

MODUL PEMBELAJARAN PEMENUHAN KEBUTUHAN CAIRAN *dan* ELEKTROLIT



Dr. Kusnanto, S.Kp., M.Kes.

ISBN 978-602-74315-7-7



9 786027 431577

**FAKULTAS KEPERAWATAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

MODUL PEMBELAJARAN

PEMENUHAN KEBUTUHAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT



Dr. Kusnanto, S.Kp., M.Kes.

**FAKULTAS KEPERAWATAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

Modul Pembelajaran Pemenuhan Kebutuhan Cairan dan Elektrolit

Penulis:

Dr. Kusnanto, S.Kp., M.Kes.

Hak Cipta © 2016, Pada Penerbit

Hak publikasi pada Fakultas Keperawatan Universitas Airlangga

Dilarang menerbitkan atau menyebarkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau sistem penyimpanan dan pengambilan informasi, tanpa seizin tertulis dari penerbit

Fakultas Keperawatan Universitas Airlangga
Kampus C Unair Mulyorejo Surabaya 60115
Telp. (031) 5913754, 5913257, 5913756, 5913752
Fax. (031) 5913257, 5913752
Email: dekan@fkp.unair.ac.id

ISBN : 978-602-74315-7-7

KATA PENGANTAR

Proses pembelajaran yang banyak diterapkan sekarang ini sebagian besar berbentuk penyampaian secara tatap muka (*lecturing*), dan searah. Pada saat mengikuti kuliah atau mendengarkan ceramah, mahasiswa akan kesulitan untuk mengikuti atau menangkap makna esensi materi pembelajaran, sehingga kegiatannya sebatas membuat catatan yang kebenarannya diragukan karena tergantung dari persepsi mahasiswa pada saat mengikuti kegiatan pembelajaran. Pola proses pembelajaran dosen aktif dengan mahasiswa pasif ini efektivitasnya rendah, dan tidak dapat menumbuhkembangkan proses partisipasi aktif dalam pembelajaran.

Modul pembelajaran merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik yang mencakup isi materi, metode dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri untuk mencapai kompetensi yang diharapkan (Anwar, 2010). Modul pembelajaran Pemenuhan Kebutuhan cairan dan elektrolit merupakan salah satu modul dari Keperawatan Dasar. Mengingat bahwa bahan kajian Keperawatan Dasar sangat luas dan tidak dimungkinkan secara keseluruhan dibahas dalam bentuk pembelajaran kuliah dengan metode pembelajaran *lecture* sehingga beberapa bahan kajian dikemas dalam bentuk modul dengan harapan mahasiswa dapat belajar secara individual dan belajar dengan aktif tanpa bergantung dari dosen

Kepada semua pihak yang berkontribusi dalam penyusunan modul ini, penulis mengucapkan terima kasih. Penyempurnaan secara periodic akan tetap dilakukan, untuk ini kami mohon kepada para pengguna dapat memberikan masukan secara tertulis, baik langsung kepada penulis maupun kepada penulis. Semoga modul ini bermanfaat bagi mahasiswa program studi pendidikan ners dan dosen keperawatan dasar sebagai fasilitator.

Surabaya, 20 Nopember 2016
Penulis,

Dr. Kusnanto, S.Kp., M.Kes.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Tinjauan Materi Modul Kuliah	1
Deskripsi Materi Modul Kuliah	2
Rumusan Capaian Pembelajaran	3
Susunan dan Keterkaitan antar Modul	4
Relevansi dan Manfaat Materi Modul Kuliah	5
Petunjuk Belajar	6
Materi Modul	7
1. Pendahuluan	7
2. Konsep Keseimbangan Cairan dan Elektrolit	8
3. Perpindahan Cairan Antar Kompartemen	15
4. Pengaturan Faal Dari Cairan dan Elektrolit	17
5. Respon Hemodinamik Terhadap Kekurangan Volume Cairan	18
6. Keseimbangan Cairan dan Elektrolit	19
7. Mekanisme Pengaturan Cairan dan Elektrolit	24
8. Pengaturan Neuroendokrin dalam Keseimbangan Cairan dan Elektrolit.....	27
9. Keseimbangan Asam-Basa	28
10. Ketidakseimbangan Asam-Basa	29
11. Gangguan Keseimbangan Air dan Elektrolit	30
12. Gangguan Keseimbangan Air dan Natrium.....	30
13. Gangguan Keseimbangan Air dan Kalium	32
14. Asuhan Keperawatan Klien Dengan Pemenuhan Kebutuhan Cairan dan Elektrolit.....	33
15. SPO Pemenuhan Kebutuhan Cairan dan Elektrolit	46
Soal Latihan	55
Daftar Pustaka	59

TINJAUAN MATERI MODUL KULIAH

Materi Pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit merupakan bagian dari Mata kuliah Keperawatan Dasar dengan bobot total 7 sks, dan merupakan bagian dari materi Pemenuhan Kebutuhan Dasar Manusia yang merupakan tanggung jawab perawat. Mata kuliah ini memberikan pemahaman tentang aplikasi konsep pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit. Agar pemahaman lebih kompleks tentang pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit pada berbagai penyakit, maka disarankan mahasiswa aktif membaca literatur-literatur lain yang relevan.

Materi yang dibahas dalam modul mata kuliah ini berfokus pada pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit, mulai dari konsep keseimbangan cairan dan elektrolit, perpindahan cairan dan elektrolit, pengaturan faal cairan dan elektrolit, respons hemodinamik terhadap kekurangan volume cairan, keseimbangan cairan dan elektrolit, mekanisme pengaturan cairan dan elektrolit, pengaturan neuroendokrin Dalam keseimbangan cairan dan elektrolit, keseimbangan asam basa, ketidakseimbangan asam basa, gangguan keseimbangan air dan elektrolit, gangguan keseimbangan air dan natrium, gangguan keseimbangan air dan kalium, asuhan keperawatan klien dengan gangguan pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit serta standar prosedur operasional pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit.

DESKRIPSI MATERI MODUL KULIAH

Fokus materi modul kuliah ini adalah pada pemenuhan kebutuhan dasar manusia, fokus bahan kajian pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit. Pemberian asuhan keperawatan menggunakan pendekatan proses keperawatan sebagai metode ilmiah dengan mengaplikasikan ilmu biomedik seperti biologi, biokimia, anatomi, fisiologi, patofisiologi, ilmu penyakit, farmakologi, dan ilmu keperawatan klinik. Lingkup bahasan mulai dari konsep keseimbangan cairan dan elektrolit, perpindahan cairan dan elektrolit, pengaturan faal cairan dan elektrolit, respons hemodinamik terhadap kekurangan volume cairan, keseimbangan cairan dan elektrolit, mekanisme pengaturan cairan dan elektrolit, pengaturan neuroendokrin dalam keseimbangan cairan dan elektrolit, keseimbangan asam basa, ketidakseimbangan asam basa, gangguan keseimbangan air dan elektrolit, gangguan keseimbangan air dan natrium, gangguan keseimbangan air dan kalium, asuhan keperawatan klien dengan gangguan pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit serta standar prosedur operasional pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit.

Metode pembelajaran yang dilakukan adalah dengan pendekatan *student center learning* (SCL), di mana proses pembelajaran dilakukan melalui belajar mandiri, mahasiswa dapat mengatur waktu dan tempat belajar, belajar sesuai dengan gaya, kecepatan, dan kemampuan yang dimiliki serta mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan menjadi pebelajar yang mandiri.

RUMUSAN CAPAIAN PEMBELAJARAN

Setelah selesai mempelajari materi modul kuliah ini, diharapkan dapat mengaplikasikan konsep pemenuhan kebutuhan dasar manusia dengan fokus pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit. Untuk mencapai capaian pembelajaran atau *learning outcome* tersebut, diharapkan mahasiswa memiliki kemampuan:

1. Menjelaskan konsep keseimbangan cairan dan elektrolit
2. Menguraikan perpindahan cairan dan elektrolit
3. Menjelaskan pengaturan faal cairan dan elektrolit
4. Mengidentifikasi respons hemodinamik terhadap kekurangan volume cairan
5. Menjelaskan keseimbangan cairan dan elektrolit
6. Menguraikan mekanisme pengaturan cairan dan elektrolit
7. Menjelaskan pengaturan neuroendokrin dalam keseimbangan cairan dan elektrolit
8. Menjelaskan keseimbangan asam basa
9. Menganalisis ketidakseimbangan asam basa
10. Menganalisis gangguan keseimbangan air dan elektrolit
11. Menganalisis gangguan keseimbangan air dan natrium
12. Menganalisis gangguan keseimbangan air dan kalium
13. Menguraikan asuhan keperawatan klien dengan gangguan pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit
14. Mendemonstrasikan standar prosedur operasional pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit.

SUSUNAN DAN KETERKAITAN ANTAR MODUL

Modul ini adalah bagian dari bahan ajar mata kuliah Keperawatan Dasar yang dikemas secara utuh dan sistematis. Dalam modul ini memuat seluruh materi pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit, mulai dari konsep keseimbangan cairan dan elektrolit, perpindahan cairan dan elektrolit, pengaturan faal cairan dan elektrolit, respons hemodinamik terhadap kekurangan volume cairan, keseimbangan cairan dan elektrolit, mekanisme pengaturan cairan dan elektrolit, pengaturan neuroendokrin dalam keseimbangan cairan dan elektrolit, keseimbangan asam basa, ketidakseimbangan asam basa, gangguan keseimbangan air dan elektrolit, gangguan keseimbangan air dan natrium, gangguan keseimbangan air dan kalium, asuhan keperawatan klien dengan gangguan pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit serta standar prosedur operasional pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit.

Tujuan dari modul ini adalah memberikan kesempatan mahasiswa mempelajari materi pembelajaran pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit secara tuntas, karena keterbatasan waktu yang dan tidak sebanding dengan bahan kajian yang harus dikuasai oleh mahasiswa. Materi belajar dikemas ke dalam satu kesatuan yang utuh, sehingga memudahkan mahasiswa dalam memahami serta mencapai capaian pembelajaran yang sudah ditetapkan yaitu mampu menerapkan konsep pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit dalam praktik keperawatan profesional

Selanjutnya, sesuai bahan kajian modul tersebut dikemas dalam bentuk materi yang sekuen sehingga mudah untuk dipahami.

RELEVANSI DAN MANFAAT MATERI MODUL KULIAH

Ada beberapa manfaat yang akan diperoleh setelah mahasiswa mempelajari materi modul ini, yaitu mahasiswa memiliki kemampuan:

1. Menjelaskan konsep keseimbangan cairan dan elektrolit
2. Menguraikan perpindahan cairan dan elektrolit
3. Menjelaskan pengaturan faal cairan dan elektrolit
4. Mengidentifikasi respons hemodinamik terhadap kekurangan volume cairan
5. Menjelaskan keseimbangan cairan dan elektrolit
6. Menguraikan mekanisme pengaturan cairan dan elektrolit
7. Menjelaskan pengaturan neuroendokrin dalam keseimbangan cairan dan elektrolit
8. Menjelaskan keseimbangan asam basa
9. Menganalisis ketidakseimbangan asam basa
10. Menganalisis gangguan keseimbangan air dan elektrolit
11. Menganalisis gangguan keseimbangan air dan natrium
12. Menganalisis gangguan keseimbangan air dan kalium
13. Menguraikan asuhan keperawatan klien dengan gangguan pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit
14. Mendemonstrasikan standar prosedur operasional pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit.

PETUNJUK BELAJAR

Dalam mempelajari materi modul kuliah ini diharapkan mahasiswa mengikuti saran-saran sebagai berikut:

1. Sebelum pembelajaran

Bahan kajian secara keseluruhan untuk mata kuliah Keperawatan dasar dijelaskan dalam Rencana Pembelajaran Semester (RPS), dalam RPS diuraikan tentang Capaian pembelajaran, kemampuan akhir yang direncanakan, bahan kajian, metode pembelajaran, waktu yang disediakan untuk mencapai kemampuan pada tiap tahap pembelajaran; pengalaman belajar mahasiswa yang diwujudkan dalam deskripsi tugas yang harus dikerjakan oleh mahasiswa selama satu semester; kriteria, indikator, dan bobot penilaian; dan daftar referensi yang digunakan, sebagai pedoman bagi pengguna modul untuk mencapai arah dan tujuan pembelajaran. Dengan demikian mahasiswa wajib membaca secara keseluruhan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) yang ada.

Modul ini disiapkan untuk pembelajaran mandiri bagi mahasiswa dengan demikian mahasiswa diwajibkan membaca modul ini secara keseluruhan mulai dari awal hingga akhir agar memiliki pemahaman yang utuh dari bahan kajian yang sudah ditetapkan dalam modul.

2. Selama pembelajaran

- 1) Mempelajari materi yang ada dalam modul secara mendalam dan pengembangan materi dengan membaca dari referensi lain yang terkait dengan modul.
- 2) Setelah mempelajari disarankan untuk mencatat, dan bertanya mengenai materi yang belum dipahami
- 3) Pengawasan kegiatan hasil belajar dilakukan dengan mengumpulkan jawaban pada soal yang telah disiapkan pada akhir pembelajaran serta melakukan evaluasi sumatif
- 4) Latihan soal (evaluasi) dikerjakan setelah mempelajari materi modul kuliah yang diajukan pada akhir pembahasan.
- 5) Mengevaluasi jawaban pada lembar jawaban dengan kunci jawaban.

3. Setelah pembelajaran

Menerima keputusan dosen untuk meneruskan belajar pada materi modul selanjutnya atau tetap mempelajari materi modul yang sama.

MATERI MODUL

1. PENDAHULUAN

Diperkirakan 45-80% dari berat badan pada individu yang sehat terdiri dari cairan. Volume cairan ini bervariasi tergantung dari berbagai factor yaitu usia, jenis kelamin, dan lemak tubuh. Bayi mempunyai volume cairan lebih banyak dari orang dewasa, dan makin tua usia seseorang jumlah cairan ini makin berkurang. Begitu pula wanita mempunyai volume cairan lebih sedikit dari pria karena tubuh wanita mempunyai banyak lemak dibanding pria. Cairan tubuh ini terutama terdiri dari air dan zat terlarut, yaitu elektrolit, non elektrolit dan koloid.

Air merupakan zat makanan terpenting bagi kehidupan, karena sebagian besar tubuh manusia terdiri dari air. Seseorang dapat bertahan hidup tanpa makanan dalam waktu beberapa hari, tetapi tanpa air hanya mampu bertahan 3 hari saja. Begitu pula dengan elektrolit yang mempunyai peranan sangat penting dalam aktivitas semua sel. Elektrolit yang terdapat dalam cairan tubuh adalah natrium, kalium, kalsium, chloride, bikarbonat, magnesium, sulfat, fosfat dan asam organik.

Begitu pentingnya air dan elektrolit ini di dalam tubuh sehingga keberadaannya perlu dipertahankan dalam jumlah tertentu dan konsentrasi yang seimbang agar sel-sel dalam tubuh berfungsi secara optimal. Perubahan dalam jumlah cairan dan konsentrasi elektrolit yang terkandung didalamnya dapat menimbulkan berbagai masalah yang jika tidak seberapa mendapatkan penanganan yang tepat dapat menyebabkan kerusakan organ bahkan kematian mendadak. Oleh karena itu kebutuhan cairan dan elektrolit ini termasuk kebutuhan dasar manusia yang utama yang sama pentingnya dengan keberadaan oksigen.

Pemenuhan kebutuhan dasar manusia merupakan bidang garap keperawatan, oleh karena itu setiap perawat yang keberadaannya sangat dekat dan paling lama dengan klien mempunyai kewajiban untuk membantu klien dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Seorang perawat minimal harus dapat mengidentifikasi tingkat pemenuhan kebutuhan cairan dan elektrolit, mampu mengidentifikasi tanda dan gejala ketidakseimbangan cairan dan elektrolit, serta mampu mengantisipasi faktor risiko yang menyebabkan ketidakseimbangan cairan dan elektrolit, sehingga ia akan dapat melakukan intervensi baik mandiri ataupun kolaborasi untuk mengatasi masalah tersebut. Untuk itu setiap perawat hendaknya memahami konsep cairan dan elektrolit, dan mampu mengaplikasikan konsep tersebut dalam membantu mengatasi masalah pemenuhan kebutuhan klien pada berbagai kondisi.

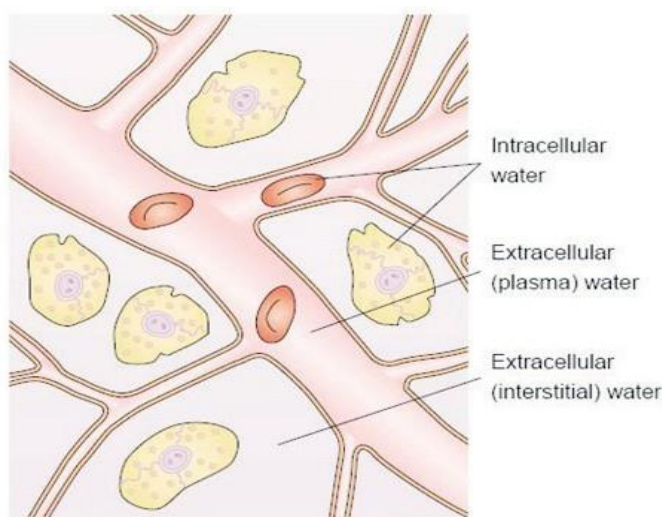
2. KONSEP KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

Cairan berada dalam dua kompartemen utama, yaitu di dalam sel (cairan intra sel/ CIS) yang pada orang dewasa sekitar 40% dari berat badan atau 70% dari jumlah keseluruhan cairan tubuh, dan cairan di luar sel (cairan ekstra sel/ CES) sekitar 20% dari berat badan atau 30% dari seluruh cairan tubuh. Cairan ekstrasel termasuk didalamnya cairan intravaskuler (plasma) sekitar 4-5% dari berat badan, dan cairan interstitial atau cairan yang berada di antara sel termasuk cairan limfe sekitar 15% dari berat badan.

a. Cairan Intraselular (CIS)

Membran sel bagian luar memegang peranan penting dalam mengatur volume dan komposisi intraselular. Pompa membran-bound ATP-dependent akan mempertukarkan Na dengan K dengan perbandingan 3:2. Oleh karena membran sel relatif tidak permeable terhadap ion Na dan ion K, oleh karenanya potasium akan dikonsentrasikan di dalam sel sedangkan ion sodium akan dikonsentrasikan di ekstra sel. Potasium adalah kation utama ICF dan anion utamanya adalah fosfat. Akibatnya, potasium menjadi faktor dominant yang menentukan tekanan osmotik intraselular, sedangkan sodium merupakan faktor terpenting yang menentukan tekanan osmotik ekstraselular.

