

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کلیات مایع درمانی در بیهوشی

Dr. S. Halakou

Ph.D. in Nursing - BSc. Nurse Anesthesiology

Assistant professor of GOMS

کلیات مایع درمانی در بیهوشی

Intravenous fluid therapy is a core part of perioperative practice, with the potential to influence patient outcomes.

مایع درمانی داخل وریدی بخش اصل مراقبت و درمان از بیمار حین عمل است که بالقوه بر نتایج بیمار تأثیر می گذارد.



Total Body Water TBW

- ✓ ICF Intra cellular Fluid
- ✓ ECF Extra cellular Fluid

• نسبت ICF به ECF عملکردی تقریباً ۲ به ۱ است.

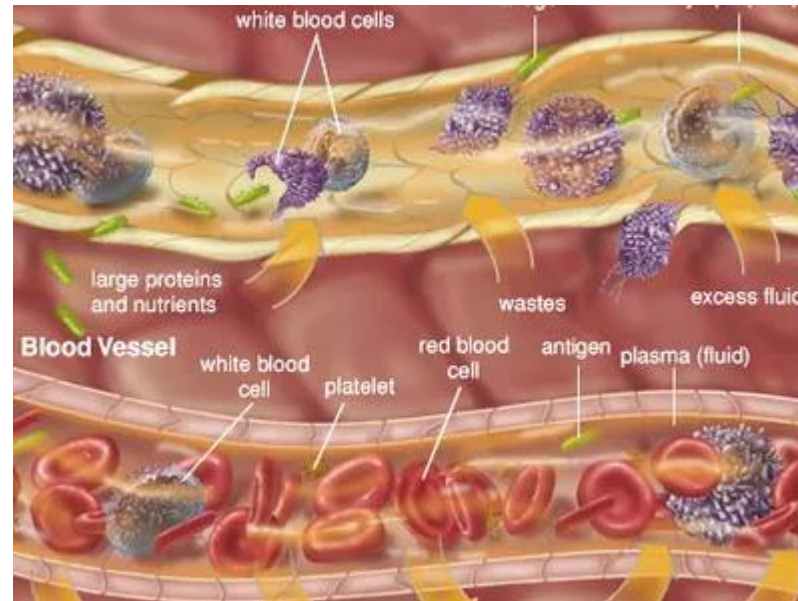
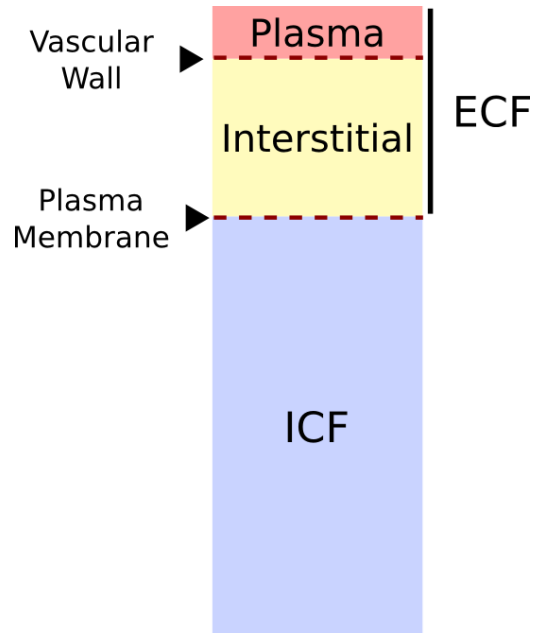
• ICF معادل ۵۵٪ وزن بدن و ECF معادل ۲۱,۵٪ وزن بدن است.

ECF Extra cellular Fluid

• Interstitial fluid ISF: شامل مایع لنفاتیک و مایعات فضاهاى بین سلولى فاقد پروتئين

• Intra vascular fluid: حجم پلاسما

• Trans cellular fluid شامل مایعات روده ای، صفرا، ادرار، مایع مغزی نخاعی، زلالیه، مایعات مفصلی و پلور، پریتوئن و مایع پریکاردیال



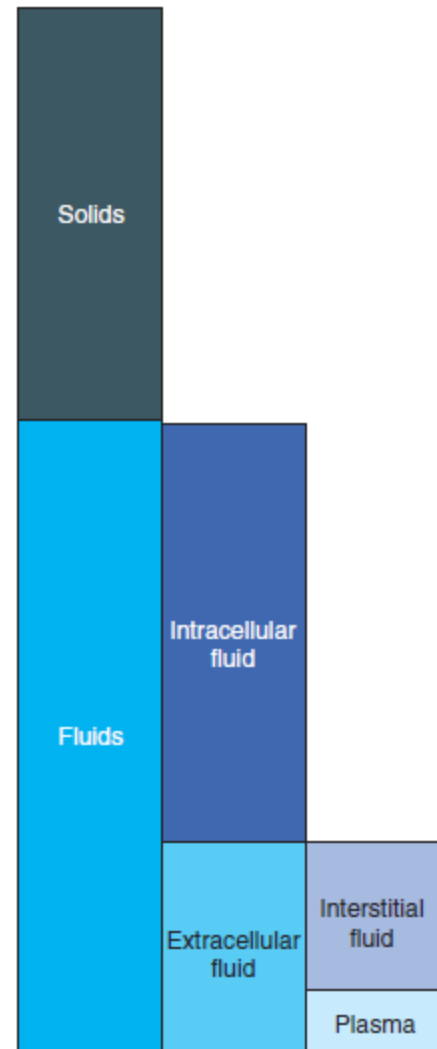
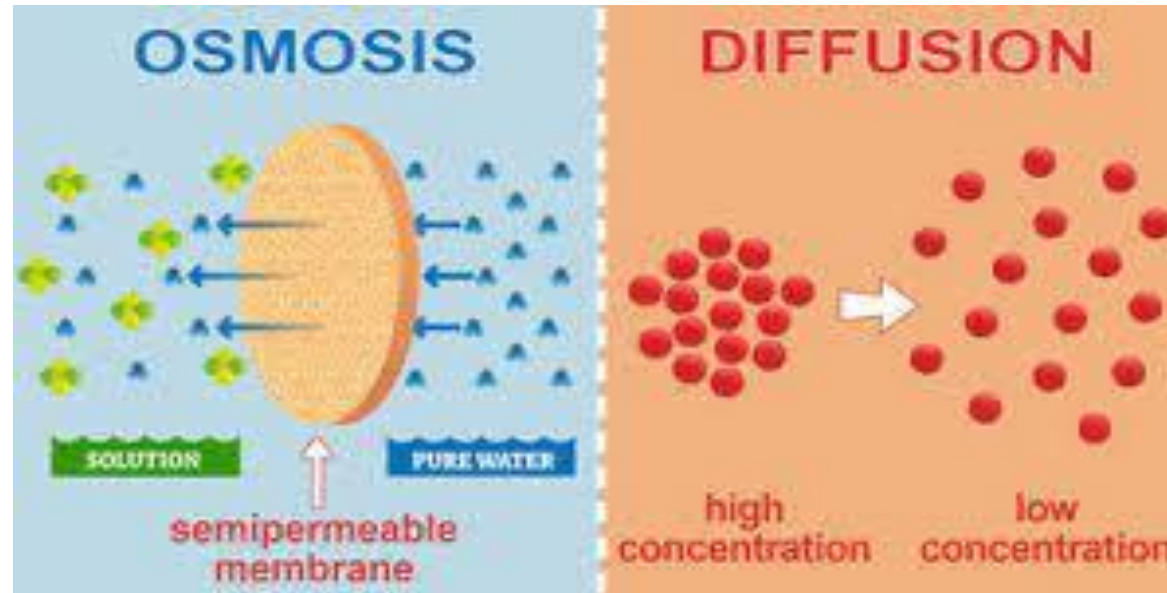
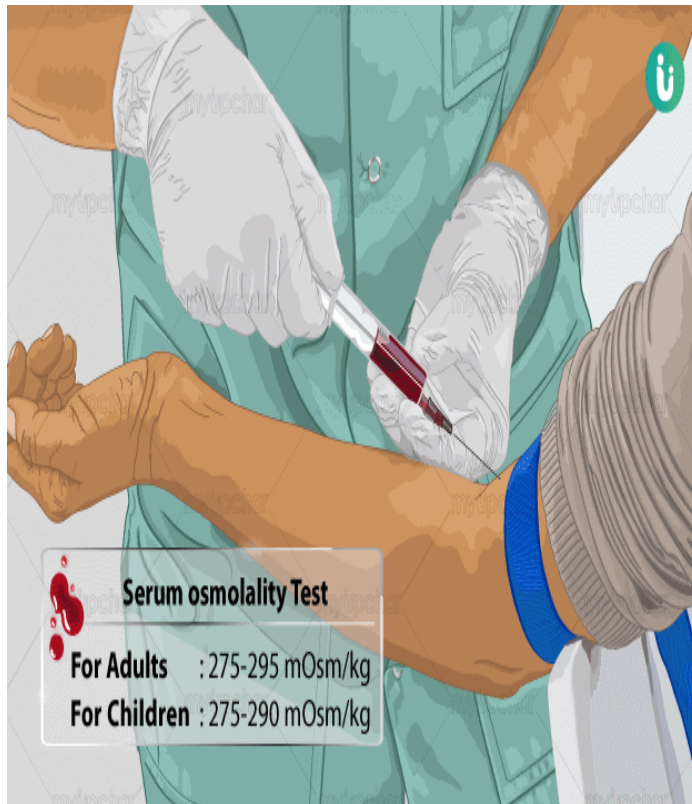


