

TINJAUAN PUSTAKA

PENGUNAAN RUMUS HOLLIDAY SEGAR PADA PASIEN PEDIATRIK YANG DILAKUKAN ANESTESI

Djayanti Sari¹, Yunita Widyastuti¹, Fanny Gunawan²

¹ Rumah Sakit Umum Pusat Sardjito Yogyakarta

² Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif

Fakultas Kedokteran, Keperawatan, dan Kesehatan Masyarakat Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

ABSTRAK

Pemberian terapi cairan intravena dan elektrolit pada pasien sakit akut menjadi pokok bahasan praktek kesehatan selama lebih dari 50 tahun. Perkembangan pengetahuan dalam menangani pasien dan penyakit telah menimbulkan pertanyaan mengenai validitas formula Holliday Segar. Banyak peneliti mendapatkan terjadinya hiponatremi pada pasien anak yang dirawat di rumah sakit dan mendapat terapi cairan intravena dengan menggunakan formula Holliday Segar. Referat ini mencoba untuk meninjau kembali mengenai penggunaan formula Holliday Segar berdasarkan penelitian - penelitian yang telah dilakukan.

Kata kunci : Holliday Segar, hiponatremi, terapi cairan

ABSTRACT

Intravenous fluid therapy in acute ill patient has been the subject of health practices for more than 50 years. The development of knowledge in dealing with patients and illness has raised questions about the validity of Holliday Segar formula. Many researchers found hyponatremia in pediatric patient who were hospitalized and received intravenous fluid therapy using the Holliday Segar formula. This thread tries to review the use of the Holliday Segar formula based on research studies that have been conducted.

Keywords : Holliday Segar, hyponatremi, fluid therapy

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pengaturan cairan dan elektrolit pada anak adalah keahlian penting bagi tenaga medis. Terapi cairan dibagi menjadi terapi rumatan, defisit, dan pengganti. Persamaan Holliday dan Segar menjadi metode standar untuk menghitung kebutuhan cairan.¹

Holliday dan Segar menyajikan perhitungan untuk kebutuhan cairan rumatan intravena pada tahun 1957. Dengan mengintegrasikan aspek

fisiologi yang diketahui pada saat itu, Holliday dan Segar berpendapat bahwa "insensible water loss dan urinary water loss berhubungan dengan metabolisme energi dan tidak dengan berat badan".²

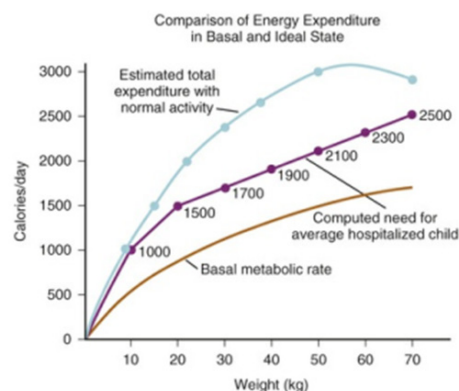
Pada pasien anak yang dirawat di rumah sakit dan mendapat terapi cairan rumatan dengan menggunakan metode Holliday dan Segar, ditemukan terjadinya hiponatremi dan bahkan hingga kematian. Penggunaan cairan saline 0,18% intravena juga berkaitan dengan terjadinya edema cerebri.²

TINJAUAN PUSTAKA

Holliday dan Segar menyajikan perhitungan untuk kebutuhan cairan rumatan dalam terapi parenteral pada tahun 1957. Dengan mengintegrasikan fisiologi yang diketahui pada saat itu, Holliday Segar mengamati bahwa “*insensible water loss* dan *urinary water loss* berhubungan dengan metabolisme energi dan tidak berhubungan dengan berat badan”. Meski demikian, karena penggunaan cairan paralel dengan metabolisme energi, metabolisme energi mengikuti luas permukaan tubuh, dan luas permukaan tubuh mengikuti berat badan, dapat diperkirakan kebutuhan air berhubungan dengan berat badan.¹