Impermeabilitas membran sel terhadap protein menyebabkan konsentrasi protein intraselular yang tinggi. Oleh karena protein merupakan zat terlarut yang nondifusif (anion), rasio pertukaran yang tidak sama dari 3 Na⁺ dengan 2 K⁺ oleh pompa membran sel adalah hal yang penting untuk pencegahan hiperosmolalitas intraselular relatif. Gangguan pada aktivitas pompa Na-K-ATPase seperti yang terjadi pada keadaan iskemi akan menyebabkan pembengkakan sel.

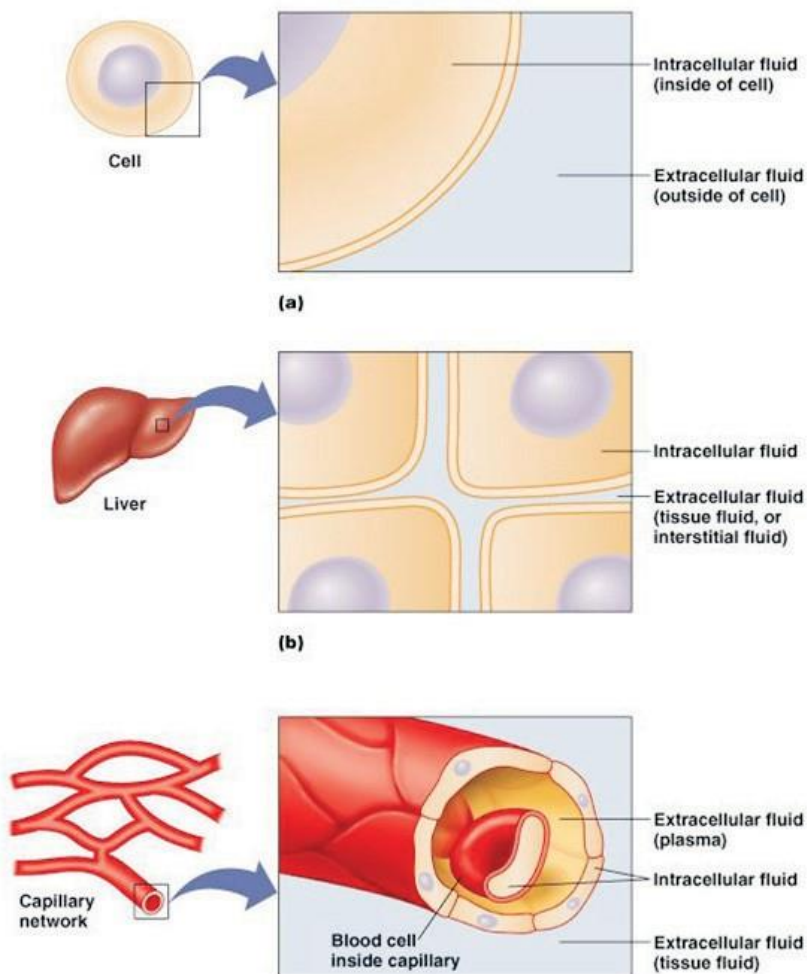


Gambar 1. Cairan Intraseluler dan hubungannya dengan cairan ekstraseluler

Sumber: Porth CM, 2011, *Essentials of Pathophysiology*. 3rd ed. Philadelphia, PA, Lippincott Williams & Wilkins; 160

b. Cairan Ekstraselular (CES)

Fungsi dasar dari cairan ekstraselular adalah menyediakan nutrisi bagi sel dan memindahkan hasil metabolismenya. Keseimbangan antara volume ekstrasel yang normal terutama komponen sirkulasi (volume intravaskular) adalah hal yang sangat penting. Oleh sebab itu secara kuantitatif sodium merupakan kation ekstraselular terpenting dan merupakan faktor utama dalam menentukan tekanan osmotik dan volume sedangkan anion utamanya adalah klorida (Cl^-), bikarbonat (HCO_3^-). Perubahan dalam volume cairan ekstraselular berhubungan dengan perubahan jumlah total sodium dalam tubuh. Hal ini tergantung dari sodium yang masuk, ekskresi sodium renal dan hilangnya sodium ekstra renal

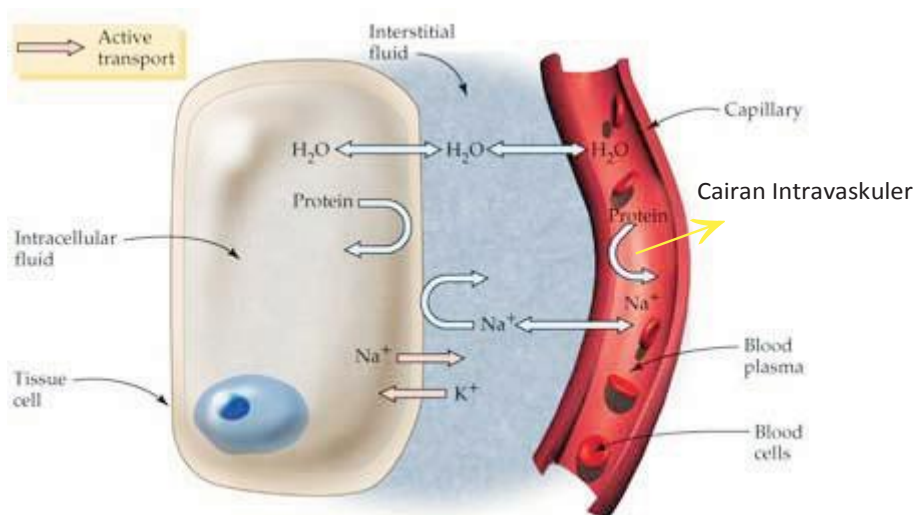


Gambar 2. Ilustrasi letak cairan ekstraseluler, intraseluler, dan interstitial

Sumber: SanchezElla, 2012, *Nutrients Involved in Fluid and Electrolyte Balance and In Depth* Ch. 7, Hudson, Pearson Education.

c. Cairan Interstitial (ISF)

Normalnya sebagian kecil cairan interstitial dalam bentuk cairan bebas. Sebagian besar air interstitial secara kimia berhubungan dengan proteoglikan ekstraselular membentuk gel. Pada umumnya tekanan cairan interstitial adalah negatif (kira-kira -5 mmHg). Bila terjadi peningkatan volume cairan interstitial maka tekanan interstitial juga akan meningkat dan kadang-kadang menjadi positif. Pada saat hal ini terjadi, cairan bebas dalam gel akan meningkat secara cepat dan secara klinis akan menimbulkan edema. Hanya sebagian kecil dari plasma protein yang dapat melewati celah kapiler, oleh karena itu kadar protein dalam cairan interstitial relatif rendah (2 g/Dl). Protein yang memasuki ruang interstitial akan dikembalikan ke dalam sistem vaskular melalui sistem limfatik



Gambar 3. Cairan Interstitial, cairan intravaskuler dan proses transport aktif

Sumber: <http://plasmacirculation.org/>

d. Cairan Intravaskular (IVF)

Cairan intravaskular terbentuk sebagai plasma yang dipertahankan dalam ruangan intravaskular oleh endotel vaskular. Sebagian besar elektrolit dapat dengan bebas keluar masuk melalui plasma dan interstitial yang menyebabkan komposisi elektrolit keduanya yang tidak jauh berbeda. Bagaimanapun juga, ikatan antar sel endotel yang kuat akan mencegah keluarnya protein dari ruang intravaskular. Akibatnya plasma protein (terutama albumin) merupakan satu-satunya zat terlarut secara osmotik aktif dalam pertukaran cairan antara plasma dan cairan interstitial. Peningkatan volume ekstraselular normalnya juga merefleksikan volume intravaskular dan interstitial. Bila

tekanan interstisial berubah menjadi positif maka akan diikuti dengan peningkatan cairan ekstrasel yang akan menghasilkan ekspansi hanya pada kompartemen cairan interstisial. Pada keadaan ini kompartemen interstisial akan berperan sebagai reservoir dari kompartemen intravaskular. Hal ini dapat dilihat secara klinis sebagai edema jaringan. Distribusi cairan pada tiap kompartemen yang dihubungkan dengan berat badan pada berbagai kelompok usia dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1 Prosentase rata-rata cairan tubuh dihubungkan dengan berat badan.

Kompartemen Cairan	Bayi (%)	Dewasa (%)		Lansia (%)
		Pria	Wanita	
Intrasel	48	45	35	25
Ekstrasel:				
– Intravaskuler	4	4	5	5
– Interstitial	25	11	10	15
Total	77	60	55	45

Air

Di dalam tubuh air mempunyai fungsi yang penting, yaitu :

- Sebagai media transportasi bagi zat makanan dan oksigen menuju sel dan sisa metabolisme sel ke organ eliminasi,
- Mengantarkan hormone dari organ penghasil menuju sel/organ target,
- Memudahkan proses metabolisme di dalam sel
- Sebagai pelarut elektrolit dan non elektrolit,
- Membantu dalam mempertahankan suhu tubuh,
- Memudahkan pencernaan dan eliminasi,
- Sebagai pelumas jaringan, dan
- Sebagai pembentuk struktur tubuh.

Elektrolit

Setelah bergabung dengan air, elektrolit ini ada yang menjadi bermuatan listrik positif disebut kation, yaitu: Na, K, Ca, Mg, dan bermuatan listrik negative disebut anion, yaitu: Cl dan HCO₃. Untuk mempertahankan keadaan fisiologis yang stabil rasio anion dengan kation serta konsentrasinya di setiap kompartemen harus seimbang dan relative menetap.

Jenis elektrolit yang berada di tiap kompartemen adalah sama tetapi konsentrasinya berbeda. Elektrolit utama di ekstrasel adalah natrium dan chloride, sedangkan elektrolit utama intrasel adalah kalium dan fosfat. Adanya perubahan konsentrasi elektrolit dan atau rasio anion dan kation akan menimbulkan perubahan aktivitas sel yang dapat membahayakan kehidupan. Secara rinci komposisi elektrolit yang terdapat dalam tiap kompartemen cairan tubuh dapat dilihat pada tabel 2.

Table 2 Komposisi elektrolit yang terdapat dalam tiap kompartemen cairan tubuh

Elektrolit	Intrasel (mEq/l)	Ekstrasel (mEq/L)	
		intravaskuler	interstitial
Kation:			
- Natrium	15	142	145
- Kalium	150	5	5
- Calsium	2	5	3
- Magnesium	27	2	1
Anion:			
- Chlorida	1	102	114
- Bicarbonat	10	27	30
- Fosfat	100	2	2
- Sulfat	20	1	1
- Asam organic	0	5	8
- Protein	63	16	1

1) Natrium (Na)

Merupakan elektrolit utama cairan ekstrasel, dalam keadaan normal konsentrasinya dipertahankan antara 135-145 mEq/L. Natrium dapat dijumpai dalam makanan seperti bacon (daging babi yang dikukus dan diasinkan), ham (daging babi yang diasinkan), sosis, kecap, mustard, keju, sayuran kalengan, roti, sereal dan makanan kecil yang asin. Natrium dieksresikan dari tubuh melalui ginjal, sebagian kecil melalui feses, dan perspirasi.

Natrium berfungsi dalam:

- Mengatur volume cairan dalam tubuh
- Berpartisipasi dalam membentuk dan transmisi impuls saraf.

Perubahan konsentrasi natrium dalam cairan tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan yang serius, oleh karena itu tubuh mempunyai mekanisme pengaturan agar natrium dipertahankan dalam batas-batas normal.

2) Kalium (K)

Merupakan elektrolit utama cairan intrasel. Kalium banyak dijumpai dalam sayuran seperti brokoli, kentang, dan buah-buahan seperti: pisang, persik, kiwi, apricot, jeruk, melon, prune dan kismis. Kalium terdapat dalam jumlah yang banyak dalam sekresi gastrointestinal, saliva dan perspirasi.

Fungsi Kalium adalah:

- Sebagai regulator utama bagi aktivitas enzim seluler
- Berperanan penting dalam proses transpisi impuls listrik terutama dalam saraf
- Membantu dalam pengaturan keseimbangan asam basa melalui pertukarannya dengan hydrogen

Dalam keadaan normal konsentrasi kalium dalam plasma dapat dipertahankan antara 3.5-5.0 mEq/L.

3) Calcium (Ca)

Calcium merupakan elektrolit terbanyak di dalam tubuh. Lebih dari 99% dari seluruh calcium dalam tubuh terdapat dalam tulang dan membutuhkan calcium gigi dalam bentuk terionisasi. Setiap hari rata-rata orang dewasa membutuhkan calcium sekitar 1 gram. Pada anak-anak, wanita dalam keadaan hamil, menyusui, dan menopause kebutuhan ini lebih tinggi lagi. Calcium banyak terdapat dalam susu, keju, kacang yang dikeringkan, dan sedikit dalam daging dan sayur-sayuran.

Fungsi Calcium:

- Mempunyai peran penting dalam transmisi impuls saraf dan pembentukan darah
- Sebagai katalis dalam kontraksi otot, kekuatan kontraksi terutama otot jantung secara langsung berhubungan dengan konsentrasi ion calcium dalam plasma
- Diperlukan dalam absorpsi vitamin B12 untuk digunakan oleh sel-sel tubuh
- Berperan sebagai katalis bagi aktivitas beberapa zat kimia tubuh
- Penting untuk menguatkan tulang dan gigi
- Untuk membangun ketebalan dan kekuatan membrane sel

4) Magnesium (Mg)

Magnesium terbanyak dijumpai di intrasel dan terdapat pada sel jantung, tulang, saraf dan jaringan otot dan merupakan kation terpenting kedua setelah kalium. Setiap hari rata-rata orang dewasa memerlukan magnesium sekitar 18-30 mEq. Pada anak-anak dibutuhkan lebih banyak lagi. Magnesium paling banyak dijumpai dalam makanan terutama sayur-sayuran, kacang tanah, ikan, semua padi-padian, dan kacang merah.

Fungsi magnesium penting:

- Untuk metabolisme karbohidrat dan protein
- Dalam beberapa reaksi yang berhubungan dengan enzim-enzim tubuh
- Untuk sintesa protein dan DNA, transkripsi DNA dan RNA, serta translasi RNA
- Dalam mempertahankan kalium intrasel
- Membantu dalam mempertahankan aktivitas listrik dalam membrane sel saraf dan sel otot.

5) Chlorida (Cl)

Chlorida merupakan anion utama di ekstrasel dan banyak terdapat dalam darah, cairan interstitial, cairan limfe dan jumlah yang sedikit di intrasel. Chlorida dijumpai dalam makanan yang banyak mengandung natrium, produk susu dan daging.

Fungsi chloride:

- Bersama-sama dengan natrium berperan dalam mempertahankan tekanan osmotik darah
- Memegang peranan dalam keseimbangan asam-basa
- Sebagai bahan pembentuk asam lambung (HCL)

6) Bikarbonat (HCO_3)

Bikarbonat merupakan buffer basa utama di dalam tubuh. Fungsi bikarbonat: mempunyai peranan yang sangat penting dalam keseimbangan asam basa. Bikarbonat dan asam karbonat merupakan system buffer utama dalam tubuh.

7) Phosphat (PO_4)

Ion phosphate merupakan anion terbanyak di intrasel.

Fungsi phosphate:

- Membantu mempertahankan keseimbangan asam basa
- Terlibat dalam reaksi kimia yang penting di dalam tubuh seperti mengaktifkan beberapa vitamin B, membantu meningkatkan aktivitas saraf dan otot, dan berperan serta dalam metabolisme karbohidrat
- Penting dalam pembelahan sel dan transmisi trait heriditer.

Non Elektrolit

Di dalam cairan tubuh terdapat beberapa partikel yang tidak termasuk ke dalam golongan elektrolit dan tidak bisa menjadi partikel bermuatan listrik, tetapi partikel-partikel ini juga merupakan komponen yang penting dalam tubuh dan memengaruhi pergerakan cairan di antara kompartemen.

Partikel non elektrolit utama adalah glukosa yang merupakan sumber utama metabolisme sel. Jika konsentrasi glukosa dalam cairan ekstrasel (CES) berlebihan, cairan intrasel (CIS) akan berpindah ke CES dan menyebabkan pembentukan urine yang banyak, sehingga tubuh akan mengalami kekurangan cairan.

Koloid

Koloid disebut juga sebagai cairan pengganti plasma atau biasa disebut “plasma substitute” atau “plasma expander”. Di dalam cairan koloid terdapat zat/bahan yang mempunyai berat molekul tinggi dengan aktivitas osmotik yang menyebabkan cairan ini cenderung bertahan agak lama (waktu paruh 3-6 jam) dalam ruang intravaskuler. Seperti disebutkan sebelumnya, koloid adalah molekul besar yang tidak melintasi hambatan diffusional secara mudah seperti kristaloid. Cairan koloid dimasukkan ke dalam ruang vaskuler. Oleh karena itu koloid memiliki kecenderungan yang lebih besar untuk tetap bertahan dan meningkatkan volume plasma dibandingkan dengan cairan kristaloid

Cairan tubuh juga mengandung molekul protein yang terdapat dalam kompartemen intravaskuler dan intrasel. Molekul protein dalam cairan intravaskuler adalah albumin dan globulin atau disebut juga plasma protein. Ukuran molekul protein ini cukup besar

sehingga sangat sulit untuk berdifusi ke interstitial. Konsentrasi plasma protein dalam cairan intravaskuler sangat penting untuk pengaturan pergerakan cairan dari dan ke intravaskuler.