FIGURE 21.1 Fluid compartments. Fluids comprise approximately 60% of the body weight. Two-thirds of the fluid is intracellular and one-third is extracellular, which includes interstitial fluid and plasma. (Adapted from Applegate E. *The Anatomy and Physiology Learning System*. 4th ed. St. Louis: Elsevier; 2011:408.)

قوانین فیزیکوشیمی جهت حرکت مایعات و الکترولیت ها



Serum osmolality



285 to 290 mOsm/kg and is the same in intracellular and extracellular compartments because of the free movement of water between compartments that consequently prevents the development of any osmotic gradients. The largest contribution to plasma osmolality is made by sodium and its related anions chloride and bicarbonate.

It can be estimated by³:

$$\text{Serum osmolality} = (2 \times \text{Na}) + (\text{glucose}/18) + (\text{urea}/2.8)$$

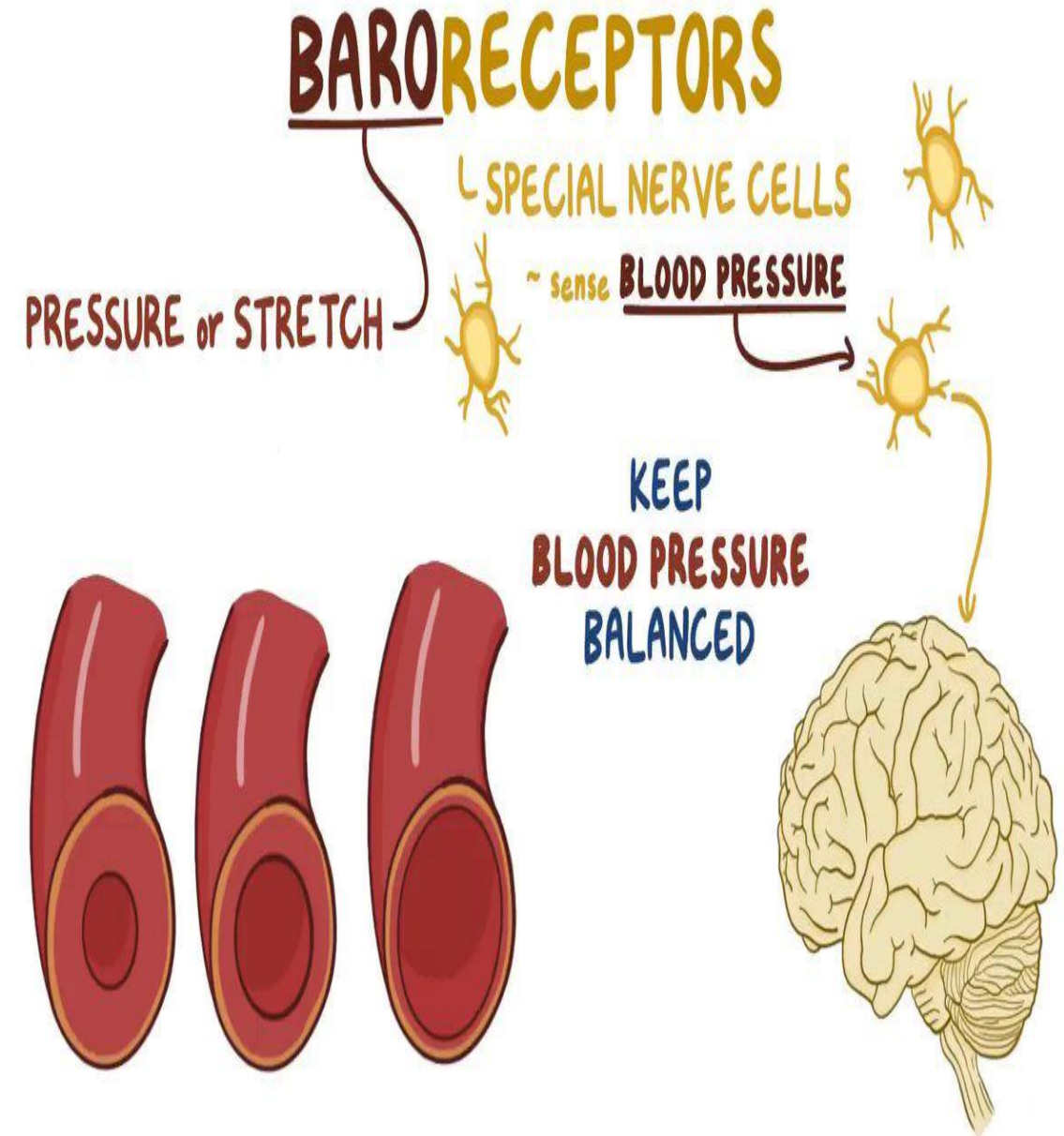
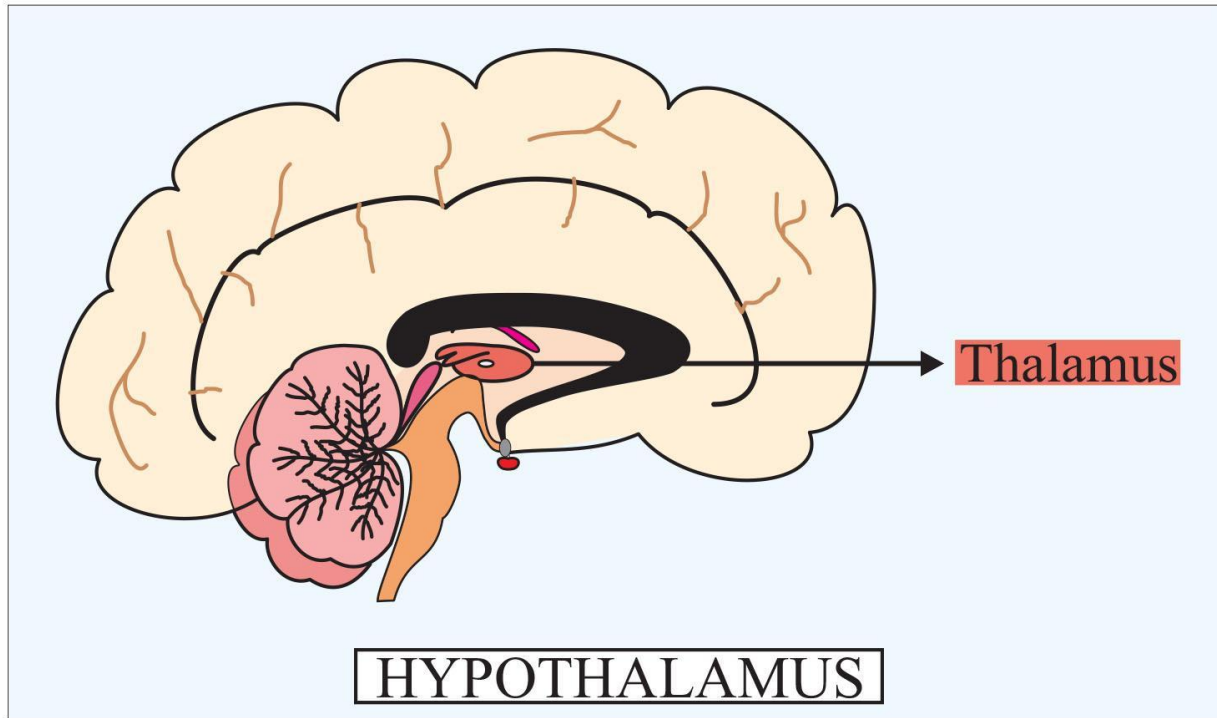
where Na is the serum sodium concentration (mEq/L), glucose is the serum glucose concentration (mg/dL), urea is the blood urea nitrogen concentration (mg/dL), and the $(2 \times \text{Na})$ component reflects both Na and its associated anions (predominantly Cl^- and HCO_3^-). Alternatively, osmolality can be measured by depression of plasma freezing point.

TABLE 47.1 Age-Related Variation in Total Body Water and Extracellular Fluid as Percent of Body Weight (MULTIPLY by 10 for mL/kg)

Age	TBW (%)	ECF (%)	Blood Volume (%)
Neonate	80	45	9
6 months	70	35	
1 year	60	28	
5 years	65	25	8
Young adult (male)	60	22	7
Young adult (female)	50	20	7
Elderly	50	20	

Physiologic control of overall fluid balance

- TBW volume is controlled by a system of sensors, central control, and effectors. The sensors are
 - (1) **hypothalamic osmoreceptors** that respond to changes in ECF tonicity,
 - (2) **low-pressure baroreceptors** in the large **veins and right atrium** that sense **central venous pressure (CVP)**,
 - (3) **high-pressure baroreceptors** in the **carotid sinus and aortic arch** that sense **mean arterial pressure**.
- The sensory inputs are integrated within the hypothalamus, which then triggers either increased water intake from thirst or increased water output via **antidiuretic hormone (ADH vasopressin)** secretion. Thirst and ADH release may be triggered by increased plasma tonicity, hypovolemia, hypotension, and angiotensin II. ADH release also may be stimulated by stress (including surgery and trauma) and certain drugs (e.g., barbiturates). Water intake does not usually depend on thirst because of social drinking behavior; thirst acts as a backup mechanism when the normal intake is inadequate. ADH, produced in the hypothalamus and released from the posterior pituitary, acts on the principal cells of the renal collecting ducts, which in the absence of ADH are relatively impermeable to water.