Dengan menganggap kebutuhan energi pada pasien yang dirawat di rumah sakit secara kasar berada di pertengahan antara level basal dan normal, Holliday dan Segar membuat kurva kebutuhan kalori terhadap berat badan yang terdiri dari 3 bagian linear : 0 hingga 10 kg, 10 hingga 20 kg dan 20 hingga 70 kg sebagaimana tampak dalam gambar 1. Holliday dan Segar berpendapat rerata kebutuhan air dalam mililiter, setara dengan pengeluaran energi dalam kalori. Hal ini dijabarkan sebagai 100 ml/kg per hari untuk berat hingga 10 kg, tambahan 50 ml/kg tiap hari untuk setiap kilogram dari 11 hingga 20 kg, dan 20 ml/kg per hari lebih untuk setiap kilogram di atas 20 kg. Pada praktek anestesi, formula ini kemudian disederhanakan menjadi “aturan 4-2-1” (4 ml/kg per jam untuk berat 10 kg pertama, 2 ml/kg per jam untuk 10 kg berikutnya, dan 1 ml/kg per jam untuk tiap kg selanjutnya. Kebutuhan elektrolit juga diperhitungkan berdasarkan berat badan, menghasilkan cairan hipotonik “ideal” berupa 0,2% saline dalam 5% cairan dekstrosa (0,18% saline dalam 4% dekstrose di United Kingdom).^{2,3}

Formula ini telah digunakan untuk manajemen cairan pada pasien sehat. Selama bertahun-tahun, mayoritas konsultan anestesi di United Kingdom menggunakan cairan hiponatremi yang mengandung glukosa untuk memenuhi kebutuhan intraoperatif dan postoperatif pasien anak sebagaimana dirumuskan oleh Holliday. Penggunaan cairan ini dalam ruang operasi menghasilkan hiponatremi, aspirasi, dan kematian.¹



Gambar 1. Hubungan antara berat badan dan waktu untuk kebutuhan cairan rumatan harian dengan hukum 4-2-1.¹

Halberthal dan Halperin melakukan penelitian pada 306 data pasien yang didiagnosis hiponatremi dalam 10 tahun. Termasuk dalam kriteria ini adalah pasien yang mengalami penurunan natrium kurang dari 130 mmol/liter dan terjadi dalam 48 jam dengan median umur 5 tahun (range umur 1 bulan hingga 21 tahun). Lima belas pasien dirujuk ke perawatan intensif setelah terjadinya hiponatremi simptomatik ketika menerima cairan intravena. Gejala yang terjadi adalah kejang (18 pasien) dan muntah sebagai tanda meningkatnya tekanan intrakranial. Satu pasien mengalami kerusakan neurologis berat.⁴

Hoorn dkk melakukan penelitian dan mendokumentasikan bahwa 131 dari 1586 pasien mengalami hiponatremi (Na <136 mmol/L). Penelitian *case control* menunjukkan pasien di rumah sakit mendapatkan cairan intravena lebih banyak dan balans cairan lebih positif. Dua pasien mengalami sekuel neurologis mayor dan 1 pasien meninggal.⁵

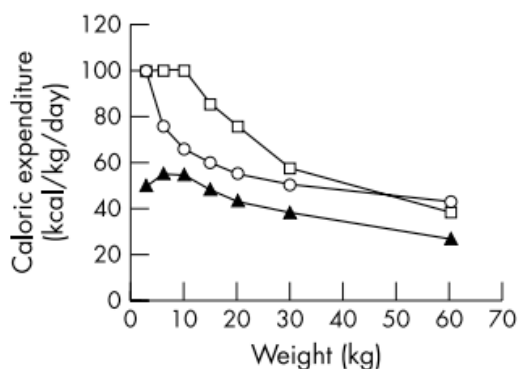
Shann F dkk menemukan terdapat 33 dari 73 pasien dengan pneumonia dan 10 dari 20 pasien dengan meningitis bakteri yang mengalami hiponatremi. Cairan rumatan yang diberikan pada pasien ini berkisar 50 ml/kg/hari. Shann menyimpulkan anak yang mengalami hiponatremi yang disebabkan oleh overload cairan perlu intake cairan yang lebih sedikit.⁶

Pemberian cairan rumatan hipotonik sebagaimana direkomendasikan oleh Holliday dan Segar adalah tidak aman dan menempatkan anak

dalam resiko ensefalopati hiponatremi yang fatal. Penggunaan cairan hipotonis rumatan secara terus menerus tidak dapat dibenarkan dan mengakibatkan resiko neurologis dan bahkan kematian.^{7,8}