Sebagian besar protein dalam cairan tubuh adalah koloid yang terdapat di intravaskuler, tetapi walaupun demikian protein yang terdapat di intrasel mempunyai peranan penting dalam keseimbangan elektrokimiawi di intrasel.

3. PERPINDAHAN CAIRAN ANTARKOMPARTEMEN

Cairan tubuh dan zat terlarut didalamnya berada dalam mobilitas yang konstan. Pertama cairan akan dibawa melalui pembuluh darah, di mana mereka bagian dari IVF. Kemudian secara cepat cairan dari IVF akan saling bertukar dengan ISF melalui membran kapiler yang semipermeabel dan akhirnya ISF akan bertukar dengan ICF melalui membran sel yang permeable selektif. Difusi adalah gerakan acak dari molekul yang disebabkan energi kinetik yang dimilikinya dan bertanggung jawab terhadap sebagian besar pertukaran cairan dan zat terlarutnya antara kompartemen satu dengan yang lain.

Kecepatan difusi suatu zat melewati sebuah membran tergantung pada:

- 1) Permeabilitas zat terhadap membran,
- 2) Perbedaan konsentrasi antar dua sisi,
- 3) Perbedaan tekanan antara masing-masing sisi karena tekanan akan memberikan energi kinetik yang lebih besar, dan
- 4) Potensial listrik yang menyeberangi membran akan memberi muatan pada zat tersebut.

Difusi antara cairan interstitial dan cairan intraselular dapat terjadi melalui beberapa mekanisme:

- 1) Secara langsung melewati lapisan lemak bilayer pada membran sel
- 2) Melewati protein channel dalam membran,
- 3) Melalui ikatan dengan protein carrier yang reversible yang dapat melewati membran (difusi yang difasilitasi)

Molekul-molekul yang larut seperti oksigen, CO₂, air, dan lemak akan menembus membran sel secara langsung. Kation-kation seperti Na⁺, K⁺ dan Ca²⁺ sangat sedikit sekali yang dapat menembus membran oleh karena tegangan potensial transmembran sel (dengan bagian luar yang positif) yang diciptakan oleh pompa Na⁺ K⁺. Dengan demikian kation-kation ini dapat berdifusi hanya melalui channel protein yang spesifik. Pada akhirnya ion-ion ini akan berpindah dan saling menetralkan. Misalnya jika diluar sel terjadi muatan positif yang terlalu besar maka tubuh akan mengkompensasinya dengan mengeluarkan muatan negatif dari intraselular begitu juga sebaliknya. Glukosa dan asam amino berdifusi dengan bantuan ikatan membran-protein karier.

Pertukaran cairan antara ruangan interstisial dan intraselular dibangun oleh daya osmotik yang diciptakan oleh perbedaan konsentrasi zat terlarut nondifusif. Perpindahan air dari kompartemen yang hiposmotik menuju kompartemen yang hiperosmotik. Dinding kapiler mempunyai ketebalan 0,5 μm , terdiri dari satu lapis sel endotel dengan dasar membran. Celah interseluler mempunyai jarak 6-7 nm, memisahkan masing-masing sel dari sel di dekatnya. Hanya substansi dengan berat molekul rendah yang larut dalam air seperti sodium, klorida, potasium, dan glukosa yang dapat melewati celah intersel. Substansi dengan molekul yang besar seperti plasma protein sangat sulit untuk menembus celah endotel (kecuali pada hati dan paru-paru di mana terdapat celah yang lebih besar).

Pertukaran cairan melewati kapiler berbeda dengan melewati membran sel. Hal ini terjadi mengikuti hukum Starling pada kapiler, yang menyatakan bahwa kecepatan dan arah pertukaran cairan antara kapiler dan ISF ditentukan oleh tekanan hidrostatik dan tekanan osmotik koloid (ditentukan oleh albumin). Pada ujung arteri dari kapiler, tekanan hidrostatik dari darah (mendorong cairan keluar) melebihi tekanan osmotik koloid (menahan cairan tetap di dalam) sehingga mengakibatkan perpindahan dan bagian intravaskular ke interstisial. Pada ujung vena dari kapiler, cairan berpindah dari ruang interstisial ke ruang intravaskular karena tekanan osmotik koloid melebihi tekanan hidrostatik. Namun, cairan yang diserap sebagian dikembalikan ke dalam kapiler, cairan yang tidak diabsorpsi (kira-kira 20%) akan memasuki cairan interstisial dan dikembalikan melalui aliran limfatik menuju kompartemen intravaskular kembali.

Membran sel yang memisahkan IIS dengan cairan interstisial terbentuk dari dua lapisan lemak. Struktur ini menyebabkan tidak semua zat bisa melewatinya dengan mudah. Terdapat tiga mekanisme perpindahan zat saat melintasi membrane sel, yaitu difusi sederhana (*simple diffusion*), difusi difasilitasi (*facilitated diffusion*) karena beberapa zat tidak dapat menembus tanpa bantuan zat lain, dan transport aktif, serta osmosis.

1. Difusi

Partikel (ion atau molekul) suatu substansi yang terlarut selalu bergerak dan cenderung menyebar dari daerah yang konsentrasinya tinggi ke konsentrasi yang lebih rendah sehingga konsentrasi substansi partikel tersebut merata. Perpindahan partikel seperti ini disebut difusi.

Beberapa faktor yang memengaruhi laju difusi ditentukan sesuai dengan hukum Fick (*Fick's law of diffusion*). Faktor-faktor tersebut adalah:

- 1) Peningkatan perbedaan konsentrasi substansi.
- 2) Peningkatan permeabilitas.
- 3) Peningkatan luas permukaan difusi.
- 4) Berat molekul substansi.
- 5) Jarak yang ditempuh untuk difusi.

2. Osmosis

Bila suatu substansi larut dalam air, konsentrasi air dalam larutan tersebut lebih rendah dibandingkan konsentrasi air dalam larutan air murni dengan volume yang sama. Hal ini karena tempat molekul air telah ditempati oleh molekul substansi tersebut. Jadi bila konsentrasi zat yang terlarut meningkat, konsentrasi air akan menurun.

Bila suatu larutan dipisahkan oleh suatu membran yang semipermeabel dengan larutan yang volumenya sama namun berbeda konsentrasi zat yang terlarut, maka terjadi perpindahan air/ zat pelarut dari larutan dengan konsentrasi zat terlarut yang rendah ke larutan dengan konsentrasi zat terlarut lebih tinggi. Perpindahan seperti ini disebut dengan osmosis.

3. Filtrasi

Filtrasi terjadi karena adanya perbedaan tekanan antara dua ruang yang dibatasi oleh membran. Cairan akan keluar dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Jumlah cairan yang keluar sebanding dengan besar perbedaan tekanan, luas permukaan membran, dan permeabilitas membran. Tekanan yang memengaruhi filtrasi ini disebut tekanan hidrostatik.

4. Transport aktif

Transport aktif merupakan perpindahan zat secara pasif dari daerah yang konsentrasinya rendah ke daerah yang konsentrasinya lebih tinggi. Perpindahan seperti ini membutuhkan energi (ATP) untuk melawan perbedaan konsentrasi. Contoh: Pompa Na-K

Cairan antara interstitial dengan intravaskuler dipisahkan oleh dinding kapiler yang bersifat semipermeabel. Perpindahan cairan di antara kedua kompartemen ini dilakukan melalui cara difusi dan osmosa yang sangat ditentukan oleh:

- Permeabilitas dinding kapiler;
- Tekanan darah kapiler, dan
- Tekanan osmotik koloid

Agar tidak terjadi penumpukan cairan di interstitial, sebagian cairan interstitial kembali ke dalam pembuluh darah melalui saluran limfatik. Adanya perubahan pada salah satu dari ketiga hal tersebut permeabilitas kapiler, tekanan hidrostatik kapiler, tekanan osmotik koloidi atau sumbatan pada saluran limfatik memungkinkan terjadinya penumpukan cairan di interstitial yang dikenal dengan edema.

4. PENGATURAN FAAL DARI CAIRAN DAN ELEKTROLIT

Intake cairan yang normal dari seorang dewasa rata-rata sebanyak 2500ml, di mana kira-kira 300 ml merupakan hasil dari metabolisme substrat untuk menghasilkan energi. Kebutuhan air harian rata-rata mencapai 2500 ml dan secara kasar diperkirakan

1500 hilang melalui urin, 400 ml melalui penguapan di saluran napas, 400 ml melalui penguapan di kulit, 100 ml melalui keringat, dan 100 ml melalui resepsor osmolalitas ECF dan ICF keduanya diregulasi hampir sama dalam pengaturan keseimbangan cairan yang normal dalam jaringan. Perubahan dalam komposisi cairan dan volume sel akan menyebabkan timbulnya kerusakan fungsi yang serius terutama pada otak. Nilai normal dari osmolalitas bervariasi antara 280 sampai 290 mosm/kg.

Rumus menghitung osmolalitas plasma:

$$\text{Plasma osmolalitas (mosm/kg)} = \frac{[\text{Na}^+]}{2,8} \times 2 + \frac{\text{BUN}}{18} + \text{Glukosa}$$

Dalam keadaan fisiologis plasma osmolaliti hanya dipengaruhi oleh natrium sementara jika dalam keadaan patologis urea dan glukosa turut menentukan osmolalitas plasma. Hal ini misalnya terlihat pada; ditemukan penurunan natrium tiap 1 mEq/L terhadap peningkatan glukosa tiap 62mg/dl. Pengaturan keseimbangan cairan dilakukan melalui mekanisme fisiologis yang kompleks. Yang banyak berperan adalah ginjal, sistem kardiovaskuler, kelenjar hipofisis, kelenjar paratiroid, kelenjar adrenal dan paru-paru. TBW dan konsentrasi elektrolit sangat ditentukan oleh apa yang disisipkan di ginjal.

5. REAKSI TUBUH TERHADAP PERUBAHAN VOLUME CAIRAN

Respons tubuh terhadap dehidrasi dan perdarahan adalah respons tubuh terhadap hipovolemia. Jika kondisi ini tidak ditangani dengan baik maka akan timbul syok. Syok adalah suatu kondisi di mana ketidaknormalan sistem pembuluh darah sehingga menyebabkan perfusi organ dan oksigenasi jaringan yang tidak adekuat yang berdampak kepada kematian sel dan jaringan. Dehidrasi dan perdarahan akan menyebabkan berkurangnya curah jantung atau *cardiac out put* (CO). Penurunan curah jantung akan menyebabkan penurunan tekanan darah sekaligus mean arterial pressure (MAP) di mana $\text{MAP} = \text{CO} \times \text{Total Peripheral Resistance (TPR)}$. Respons dini yaitu vasokonstriksi pembuluh darah kulit, otot dan sirkulasi visceral dengan tujuan untuk menjamin sirkulasi ke ginjal, jantung dan otak. Hampir selalu bahwa takikardia sebagai gejala awal syok. Karena terjadi kehilangan darah, maka timbul usaha tubuh untuk mengkompensasinya, sama seperti dehidrasi. Tubuh berusaha meningkatkan denyut jantungnya sebagai usaha untuk meningkatkan cardiac output. Pelepasan katekolamin endogen akan meningkatkan tekanan pembuluh darah sehingga akan meningkatkan tekanan darah diastolik dan akan mengurangi tekanan nadi.

Respons simpatik ini berupa vasokonstriksi perifer, peningkatan denyut dan kontraktilitas jantung di mana semuanya bertujuan untuk mengembalikan curah jantung dan perfusi jaringan yang normal sehingga mencegah terjadinya syok. Pengurangan volume cairan serta vasokonstriksi menyebabkan perfusi ke ginjal terganggu sehingga

merangsang mekanisme renin-angiotensin-aldosteron. Angiotensin II merangsang vasokonstriksi sistemik dan aldosteron meningkatkan reabsorpsi natrium (dan air) oleh ginjal. Perubahan-perubahan ini meningkatkan curah jantung dengan memulihkan volume sirkulasi efektif dan tekanan darah. Jika kekurangan cairan tidak banyak (500 ml), aktivitas simpatik umumnya memadai untuk memulihkan curah jantung. Jika terjadi hipovolemia yang lebih berat (1000 ml atau lebih), maka vasokonstriksi simpatik dan yang diperantarai oleh angiotensin II juga meningkat. Terjadi penahanan aliran darah menuju ginjal, saluran cerna, otot, dan kulit. Sedangkan aliran yang menuju koroner dan otak relatif dipertahankan.

Terapi cairan intravena terdiri dari cairan kristaloid, koloid, atau suatu kombinasi kedua-duanya. Solusi cairan kristaloid adalah larutan mengandung ion dengan berat molekul rendah (garam) dengan atau tanpa glukosa, sedangkan cairan koloid berisi ion dengan berat molekul tinggi seperti protein atau glukosa. Cairan koloid menjaga tekanan onkotik koloid plasma dan mengisi intravaskular, sedangkan cairan kristaloid dengan cepat didistribusikan ke seluruh ruang cairan ekstraselular (interstisial).

Ada kontroversi mengenai penggunaan cairan koloid dan kristaloid. Para ahli mengatakan bahwa koloid dapat menjaga tekanan onkotik plasma, koloid lebih efektif dalam mengembalikan volume intravaskular dan curah jantung. Ahli yang lain mengatakan bahwa pemberian fluida kristaloid efektif bila diberikan dalam jumlah yang cukup. Beberapa pernyataan di bawah ini yang mendukung:

1. Kristaloid, jika diberikan dalam jumlah cukup sama efektifnya dengan koloid dalam mengembalikan volume intravaskular.
2. Mengembalikan defisit volume intravaskular dengan kristaloid biasanya memerlukan 3-4 kali dari jumlah cairan jika menggunakan koloid.
3. Kebanyakan pasien yang mengalami pembedahan mengalami defisit cairan ekstraseluler melebihi defisit cairan intravaskular.
4. Defisit cairan intravaskular yang berat dapat dikoreksi dengan cepat dengan menggunakan cairan koloid.
5. Pemberian cairan kristaloid dalam jumlah besar (> 4-5 L) dapat menimbulkan edema jaringan.

6. KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

Pengaturan keseimbangan cairan perlu memperhatikan 2 (dua) parameter penting, yaitu: volume cairan ekstrasel dan osmolaritas cairan ekstrasel. Ginjal mengontrol volume cairan ekstrasel dengan mempertahankan keseimbangan garam dan mengontrol osmolaritas cairan ekstrasel dengan mempertahankan keseimbangan cairan. Ginjal mempertahankan keseimbangan ini dengan mengatur keluaran garam dan air dalam urin sesuai kebutuhan untuk mengkompensasi asupan dan kehilangan abnormal dari air dan garam tersebut.

Volume cairan tubuh harus dipertahankan dalam batas-batas normal, oleh karena itu jumlah cairan yang masuk ke dalam tubuh harus seimbang dengan jumlah cairan yang keluar dari tubuh.

1. Pengaturan volume cairan ekstrasel

Penurunan volume cairan ekstrasel menyebabkan penurunan tekanan darah arteri dengan menurunkan volume plasma. Sebaliknya, peningkatan volume cairan ekstrasel dapat menyebabkan peningkatan tekanan darah arteri dengan memperbanyak volume plasma.

Pengontrolan volume cairan ekstrasel penting untuk pengaturan tekanan darah jangka panjang.

Pengaturan volume cairan ekstrasel dapat dilakukan dengan cara sbb.:

a. Mempertahankan keseimbangan asupan dan keluaran (*intake & output*) air

Untuk mempertahankan volume cairan tubuh kurang lebih tetap, maka harus ada keseimbangan antara air yang ke luar dan yang masuk ke dalam tubuh. Hal ini terjadi karena adanya pertukaran cairan antar kompartmen dan antara tubuh dengan lingkungan luarnya.

Water turnover dibagi dalam:

1. *External fluid exchange*, pertukaran antara tubuh dengan lingkungan luar.

Pemasukan air melalui makanan dan minuman 2200 ml
air metabolisme/oksidasi 300 ml

2500 ml

2. *Internal fluid exchange*, pertukaran cairan antar pelbagai kompartmen, seperti proses filtrasi dan reabsorpsi di kapiler ginjal.

Pemasukan cairan

Cairan yang masuk ke dalam tubuh berasal dari makanan dan minuman yang dimakan (melalui ingesti), dan dari oksidasi sel.

1) Pemasukan melalui ingesti:

Jumlah kebutuhan cairan pada setiap orang berbeda-beda tergantung dari usia, berat badan, suhu tubuh, lingkungan dan aktivitas seseorang.

Kebutuhan cairan berdasarkan usia dan berat badan:

Kebutuhan cairan dalam keadaan normal berdasarkan usia dan berat badan seseorang dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3 Kebutuhan Cairan dalam Keadaan normal

Umur	Jumlah Cairan ml/24 jam	Jumlah cairan ml/kgBB
Hari	5	250-300
	10	400-500
Bulan	3	750-850
	6	950-1100
	9	1100-1250
	1	1150-1300
Tahun	2	1350-1500
	4	1600-1800
	6	1800-2000
	10	2000-2500
	14	2200-2700
	18/>	2200-2700

2) Oksidasi Sel

Oksidasi sel merupakan sumber pemasukan airan, walaupun jumlahnya kurang bermakna. Cairan ini merupakan sisa hasil metabolisme di dalam sel, di samping CO₂ dan energy yang jumlahnya diperkirakan 10 ml dari setiap 100 kalori zat makanan yang dibakar. Jadi pada orang dewasa sekitar 250 ml saja.