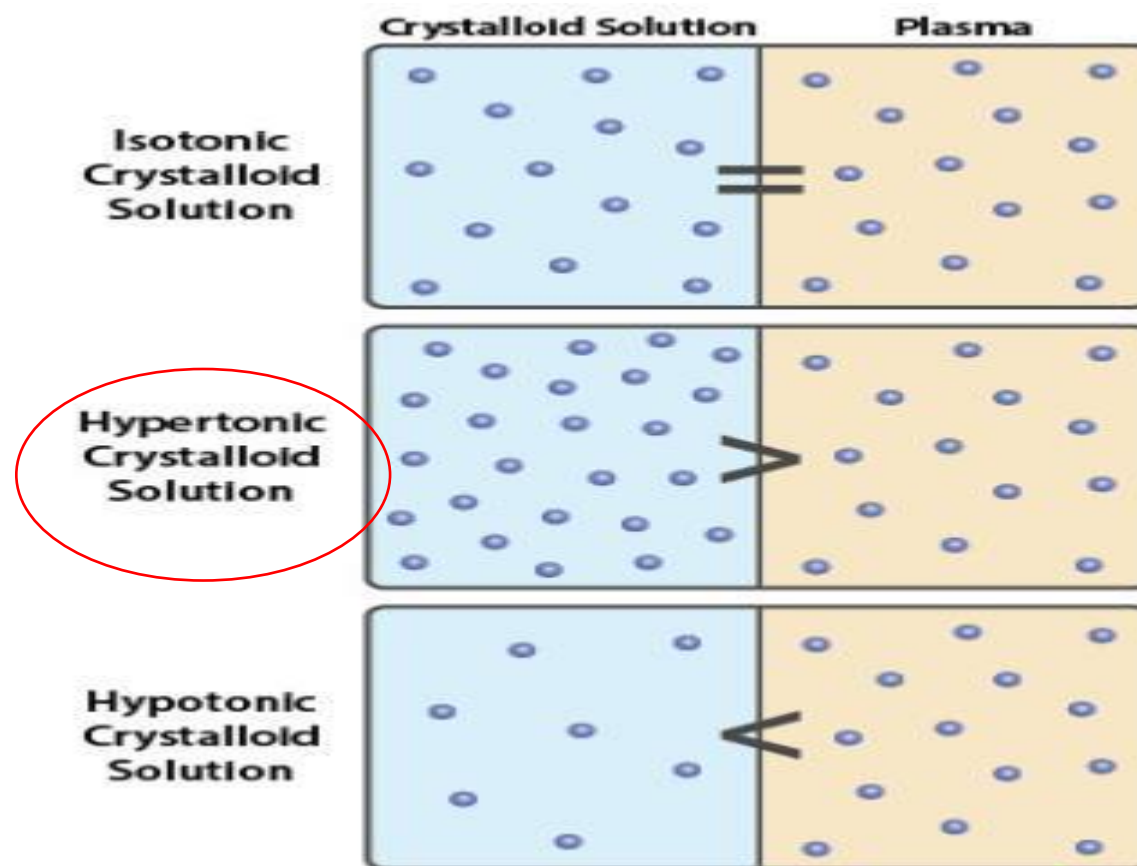
کریستالوئیدها

- کریستالوئیدها محلول های الکترولیت ها در آب هستند.
- بر اساس **تونیک** بعد از انفوزیون یا ترکیب کلی آنها طبقه بندی شوند.
- کریستالوئیدهای حاوی الکترولیت های موجود در پلاسما و بافری مانند لاکتات یا استات را می توان محلول های متعادل نامید.

Crystalloids are solutions of electrolytes in water. •

- They may be classified by their tonicity after **infusion** or their overall **composition**

کریستالوئید بر اساس تونیک اسموزی



Crystalloid Fluids

Fluid	Na ⁺ mEq/L	Cl ⁻ mEq/L	K ⁺ mEq/L	Ca ²⁺ mEq/L	Glucose g/L	Buffer	Osmolarity mOsm/L	Tonicity	Typical Indication
Normal plasma	~ 140	~ 100	~ 4	~ 2.4	~ 0.85	HCO ₃ ⁻ ~ 24 mEq/L	~ 290	N/A	N/A
0.9% saline (a.k.a. "normal saline" or NS)	154	154	0	0	0	0	308	"Isotonic"	Resuscitation
0.45% saline (a.k.a. ½ NS)	77	77	0	0	0	0	154	Hypotonic	Maintenance
3% saline	513	513	0	0	0	0	1026	Hypertonic	Severe Hyponatremia
D5 ½NS + 20 meq KCL	77	97	20	0	50	0	446	Hypertonic → Hypotonic	Maintenance
D5W	0	0	0	0	50	0	252	Hypotonic	Hypernatremia Hypoglycemia
Lactated Ringer's (LR) / Hartmann's solution*	130	109	4	3	0	Lactate 28 mEq/L	273	Isotonic	Resuscitation

* Most, but not all, sources imply the terms lactated Ringer's and Hartmann's solutions are interchangeable.
Also, there is small variability in the reported electrolyte concentrations between sources.

Copyright © Strong Medicine - Dr. Eric Strong

سالین ایزوتونیک

0.9% Sodium Chloride

۱۵۴ meq/l نسبت به حجم پلاسما ۱۴۰ meq/l



Na

۱۵۴ meq/l در مقابل نسبت حجم پلاسما ۱۰۳ meq/l



Cl

0.9% Sodium Chloride

Metabolic	<ul style="list-style-type: none">• Hyperchloremic acidosis• ↑ Need for buffers to correct acidosis
Body water	<ul style="list-style-type: none">• Possible damage to the endothelial glycocalyx• ↑ Interstitial fluid volume leading to edema
Renal	<ul style="list-style-type: none">• Renal edema and capsular stretch leading to intrarenal tissue hypertension• Renal vasoconstriction, ↓ renal blood flow and renal tissue perfusion• ↓ Glomerular filtration rate, urine volume, and sodium excretion
Gastrointestinal	<ul style="list-style-type: none">• Gastrointestinal edema, intestinal stretch• Ileus, impaired anastomotic healing
Hematological	<ul style="list-style-type: none">• ↑ Intraoperative blood loss• ↑ Need for blood product transfusion
Clinical outcomes	<ul style="list-style-type: none">• ↑ Postoperative complications• ↑ Mortality• ↑ Incidence of acute kidney injury and need for renal replacement therapy

انفوزیون حجم بالای سرم نرمال سالین ؟

- انفوزیون بالای ۰.۹٪ NaCl منجر به افزایش حجم ECF، کاهش رقیق کننده هماتوکریت و آلبومین، افزایش غلظت کلر و کاهش HCO_3^- پلاسما می شود.
- انفوزیون 0.9 NaCl در صد منجر به اسیدوز متابولیک هیپرکلرمیک و کاهش پرفیوژن کلیوی می شود. اگرچه تفاوت های مهم در نتایج بالینی در جمعیت های جراحی مشخص نیست،
- در جمعیت وسیع تر مراقبت های ویژه، در مقایسه با استفاده از محلول های کلر پایین تر، افزایش بروز آسیب کلیوی و نیاز به درمان جایگزین کلیوی مشاهده می شود. در داوطلبان سالم، تزریق سالین با حجم زیاد (۵۰ میلی لیتر بر کیلوگرم) منجر به ناراحتی شکمی، حالت تهوع و استفراغ می شود.

Ringer

- Ringer's saline solution was invented in the early 1880s by Sydney Ringer, a British physician and physiologist. Ringer was studying the beating of an isolated frog heart outside of the body. He hoped to identify the substances in blood that would allow the isolated heart to beat normally for a time.