Pitfall Formula Holliday Segar

Pada awalnya Talbot memperkirakan tingkat metabolik basal pada anak-anak berdasarkan kehilangan cairan. Crawford memperluas konsep ini dengan menyajikan total kebutuhan energi (tingkat metabolisme basal ditambah tingkat pertumbuhan dan aktivitas) dalam kaitannya dengan luas permukaan tubuh (gambar 2). Holliday dan Segar lebih lanjut mengembangkan konsep ini dengan menghubungkan pengeluaran energi terhadap berat badan daripada luas permukaan tubuh, dengan asumsi 1 ml air yang hilang berhubungan dengan konsumsi 1 kilo kalori. Karakteristik kehilangan cairan pada anak-anak setara dengan kebutuhan energi 120 kkal untuk anak dengan berat 10 kg.²



Gambar 2. Pengeluaran kalori harian berdasarkan berat badan metode Holliday dan Segar dan berdasarkan metode luas permukaan dari Crawford, dan laju metabolik basal. Persegi = metode Holliday dan Segar, lingkaran = metode luas permukaan Crawford terhadap laju metabolik basal

Terdapat dua kekurangan utama dalam pendekatan ini. Pertama, saat ini telah diketahui bahwa pengeluaran energi saat istirahat berkaitan erat dengan massa lemak bebas yaitu otot dan empat organ metabolisme utama (jantung, hati, ginjal, dan otak). Delapan puluh persen dari pengeluaran energi saat istirahat digunakan oleh keempat organ ini yang hanya menyusun 7% dari total massa tubuh. Akibatnya, penggunaan berat

badan saja untuk menghitung pengeluaran energi akan mengakibatkan overestimasi kebutuhan kalori. Pada umumnya, metode penghitungan berdasarkan berat badan menghasilkan kelebihan perhitungan kebutuhan energi pada bayi sebesar 14% dibandingkan dengan metode luas permukaan. Kedua, pengeluaran energi pada anak-anak sehat sangat berbeda dengan anak dengan penyakit akut atau setelah operasi. Dengan menggunakan metode kalorimetrik, pengeluaran energi pada pasien ini lebih dekat ke tingkat metabolisme basal yang diusulkan oleh Talbot, rata-rata 50–60 kkal/kg/hari.²

Penyebab kelebihan perhitungan ini bersifat multifaktorial. Pasien sakit yang berada dalam kondisi katabolik, seringkali relatif tidak aktif, dan anak dalam perawatan intensif mungkin disedasi atau diberikan pelumpuh otot memiliki pengeluaran energi yang lebih kecil. Hampir setengah dari asupan kalori yang disarankan oleh Holliday dan Segar ditujukan untuk pertumbuhan, tujuan yang tidak realistis pada pasien dengan penyakit akut. Meskipun demam dan sepsis dapat meningkatkan laju metabolisme, peningkatan ini pada umumnya terbatas kurang dari 1,5 kali tingkat metabolisme basal.²

Kebutuhan Air

Secara historis, kebutuhan air dihitung berdasarkan pada perkiraan kasar dari *insensible water loss* (kulit dan saluran pernapasan) dan *sensible water loss* (urine dan tinja).

Insensible Water Loss

Metode Holliday dan Segar menunjukkan *insensible water loss* adalah sebesar 50 ml/kg/hari.³ *Insensible water loss* diperkirakan sebesar 930 ml/m²/hari (27 ml/kg/hari). Data terbaru menunjukkan angka yang sebenarnya mungkin hanya separuh dari nilai tersebut. *Insensible water loss* dari kulit sebesar 250 ml/m²/hari (7 ml/kg/hari) dan melalui sistem pernafasan 170 ml/m²/hari (5 ml/kg/hari). Selain itu banyak faktor risiko lainnya yang dapat mengurangi *insensible water loss* seperti penggunaan *humidifiers* pada pasien dengan ventilator (pengurangan 80% pada kehilangan air melalui pernafasan) atau lingkungan dengan suhu netral. Bluemle dkk telah

menunjukkan *insensible water loss* sebesar 330 ml/m²/hari (10 ml/kg/hari) pada pasien gagal ginjal akut.²

Kehilangan air melalui urine

Holliday dan Segar menetapkan kehilangan air melalui urine pada anak-anak yang sehat sebesar 50-60 ml/kg/hari berdasarkan perhitungan Pickering dan Winters (Tabel 1). Dasar dari regimen cairan ini adalah pengamatan bahwa 15 dari 28 bayi dan 20 dari 25 anak (dengan diagnosis tidak spesifik) yang diberikan dekstrose intravena menghasilkan urine dengan osmolaritas antara 150 hingga 600 mOsm/l H₂O. Holliday dan Segar berpendapat pasien dengan urine yang cair mendapatkan terlalu banyak air dan sebaliknya pasien dengan urine pekat terlalu sedikit air.²