Pengeluaran

Pengeluaran air melalui *insensible loss* (paru-paru & kulit)

900 ml
urin 1500 ml
feses 100 ml

2500 ml

Pengeluaran cairan

Cairan keluar dari tubuh melalui ginjal dalam bentuk urine, melalui system pencernaan dalam bentuk feses, dari kulit melalui penguapan dan dalam bentuk keringat, serta melalui paru-paru saat bernafas dalam bentuk uap air. Pengeluaran cairan melalui paru dan penguapan dari kulit disebut *insensible water loss* atau kehilangan air secara tidak disadari.

1) Urine

Jumlah urine yang dibentuk ginjal tergantung dari jumlah cairan tubuh, tahap perkembangan, dan berat badan seseorang. Dalam keadaan cairan tubuh yang normal ginjal orang dewasa akan menghasilkan urine sekitar 1-2 ml/kgBB/jam atau sekitar 1500 ml dalam 24 jam. Pada bayi jumlah urine yang dihasilkan ginjal lebih banyak karena sampai dengan usia 2 tahun kemampuan ginjal untuk mengonsentrasikan urine masih terbatas dan jumlah urine yang dihasilkan menjadi sekitar 3-4 ml/kgBB.

2) *Insensible water loss (IWL)*

Kehilangan cairan melalui paru-paru tergantung dari kecepatan respirasi, makin cepat pernafasan seseorang makin banyak uap air yang dikeluarkan. Penguapan melalui kulit tergantung dari luas permukaan tubuh, suhu tubuh, dan kelembapan lingkungan (*humidity*). Diperkirakan kehilangan cairan melalui mekanisme ini sekitar 10-15 ml/kgBB. Pada bayi permukaan tubuhnya relative lebih luas dari orang dewasa, begitu pula dengan frekuensi pernafasannya lebih cepat sehingga penguapannya lebih banyak dari orang dewasa. Dengan demikian diperkirakan IWL pada bayi lebih banyak yaitu sekitar 30 ml/kgBB.

3) Feses

Diperkirakan selama proses pencernaan makanan dalam 24 jam, disekresikan cairan dari saluran cerna sekitar 7000 ml, ditambah dengan makanan dan minuman sekitar 2000 ml. Selanjutnya di jejunum, ileum, dan colon, cairan ini diresorpsi kembali sekitar 8800 ml, dan sisanya sekitar 200 ml di buang dalam feses. Oleh karena itu saat terjadi gangguan absorpsi dan menyebabkan diare, akan menimbulkan kehilangan cairan.

4) Keringat

Produksi keringat oleh kelenjar keringat merupakan salah satu mekanisme pengeluaran cairan tubuh. Jumlah cairan yang dikeluarkan melalui keringat dipengaruhi oleh suhu tubuh, aktivitas fisik, dan kondisi atmosfer. Pada suhu lingkungan sekitar 20 derajat celsius akan dikeluarkan keringat sekitar 100 ml.

b. Memperhatikan keseimbangan garam

Seperti halnya keseimbangan air, keseimbangan garam juga perlu dipertahankan sehingga asupan garam sama dengan keluarannya. Permasalahannya adalah seseorang hampir tidak pernah memperhatikan jumlah garam yang ia konsumsi sehingga sesuai dengan kebutuhannya. Tetapi, seseorang mengonsumsi garam sesuai dengan selernya dan cenderung lebih dari kebutuhan. Kelebihan garam yang dikonsumsi harus diekskresikan dalam urin untuk mempertahankan keseimbangan garam.

Ginjal mengontrol jumlah garam yang diekskresi dengan cara:

1. Mengontrol jumlah garam (natrium) yang difiltrasi dengan pengaturan Laju Filtrasi Glomerulus (LFG) / *Glomerulus Filtration Rate* (GFR)
2. Mengontrol jumlah yang direabsorpsi di tubulus ginjal

Jumlah Na^+ yang direabsorpsi juga bergantung pada sistem yang berperan mengontrol tekanan darah. Sistem Renin-Angiotensin-Aldosteron mengatur reabsorpsi Na^+ dan retensi Na^+ di tubulus distal dan collecting. Retensi Na^+ meningkatkan retensi air sehingga meningkatkan volume plasma dan menyebabkan peningkatan tekanan darah arteri.

Selain sistem renin-angiotensin-aldosteron, Atrial Natriuretic Peptide (ANP) atau hormon atriopeptin menurunkan reabsorpsi natrium dan air. Hormon ini disekresi oleh sel atrium jantung jika mengalami distensi akibat peningkatan volume plasma. Penurunan reabsorpsi natrium dan air di tubulus ginjal meningkatkan ekskresi urin sehingga mengembalikan volume darah kembali normal.

2. Pengaturan osmolalitas cairan ekstrasel

Osmolalitas cairan adalah ukuran konsentrasi partikel solut (zat terlarut) dalam suatu larutan. Semakin tinggi osmolalitas, semakin tinggi konsentrasi solute atau semakin banyak zat terlarut yang ada dalam larutan.

Osmosis adalah pergerakan air yang terjadi melalui membran semipermeabel dengan cara osmosis dari area yang konsentrasi solutnya lebih rendah (konsentrasi air lebih tinggi) ke area yang konsentrasi solutnya lebih tinggi (konsentrasi air lebih rendah). Osmosis hanya terjadi jika terjadi perbedaan konsentrasi solut yang tidak dapat menembus membran plasma di intrasel dan ekstrasel. Ion natrium merupakan solut yang banyak ditemukan di cairan ekstrasel, dan ion utama yang berperan penting dalam menentukan aktivitas osmotik cairan ekstrasel. Sedangkan di dalam cairan intrasel, ion kalium bertanggung jawab dalam menentukan aktivitas osmotik cairan intrasel. Distribusi yang tidak merata dari ion natrium dan kalium ini menyebabkan perubahan kadar kedua ion ini bertanggung jawab dalam menentukan aktivitas osmotik di kedua kompartemen ini.

Pengaturan osmolalitas cairan ekstrasel oleh tubuh dilakukan melalui:

a. Perubahan osmolalitas nefron

Di sepanjang tubulus yang membentuk nefron ginjal, terjadi perubahan osmolalitas yang pada akhirnya akan membentuk urin yang sesuai dengan keadaan cairan tubuh secara keseluruhan di duktus koligen. Glomerulus menghasilkan cairan yang isosmotik di tubulus proksimal ($\pm 300 \text{ mOsm}$). Dinding tubulus ansa Henle pars desending sangat permeable terhadap air, sehingga di bagian ini terjadi reabsorpsi cairan ke kapiler peritubular atau vasa recta. Hal ini menyebabkan cairan di dalam lumen tubulus menjadi hiperosmotik.

Dinding tubulus ansa henle pars ascenden tidak permeable terhadap air dan secara aktif memindahkan NaCl keluar tubulus. Hal ini menyebabkan reabsorpsi garam

tanpa osmosis air. Sehingga cairan yang sampai ke tubulus distal dan duktus koligen menjadi hiposmotik. Permeabilitas dinding tubulus distal dan duktus koligen bervariasi bergantung pada ada tidaknya vasopresin (ADH). Sehingga urin yang dibentuk di duktus koligen dan akhirnya dikeluarkan ke pelvis ginjal dan ureter juga bergantung pada ada tidaknya vasopresin/ADH.

- b. Mekanisme haus dan peranan vasopresin (anti diuretic hormone/ADH)
Peningkatan osmolalitas cairan ekstrasel ($>280\text{ mOsm}$) akan merangsang osmoreseptor di hipotalamus. Rangsangan ini akan diantarkan ke neuron hipotalamus yang mensintesis vasopresin. Vasopresin akan dilepaskan oleh hipofisis posterior ke dalam darah dan akan berikatan dengan reseptornya di duktus koligen. Ikatan vasopresin dengan reseptornya di duktus koligen memicu terbentuknya aquaporin, yaitu kanal air di membrane bagian apeks duktus koligen. Pembentukan aquaporin ini memungkinkan terjadinya reabsorpsi cairan ke vasa recta. Hal ini menyebabkan urin yang terbentuk di duktus koligen menjadi sedikit dan hiperosmotik atau pekat, sehingga cairan di dalam tubuh tetap dapat dipertahankan. Selain itu, rangsangan pada osmoreseptor di hipotalamus akibat peningkatan osmolalitas cairan ekstrasel juga akan diantarkan ke pusat haus di hipotalamus sehingga terbentuk perilaku untuk mengatasi haus, dan

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

7. MEKANISME PENGATURAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

Perubahan volume cairan dan konsentrasi elektrolit di dalamnya dapat menimbulkan masalah kesehatan yang serius oleh karena itu tubuh mempunyai mekanisme homeostasis yang akan mempertahankan keadaan cairan dan dan elektrolit dalam batas batas normal. Organ yang terlibat dalam pengaturan cairan dan elektrolit adalah ginjal, paru-paru, jantung, pembuluh darah, kelenjar adrenal, kelenjar parathyroid, dan kelenjar hipofise.

1) Ginjal

Ginjal merupakan organ vital dalam pengaturan keseimbangan cairan dan elektrolit. Pengaturan ini dilakukan bersama-sama dengan hormone aldosterone dan ADH dengan cara sebagai berikut.

- Mengatur volume cairan ekstrasel (CES) dan osmolalitas cairan melalui retensi dan ekskresi cairan dan elektrolit secara selektif

Saat CES mengalami peningkatan dan osmolalitas plasma menurun (berhubungan dengan penurunan kadar Na), maka ginjal akan mengatur konsentrasi urine menjadi lebih encer dengan mengurangi absorpsi air di tubulus. Hal ini terjadi karena penurunan osmolalitas plasma akan merepresi hipofise posterior untuk tidak mensekresi ADH yang mengakibatkan penurunan absorpsi air di tubulus ginjal.

Begitu pula saat cairan tubuh menurun. Penurunan volume cairan menyebabkan perfusi ginjal menurun yang merangsang mekanisme renin-angiotensin yang akan menstimulasi sekresi aldosterone dari korteks adrenal. Peningkatan aldosterone akan menimbulkan perasaan haus sehingga intake cairan meningkat, dan meningkatkan absorpsi natrium dan air di ginjal.

Peningkatan Na^+ plasma yang menyebabkan peningkatan osmolalitas CES menyebabkan perangsangan hipofise posterior untuk meningkatkan sekresi ADH. ADH akan merubah permeabilitas tubulus dan duktus contortus terhadap air sehingga absorpsi air meningkat.

- Mengatur konsentrasi elektrolit di CES melalui retensi dan ekskresi elektrolit secara selektif. Pada ginjal terjadi absorpsi elektrolit terutama natrium, chloride dan bikarbonat, serta ekskresi kalium dan hydrogen. Banyaknya elektrolit yang diabsorpsi atau diekskresi tergantung konsentrasi elektrolit tersebut di CES.
- Mengatur pH CES melalui ekskresi hydrogen dan absorpsi bikarbonat. Saat pH CES menurun tubulus ginjal akan mengekskresikan hydrogen ke lumen tubulus. Pada lumen tubulus sebagian hydrogen berikatan dengan HCO_3^- dan membentuk H_2CO_3 , kemudian terurai menjadi CO_2 dan H_2O . CO_2 dan H_2O berdifusi ke dalam sel epitel tubulus dan kembali membentuk H_2CO_3 yang kemudian terurai menjadi H^+ dan HCO_3^- . H^+ akan didisipasi ke lumen tubulus dan HCO_3^- akan masuk ke dalam sel. Sebaliknya saat pH CES meningkat di lumen akan meretensi hydrogen sehingga tidak terjadi absorpsi bikarbonat, dengan demikian pH akan kembali menuju normal.

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

2) Jantung dan pembuluh darah

Jantung berfungsi memompaikan darah untuk bersirkulasi ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah, dan sekitar 20% dari curan jantung bersirkulasi ke ginjal untuk membentuk urine.

- Saat volume plasma meningkat, curan jantung juga akan meningkat, dan perfusi ginjal akan meningkat pula. Keadaan ini akan menyebabkan pembentukan urine lebih banyak dari biasanya.
- Sebaliknya saat volume plasma menurun, tekanan darah turun, dan akan merangsang baroreseptor di sinus karotis dan reseptor regang diatrium menyebabkan perangsangan aktivitas simpatis yang menyebabkan vasokonstriksi arteriole afferent sehingga filtrasi di glomerulus menurun. Keadaan ini akan merangsang pengeluaran enzim renin ke dalam darah dan merubah angiotensinogen yang dibentuk di hati menjadi angiotensin I, angiotensin I dirubah di paru menjadi angiotensin II. Angiotensin II mempunyai dua efek yaitu, (1) menimbulkan vasokonstriksi sehingga tekanan perifer meningkat yang akhirnya meningkatkan tekanan darah dan (2) merangsang korteks adrenal untuk mensekresikan aldosterone. Aldosterone meningkatkan absorpsi natrium dan air, volume plasma meningkat, dan produksi urine menjadi turun.

3) Paru-paru

Paru-paru juga termasuk organ vital dalam mempertahankan homeostasis, melalui ventilasi alveolar diperkirakan 13.000 mEq ion hydrogen terbuang (di ginjal hanya sekitar 40-80 mEq). Paru-paru di bawah kendali medulla akan segera mengatasi asidosis/alkalosis metabolic. Saat asidosis metabolic ventilasi paru akan meningkat (hiperventilasi) untuk mengeluarkan CO₂ sehingga mengurangi kelebihan asam. Sebaliknya saat alkalosis ventilasi paru akan menurun (hipoventilasi) untuk meretensi CO₂ yang akan meningkatkan keasaman cairan tubuh.

Oleh karena itu gangguan ventilasi paru dapat menimbulkan gangguan keseimbangan asam basa. Selain itu paru-paru juga membuang sekitar 300 ml uap air melalui ekspirasi (insensible water loss).

4) Kelenjar hipofise

Kelenjar hipofise posterior menyimpan dan mensekresikan ADH yang diproduksi oleh hypothalamus. Sekresi ADH akan dirangsang oleh peningkatan osmolalitas CES dan tertahan oleh penurunan osmolalitas CES. Peranan ADH adalah meningkatkan permeabilitas tubulus distal bagian akhir, tubulus kolektifus, dan duktus kolektifus terhadap air, karena tanpa adanya ADH area ini impermeable terhadap air. Dengan demikian adanya ADH akan meningkatkan absorpsi air di ginjal.

5) Kelenjar Adrenal

Hormon utama dari kelenjar Adrenal yang memengaruhi keseimbangan cairan adalah Aldosteron yang disekresi oleh bagian korteks. Hormon ini terutama berperan dalam meningkatkan absorpsi natrium, dan ekskresi hydrogen dan kalium di tubulus istal ginjal. Sekresi aldosterone dirangsang oleh Angiotensin II yang dihasilkan dalam mekanisme renin-angiotensin, penurunan konsentrasi natrium plasma dan peningkatan kalium plasma.

6) Kelenjar Parathyroid

Kelenjar Parathyroid mensekresi hormone parathyroid. Sekresi hormone ini terangsang oleh penurunan konsentrasi calcium dalam plasma dengan target organ tulang, saluran cerna, dan ginjal. Hormon ini memengaruhi pelepasan calcium dan phosphor dari tulang, meningkatkan absorpsi calcium, phosphor di saluran pencernaan dan tubulus ginjal, serta meningkatkan ekskresi phosphor di ginjal. Aktivitas hormone parathyroid akan meningkat oleh pengaruh vitamin D, yang akan meningkatkan absorpsi calcium di saluran cerna dan di ginjal serta memudahkan pemecahan osteoclasti pada tulang.

7) Kelenjar Tiroid

Kelenjar tiroid mensekresikan hormone calcitonin yang mempunyai peranan dalam penyimpanan calcium pada tulang. Sekresi calcitonin dirangsang oleh peningkatan calcium dalam plasma.

8. PENGATURAN NEUROENDOKRIN DALAM KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

Sebagai kesimpulan, pengaturan keseimbangan cairan dan elektrolit diperankan oleh system saraf dan sistem endokrin. Sistem saraf mendapat informasi adanya perubahan keseimbangan cairan dan elektrolit melali baroreseptor di arkus aorta dan sinus karotiikus, osmoreseptor di hypothalamus, dan volumereseptor atau reseptor regang di atrium.

Sedangkan dalam sistem endokrin, hormon-hormon yang berperan saat tubuh mengalami kekurangan cairan adalah Angiotensin II, Aldosteron, dan Vasopresin/ ADH dengan meningkatkan reabsorpsi natrium dan air. Sementara, jika terjadi peningkatan volume cairan tubuh, maka hormone atriptepin (ANP) akan meningkatkan ekskresi volume natrium dan air.

Perubahan volume dan osmolalitas cairan dapat terjadi pada beberapa keadaan. Sebagai contoh faktor-faktor lain yang memengaruhi keseimbangan cairan dan elektrolit diantaranya ialah umur, suhu lingkungan, diet, stress, dan penyakit.

1) Umur :

Kebutuhan intake cairan bervariasi tergantung dari usia, karena usia akan berpengaruh pada luas permukaan tubuh, metabolisme, dan berat badan. Infant dan anak-anak lebih mudah mengalami gangguan keseimbangan cairan dibanding usia dewasa. Pada usia lanjut sering terjadi gangguan keseimbangan cairan dikarenakan gangguan fungsi ginjal atau jantung.

2) Iklim :

Orang yang tinggal di daerah yang panas (suhu tinggi) dan kelembapan udaranya rendah memiliki peningkatan kehilangan cairan tubuh dan elektrolit melalui keringat. Sedangkan seseorang yang beraktivitas di lingkungan yang panas dapat kehilangan cairan sampai dengan 5 L per hari.

