interseluler.<sup>17</sup>

Kadar osmolalitas antara pasien yang mendapatkan cairan isotonis maupun hipotonis pada penelitian ini menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini disebabkan karena kadar dari natrium yang lebih tinggi pada cairan isotonis dibandingkan dengan cairan hipotonis. Penelitian lain menunjukkan bahwa penurunan kadar osmolalitas plasma  $13 \pm 6$  mOsm/kgBB dari nilai normal menunjukkan peningkatan kadar air pada korteks otak (mendekati 0.5%), dimana terjadi juga penurunan tekanan onkotik pada pembuluh darah otak sebesar 65%. Jika mengacu pada penelitian diatas, pada

penelitian ini estimasi penurunan kadar osmolalitas sebesar 12 mOsm/kgBB, dengan estimasi peningkatan air pada korteks otak (sebesar 0,21%) dan penurunan tekanan onkotik pada pembuluh darah otak sebesar 52%. Beberapa penelitian lain menunjukkan kadar osmolalitas plasma yang rendah pada pasien yang mendapatkan terapi cairan hipotonis. Penurunan kadar osmolalitas darah dapat berefek pada peningkatan tekanan intrakranial. Keadaan ini tentu akan memperberat keadaan pasien yang mengalami gangguan intrakranial akut.<sup>18,19,20</sup>

Keterbatasan pada penelitian kali ini adalah kami melakukan pemeriksaan kadar osmolalitas plasma tidak menggunakan alat pengukur osmolalitas namun menggunakan perhitungan berdasarkan rumus perkiraan. Pada penelitian kali ini juga tidak dilakukan pemeriksaan kadar natrium, glukosa, ureum dan osmolalitas urin yang mungkin dapat mempengaruhi hasil dari penelitian ini.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pasien dengan gangguan intrakranial akut yang mendapatkan cairan isotonis memiliki osmolalitas plasma yang lebih mendekati normal dibandingkan dengan cairan hipotonis.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Choong K, Arora S, Cheng J, Farrokhlyar F, Reddy D, Thabane L, Walton JM. Hypotonic versus isotonic maintenance fluid after surgery for children: A randomized control trial. *Pediatrics*. 2011; 128(5):857-865.
2. Espay AJ Neurologic complications of electrolyte disturbances and acid-base balance. *Handb Clin Neurol*. 2014; 119:365-82.
3. Moritz ML, Ayus JC. Prevention of hospital-acquired hyponatremia: A case for using isotonic saline. *Pediatrics*. 2003; 111(2):227-30
4. McNab S, Ware RS, Neville KA, Choong K, Coulthard MG, Duke T, et al. Isotonic versus hypotonic solutions for maintenance intravenous fluid administration in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014; (12):CD009457
5. Dos Santos Moreira MC, Naves LM, Marques SM, Silva EF, Rebelo AC, Colombari E, Pedrino GR. Neuronal circuits involved in osmotic challenges. *Physiol Res*. 2017; 66(3):411-423
6. Gantner D, Moore EM, Cooper DJ. Intravenous fluids in traumatic brain injury: what's the solutions? *Curr Opin Crit Care*. 2014; 20(4):385-389
7. Ertmer C, Van Aken H. Fluid therapy in patients with brain injury: what does physiology tell us? *Crit care*. 2014; 18(2):119.
8. Zomp A, Alexander E. Syndrome of inappropriate anti-deuretik hormone and cerebral salt wasting in critically ill patients. *AACN Adv Crit Care*. 2012; 23(3):233-9
9. Moritz ML, Ayus JC. Maintenance Intravenous Fluids in Acutely Ill Patients. *N Engl J Med*. 2015; 373(14):1350-60
10. Yee AH, Burns JD, Wijdicks EF. Cerebral Salt Wasting: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. *Neurosurg Clin N Am*. 2010; 21(2):339-52
11. Easley D, Tillman E. Hospital-Acquired Hyponatremia in Pediatric Patients: A Review of the Literature. *J Pediatr Pharmacol Ther*. 2013; 18(2):105-111
12. Moritz ML, Ayus JC. Hospital-acquired hyponatremia—why are hypotonic parenteral fluids still being used? *Nat Clin Pract Nephrol*. 2007; 3(7):374-382

13. Padua AP, Macaraya JR, Dans LF, Anacleto FE Jr. Isotonic Versus Hypotonic Saline Solution for Maintenance Intravenous Fluid Therapy in Children: A Systematic Review. *Pediatr Nephrol.* 2015; 30(7):1163-72
14. Moritz ML, Ayus JC. Intravenous fluid management for the acutely ill child. *Curr Opin Pediatr.* 2011; 23(2):186-193
15. Moritz ML, Ayus JC. Prevention of hospital-acquired hyponatremia: a case for using isotonic saline. *Pediatrics.* 2003; 111(2):227-30.
16. Moritz ML, Ayus JC. Preventing neurological complications from dysnatremias in children. *Pediatr Nephrol.* 2005; 20(12):1687-1700
17. Sands JM, Schrader DC. An Independent Effect of Osmolality on Urea Transport in Rat Terminal Inner Medullary Collecting Ducts. *J. Clin Invest.* 1991; 88(1):137-42.
18. Freeman MA, Ayus JC, Moritz ML. Maintenance intravenous fluid prescribing practices among pediatric residents. *Acta Paediatr.* 2012; 101(10):465-468
19. Foster BA, Tom D, Hill V. Hypotonic versus isotonic fluids in hospitalized children: a systematic review and meta-analysis. *J Pediatr.* 2014; 165(1):163-169
20. Beck CE. Hypotonic versus isotonic maintenance intravenous fluid therapy in hospitalized children: a systematic review. *Clin Pediatr.* 2007; 46(9):764-770



This work is licensed under a Creative Commons Attribution