Tabel 1. Karakteristik kehilangan cairan setiap 100 kilokalori (kcal) untuk energi yang dikeluarkan pada anak sehat dengan berat 10 kg.²

| Sumber kehilangan air | Perkiraan kehilangan air (ml/100 kcal/hari) |
|-----------------------|---|
| Insensible | |
| Kulit | 30 |
| Respirasi | 15 |
| Sensible | |
| Tinja | 10 |
| Berkeringat | 10 |
| Urine | 50 |
| Total | 115 |

Konsep tersebut tidak memperhitungkan pengaruh hormon antidiuretik (ADH) pada banyaknya produksi urine. ADH mengakibatkan beban zat terlarut dalam ginjal secara efektif diekskresikan dalam bentuk produksi urine dengan volume yang lebih sedikit dan pekat. Pada keadaan ini, urine output seringkali kurang dari setengah nilai yang didapatkan pada anak yang sehat (sekitar 25 ml/kg/hari). Peningkatan ADH umum terjadi pada anak-anak dengan penyakit, respon stres (nyeri, demam, operasi) atau efek sekunder penggunaan opiat dan obat anti-inflamasi non steroid.^{1,2,9} Pada keadaan ini, pemberian cairan bebas sering mengakibatkan hiponatremia karena ginjal tidak dapat mengekskresikan beban air.²

Dengan demikian total kehilangan cairan (*sensible* dan *insensible*) selama sakit akut atau setelah operasi mungkin berjumlah setengah dari yang disarankan oleh Holliday dan Segar (50-60 ml/kg/hari). Produksi air endogen yang seringkali diabaikan dari katabolisme jaringan meningkat pada pasien dengan penyakit akut. Pada anak sehat, diperkirakan sebesar 15 ml/kkal digunakan. Dengan demikian, semua faktor perlu diperhitungkan ketika mengukur keseimbangan cairan.²

Kebutuhan elektrolit

Holliday dan Segar menghitung asupan natrium sebesar 1 mEq/100 kalori per hari pada bayi sehat yang diberikan air susu ibu. Darrow merekomendasikan 3 mEq natrium per 100 kalori energi yang dikeluarkan perhari.³ Hal ini berdasarkan pada laju ekskresi natrium pada urine bayi yang sehat. Namun, kebutuhan harian elektrolit pada keadaan sakit dapat berbeda. Kehilangan natrium dan kalium dalam jumlah besar dapat terjadi melalui fenomena desalinasi. Dahan dkk menunjukkan efek menguntungkan perkembangan saraf dengan menggandakan asupan natrium harian (4 hingga 5 mmol/kg) pada neonatus. Hal ini membantah asumsi bahwa ginjal neonatal tidak mampu "menangani" beban tinggi natrium.²

Dasar pemikiran dibalik pendekatan tradisional ini adalah keseimbangan antara asupan natrium dan hilangnya natrium. Meski demikian, hal ini gagal memperhitungkan fungsi utama terpenting natrium pada penyakit akut, yaitu pemeliharaan tonisitas plasma. Terdapat hubungan terbalik yang kuat antara konsentrasi natrium plasma dan volume intraseluler. Membran sel permeable terhadap air tetapi tidak terhadap elektrolit. Natrium adalah kation ekstrasel utama yang mengatur pergerakan air menyeberang sel-sel sepanjang gradien konsentrasi osmotik, hal ini menjelaskan terjadinya pembengkakan sel pada keadaan hiponatremia.²