3) Diet :

Diet seseorang berpengaruh terhadap intake cairan dan elektrolit. Ketika intake nutrisi tidak adekuat maka tubuh akan membakar protein dan lemak sehingga akan serum albumin dan cadangan protein akan menurun padahal keduanya sangat diperlukan dalam proses keseimbangan cairan sehingga hal ini akan menyebabkan edema.

4) Stress :

Stress dapat meningkatkan metabolisme sel, glukosa darah, dan pemecahan glikogen otot. Mekanisme ini dapat meningkatkan natrium dan retensi air sehingga bila berkepanjangan dapat meningkatkan volume darah.

5) Kondisi Sakit :

Kondisi sakit sangat berpengaruh terhadap kondisi keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh

Misalnya :

- Trauma seperti luka bakar akan meningkatkan kehilangan air melalui IWL.
- Penyakit ginjal dan kardiovaskuler sangat memengaruhi proses regulator keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh
- Pasien dengan penurunan tingkat kesadaran akan mengalami gangguan pemenuhan intake cairan karena kehilangan kemampuan untuk memenuhinya secara mandiri.

6) Tindakan Medis :

Banyak tindakan medis yang berpengaruh pada keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh seperti : suction, nasogastric tube dan lain-lain.

7) Pengobatan :

Pengobatan seperti pemberian deuretik, laksative dapat berpengaruh pada kondisi cairan dan elektrolit tubuh.

8) Pembedahan :

Pasien dengan tindakan pembedahan memiliki risiko tinggi mengalami gangguan keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh, dikarenakan kehilangan darah selama pembedahan

9. KESEIMBANGAN ASAM-BASA

Keseimbangan asam-basa terkait dengan pengaturan konsentrasi ion H bebas dalam cairan tubuh. pH rata-rata darah adalah 7,4, pH darah arteri 7,45 dan darah vena 7,35.

Jika pH darah < 7,35 dikatakan asidosis, dan jika pH darah > 7,45 dikatakan alkalosis. Ion H terutama diperoleh dari aktivitas metabolik dalam tubuh. Ion H secara normal dan kontinyu akan ditambahkan ke cairan tubuh dari 3 sumber, yaitu:

1. Pembentukan asam karbonat dan sebagian akan berdisosiasi menjadi ion H dan bikarbonat
2. Katabolisme zat organik
3. Disosiasi asam organik pada metabolisme intermedia, misalnya pada metabolisme lemak terbentuk asam lemak dan asam laktat, sebagian asam ini akan berdisosiasi melepaskan ion H.

Fluktuasi konsentrasi ion H dalam tubuh akan memengaruhi fungsi normal sel, antara lain:

1. Perubahan eksitabilitas saraf dan otot; pada asidosis terjadi depresi susunan saraf pusat, sebaliknya pada alkalosis terjadi hipereksitabilitas.
2. Memengaruhi enzim-enzim dalam tubuh.
3. Memengaruhi konsentrasi ion K

Bila terjadi perubahan konsentrasi ion H maka tubuh berusaha mempertahankan ion H seperti nilai semula dengan cara:

1. Mengaktifkan sistem dapar kimia
2. Mekanisme pengontrolan pH oleh sistem pernapasan
3. Mekanisme pengontrolan pH oleh sistem perkemihan

Ada 4 sistem dapar kimia, yaitu:

1. Dapar bikarbonat; merupakan sistem dapar di cairan ekstrasel terutama untuk perubahan yang disebabkan oleh non-bikarbonat.
2. Dapar protein; merupakan sistem dapar di cairan ekstrasel dan intrasel.
3. Dapar hemoglobin; merupakan sistem dapar di dalam eritrosit untuk perubahan asam karbonat.
4. Dapar fosfat; merupakan sistem dapar di sistem perkemihan dan cairan intrasel.

Sistem dapar kimia hanya mengatasi ketidakseimbangan asam-basa sementara. Jika dengan dapar kimia tidak cukup memperbaiki ketidakseimbangan, maka pengontrolan pH akan dilanjutkan oleh paru-paru yang berespons secara cepat terhadap perubahan kadar ion H dalam darah akibat rangsangan pada kemoreseptor dan pusat pernapasan, kemudian mempertahankan kadarnya sampai ginjal menghilangkan ketidakseimbangan tersebut. Ginjal mampu meregulasi ketidakseimbangan ion H secara lambat dengan mensekresikan ion H dan menambahkan bikarbonat baru ke dalam darah karena memiliki dapar fosfat dan ammonia.

10. KETIDAKSEIMBANGAN ASAM-BASA

Ada 4 kategori ketidakseimbangan asam-basa, yaitu:

1. Asidosis respiratori, disebabkan oleh retensi CO₂ akibat hipoventilasi. Pembentukan H₂CO₃ meningkat, dan disosiasi asam ini akan meningkatkan konsentrasi ion H.
2. Alkalosis respiratori, disebabkan oleh kehilangan CO₂ yang berlebihan akibat hiperventilasi. Pembentukan H₂CO₃ menurun sehingga pembentukan ion H menurun.
3. Asidosis metabolik, asidosis yang bukan disebabkan oleh gangguan ventilasi paru. Diare akut, diabetes mellitus, olahraga yang terlalu berat, dan asidosis uremia akibat gagal ginjal akan menyebabkan penurunan kadar bikarbonat sehingga kadar ion H bebas meningkat.
4. Alkalosis metabolik, terjadi penurunan kadar ion H dalam plasma karena defisiensi asam non-karbonat. Akibatnya konsentrasi bikarbonat meningkat. Hal ini terjadi karena kehilangan ion H karena muntah-muntah dan minum obat-obat alkalis. Hilangnya ion H akan menyebabkan berkurangnya kemampuan untuk menetralkan bikarbonat, sehingga kadar bikarbonat plasma meningkat.

Untuk mengkompensasi gangguan keseimbangan asam-basa tersebut, fungsi pernapasan dan ginjal sangat penting.

11. GANGGUAN KESEIMBANGAN AIR DAN ELEKTROLIT

Gangguan keseimbangan elektrolit umumnya berhubungan dengan ketidakseimbangan natrium dan kalium. Ketidakseimbangan elektrolit umumnya disebabkan oleh pemasukan dan pengeluaran natrium yang tidak seimbang. Sedangkan ketidakseimbangan kalium jarang terjadi, namun jauh lebih berbahaya dibanding dengan ketidakseimbangan natrium.

12. GANGGUAN KESEIMBANGAN AIR DAN NATRIUM

Perubahan yang terjadi pada volume dan komposisi cairan tubuh serta osmolalitas akan menimbulkan 4 (empat) gangguan dasar di dalam tubuh yang secara klinis dikenal hipovolemia, edema, hiponatremia, dan hipernatremia.

a. Hipovolemia

Halaman ini tidak dapat ditampilkan karena akan menyebabkan pelanggaran privasi. Hipovolemia dapat terjadi pada dua keadaan, yaitu deplesi volume dan dehidrasi.

Gejala-gejala klinis yang terjadi pada hipovolemia yaitu pusing, kelemahan, keletihan, anoreksia, mual, muntah, haus, kecacauan mental, konstipasi dan oliguria. HR meningkat, suhu meningkat, turgor kulit menurun, lidah kering, mukosa mulut kering, mata cekung (Horne, 2001).

1) Deplesi Volume

Deplesi volume adalah keadaan di mana cairan ekstrasel berkurang; kekurangan air dan natrium terjadi dalam jumlah yang sebanding. Misalnya hilangnya air dan natrium melalui saluran cerna seperti muntah dan diare, perdarahan atau melalui pipa nasogastrik. Hilangnya air dan natrium juga dapat melalui ginjal (misalnya penggunaan diuretik, diuresis osmotik, salt wasting, nephropathy, hipoadosteronisme), melalui kulit dan saluran napas (misalnya insensible water losses, keringat, luka bakar), atau melalui sekuestrasi cairan (misalnya pada obstruksi usus, trauma, fraktur pankreatitis akut).

2) Dehidrasi

Dehidrasi ialah suatu gangguan dalam keseimbangan air yang disertai "output" yang melebihi "intake" sehingga jumlah air pada tubuh berkurang. Dehidrasi dapat terjadi karena kemiskinan air (*water depletion*), kemiskinan natrium (*sodium depletion*), dan *water and sodium depletion* bersama-sama.

Water depletion atau dehidrasi primer dapat terjadi pada orang yang mengeluarkan keringat yang sangat banyak, tanpa mendapat penggantian air.

Gejala-gejala khas pada dehidrasi primer ialah haus, air liur sedikit sekali sehingga mulut kering, oliguria, sangat lemah, timbulnya gangguan mental seperti halusinasi dan delirium. Kematian akan terjadi bila orang kehilangan air \pm 15% atau 22% total body water.

Sodium depletion atau dehidrasi sekunder terjadi karena tubuh kehilangan cairan tubuh yang mengandung elektrolit. Sodium depletion sering terjadi akibat keluarnya cairan melalui saluran pencernaan pada keadaan muntah muntan dan diare yang keras. Gejala-gejala yang terjadi pada sodium depletion yaitu mual, muntah-muntan, kekejangan, sakit kepala, perasaan lesu dan lelah.

b. Edema

Pada umumnya edema berarti meningkatnya volume cairan ekstraseluler dan ekstrasvaskuler disertai dengan penimbunan cairan ini dalam sela-sela jaringan dan rongga serosa. Edema dapat bersifat setempat atau umum.

Edema biasanya lebih nyata pada jaringan lunak atau jaringan ikat yang renggang misalnya jaringan subcutis dan paru-paru. Edema pada jaringan subcutis menimbulkan pembengkakan umum terutama pada bagian-bagian yang lunak. Pada keadaan ini, turgor rendah, seperti sekitar mata dan alat kelamin luar (genitalia eksternal). Kulit di atasnya biasanya menjadi renggang.

c. Hiponatremia

Hiponatremia dapat terjadi karena penambahan air atau penurunan cairan kaya natrium yang digantikan oleh air. Gejala neurologis biasanya tidak terjadi sampai kadar natrium serum turun kira-kira 120-125 mEq/L (Horne, 2001). Menurut waktu terjadinya, hiponatremia dapat dibagi dalam 2 jenis:

1) Hiponatremia akut

Hiponatremia akut adalah kejadian hiponatremia yang berlangsung cepat yaitu kurang dari 48 jam. Pada keadaan ini akan terjadi gejala yang berat seperti penurunan kesadaran dan kejang.

2) Hiponatremia kronik

Hiponatremia kronik adalah kejadian hiponatremia yang berlangsung lambat yaitu lebih dari 48 jam. Pada keadaan ini tidak terjadi gejala yang berat seperti penurunan kesadaran dan kejang (ada proses adaptasi), gejala yang timbul hanya ringan seperti lemas atau mengantuk.

d. Hipernatremia

Hipernatremia adalah suatu keadaan dengan defisit cairan relatif. Hipernatremia jarang terjadi, umumnya disebabkan resusitasi cairan menggunakan larutan NaCl 0,9% (kadar natrium 154 mEq/L) dalam jumlah besar. Hipernatremia juga dijumpai pada kasus dehidrasi dengan rasa haus (misal pada kondisi kesadaran terganggu atau gangguan mental).

e. Isonatremia

Isonatremia adalah suatu keadaan patologis yang tidak menyebabkan gangguan pada kadar natrium di dalam plasma (osmolalitas plasma tetap berada dalam keadaan normal). Menurut Unit Pendidikan Kedokteran-Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan FKUI (2007) keadaan seperti ini dapat dijumpai pada:

- 1) Turunnya kadar Na tubuh total diikuti oleh berkurangnya air tubuh total dalam jumlah seimbang. Terjadi karena pemberian diuretik jangka panjang atau pada beberapa kondisi seperti muntah, diare, perdarahan dan *third space sequestration*.
- 2) Kondisi normal (*steady state*).
- 3) Peningkatan Na tubuh total diimbangi oleh peningkatan air tubuh total. Terjadi pada pemberian natrium isotonik berlebihan (hipervolemia).

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

13. GANGGUAN KESEIMBANGAN AIR DAN KALIUM

Kadar normal kalium plasma berkisar antara 3,5-5 mEq/L. Bila kadar kalium kurang dari 3,5 mEq/L disebut sebagai hipokalemia dan kadar kalium lebih dari 5 mEq/L disebut sebagai hiperkalemia. Kedua keadaan ini dapat menyebabkan kelainan fatal listrik jantung yang disebut sebagai aritmia, kelebihan ion kalium darah akan menyebabkan gangguan berupa menurunnya potensial trans-membran sel.

Kekurangan ion kalium ini menyebabkan frekuensi denyut jantung melambat.

a. Hipokalemia

Hipokalemia merupakan kejadian yang sering dijumpai. Penyebab hipokalemia dapat dibagi sebagai berikut:

1) Asupan Kalium Kurang

Asupan kalium normal berkisar antara 40-120 mEq per hari. Hipokalemia akibat asupan kalium kurang biasanya disertai oleh masalah lain misalnya pada pemberian diuretik atau pemberian diet rendah kalori pada program menurunkan berat badan.

2) Pengeluaran kalium Berlebihan

Pengeluaran kalium berlebihan terjadi melalui saluran cerna, ginjal atau keringat. Pada saluran cerna bawah (diare, pemakaian pencabur), kalium keluar bersama

bikarbonat (asidosis metabolik). Pengeluaran kalium yang berlebihan melalui ginjal dapat terjadi pada pemakaian diuretik. Pengeluaran kalium berlebihan melalui keringat dapat terjadi bila dilakukan latihan berat pada lingkungan yang panas sehingga produksi keringat mencapai 10 L.

3) Kalium Masuk ke Dalam Sel

Kalium masuk ke dalam sel dapat terjadi pada alkalosis ekstrasel, pemberian insulin, peningkatan aktivitas beta-andrenergik, paralisis periodik hipokalemik, hipotermia. Defisit ion kalium tergantung pada lamanya kontak dengan penyebab dan konsentrasi ion kalium serum.

Tanda-tanda dan gejala yang terjadi pada hipokalemia yaitu keletihan, kelemahan otot, kram kaki, otot lembek atau kendur, mual, muntah, ileus, parestesia, peningkatan efek digitalis, penurunan konsentrasi urin (mis; poliuria) (Horne, 2001).

b. Hiperkalemia

Istilah hiperkalemia digunakan bila kadar kalium dalam plasma lebih dari 5 mEq/L. Dalam keadaan normal jarang terjadi hiperkalemia oleh karena adanya mekanisme adaptasi oleh tubuh. Hiperkalemia dapat disebabkan oleh keluarnya kalium dari intrasel ke ekstrasel dan berkurangnya ekskresi kalium melalui ginjal (Unit Pendidikan Kedokteran-Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan FKUI, 2007).

14. ASUHAN KEPERAWATAN KLIEN DENGAN PEMENUHAN KEBUTUHAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

A. Pengkajian Keperawatan

Untuk mengetahui kebutuhan cairan dan elektrolit pada klien perlu diketahui keadaan cairan dan elektrolit dalam tubuhnya melalui pengkajian yang seksama pada klien. Pengkajian tersebut meliputi:

Riwayat Keperawatan:

- Riwayat intake cairan dan makanan 24 jam yang lalu
- Berat badan sebelum sakit
- Riwayat kehilangan cairan: diare, muntah-muntah
- Keluhan yang berhubungan dengan cairan, elektrolit
- Adanya penyakit kronis/ pengobatan yang mengganggu keseimbangan cairan dan elektrolit.