Balanced crystalloid solutions

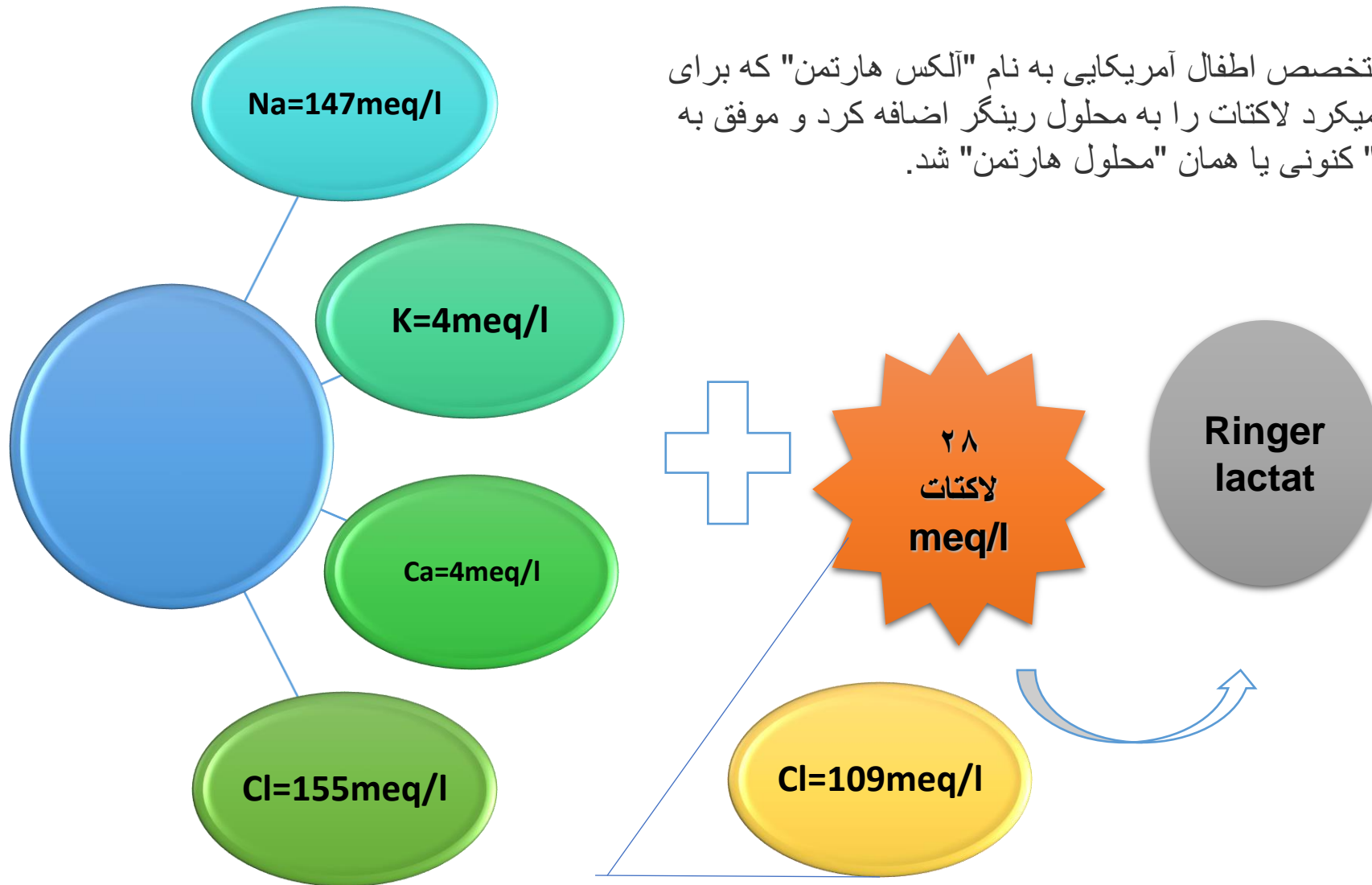


پلاسما لیت

- Each 1000 mL of PL 148 contains 5.26 g sodium chloride, 370 mg potassium chloride, 300 mg magnesium chloride, 3.68 g and 5.02 g of sodium acetate and sodium gluconate respectively; this equates to 140 mmol/L sodium, 5 mmol/L potassium, 1.5 mmol/L magnesium, 98 mmol/L chloride, and 27 mmol/L and 23 mmol/L of acetate and gluconate, respectively
- Plasma-Lyte 148: A clinical review

Ringer

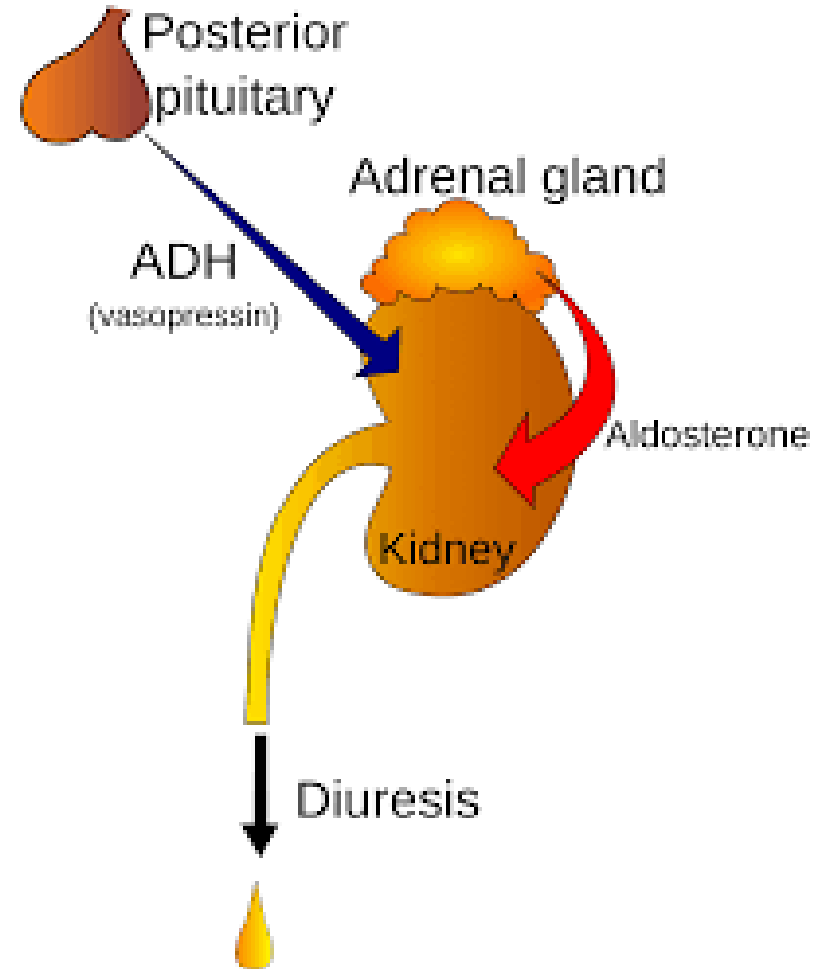
در سال ۱۹۳۰ یک متخصص اطفال آمریکایی به نام "آلکس هارتمن" که برای درمان اسیدوز تلاش میکرد لاکتات را به محلول رینگر اضافه کرد و موفق به ساخت "رینگر لاکتات" کنونی یا همان "محلول هارتمن" شد.