Osmolaritas suatu larutan adalah jumlah osmol zat terlarut per liter larutan. Tonisitas suatu larutan mengacu pada total konsentrasi zat terlarut yang menghasilkan tekanan osmotik melintasi membran *in vivo*. Dekstrosa 5% memiliki osmolaritas yang sama dengan plasma (286 mOsm/l H₂O) tetapi cepat

dimetabolisme dalam darah ke air. Dengan demikian tonisitas *in vivo* sama dengan elektrolit cairan bebas, karena tidak mengandung garam atau osmol aktif lainnya (nol tonisitas). Setiap liter dekstrosa 5% yang diinfuskan akan menghasilkan perluasan ruang cairan intraseluler dan ekstraseluler (dua pertiga menyebar ke ruang intraseluler dan sepertiga ke ruang ekstraseluler). Demikian pula, untuk setiap liter 0,18% saline dalam dekstrosa 4% yang diinfuskan, hanya 1/5 (200 ml) cairan isotonik yang mengisi ke plasma. Selebihnya, sebanyak 800 ml adalah cairan bebas elektrolit yang akan mengisi kompartemen cairan intraseluler. Hal ini sangat relevan terutama jika ekskresi air dibatasi oleh ADH. Perpindahan cairan dapat terjadi tanpa adanya hiponatremia. Peningkatan kecil dalam cairan jaringan melalui penggunaan cairan hipotonik dapat berbahaya pada kondisi seperti edema serebral di mana peningkatan kecil cairan otak dapat menyebabkan peningkatan tekanan intrakranial besar yang tidak proporsional.²

Insiden dan Komplikasi Neurologis Hiponatremi Akut

Kunci utama manajemen terapi cairan perioperatif adalah mempertahankan kecukupan cairan intravaskuler sehingga tidak berkembang menjadi hiponatremi. Pada periode perioperatif, pasien beresiko mengalami hiponatremi. Infus cairan hipotonik adalah penyebab terpenting hiponatremia akut yang berkembang selama periode intraoperatif. Hiponatremi akut menyebabkan peningkatan kandungan air pada neuron (udema otak) tanpa perubahan pada isi larutan. Hal ini menyebabkan gejala subklinis seperti nyeri kepala, mual, muntah, atau kelemahan otot pada kelompok usia berapapun. Anak yang lebih muda juga rentan terkena ensefalopati hiponatremi yang berat.¹

Gejala serius terjadi ketika hiponatremi mencapai 120 mmol/L. Akan tetapi terdapat kasus dimana gejala hiponatremi muncul pada konsentrasi natrium plasma yang lebih tinggi. Sedangkan pada pasien lain dapat mentoleransi gangguan elektrolit ini tanpa berkembang menjadi kejang. Terlepas dari kondisi yang mendasari yang mungkin membuat pasien lebih rentan terhadap kejang, faktor penting yang mungkin mendasari adalah volume cairan ekstraseluler otak. Jika volume ini diperluas oleh

infus saline isotonik dalam jumlah besar, tekanan intrakranial yang lebih tinggi akan muncul pada tingkat tertentu hiponatremia. Selain itu, proporsi volume sel otak yang relatif lebih besar terhadap volume cairan ekstraseluler pada pasien muda mengakibatkan pasien lebih rentan terhadap peningkatan volume sel otak.⁴

Hiponatremia sering ditemukan pada anak-anak yang dirawat di rumah sakit dan paling sering terjadi karena kelebihan air daripada hilangnya garam. Shann dan Germer menunjukkan kejadian hiponatremia (Na 134 mmol/l) sebanyak 45% pada anak-anak yang dirawat di rumah sakit dengan pneumonia dan 50% pada pasien dengan meningitis bakteri. Hanna dkk melaporkan kejadian hiponatremi sebanyak 30% pada bayi yang masuk rumah sakit dengan bronkiolitis yang membutuhkan perawatan intensif di Inggris, 13% di antaranya mengalami kejang. Halberthal dkk menunjukkan hubungan langsung antara hiponatremi dan penggunaan cairan rumatan hipotonik. Komplikasi neurologis hiponatremia akut termasuk ensefalopati dengan kejang, kerusakan otak ireversibel, atau kematian otak akibat herniasi serebral. Anak-anak juga termasuk yang paling rentan terhadap cedera otak akibat hiponatremi. Hiponatremia fatal dapat terjadi dalam beberapa jam setelah pemberian cairan hipotonik, terutama jika cairan yang diberikan dengan formula rumatan standar (100 - 120 ml/kg/hari)²