Pemeriksaan Tanda-tanda Klinis:

- Berat badan saat ini; kenaikan/ penurunan BB 1 kg menggambarkan kelebihan/ kehilangan cairan 1000 ml
- Tanda-tanda vital
- Jumlah intake dan output dalam 24 jam

Pemeriksaan Fisik:

- Kulit: suhu, kelembapan, warna dan turgor
- Rongga mulut: membrane mukosa, lidah, saliva
- Mata: penglihatan, edema pada kelopak mata, tekanan bola mata
- Kardiovaskuler: vena jugularis, capillary refillingtime
- Paru-paru: suara nafas, perkusi paru, pengembangan paru, kecepatan dan kedalaman nafas
- Neurologis: tingkat kesadaran, eksitabilitas neuromuscular, tanda trousseau, tanda chvostek

Test Laboratorium:

- Serum elektrolit
- Anion Gap; $(Na + K - (Cl + HCO_3))$: normal 11 – 17 mEq/l
- Hematocrit : laki-laki 40 – 54%
Wanita 37 – 47%
Anak-anak 34 – 47%
- Osmolalitas serum
 $Osmolalitas\ serum = 2\ Na + \frac{Glukosa\ darah}{18} + \frac{BUN}{28}$
Normal = 275 – 295 mOsm/kg air
- Analisis Gas darah arteri
- Pemeriksaan urine :
 $Osmolalitas\ urine:$ laki-laki 390 - 1090 mOsm/kg air
Wanita 300 - 1090 mOsm/kg air
Bayi 213 mOsm/kg air
pH normal = 6 (4.6 – 8)

B. Diagnosa Keperawatan

Diagnosa keperawatan yang mungkin dijumpai berhubungan dengan keseimbangan cairan dan elektrolit baik yang actual ataupun merupakan risiko tinggi (potensial) adalah sebagai berikut:

a. Kekurangan cairan isotonis (P), berhubungan dengan (E):

- Kehilangan cairan gastrointestinal akibat:
 - Muntah-muntah, diare, GI suction, drainage dari tube fistula
 - Shift cairan ke ruang III karena obstruksi usus
- Shift cairan keruang III akibat: luka bakar, peradangan pada organ intraabdominal, sepsis, pankreatitis, asites karena sirosis hepatis
- Poliuria akibat hiperglikemia, ARF fase polyuria
- Demam
- Kurang intake cairan akibat sulit menelan, depresi

Dengan tanda dan gejala (S) sebagai berikut:

- Penurunan berat badan secara mendadak (kecuali pada shift cairan ke ruang III)
 - Ringan jika penurunan BB sampai dengan 4%
 - Sedang jika penurunan BB sekitar 5% - <8%
 - Berat jika penurunan BB sekitar 8% atau lebih
- Penurunan turgor kulit, lidah, penurunan kelembapan membrane mukosa
- Penurunan urine output dan peningkatan berat jenis urine
- Perubahan ratio BUN dengan kreatinin
- Perubahan tanda-tanda vital: ↓ tekanan darah, ↓/↑ suhu, ↑ denyut jantung, nadi cepat dan lemah
- Penurunan CVP dan pengisian vena perifer dan peningkatan hematocrit.

b. Kelebihan cairan (P), berhubungan dengan (E) :

- Gangguan mekanisme regulasi akibat: gagal ginjal, puyah jantung, cirrhosis hepatis, sindrom cushing
- Kelebihan intake cairan intra vena yang mengandung natrium
- Kelebihan intake natrium

Dengan tanda dan gejala (S) sebagai berikut:

- Peningkatan berat badan secara mendadak
 - Ringan jika peningkatan BB sampai dengan 4%
 - Sedang jika peningkatan BB sekitar 5% - <8%
 - Berat jika peningkatan BB sekitar 8% atau lebih
- Edema perifer
- Distensi vena jugular
- Pengosongan vena perifer melambat
- CVP > 11 mmH₂O
- Suara paru: rales
- Jika jantung, ginjal normal: polyuria
- Jika kelebihan cairan berat, ascites, effuse pleura, edema paru
- Penurunan BUN, hematokrit

c. Hiponatremi (P), berhubungan dengan (E) :

- Kelebihan natrium akibat: penggunaan diuretic, insufisiensi adrenal, kehilangan cairan gastrointestinal, berkeringat secara berlebihan
- Kelebihan cairan akibat, penggunaan obat yang merangsang terjadinya SIADH (Cytosan, vincristine, chlorpropanide, tobutamide, carbamazepine, dll)
- Tumor yang menyebabkan SIADH (Ca Paru, Ca pancreas atau duodenum leukemia, Hodgkin disease)
- Masalah pada SSP yang menyebabkan SIADH
- Psychotic polydipsia
- Kelebihan intake cairan intravena

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

Ditandai tanda dan gejala (S) sebagai berikut:

Berdasarkan kejadian

- Hiponatremia terjadi secara perlahan-lahan
 - Anorexia, nausea, emesis, kelemahan otot, iritabilitas, perubahan kepribadian seperti tidak kooperatif, bingung, memusuhi
 - Jika berat: penurunan kesadaran dan mungkin kejang-kejang.
- Jika terjadi secara mendadak tanda dan gejala sama seperti diatas tetapi lebih berat.

Berdasarkan rendahnya kadar natrium:

- Jika natrium > 125 mEq/L biasanya asimtomatik
- Jika kadar natrium < 125 mEq/L nausea, malleise
- Jika kadar natrium < 110-115 mEq/L kejang-kejang, penurunan kesadaran sampai koma

Berdasarkan volume cairan:

- Hiponatremia yang disertai kekurangan cairan, ditambah dengan adanya kelemahan, fatigue, kram otot dan postural dizziness
- Hiponatremi akibat SIADH tidak menyebabkan edema perifer karena kelebihan cairan 2/3 kelebihan air berada di intrasel.

Berdasarkan data laboratorium:

- Natrium < 135 mEq/L, Na urine < 15 mEq/L pada SIADH Na > 20 mEq/L

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

d. Hipernatremi (P) berhubungan dengan (E):

- Gangguan intake cairan akibat:
 - Klien tidak sadar atau tidak mampu merespons perasaan haus
 - Bayi, anak-anak atau anak dengan retardasi mental yang tidak mampu mengomunikasikan perasaan haus
- Pemberian cairan enteral hipertonis tanpa pemberian cairan yang adekuat
- *insensible water loss* yang berlebihan
- Diare dengan teses cair (*watery diarrhea*)
- Pemberian cairan intravena yang berisi natrium
- Diabetes insipidus jika klien tidak merespons dengan banyak minum

Dengan tanda dan gejala (S) sebagai berikut:

- Adanya perasaan haus kecuali pada klien tidak sadar atau mengalami hambatan dalam mekanisme rasa haus
- Peningkatan suhu tubuh pada suhu kamar > 38.30 C
- Lidah kering dan bengkak, mukosa membrane kental
- Disorientasi, delusi, halusinasi, lethargi pada hypernatremia berat.
- Penurunan tingkat kesadaran
- Iritabilitas otot
- Pada bayi menangis melengking

- Data laboratorium:
 - Serum Na > 145
 - Osmolalitas serum > 295
 - BJ urine > 1,015

e. Hipokalemia (P), berhubungan dengan (E) :

- Kehilangan cairan dari saluran pencernaan akibat: diare, penggunaan laxative, muntah-muntah hebat
- Kehilangan cairan melalui ginjal: penggunaan diuretic, hiperaldosteronisme, pemberian steroid
- Berkeringat banyak
- Pindah ke intrasel akibat hiperalimentasi: alkalosis, sekresi insulin atau pemberian insulin yang berlebihan
- Kurang intake makanan akibat anorexia nervosa; alkoholisme, debilitas

Dengan tanda dan gejala (S) sebagai berikut:

- Otot rangka: kelemahan otot yang menuju ke flaccid, kram, tungkai yang tidak bisa diam
- System kardiovaskuler:
 - Denyut nadi aritmia, terpacu, takidardia, takibridia, takidardia digitalis
 - Perubahan PRS, depresi segment ST, gelombang T flat dan depresi pembesaran gelombang U bahkan adakalanya menutupi gelombang T, perpanjangan interval QT
- Sistem renal:
 - Menurunnya kemampuan mengonsentrasikan urine pada hipokalemia yang lama sehingga urine menjadi encer, polyuria, nokturni dan polidipsi
 - Meningkatnya produksi ammonia dan ekresi hidrogen
- System gastrointestinal:
 - Anorexia, nausea, muntah-muntah, penurunan bisung usus
- Pengaruh pada metabolisme, sedikit peningkatan gula darah

f. Hiperkalemia (P) berhubungan dengan (E) :

- Menurunnya ekskresi kalium akibat oliguria karena gagal ginjal, penggunaan obat inhibisi aldosterone, defisiensi sekresi adrenal, penggunaan obat anti inflamasi non steroid
- Diet tinggi kalium akibat: penggunaan suplemen kalium oral, pemberian transfuse darah
- Shift kalium dari intrasel karena asidosis: kerusakan jaringan, hiperglikemia dengan defisiensi insulin, penggunaan beta-adrenergic blocker, keracunan digitalis

Dengan tanda dan gejala (S) sebagai berikut:

- Efek pada jantung, perubahan gambaran EKG: gelombang T pada lead precordial tinggi, kompleks QRS melebar, perpanjangan interval P-R, menurunnya amplitude

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

- dan tidak tampaknya gelombang P, ventricular arrhythmia, bahkan dapat menyebabkan cardiac arrest.
- Efek pada neuromuscular: kelemahan otot, flacid, penurunan gerakan nafas, paresthesia facial, lidah, kaki dan tangan
- Efek pada gastrointestinal: nausea, intermitten colic intestine atau diare
- Data laboratorium:
 - Serum kalium ≥ 5.0 mEq/l.
 - Tanda asidosis

g. Hipokalsemia (P) berhubungan dengan (E) :

- Pasca radical neck surgery/ surgical hypoparathyroid, malabsorpsi calcium akibat defisiensi vitamin D, pankreatitis akut, pemberian transfuse yang banyak, hypoparathyroid, hyperphosphatemia carcinoma thyroid, kerusakan ginjal kronik

Dengan tanda dan gejala (S) sebagai berikut:

- Baal (numbness), kesemutan (tingling), cramp pada otot ekstremitas, hiperaktif reflek deep tendon (Patela, triceps)
- Trousseau's sign, Chvostek's sign
- Perubahan mental, bingung, gangguan perasaan hati, dan menurunnya kemampuan mengingat
- Kejang-kejang (lokal/ umum)
- Spasmus otot larynx, spasmus otot abdominal
- Pada pemeriksaan EKG: perpanjangan interval Q-T
- Pada pemeriksaan darah: total serum calcium < 8.5 mg/dl atau ion Ca $< 50\%$

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

h. Hiperkalsemi (P) berhubungan dengan (E) :

- Keganasan yang dapat meningkatkan aktivitas osteolitik (Ca mammae, Ca Ginjal, multiple myeloma, Ca Paru dan Ca thyroid)
- Keganasan yang menyebabkan produksi PTH ektopik (Ca epidermoid, adenocarcinoma renal, Ca skuamosa rongga mulut)
- Meningkatnya aktivitas osteoklas akibat immobilisasi
- Penggunaan obat-obatan seperti; estrogen, progestine, androgen, antiestrogen, thiazide diuretic, vitamin D
- Hipertiroid

Dengan tanda dan gejala (S) sebagai berikut:

- Kelemahan otot, kelelahan, lethargi
- Penurunan kemampuan mengingat dan perhatian, bingung
- Konstipasi, anorexia, vomiting
- Polyuria dan polydipsi
- Perilaku neurotic
- Pada keadaan berat dapat menimbulkan henti jantung

- Pada pemeriksaan EKG; interval Q-T memendek
- Pada pemeriksaan darah, serum kalsium > 10.5 mg/dl

i. Asidosis metabolik (P) berhubungan dengan (E).

- Diarrhea; pengeluaran cairan dari fistula usus, renal tubular acidosis, Diabetes mellitus, starvation ketoacidosis, alcoholic ketoacidosis, peningkatan metabolisme anaerob

Dengan tanda dan gejala (S) sebagai berikut:

- Nyeri kepala, bingung, mengantuk
- Meningkatnya kecepatan dan kedalaman pernafasan dan akan hilang setelah HCO_3^- sangat rendah
- Mual dan muntah
- Vasodilatasi perifer sehingga kemerahan dan pada rabaan menjadi hangat
- Penurunan PCO_2 jika $\text{pH} < 7.1$
- Hasil analisis gas darah arteri; $\text{pH} < 7.35$, $\text{HCO}_3^- < 22 \text{ mEq/L}$, $\text{PCO}_2 < 35 \text{ mmHg}$, BE < -2
- Peningkatan serum kalium (kecuali pada diarrhea atau renal tubular akut)

j. Alkalosis metabolik (P) berhubungan dengan (E):

- Muntah-muntah, gastric suction
- Penggunaan diuretic osmotik (mannitol)
- Kehilangan kalium akibat penggunaan diuretic (furosemide, thiazide)
- Intake antacid yang mengandung bismut
- Pemberian NaHCO_3 secara parenteral pada tindakan CPR

Dengan tanda dan gejala (S) sebagai berikut:

Merupakan tanda penurunan ionisasi kalsium.

- Pusing, kesemutan pada jari tangan dan jari kaki, paraesthesia sekitar mulut, spasme carpedal, hipertonik otot
- Penurunan ventilasi (sebagai mekanisme kompensasi)
- Hasil analisis gas darah arteri; $\text{pH} > 7.45$, $\text{HCO}_3^- > 28 \text{ mEq/L}$, $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$, BE $> +2$
- Serum kalium rendah

k. Asidosis respiratorik (P) berhubungan dengan (E):

- Asidosis respiratorik akut: edema paru akut, aspirasi benda asing, atelectasis, pneumothorax, hemothorax, overdosis obat sedative atau anesthesia, cardiac arrest, pneumonia berat, pemasangan ventilator yang tidak tepat.
- Asidosis respiratorik kronis: emphysema, cystic fibrosis, bronchiectasis, asthma bronkiale
- Faktor-faktor yang menyebabkan hipoverilasi: obesitas, pasca pembedahan pada abdomen atau thorax, trauma thorax, distensi abdomen

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

Dengan tanda dan gejala (s) sebagai berikut:

- Asidosis respiratorik akut.
 - Perasaan penuh pada kepala akibat vasodilatasi dan peningkatan aliran darah cerebrovasular terutama jika $\text{PaCO}_2 > 60$ mmHg, sesak, pusing, palpitasi, twitching otot, convulsion, kulit hangat dan kemerahan, penurunan kesadaran, fibrilasi ventrikel berhubungan dengan hiperkalemia
 - Pada analisis gas darah arteri: $\text{pH} < 7.35$, $\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg, HCO_3^- normal atau sedikit meningkat
- Asidosis respiratorik kronis:
 - Lesu, nyeri kepala tanda/ gejala dari penyakit yang mendasari
 - Pada analisis gas darah: pH sedikit di bawah normal atau pada batas normal bawah, $\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg (primer), $\text{HCO}_3^- > 28$ (kompensasi)

I. Alkalosis respiratorik (P) yang berhubungan dengan (E);

- Pada dasarnya alkalosis respiratorik disebabkan oleh berbagai keadaan yang menyebabkan hiperventilasi dan mengakibatkan kehilangan CO_2 yang berlebihan, diantaranya yaitu:
 - Kecemasan yang berlebihan, hypoxemia, demam tinggi (hiperpirexia)
 - Intoxicatie salicylate
 - Emboli paru
 - Thyrotoxicosis
 - Penggunaan ventilator yang tidak tepat

Dengan tanda dan gejala (s) sebagai berikut.

- Sakit kepala ringan akibat vasokonstriksi dan penurunan aliran darah cerebrovasular
- Tidak mampu berkonsentrasi
- Tinnitus, palpitasi, berkeringat, mulut kering, gemetar, nyeri precordial, mual dan muntah, nyeri epigastrium, penglihatan kabur, bingung dan penurunan tingkat kesadaran
- Hasil analisis gas darah arteri: $\text{pH} > 7.45$, $\text{PaCO}_2 < 35$ mmHg, $\text{HCO}_3^- < 22$ mEq/l.

C. Perencanaan/Implementasi Keperawatan dan Evaluasi

1) Kekurangan cairan isotonis

- a. Jika tidak berat seperti karena demam dapat diberikan minum melalui oral dengan penambahan 10% dari kebutuhan normal pada setiap peningkatan suhu 1°C diatas 37°C
- b. Pertimbangkan jenis cairan yang hilang dari tubuh klien seperti kehilangan cairan akibat muntah-muntah, cairan yang diberikan mengandung Na dan K sesuai dengan cairan yang hilang

- c. Jika klien malas minum karena perasaan tidak nyaman pada mulut, berikan minuman yang tidak iritatif, dan lakukan perawatan mulut beberapa kali/hari
- d. Jelaskan pada klien pentingnya banyak minum dan jenis minuman bagi kondisi tubuhnya
- e. Jika klien sulit menelan:
 - Kali refleks gag dan kemampuan menelan
 - Berikan minum pada posisi klien tegak
 - Berikan makanan yang kentase seperti pudding atau gelatin untuk memudahkan menelan
- f. Jika tidak bisa menelan bicarakan dengan medis (dokter) untuk pemberian cairan melalui naso gastric tube
- g. Jika keadaan lebin berat/ tidak mampu minum diberikan cairan isotonis melalui intravenous line (infus) : Ringer lactat, NaCl 0,9%
- h. Amati area terpat penusukan, adakah bengkak kemerahan, perubahan suhu, dan perasaan nyeri
- i. Jika terdapat oliguria, periksakan fungsi ginjal, lakukan kolaborasi dengan dokter untuk penentuan terapi cairan yang sesuai dengan kondisi tersebut
- j. Catat intake dan output cairan dengan seksama
- k. **Monitoring:**
 - Berat badan setiap hari (penurunan ≤ 2 kg = kehilangan cairan ≥ 1 liter)
 - Tanda-tanda vital: adakah postural hipotensi (penurunan tekanan darah sistolik > 15 mmHg saat berubah posisi dari tidur ke posisi duduk), adakah takhidardi (peningkatan denyut nadi > 15 x/menit)
 - Turgor kulit, membrane mukosa kulit
 - CVP, BUN dan kreatinin
 - Tingkat sensori
- l. Catat respons klien terhadap intervensi baik medis ataupun keperawatan.
 - Peningkatan jumlah urine menjadi 1-2 ml/kgBB
 - Tanda-tanda vital kembali ke normal
 - Turgor kulit dan lidah membaik
 - Membrane mukosa mulut lembap
 - CVP normal
 - Suara nafas bersih
 - Berat jenis urine (1.003-1.035)

2) Kelebihan cairan

- a. Bedrest, merupakan upaya untuk menurunkan edema dan meningkatkan diuresis terutama pada pava jantung. Istirahat akan menurunkan keputuban energy pada jaringan dan akan membantu mengembalikan cairan interstitial sekitar 400-500 ml ke sirkulasi dan menurunkan sekresi aldosterone sehingga jumlah urine meningkat.

- b. Instruksikan agar klien menjalani diet rendah natrium
- c. Pembatasan intake cairan, maksimal intake = jumlah urine output
- d. Pemberian diuretic sesuai dengan program medis dan waspada terhadap efek pemberian diuretic, perubahan jumlah urine, tanda-tanda kekurangan cairan, perubahan elektrolit
- e. Monitor:
 - Perubahan berat badan, suara nafas, tingkat edema, distensi vena jugularis
 - Nilai hematocrit, BUN dan kreatinin
- f. Rubah posisi klien tiap 2 jam atau gunakan air / *water mattress*

3) Hiponatremia

- a. Pada klien yang mengalami kehilangan natrium: adalah pemberian natrium melalui oral, enteral atau parenteral. Bagi klien yang bisa makan dan minum, penggantian natrium mudah dilakukan mengingat pada natrium selalu terdapat pada diet normal. Anjurkan untuk makan makanan/ minuman yang banyak mengandung natrium. Bagi klien yang tidak dapat makan/ minum atau harus puasa dapat diberikan melalui intravenous line (infus)
- b. Hindari pemberian cairan isotonic secara enteral dalam jumlah berlebihan terutama jika hiponatremi disertai dengan retensi cairan seperti pada klien **Edema SAK**
- c. Pada keadaan volume plasma di bawah normal dapat diberikan *ringer lactate* atau NaCl 0,9% melalui intravenous line (infus)
- d. Jika volume cairan normal dapat diberikan NaCl 3%. Pemberian larutan ini sangat berbahaya oleh karena itu hanya boleh diberikan jika,
 - Klien berada di ICU di mana klien dimonitor secara ketat dan hanya diberikan jika kadar natrium < 110 meq/L dengan disertai tanda-tanda neurologis
 - Diberikan furosemide oleh medis untuk mencegah retensi cairan dan mencegah edema paru
 - Periksa serum natrium, peningkatan serum natrium biasanya tidak lebih dari 2 mEq/L/jam
- e. Jika disebabkan oleh kelebihan cairan atau akibat SAK jangan diberikan natrium, tetapi batasi intake cairan dan kolaborasi untuk pemberian diuretic yang menghambat pengeluaran natrium
- f. Untuk menghindari kekurangan natrium pada klien waspada klien dengan yang mempunyai faktor risiko.