Dextrose Solutions

- Dextrose solutions have the following two main indications in the perioperative setting: 1. As a source of free water: An infusion of 5% dextrose effectively represents administration of free water. The in vitro osmolality resembles that of plasma so the infusion does not lead to hemolysis, but soon after administration, the dextrose is taken up into cells in the presence of insulin, leaving free water. These solutions are therefore hypotonic with respect to the cell membrane and
 - محلول‌های دکستروز محلول‌های دکستروز دو نشانه اصلی زیر را در محیط بعد از عمل دارند:
 ۱. به عنوان منبع آب آزاد: تزریق ۵ درصد دکستروز به طور مؤثری تجویز آب آزاد را نشان می‌دهد. اسمولالیتة آزمایشگاهی **شبیه به پلاسما است**، بنابراین انفوزیون منجر به همولیز نمی‌شود
 - اما بلافاصله پس از تجویز، دکستروز در حضور انسولین به سلول‌ها جذب می‌شود و آب آزاد باقی می‌گذارد. بنابراین این محلول‌ها با توجه به **غشای سلولی هیپوتونیک** هستند

Dextrose Solutions



محلول های قندی

Dextrose 5%

Dextrose 10%

Dextrose 20%

Dextrose 50%

....

.

دکستروز ۵٪ (۵۰ گرم دکستروز
در لیتر) ۱۷۰ کیلو کالری انرژی
تولید می کند.
انفوزیون روزانه سه لیتر دکستروز
۵٪ برای جلوگیری از تجزیه
پروتئین های داخلی و رفع نیازهای
کالری کفایت می کند
اما.....

دکستروز

✖ تمام محلول های قندی فاقد الکترولیت ها هستند و ضمن تزریق با دیورز مقداری از الکترولیت ها را دفع می کنند.

✖ تجویز مقادیر بالای محلول های قندی به خصوص با غلظت های بالا سبب هیپرگلیسمی و گلیکوزری می شود.

✖ علاوه بر آن سبب ورود یون پتاسیم بداخل سلول و هایپوکالمی می شود.

✖ تزریق محلول های قندی به علت تشدید دیورز می تواند سبب دهیدراسیون گردد

سرم مانیتول

- سرم مانیتول با فرمول شیمیایی $C_6H_{14}O_6$ از ترکیب قند مانوز الکل است.
-
- محلول مانیتول پس از تزریق به علت داشتن اسمولاریته بالا بر اساس قانون اسمز مقداری از آب موجود در سلول و فضای بین سلولی را بداخل عروق می کشد و بدین طریق بر دیورز کلیوی بیمار می افزاید

سرم مانیتول

افزایش فشار داخل مغز

• افزایش فشار داخل چشم

• تشدید دیورز بیمار

توجهات در تزریق مانیتول

- ❖ سرم مانیتول در درجه حرارت زیر ۱۵ درجه تشکیل بلورهای مانیتول می دهد
- ❖ قبل از تزریق مانیتول از نظر داشتن بلور سرم را باید چک کرد. در صورت داشتن بلور جهت حل کردن آن، داخل آب گرم به مدت نیم ساعت نگهداری شود. (درجه حرارت حین تزریق معادل درجه حرارت بدن شود)
- ❖ برای اطمینان جهت جلوگیری از ورود بلور مانیتول به داخل گردش خون، بهتر است از **ست فیلتر دار** استفاده شود.
- ❖ قبل، حین، بعد از تزریق فشار خون کنترل شود.

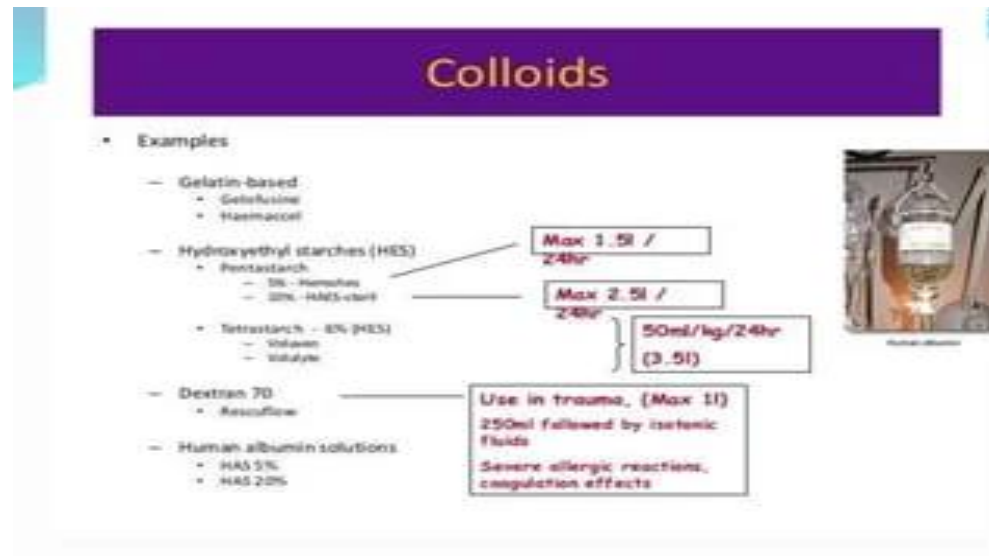
TABLE 21.1**Composition of Crystalloid Solutions**

Concentration	Plasma	Plasmalyte-A/ Normosol- R/Isolyte-S	Lactated Ringer	0.9% Sodium Chloride
Sodium (mEq/L)	142	140–141	130	154
Potassium (mEq/L)	4	5	4	
Chloride (mEq/L)	103	98	110	154
Phosphate (mEq/L)	1.4	1*		
Magnesium (mEq/L)	2	3		
Calcium (mEq/L)	5		3	
Lactate (mEq/L)			28	
Acetate (mEq/L)		27		
Gluconate (mEq/L)		23		
pH	7.4	7.4	6.2	5.6
Osmolality(mOsm/L)	291	294–295	275	310

*Isolyte-S only

Colloid

- Colloid is defined as large molecules or ultramicroscopic particles of a homogeneous noncrystalline substance dispersed in a second substance, typically isotonic saline, or a balanced crystalloid. **These particles cannot be separated out by filtration or centrifugation**



کلوئیدها

- محلول های کلوئیدی، شامل مولکول های بزرگ حاوی مقادیر زیادی مواد دارای وزن مولکولی هستند که در فضای داخل عروقی برای دوره های طولانی تر از کریستالوئیدها باقی می مانند.