Peninjauan kembali formula Holliday dan Segar menunjukkan bahwa formula tersebut akan bermasalah pada anak dengan sakit akut atau dengan gangguan ginjal atau jantung. Formula baru yang direkomendasikan lebih sederhana dan lebih akurat yaitu dengan pemberian 20-40 ml/kg cairan garam seimbang selama tindakan anestesi. Formula ini dapat dilihat pada tabel 2. Manajemen cairan postoperasi hendaknya dikurangi menjadi aturan 2,1,0,5, yaitu 2 ml/kg untuk 10 kg pertama, 1 ml/kg untuk 10 kg selanjutnya, dan 0,5 ml/kg untuk setiap kg di atas 20 kg dengan cairan isotonik. Apabila dalam 12 jam pasien tidak mendapat asupan oral, cairan hipotonik standar (D5 0,45% saline) diberikan dengan aturan 4-2-1 untuk menghindari hipernatremi.⁹

Tabel 2. Perhitungan kebutuhan cairan rumatan untuk pasien pediatrik.⁹

| Berat (kg) | 12 jam pertama setelah pembedahan (ml) | Apabila tidak mendapat asupan oral (ml) |
|------------|--|---|
| < 10 | 2 ml/kg | 4 ml/kg |
| 11-20 | 1 ml/kg | 4,0 ml+ 2 ml/kg untuk setiap kg di atas 10 kg |
| >20 | 0,5 ml/kg | 60 ml + 1 ml/kg untuk setiap kg di atas 20 kg |

Dasar Penggunaan Cairan Ruman Isotonik

Pertimbangan terpenting dalam pemilihan cairan intravena adalah perlunya menjaga kadar natrium serum pada tingkat normal. Penggunaan cairan isotonik seperti saline 0,9% lebih sesuai pada anak-anak yang sakit akut yang secara teori tidak memperluas cairan ruang intraseluler. Cairan isotonik mempertahankan integritas dan fungsi intrasel dengan meminimalkan perubahan konsentrasi natrium dan tonisitas plasma. Penggunaan saline 0,9% sebagai cairan rumatan dikombinasikan dengan pembatasan cairan yang sesuai akan menghasilkan peningkatan asupan sodium harian dua hingga tiga kali lipat dibandingkan dengan formula tradisional. Namun, kekhawatiran akan terjadinya hipernatremi berat adalah tanpa dasar karena konsentrasi dan tonisitas saline 0,9% mirip dengan plasma. Heer dkk menunjukkan pembebanan natrium kronis pada sukarelawan tidak menghasilkan peningkatan natrium plasma, air tubuh, atau berat badan sebagaimana diprediksi sebelumnya. Pembebanan masif natrium akibat dari pemberian volume besar cairan resusitasi pada bayi dan anak dengan sepsis (80-180 ml/kg/hari) dengan menggunakan saline 0,9% tidak mengakibatkan hipernatremi.²

Perdebatan mengenai cairan isotonik yang optimal masih berlangsung. Cairan Hartman memiliki konsentrasi klorida yang lebih fisiologis dibandingkan saline 0,9% dan tidak menyebabkan hiperkloremia. Penting untuk menekankan bahwa dekstrosa dapat ditambahkan pada cairan isotonik ini (umumnya dalam konsentrasi 5–10%), bila

secara klinis diindikasikan, untuk menghindari hipoglikemia tanpa mengubah tonisitas cairan *in vivo*. Bukti terbaru menunjukkan bahwa larutan dekstrosa 1% setelah operasi pada anak tanpa komplikasi mungkin memadai. Cairan yang sesuai untuk neonatus dan bayi adalah 0,9% saline dalam 5% dextrose, yang tersedia secara komersial. Penggunaan saline 0,9% (dengan atau tanpa dextrose) dianggap sebagai cairan rumatan yang aman baik pada fase perioperatif maupun pada fase akut dimana kebanyakan anak-anak yang sakit membutuhkan rawat inap (misalnya, pneumonia, bronchiolitis, dan meningitis). Efek retensi air oleh hormon antidiuretik mungkin memerlukan tingkat pembatasan cairan moderat (50-60%) untuk mencegah kelebihan cairan.²

Duke dkk membandingkan penggunaan cairan hipotonik dengan isotonik pada manajemen infeksi akut dan menyimpulkan bahwa pemberian cairan hipotonik dalam jumlah besar menyebabkan hiponatremia berat dan efek samping neurologis yang buruk.¹⁰

Moritz dkk menunjukkan kondisi kekurangan cairan parenteral pada anak berkaitan dengan stimulus non osmotik terhadap sekresi ADH yang dapat mengakibatkan retensi cairan bebas dan hiponatremi. Pemberian cairan saline isotonik sebagai rumatan cairan parenteral merupakan pencegahan penting yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya hiponatremi.¹²