4) Hipernatremia

- a. Waspada koreksi hipernatremia yang terlalu cepat, dapat mengakibatkan edema cerebral, kejang-kejang, dan kerusakan neurologis yang permanen, bahkan dapat menyebabkan kematian. Hipernatremia menyebabkan tertariknya cairan intrasel termasuk sel otak. Setelah 24 jam sel otak mulai beradaptasi terhadap peningkatan konsentrasi larutan intrasel. Dengan menambah cairan secara

cepat menyebabkan cairan ekstrasel menjadi hiposmolar dan tertarik masuk ke intrasel dan menyebabkan edema sel. Untuk meminimalkan risiko terjadinya keadaan tersebut maka hendaknya penurunan serum natrium dilakukan dalam waktu minimal 48 jam

- b. Berikan cairan bebas natrium seperti dextrose 5% atau NaCl 0,45%
- c. Pada klien yang mengalami kekurangan cairan (hypovolemia) dan memperlihatkan tanda-tanda gangguan sirkulasi dapat diberikan NaCl 0,9% sampai hemodinamika stabil dan selanjutnya dengan NaCl 0,45%
- d. Pada diabetes insipidus: pemberian vasopressin (jika urine output > 200 ml/jam)
- e. Monitor:
 - Kadar serum natrium sesuai indikasi dan kondisi klien
 - Tanda-tanda atau gejala penurunan serum natrium
- f. Untuk pencegahan: waspada! klien yang mempunyai faktor risiko.

5) Hipokalemia:

- a. Tindakan yang paling utama adalah mencegah terjadinya hipokalemi pada klien yang mempunyai faktor risiko dengan memberikan diet yang banyak mengandung kalium
- b. Jika diperlukan dapat diberikan suplemen kalium (liquid, tablet, caplet atau capsule)
- c. Pada hipokalemia akibat alkalosis dapat diberikan KCL melalui intravenous line (infus). Hati-hati untuk tidak memasukkan kalium tanpa pengenceran terlebih dahulu
- d. Waspada! klien yang mendapat terapi digitalis untuk melakukan koreksi kalium terlebih dahulu sebelum pemberian digitalis
- e. Jika hipokalemi terjadi akibat penggunaan laksative atau diuretic, berikan penyuluhan tentang bahaya penggunaan dan cara penggunaan yang tepat.

6) Hiperkalemia

- a. Tindakan yang paling baik adalah mencegah terjadinya hiperkalemia dengan mewaspadai klien yang mempunyai faktor risiko dengan membatasi intake kalium dalam dietnya
- b. Pada situasi tidak akut, batasi intake kalium dan menghentikan penggunaan obat-obatan yang dapat menyebabkan hiperkalemia
- c. Meningkatkan pertukaran kalium dan natrium pada intestine melalui pemberian sodium polystyrene sulfonate. Obat ini hanya diberikan pada hiperkalemia ringan-sedang, tidak untuk hiperkalemia berat karena prosesnya lambat. Obat ini dapat diberikan secara oral atau rectal sebagai retentive enema
- d. Cara yang efektif adalah dengan dialisis, dan ini dilakukan jika cara lain tidak berhasil

- e. Tindakan darurat dapat dilakukan dengan pemberian:
 - Calsium gluconate
 - Glukosa hipertonis dan insulin
 - Natrium bicarbonat, terutama pada hiperkalemi akibat asidosis metabolik
- f. Lakukan monitoring serum kalium
- g. Cegah terjadinya false hiperkalemi dengan:
 - Menghindari penggunaan tourniquet dalam waktu lama
 - jangan membiarkan klien melakukan exercise yang berlebihan sebelum pengambilan sampel darah
 - Kirimkan sampel darah sesegera mungkin
 - Hindari pengambilan sampel darah dari area diatas pemasangan intus
- h. Monitoring tanda-tanda peningkatan/ penurunan serum kalium

7) Hipokalsemia:

- a. Tindakan yang paling baik adalah mencegah terjadinya hiperkalemi dengan mewaspadai klien yang mempunyai faktor risiko dengan mengonsumsi makanan yang banyak mengandung calsium
- b. Oleh karena penyebab hipokalsemi ini sangat bervariasi, untuk mengatasinya harus disesuaikan dengan faktor penyebab

Secara umum tindakan dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Pemberian calsium secara oral
- b. Tindakan darurat:
 - Pada hipokalsemi akut tindakan medis yang dilakukan adalah pemberian calsium (Ca Glukonat/ Ca Chlorida) intravena secara perlahan (10 ml minimal dalam 5 menit) atau diberikan setelah diencerkan
- c. Waspada terhadap efek samping pemberian calsium (cardiac arrest)
- d. Siapkan peralatan untuk mencegah cedera akibat kejang
- e. Lakukan pengamatan jika klien mengalami kebingungan
- f. Lakukan penyuluhan pada klien:
 - Yang mempunyai risiko tinggi terjadi osteoporosis (wanita yang sudah menopause tanpa terapi estrogen) untuk meningkatkan intake calsium dalam diet
 - Yang mempunyai kecenderungan batu ginjal untuk konsultasi dengan medis sebelum meningkatkan intake calsium

8) Hiperkalsemia:

- a. Pada hiperkalsemia ringan dapat dilakukan dengan meningkatkan pemberian cairan dan menghindari kekurangan cairan serta penggunaan obat-obatan yang menyebabkan hiperkalsemi
- b. Tindakan darurat:
 - Oleh karena sebagian besar klien dengan hiperkalsemi ini mengalami kekurangan cairan, dapat diberikan larutan NaCl 0,9% 300-500 ml/jam sampai

- dengan volume intravaskuler terukupi, selanjutnya infus diberikan secara lambat untuk meningkatkan ekskresi Ca dari renal (Na akan menghambat absorpsi Ca)
- kali fungsi ginjal dan kardiovaskuler sebelum pemberian NaCl 0.9% secara cepat
 - Berikan furosemide untuk mencegah kelebihan cairan dan meningkatkan ekskresi Ca
 - c. Untuk menghambat resorpsi Ca dari tulang dapat diberikan garam phosphate dan steroid (hydrocortisone) untuk menurunkan absorpsi dari intestine dan menghambat resorpsi tulang
 - d. Jika memungkinkan tingkatkan mobilitasi klien
 - e. Hindari mengonsumsi susu atau makanan yang mengandung banyak kalsium secara berlebihan
 - f. Anjurkan untuk diet tinggi serat guna mencegah konstipasi yang seringkali dialami klien hipercalsemia
 - g. Lakukan pengamanan pada klien yang mengalami perubahan perilaku dan jelaskan pada keluarganya bahwa hal itu bersifat sementara
 - h. Pada hipercalsemi berat, waspada terhadap perubahan fungsi jantung terutama aritmia
 - i. Waspada terhadap risiko fracture patologik pada klien yang mengalami hipercalsemi kronis
 - j. Waspada pada klien yang mendapat terapi digitalis karena memungkinkan terjadinya keracunan digitalis
 - k. Bantu klien untuk mencegah terjadinya batu ginjal dengan meningkatkan intake cairan dan mobilisasi
- 9) **Asidosis metabolik.**
- a. Tindakan yang dilakukan adalah mengatasi faktor penyebab
 - b. Pemberian natrium bikarbonat
 - c. Amati tanda dan gejala yang timbul sebagai efek pemberian natrium bikarbonat: hipernatremi, hipokalemia akut, dan penurunan pengiripan oksigen ke jaringan akibat penurunan Hb
 - d. Monitoring gas darah arteri.
- 10) **Alkalosis metabolic:**
- a. Tindakan yang dilakukan bertujuan untuk mengatasi faktor penyebab
 - b. Pemberian klorida untuk membantu mengabsorpsi natrium di ginjal dan mengekskresikan HCO₃
 - c. Mengembalikan kekurangan cairan dengan pemberian NaCl 0.9% untuk membantu mengeluarkan HCO₃ lewat ginjal
 - d. Monitoring gas darah arteri dan elektrolit

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

11) Asidosis respiratorik:

- a. Tindakan utama adalah berbagai upaya untuk meningkatkan ventilasi
- b. Secara pasti tindakan yang dilakukan sangat tergantung dari penyakit yang mendasarinya.

12) Alkalosis respiratorik

- a. Tindakan yang utama adalah mengatasi penyakit yang mendasarinya
- b. Jika factor penyebab adalah kecemasan identifikasi penyebab kecemasan dan usahakan untuk membantu mengatasinya, berikan penjelasan bahwa kondisi yang terjadi merupakan akibat dari pernafasannya yang terlalu cepat dan instruksikan klien untuk bernafas lebih lambat atau bernafas pada system tertutup (misalnya pada kantong kertas)

15. SPO PEMENUHAN KEBUTUHAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

Learning outcome:

Setelah mempelajari modul pembelajaran ini, mahasiswa mampu mendemonstrasikan prosedur pemasangan infus dengan benar

A. Persiapan Alat

- 1. Hand sanitizer / Disinfectan
- 2. Selang Infus (infuset)
- 3. Cairan Parenteral sesuai kebutuhan
- 4. Abocath (sesuai ukuran)
- 5. Kapas Alcohol
- 6. Torniquet
- 7. Perlak dan Pengafas
- 8. Bengkok 1 buah
- 9. Plester / Hypafix
- 10. Kasa Steril
- 11. Bethadine
- 12. Gunting

B. Prosedur Pelaksanaan

- 1. Tahap Pra interaksi
 - o Verifikasi data sebelumnya (bila ada)
 - o Mencuci Tangan
 - o Tempatkan alat dekat pasien
- 2. Tahap Interaksi
 - o Lakukan 3 S (selam, senyum dan sapa)
 - o Jelaskan ruydan dan prosedur
 - o Tanyakan kesiapan pasien

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan



3. Tahap Kerja

- o Lakukan desinfeksi tutup botol cairan
- o Tutup saluran pada selang infus
- o Tusuk saluran infus
- o Gantungkan botol cairan pada standar infus
- o Isi tabung reservoir infus
- o Alirkan cairan hingga tidak ada udara dalam selang
- o Atur posisi pasien
- o Pasang perlek dengan pengalasnya
- o Pilih vena yang akan diinsersi
- o Pasang Tourniquet 5 cm dari area yang akan diinsersi
- o Pakai Handscoon
- o Bersihkan kulit dengan kapas alcohol (melingkar dari dalam keluar atau menggosok searah)
- o Pegang abocath dan tusuk vena
- o Pastikan abocath masuk ke intravena (tarik mundur kira-kira 0,5 cm)
- o Sambungkan dengan selang infus
- o Lepaskan Tourniquet
- o Periksa aliran infus
- o Lakukan taksasi
- o Desinfeksi area tusukan dan tutup dengan kasa steril yang telah ditetes betadine
- o Atur tetesan cairan infus sesuai program



Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

4. Tahap Terminasi

- o Lakukan evaluasi tindakan, hitung tetesan dengan benar, amati adanya reaksi alergi
- o Kontrak untuk kegiatan selanjutnya
- o Pamitan pada pasien
- o Bereskan alat
- o Cuci tangan
- o Catat/dokumentasikan hasil kegiatan



Tujuan pemberian terapi intra vena melalui infus yaitu :

1. Mempertahankan atau mengganti cairan tubuh yang mengandung air, elektrolit, vitamin, protein, lemak, dan kalori yang tidak dapat dipertahankan secara adekuat melalui oral
2. Memperbaiki keseimbangan asam-basa.
3. Memperbaiki volume komponen-komponen darah.
4. Memberikan jalan masuk untuk pemberian obat-obatan ke dalam tubuh.
5. Memonitor tekanan vena sentral (CVP)
6. Memberikan nutrisi pada saat sistem pencernaan ketika istirahat

Secara sederhana, tujuan dari terapi cairan dibagi atas resusitasi untuk mengganti kehilangan cairan akut dan rumatan untuk mengganti kebutuhan harian. Total cairan tubuh bervariasi menurut umur, berat badan dan jenis kelamin. Lemak tubuh juga berpengaruh terhadap cairan, semakin banyak lemak, semakin kurang cairannya. Ada dua bahan yang terlarut di dalam cairan tubuh yaitu elektrolit dan non-elektrolit.

Empat insersi jarum infus secara umum ada beberapa tempat untuk insersi jarum infus pada pemasangan infus yaitu:

- a. Vena punctur perifer
 1. Vena mediana kubiti
 2. Vena sefalika
 3. Vena basilika
 4. Vena dorsalis pedis
- b. Vena punctur central:
 1. Vena femoralis
 2. Vena jugularis internal
 3. Vena supklavia



Gambar 4. Vena pada ekstremitas atas dan bawah

Sumber: http://www.ganfyd.org/index.php?file=Basilic_vein&mid=35358

Cara mengatur kecepatan tetesan

Pemberian cairan perinfus harus dinirung jumlah tetesan permenitnya untuk mendapatkan kebutuhan yang dijadwalkan. Jumlah ml cairan yang masuk tiap jam dapat digunakan rumus $\text{ml per jam} = \text{tetesan} \times \text{faktor tetesan}$. Faktor tetesan dihitung dengan 60 dibagi jumlah tetesan yang bisa dikeluarkan oleh infus set untuk mengeluarkan 1 ml. Misalnya, suatu infus set dapat mengeluarkan 1 ml cairan dalam 15 tetesan, berarti faktor tetesan $(60:15) = 4$. Jadi bila infus set tersebut memberikan cairan dengan kecepatan 25 tetes per menit berarti akan diberikan cairan sebanyak $25 \times 4 = 100$ ml perjam.

Tipe-tipe cairan

1. Isotonik

Suatu cairan yang memiliki tekanan osmotik yang sama dengan yang ada di dalam plasma.

- NaCl normal 0,9%
- Ringer laktat
- komponen-komponen darah (albumin 5% plasma)
- Dextrose 5% dalam air (D 5 W)

2. Hipotonik

Suatu cairan yang memiliki tekanan osmotik yang lebih rendah dari yang ada dalam plasma darah. Pemberian cairan ini umumnya menyebabkan dilusi konsentrasi larutan plasma dan mendorong air masuk ke dalam sel untuk memperbaiki keseimbangan di intrasel dan ekstrasel, sel-sel tersebut akan membesar atau membengkak.

- Dextrose 2,5% dalam NaCl 0,45%
- NaCl 0,45%
- NaCl 0,2%

3. Hipertonik

Suatu larutan yang memiliki tekanan osmotik yang lebih tinggi daripada yang ada di dalam plasma darah. Pemberian cairan ini meningkatkan konsentrasi larutan plasma dan mendorong air masuk ke dalam sel untuk memperbaiki keseimbangan osmotik, sel kemudian akan menyusut.

- Dextrose 5% dalam NaCl 0,9%
- Dextrose 5% dalam NaCl 0,45% (hanya sedikit hipertonis karena dextrose dengan cepat dimetabolisme dan hanya sementara memengaruhi tekanan osmotik)
- Dextrose 10% dalam air
- Dextrose 20% dalam air
- NaCl 3% dan 5%
- Larutan piperalfentasi
- Dextrose 5% dalam ringer laktat
- Albumin 25

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

Kegagalan pemberian infus

Beberapa keadaan yang mengakibatkan kegagalan dalam pemberian cairan perinfus antara lain:

1. Jarum infus tidak tepat masuk vena (ekstravasasi)
2. Pipa infus tersumbat (karena jendalan darah atau terlipat)
3. Pipa penyalur udara tak berfungsi
4. Jarum infus atau vena terjepit karena posisi lengan fleksi
5. Jarum infus bergeser atau menusuk ke luar vena

Komposisi Cairan

- a. Larutan NaCl, berisi air dan elektrolit (Na^+ , Cl^-).
- a. Larutan Dextrose, berisi air atau garam dan kalori.
- b. Ringer laktat, berisi air dan elektrolit (Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{++} laktat)
- c. Balans isotonik, isi bervariasi: air, elektrolit, kalori (Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Cl^- , HCO_3^- , glukonat)
- d. Whole blood (darah lengkap) dan komponen darah
- e. Plasma expanders, berisi albumin, dextran, fraksi protein plasma 5% (plasmanat), besaran yang dapat meningkatkan tekanan osmotik, menarik cairan dari interstisial ke dalam sirkulasi dan meningkatkan volume darah sementara.
- e. **Halaman Tidak Dapat Ditampilkan**

Hal-hal yang harus diperhatikan dengan tipe-tipe infus tersebut:

1. D5W (Dektrose 5% in Water)
 - a. Digunakan untuk menggantikan air (cairan hipotonik) yang hilang, memberikan suplai kalori, juga dapat dibarengi dengan pemberian obat-obatan atau pertungsi untuk mempertahankan vena dalam keadaan terbuka dengan infus tersebut.
 - b. Hati-hati terhadap terjadinya intoksikasi cairan (hiponatremia, sindroma pelepasan hormon antidiuretik yang tidak serbestinya). Jangan digunakan dalam waktu yang bersamaan dengan pemberian transfusi (darah atau komponen darah).
2. NaCl 0,9%
 - a. Digunakan untuk menggantikan garam (cairan isotonik) yang hilang, diberikan dengan komponen darah, atau untuk pasien dalam kondisi syok hemodinamik.
 - b. Hati-hati terhadap kelebihan volume isotonik (misal: gagal jantung, gagal ginjal).
3. Ringer laktat
Digunakan untuk menggantikan cairan isotonik yang hilang, elektrolit tertentu, dan untuk mengatasi asidosis metabolik tingkat sedang.