- ژلاتین

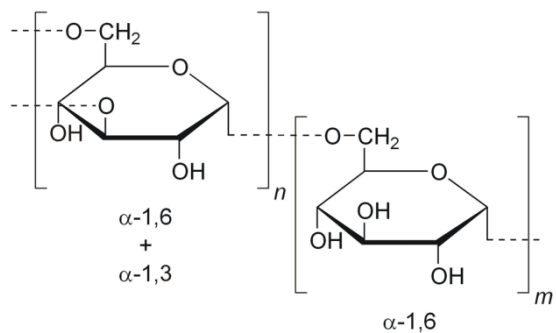
- هیدروکسی اتیل استارچ

- دکستران

- آلبومین

• دکستران از پلی ساکاریدهای صناعی بوده و یک سرم هایپرتونیک و افزاینده سریع
الایتر حجم پلاسما است. دکستران اثر کلوییدی اسموتیک دارد که مایعات را از
فضاهای بینابینی به داخل عروق کشیده و موجب افزایش حجم خون می شود

Dextran



دکستران

- پلی ساکارید های گلوکوز محلول در آب هستند.

در محلول نرمال سالین یا دکستروز ۵٪ پلیمرهای پلی ساکاریدی وجود دارد.

مکانیسم اثر: افزایش سریع اثر حجم پلاسما، اثر **کلوئیدی اسموتیک** دارد که مایعات را از فضای بینابینی به داخل عروق کشیده و باعث افزایش حجم خون می شود.

دکستران چسبندگی اریتروسیت ها را کم کرده و سبب کاهش ویسکوزیته خون می شود.

.

• دکستران از پلی ساکاریدهای صناعی بوده و یک سرم هایپرتونیک و افزاینده سریع
الایتر حجم پلاسما است. دکستران اثر کلوییدی اسموتیک دارد که مایعات را از
فضاهای بینابینی به داخل عروق کشیده و موجب افزایش حجم خون می شود

دکستران

✓ یک پلی ساکارید است که توسط باکتری ها در محیط کشت ایجاد می شود.

✓ دکستران با وزن مولکولی بالا به وسیله هیدرولیز شدن به انواع مولکولی با وزن مولکولی تبدیل می شود.

- دکستران موجود وزن مولکولی ۴۰ تا ۷۰ کیلو دالتون دارد.

- یکای (واحد) جرم اتمی (unified atomic mass unit یا دالتون) به انگلیسی: dalton.

- و برابر با $1.66053906660 \times 10^{-27} \text{ kg}$

محلول های کلوئیدی

- هیدروکسی اتیل استارچ HES
- یک محلول پلی مر طبیعی از آمیلوپکتین استخراج شده از سیب زمینی است.
- ولی کلوئید سنتتیک است که از تغییرات پلی ساکاریدهای طبیعی به وجود آورده اند.
- بر اساس وزن مولکولی به به انواع وزن مولکولی بالا ۴۵۰ تا ۴۸۰ کیلو دالتون
- وزن مولکولی متوسط ۲۰۰ کیلو دالتون KDa
- وزن مولکولی کم ۷۰ کیلو دالتون Kda
- در سرم نرمال سالین **موکلول آمیلوپکتین** وجود دارد
- خواص مولکول های وزن بالا مقاوم بودن به هیدورلیز و فاگوسیت شدن توسط مونوسیت هاست و باعث می شود چند هفته باقی بمانند. طولانی بودن ماندگاری این محلول ها در مقایسه به ژلاتین و کریستالوئیدها سبب می شود که انواع دارای وزن مولکولی طی ۹۰ دقیقه پس از تزریق حجم داخل عروقی را ۷۰ تا ۸۰٪ افزایش دهند. این ذرات به وسیله فیلتراسیون جدا نمی شوند.

هیدروکسی اتیل استارچ HES

- با فاکتورهای **فون ویلبراند**، **فاکتور ۸** و **عملکرد پلاکت** تداخل دارد.
- خطر وابستگی به دوز اختلال انعقاد یا کواگولاپاتی ترقیقی در بین کلوئیدها متفاوت است
- دکستران <هتارستارچ> ژلاتین <آلبومین
- در بیماران با شرایط خاص ممکن است ریسک خونریزی و تزریق خون را بالا ببرد. اما این مسأله در شرایط حول و حوش عمل واضح نیست.

هیدروکسی اتیل استارچ HES

- اثر تجمعی
- تجمع ملکول های هیدروکسی اتیل استارچ در پوست، کبد، عضلات وابسته به دوز است و با گذر زمان کاهش می یابد. اما ممکن است این تجمع تدام یابد و منجر به رسوب بافتی همراه خارش شود.
- واکنش آنافیلاکسی: بروز آن از سایر کلوئیدها کمتر است.
- استفاده از محلولهای هیدروکسی اتیل استارچ در مراجع اروپایی و آمریکایی محدود و در بسیاری موارد تعلیق شده است.

مایع درمانی حین عمل

- مایع درمانی داخل وریدی یک درمان مهم و یکپارچه برای بیماران تحت عمل جراحی است. به طور سنتی، بیماران جراحی باید ۸ ساعت ناشتا باشند.
- این به طور بالقوه می تواند منجر به هیپوولمی قبل از عمل شود. استرس ناشی از جراحی می تواند پاسخ های غدد درون ریز متعددی از جمله ترشح وازوپرسین (هورمون ضد ادرار) را القا کند. اثرات بازجذب وازوپرسین بر مجرای جمع آوری در کلیه ها می تواند باعث احتباس آب شود که می تواند تا حدی اثر هیپوولمیک را خنثی کند.

A depiction of how fluid overload can lead to interstitial edema and local inflammation, impairing the regeneration of collagen, and thus negatively affecting tissue healing and increasing the risk of wound dehiscence, wound infections, and anastomotic leakage