Alvarez dkk menyimpulkan penggunaan cairan hipotonik meningkatkan resiko hiponatremi dibandingkan dengan cairan isotonik pada 24 jam. Cairan isotonik tidak meningkatkan kejadian efek samping dibandingkan cairan hipotonik.¹²

Saba dkk melakukan penelitian *randomized control trial* terhadap cairan isotonik dengan hipotonik sebagai cairan rumatan pada pasien anak yang dirawat di rumah sakit. Natrium meningkat signifikan pada kelompok pasien dengan saline 0,9% dan meningkat tapi tidak signifikan pada kelompok pasien saline 0,45%. Tidak terjadi penurunan konsentrasi natrium selama 12 jam pertama pada kelompok saline 0,45%. Akan tetapi perlu dilakukan studi yang lebih besar.¹³

Penggunaan NaCl 0,9% sebagai cairan rumatan adalah pendekatan paling fisiologis untuk mencegah gangguan dalam tonisitas dan hidrasi. Perlu diingat bahwa tidak ada komposisi dan kecepatan cairan yang sesuai untuk semua pasien, pemberian cairan intravena dengan prosedur invasif perlu monitoring ketat.⁷

KESIMPULAN

Penggunaan persamaan Holliday dan Segar untuk perhitungan kebutuhan cairan pada pediatrik perlu ditinjau ulang. Hiponatremi akut menyebabkan peningkatan kandungan air pada neuron (udema otak) tanpa perubahan pada isi larutan dan menyebabkan gejala subklinis seperti nyeri kepala, mual, muntah, atau kelemahan otot pada kelompok usia berapapun. Penggunaan cairan saline 0,9% untuk pemeliharaan rutin pada anak-anak lebih dianjurkan daripada pemberian saline 0,18% atau 0,45%.

DAFTAR PUSTAKA

1. McClain CD, McManus ML, Fluid Management, *A Practice of Anesthesia for Infants and Children*, 6th, Philadelphia : Elsevier; 2013
2. Taylor DA, Durward A, 2014, Pouring salt on troubled waters, <http://adj.bmj.com>, diunduh tanggal 6 Oktober 2018
3. Holliday MA, Segar WE, 1956, The maintenance need for water in parenteral fluid therapy, <http://www.aappublications.org/news>, diunduh tanggal 5 Oktober 2018
4. Halberthal M, Halperin ML, Bohn D, Acute hyponatraemia in children admitted to hospital: retrospective analysis of factors contributing to its development and resolution. *BMJ* 2001; 322(7289): 780–782.
5. Hoorn EJ, Geary D, Robb M, Halperin ML, Bohn D. Acute Hyponatremia Related to Intravenous Fluid Administration in Hospitalized Children: An Observational Study May, *American Academy of Pediatrics* 2004;113 (5)
6. Shann F, Germer S. Hyponatraemia associated with pneumonia or bacterial meningitis. *Arch Dis Child*. 1985;60(10):963-6.
7. Moritz ML, Ayus C, Hospital-Acquired Hyponatremia Is Associated With Excessive Administration of Intravenous Maintenance Fluid: In Reply, *Pediatrics* 2004; 114 (5)
8. Arya VK. Basics of fluid and blood transfusion therapy in paediatric surgical patients. *Indian J Anaesth*, 2012; 56(5): 454–62.
9. Cote CJ, Pediatric Anesthesia, *Miller's Anesthesia*, 8th, Philadelphia : Elsevier; 2010
10. Duke T, Mathur A, Kukuruzovic R H, McGuigan M. Hypotonic vs isotonic saline solutions for intravenous fluid management of acute infections. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2003, *The Cochrane Collaboration*, 2009
11. Moritz ML, Ayus JC, Prevention of Hospital-Acquired Hyponatremia: A Case for Using Isotonik Saline, *Pediatrics*, 2003;111(2)
12. Montan PA, Alapont VM, Ocon P, Lopez PO, Prats LL, Parreno JDT, The use of isotonic fluid as maintenance therapy prevents iatrogenic hyponatremia in pediatrics: A randomized, controlled open study. *Ped Crit Care Med*, 2008; 9 (6)
13. Sabal TG, Fairbairn J, Houghton F, Laforte D, Bethany J F, A randomized controlled trial of isotonic versus hypotonic maintenance intravenous fluids in hospitalized children, *BMC Pediatrics*, 2011, 11(82)