Tipe-tipe pemberian terapi intravena

A. IV push

IV push (IV bolus), adalah memberikan obat dari jarum suntik secara langsung ke dalam saluran /jalan intrus.

Indikasi

1. Pada keadaan emergency resusitasi jantung paru memungkinkan pemberian obat langsung ke dalam intravena.
2. Untuk mendapat respons yang cepat terhadap pemberian obat (furosemid, digoksin)
3. Untuk memasukkan dosis obat dalam jumlah besar secara terus menerus melalui infus (lidocain, xylocain).
4. Untuk menurunkan ketidaknyamanan pasien dengan mengurangi kebutuhan akan injeksi intramuskuler.
5. Untuk mencegah masalah yang mungkin timbul apabila beberapa obat dicampuri dalam satu botol.
6. Untuk memasukkan obat yang tidak dapat diberikan secara oral (misal: pada pasien koma) atau intramuskuler (misal: pasien dengan gangguan koagulasi).

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan



Gambar 5. Pemberian medikasi dengan metode bolus

Hal-hal yang harus diperhatikan dan direkomendasikan

1. Sebelum pemberian obat:
 - a. Pastikan bahwa obat sesuai dengan standar medik.
 - b. Larutkan obat sesuai indikasi. Banyak obat yang dapat mengiritasi vena dan memerlukan pengeceran yang sesuai.
 - c. Pastikan kecepatan pemberiannya dengan benar.

- d. Jika akan memberikan obat melalui selang infus yang sama, akan lebih baik jika dilakukan pembilasan terlebih dahulu dengan cairan fisiologis (NaCl 0,9 %).
 - e. Kaji kondisi pasien dan toleransinya terhadap obat yang diberikan.
 - f. Kaji kepatenan jalan infus dengan mengetahui keberadaan dan aliran darah.
 1. Perlahankan kecepatan infus.
 2. Lakukan aspirasi dengan jarum suntik sebelum memasukkan obat.
 3. Tekan selang infus secara perlahan.
 - g. Perhatikan waktu pemasangan infus. Ganti tempat pemasangan infus apabila terdapat tanda-tanda komplikasi (misalnya, flebitis, ektravasasi, dll)
2. Perhatikan respons pasien terhadap obat.
- a. Adakah efek samping mayor yang timbul (anafilaksis, respiratory distress, takhikardi, bradikardi, atau kelang)
 - b. Adakah efek samping minor yang timbul (mual, pucat, kulit kemerahan, atau binggung)
 - c. Hentikan pengobatan dan konsultasikan ke dokter apabila terjadi hal-hal tersebut.

Continuous Infusion (infus berlanjut) menggunakan alat kontrol.

Continuous infusion dapat diberikan dengan atau tanpa pengatur kecepatan aliran. Infus melalui intravena, intra-arteri, dan intra-tecal (spinal) dapat dilengkapi dengan menggunakan pompa khusus yang ditanam maupun yang eksternal.

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan :

- a. Keuntungan
 1. Mampu untuk menginfus cairan dalam jumlah besar dan kecil dengan akurat.
 2. Adanya alarm menandakan adanya masalah seperti adanya udara di selang infus atau adanya penyumbatan.
 3. Mengurangi waktu perawatan untuk memastikan kecepatan aliran infus.
- b. Kerugian
 1. Memerlukan selang khusus.
 2. Biaya lebih mahal.
 3. Pompa infus akan dianjurkan untuk menginfus kecuali ada infiltrasi.

Infus sementara (intermittent infusions)

Infus sementara dapat diberikan melalui "heparin lock", "piggybag" untuk infus yang kontinu, atau untuk terapi jangka panjang melalui perangkat infus.

Alat dan Bahan

1. Infus set
2. Abocath
3. Cairan infus
4. Torniket/tensimeter
5. Kaps alkohol
6. Kasa steril
7. Betadin salep
8. Plester, gunting,
9. Spalk dan pembalut kaotau periu
10. Tiang infus
11. Perlek kecil dan alasnya

Pemasangan slang intravena :

1. Pertama lakukan verifikasi order yang ada untuk terapi IV
2. Jelaskan prosedur yang akan dilakukan kepada pasien
3. Pilih vena yang layak untuk dilakukan venipuncture.
 - a. Bagian belakang tangan- vena metakarpal.

Jika memungkinkan jangan lakukan pada vena digitalis

Jika tidak mungkin lakukan pada vena digitalis

lengan bergerak bebas.

2. Jika kemudian timbul masalah pada sisi ini, gunakan vena lain di atasnya.

- b. Lengan bawah- vena basilica ataucephalica.
- c. Siku bagian dalam fossa antecubital - median basilic dan median cephalic untuk infus jangka pendek
- d. Ekstermitas bawah.
 1. Kaki-vena plexus dorsum, arkus vena dorsalis, vena medikal marginalis.
 2. Mata kaki- vena saphenamagna.
- e. Vena sentralis digunakan.
 1. Jika obat dan infus hipertonic atau sangat mengiritasi, membutuhkan kecepatan dilusi volume yang tinggi untuk mencegah reaksi sistemik dan kerusakan vena lokal (misal: kemoterapi, hiperalimentasi).
 2. Jika aliran darah perifer dikurangi atau jika pembuluh darah perifer tidak dapat dimasuki (misal pada pasien obesitas)
 3. Jika diinginkan monitor CVP
 4. Jika diinginkan terapi cairan jangka sedang atau jangka panjang

Cara memunculkan vena:

1. Palpasi daerah yang akan dipasang infus.
2. Amurkan pasien untuk mengempalkan tangannya (jika yang akan digunakan lengan).
3. Pijat tempat yang akan diinfus.
4. Gunakan torniket sedikitnya 5-15 cm diatas tempat yang akan diinsersi, kencangkan torniket.
5. Alternatif lain adalah dengan menggunakan tensimeter, pasang tensimeter sedikit di bawah tekanan sistolik.
6. Raba vena tersebut, untuk meyakinkan keadaan vena.
7. Biarkan ekstremitas tersebut selama beberapa menit.
8. Gunakan handuk hangat untuk menempatkan tempat yang akan diinsersi.

Komplikasi yang dapat timbul dari terapi IV:

1. Infiltrasi (ekstravasasi)
2. Trombophlebitis
3. Bakteremia
4. Emboli udara
5. Perdarahan
6. Tumor
7. Imbalance elektroli,
8. Hematom, dll

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

Menghitung Tetesan Infus

Pada waktu memberikan terapi infus perawat harus menghitung kecepatan infus, supaya dapat diberikan sesuai dengan kebutuhan dan waktu yang diinginkan/direncanakan. Namun penghitungan ini akan dapat memakan waktu lama dan kompleks. Karena itu, rumus di bawah ini akan mempermudah dalam menghitung tetesan cairan infus yang harus diberikan kepada pasien.

Rumus menghitung tetesan

$$\frac{\text{Jumlah pemberian cairan (cc) hari} \times \text{factor tetesan infus set}}{\text{Lamanya pemberian (jam)} \times 60 \text{ (menit)}} = \text{tetesan/ menit}$$

Bila menggunakan infus set

$$1 \text{ cc} = 15 \text{ tetes, maka } \frac{\text{cairan cc/jam}}{4} = \text{tetes/menit}$$

$$1 \text{ cc} = 20 \text{ tetes, maka } \frac{\text{cairan cc/jam}}{3} = \text{tetes/menit}$$

$$1 \text{ cc} = 60 \text{ tetes, maka } \text{cairan cc/jam} = \text{tetes/menit}$$

SOAL LATIHAN

Petunjuk Mengerjakan:

A. Soal Essay:

Jawablah dengan singkat dan jelas

B. Soal Pilihan Tunggal:

Pilihlah satu jawaban yang paling benar

C. Pilihan Ganda:

- Pilihlah
- A jika jawaban 1, 2, 3 benar
 - B jika jawaban 1 dan 3 benar
 - C jika jawaban 2 dan 4 benar
 - D jika jawaban 4 saja yang benar
 - E jika semua jawaban benar.

SOAL ESSAY

1. Jelaskan peran ginjal dalam pengaturan keseimbangan cairan dan elektrolit di dalam tubuh!
2. Pada saat volume plasma menurun, bagaimana mekanisme kerja jantung dalam mempertahankan keadaan cairan dan elektrolit dalam tubuh?
3. Untuk mengetahui keadaan cairan dan elektrolit seseorang, maka test laboratorium apakah yang harus dilakukan dan berapa nilai normal yang seharusnya dari test laboratorium tersebut?
4. Tn. A dibawa oleh keluarganya ke IRD RSUD karena mengalami diare sejak 2 hari yang lalu, jelaskan data apakah yang harus anda kaji dari Tn. A? Dan cairan apa yang harus anda berikan ?
5. Pada klien yang mengalami masalah kelebihan volume cairan sehubungan dengan gangguan mekanisme regulasi akibat gagal ginjal, uraikan rencana tindakan yang harus dilakukan!

SOAL PILIHAN TUNGGAL

1. Tn. Am. Dirawat di RS sudah 2 hari dengan diagnose sementara GGGK, keluhan saat ini kedua kaki oedema, sesak nafas, pucat dan nafsu makan menurun. Hasil pemeriksaan elektrolit didapatkan nilai Natrium 143 mEq/L, kalium 10 mEq/L, Chlorida 102 mEq/L. Dari data tersebut menunjukkan bahwa Tn. Am mengalami gangguan:
 - a. Hiperkalemia
 - b. Hipernatremia
 - c. Hipokalsemia
 - d. Hipercaisemia
 - e. Hipercalsemia
2. Tn. MM dirawat sudah 5 hari dengan Diabetes mellitus dengan luka gangrene. Hasil pengkajian didapatkan data klien nampak bingung, mengantuk, mual dan muntah. Hasil pemeriksaan laboratorium analisis gas darah arteri didapatkan data pH 7,2, HCO₃ 20 mEq/L, PCO₂ 29 mmHg, BE \leq -2 dan hasil pemeriksaan elektrolit nilai Kalium 8 mEq/L. Dari data tersebut menunjukkan bahwa Tn. MM mengalami:
 - a. Alkalosis metabolik
 - b. Asidosis metabolik
 - c. Asidosis respiratorik
 - d. Alkalosis respiratorik
 - e. Gangguan asam basa
3. Tn. Y dirawat dengan GGGK dari hasil pemeriksaan lab menunjukkan bahwa Tn. Y mengalami alkalosis metabolik. intervensi keperawatan yang harus dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut diatas adalah:
 - a. Pemberian cairan NaCl 0,9%
 - b. Pemberian natrium bikarbonat
 - c. Monitoring gas darah arteri
 - d. Pemberian chloride
 - e. Pemberian calcium gluconate
4. Ny. MM dibawa oleh suaminya ke IGD dengan diare. Riwayat diare sdh 2 hari di rumah. BB saat ini 49 kg dan BB sebelum sakit 52 kg. intervensi keperawatan untuk mengatasi gangguan kekurangan cairan pada Ny. MM adalah:
 - a. Diberikan minum peroral
 - b. Diberikan infus NaCl 0,9%
 - c. Diinstruksikan agar klien tidak makan yang merangsang (pedas)
 - d. Observasi tanda vital
 - e. Diberikan cairan melalui sonde

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

5. Kation dalam tubuh yang berfungsi dalam pengaturan osmolaritas dan volume cairan tubuh, adalah:
- Natrium
 - Kalium
 - Kalsium
 - Magnesium
 - Klorida
6. Elektrolit utama cairan intrasel adalah:
- Natrium
 - Kalium
 - Kalsium
 - Magnesium
 - Klorida
7. IWL terjadi melalui paru-paru dan kulit, melalui kulit dengan mekanisme difusi. Pada orang dewasa normal kehilangan cairan tubuh melalui IWL adalah:
- 100-200 ml per hari
 - 300-400 mL per hari
 - 1000-1200 mL per hari
 - 1500 ml per hari
 - 2000 mL per hari
8. Elektrolit utama dalam larutan buffer (penyangga) dalam tubuh, adalah.
- Bikarbonat
 - Klorida
 - Natrium
 - Magnesium
 - Fosfat
9. Anion utama dalam cairan ekstrasel tetapi dapat ditemukan pada cairan ekstrasel dan intrasel, biasanya bersatu dengan natrium yaitu mempertahankan keseimbangan tekanan osmotik dalam darah.
- Bikarbonat
 - Klorida
 - Natrium
 - Magnesium
 - Fosfat

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

10. Fungsi Natrium dalam tubuh adalah:
- Mengatur volume cairan dalam tubuh
 - Sebagai regulator utama bagi aktivitas enzim seluler
 - Untuk membangun ketebalan dan kekuatan membrane sel
 - Membantu dalam pengaturan keseimbangan asam basa
 - Berperan penting dalam proses transmisi impuls listrik

SOAL PILIHAN GANDA

- Penyebab terjadinya kelebihan cairan, antara lain:
 - Gangguan mekanisme regulasi akibat GG
 - Pemberian cairan NaCl 0,9% yang berlebihan
 - Kelebihan intakenatrium
 - Masalah pada SSP yang menyebabkan SIADH
- Komposisi elektrolit dalam plasma adalah:
 - Kation: 3,5-5,3 mEq/lit
 - Kalsium: 4-5 mEq/lit
 - Bikarbonat: 22-26 mEq/lit
 - Fosfat: 2,5-4,5 mEq/lit
- Pasien yang istirahat ditempat tidur memerlukan sebanyak 450 kalori setiap harinya. Cairan nutrisi (zat gizi) melalui intravena dapat memenuhi kalori ini dalam bentuk karbohidrat, nitrogen dan vitamin yang penting untuk metabolisme. Kalori dalam cairan nutrisi dapat berkisar antara 200-1500/liter. Cairan nutrisi terdiri atas:
 - Karbohidrat dan air
 - Asam amino
 - Lemak
 - Blood Volume Expanders
- Cairan Ringer's Laktat terdiri atas:
 - Na⁺
 - K⁺
 - Mg²⁺
 - HCO₃⁻
- Cairan Buffer's terdiri atas:
 - Na⁺
 - K⁺
 - Mg²⁺
 - Cl⁻

Halaman Tidak Dapat Ditampilkan

DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi, 2008, Teknik Prosedural Keperawatan: Konsep dan Aplikasi Kebutuhan Dasar Klien, Jakarta: Salemba Medika
- Barbara Kozier, Fundamental Of Nursing Concept, Process and Practice, Fifth Edition, Addison Wsley Nursing, California, 1995 Black, Joyce M. 1999. Medical Surgical Nursing ; Clinical Management For Continuity Of Care, W.B Sunders Company.
- Brunner & Suddarth. 2001. Buku Ajar Medikal Bedah Edisi Bahasa Indonesia, vol.8, Jakarta.
- Carpenito, L.J., Rencana Asuhan dan Dokumentasi Keperawatan, EGC, Jakarta, 1999
- Despopoulos, Agamemnon, 2000. Atlas Berwarna & Teks Fisiologi. Penerbit Hipokrates.
- Doengoes, M.E. 1999. Rencana Asuhan Keperawatan, Edisi ketiga, Jakarta, EGC.
- Dolores F. Saxton, Comprehensive Review Of Nursing For NCLEK-RN, Sixteenth Edition, Mosby, St. louis, Missouri, 1999. Engram, 1999. Rencana Asuhan Keperawatan Medikal Bedah, EGC, Jakarta.
- Ganong, W.F., 1999. Editor Bahasa Indonesia: M Djauhari Widjajakusumah. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 17. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Guyton & Hall. 1997. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 9. Penerbit Buku Kedokteran. EGC.
- Hall A, 2010. Basic Nursing 7th edition. Missouri: Mosby Elsever
- Irfannuddin. 2008. Fisiologi untuk Paramedis. Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Kozier, Barbara. 2008. Fundamental of Nursing: concepts, Process, and Practice. New Jersey. Published by Pearson Education
- Perry AG, 2010, Clinical Nursing skills and Technique. Missouri: Mosby Elsever
- Potter and Perry, 2010. Fundamental of Nursing, 7th edition
- Potter, Patricia Ann et al. 2011. Basic Nursing, 7th Missouri: Mosby Elsever
- Potter and Perry. 2013, Fundamental of Nursing, Canada: Mosby company
- PPNI. 2016. Standar Diagnosa Keperawatan Indonesia, Definisi dan Indikator Diagnostik, Edisi 1. Jakarta
- Ross and Wilson. 2011. Dasar-dasar Anatomi dan Fisiologi Adaptasi Indonesia. Penerbit Salemba Medika Jakarta
- Ross and Wilson. 2014. Buku Kerja Anatomi dan Fisiologi, edisi 3, edisi Bahasa Indonesia. Penerbit Salemba Medika Jakarta
- RSUD Dr. Soetomo-FK Unair Surabaya, 2013. Materi Pelatihan GELS dan PPGD.

Sylvia Anderson Price, Alih: Peter Anugerah, Pathofisiologi Konsep Klinis Proses-proses Penyakit, Edisi kedua, EGC, Jakarta, 1995.

Silverthorn, D.U. (2004). Human physiology: An integrated approach. 3rd ed. San Francisco: Pearson Education.

Sherwood, Lauralee. (2004). Human physiology: From cells to systems.5th ed. California: Brooks/ Cole-Thomson Learning, Inc.