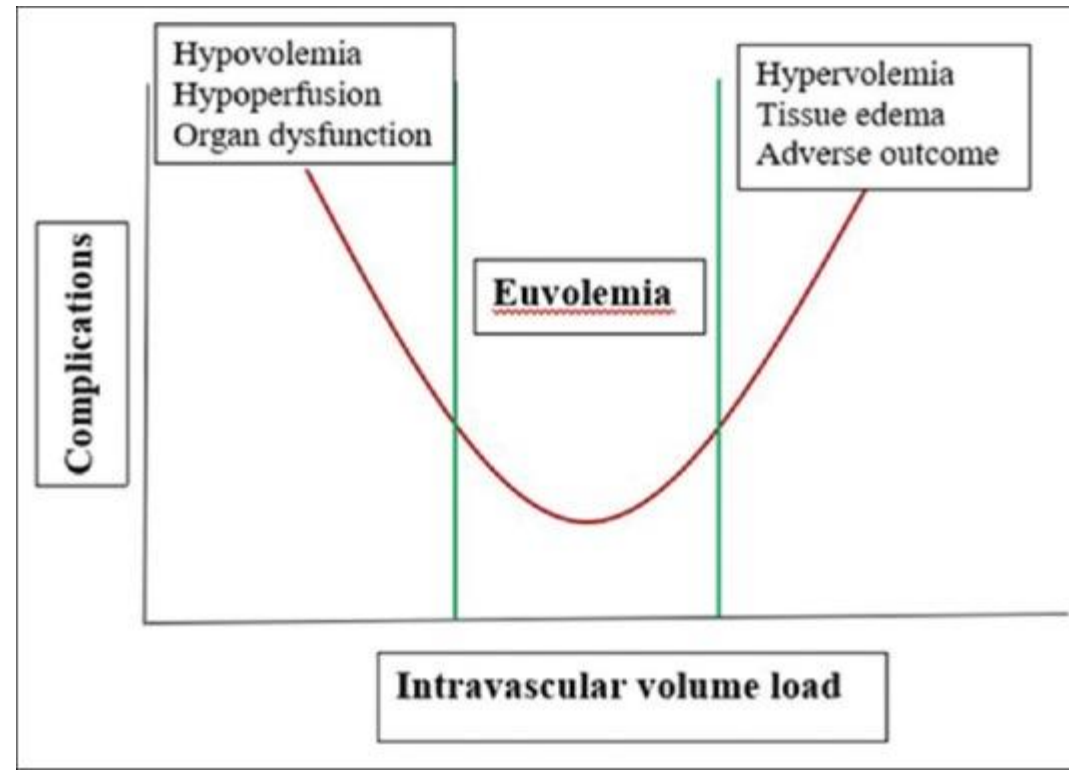


Table 2: Commonly used volume status measurement techniques

Category	Parameters
Vital signs	Blood pressure Heart rate Orthostatic changes
Physical examinations	Mental status Capillary refill Extremity temperature Skin turgor Skin perfusion
Laboratory tests	Urine output Fractional excretion of sodium, urea Blood lactate level Mixed venous oxygen saturation
Intravascular/cardiac catheterization	CVP PAWP SVV LVEDP
Doppler/ echocardiography	LVEDV SV CO CI

Volume status measurement techniques separated into categories and parameters. CVP=Central venous pressure, PAWP=Pulmonary artery wedge pressure, SVV=Stroke volume variation, SV=Stroke volume, LVEDP=Left ventricular end-diastolic pressure, LVDEV=Left ventricular end-diastolic volume, CO=Cardiac output, CI=Cardiac index

مدیریت بالینی مایعات و الکترولیت ها

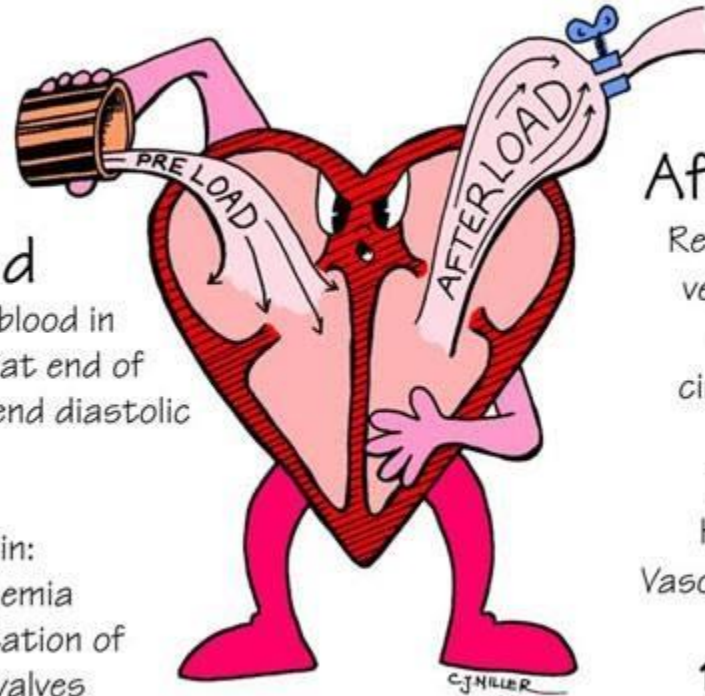
- توزیع مایعات و حجم عروقی دستخوش تغییراتی می گردد:
- **Intraoperative** دوره حین عمل
- داروهای بیهوشی باعث وازودیلاتاسیون شریان ها و عروق وریدی و کاهش بازده پره لود و افت ر لود قلبی می شوند.
- ممکن است این کاهش با بلوک سمپاتیک به دنبال بلوک نوروآگزیا ل تشدید شود
- تظاهرات دفع خون و کاهش حجم داخل عروقی متعاقب آن به حجم و مدت خونریزی بستگی دارد.

PRELOAD AND AFTERLOAD

Preload

Volume of blood in ventricles at end of diastole (end diastolic pressure)

Increased in:
Hypervolemia
Regurgitation of cardiac valves
Heart Failure



Afterload

Resistance left ventricle must overcome to circulate blood

Increased in:
Hypertension
Vasoconstriction

↑ Afterload =
↑ Cardiac workload

مدیریت بالینی مایعات و الکترولیت ها

- دوره حین عمل Intraoperative
- حین عمل عوامل زیادی بر تعادل مایعات حین عمل تأثیر می گذارند، مانند:
 - تغییر در توزیع حجم داخل عروقی. عوامل بیهوشی منجر به اتساع عروق می شود، که می تواند سیستم وریدی و شریانی را تحت تأثیر قرار دهد و این کاهش ممکن است با بلوک سمپاتیک ناشی از بلوک عصبی مرکزی تشدید شود و برون ده قلبی نیز ممکن است با اثر اینوتروپیک منفی داروهای بیهوشی کاهش یابد.
- تلفات غیر محسوس. باز شدن محفظه های آناتومیک منجر به از دست دادن مایع تبخیری از سطوح مخاطی می شود، اگرچه تخمین میزان این از دست دادن ممکن است دشوار باشد. مطالعات محفظه رطوبت نشان می دهد که این کاهش ممکن است به کمتر از ۱ میلی لیتر در کیلوگرم در ساعت حتی در طول یک لاپاراتومی بزرگ با قرار گرفتن در معرض روده گسترده باشد.
- از دست دادن مستقیم حجم داخل عروقی در اثر خونریزی
- توزیع مجدد مرتبط با التهاب جراحی بزرگ باعث ایجاد یک پاسخ التهابی می شود که مایع را از داخل عروقی به بخش خارج سلولی توزیع می کند. این معمولاً در مرحله بعد از عمل ظاهر می شود اگرچه ممکن است از نظر بالینی در حین جراحی در طول جراحی با شدت و مدت کافی آشکار شود.
- برون ده کلیه: در نتیجه، برون ده ادرار حین عمل ممکن است بدون توجه به حجم مایع تزریقی کم باشد.

Quantity of Fluid

- **Quantity of Fluid** IV fluid quantities may be given in two main ways: (1) by estimating the requirements based on patient weight, the phase of surgery, and nature of losses to estimate the
- required dose, or (2) by direct measurement of an individual's physiologic variables and administering fluid in sufficient quantities to achieve an improvement in these physiologic variables, so-called goal-directed therapy.

• مقدار مایع مایع IV ممکن است به دو روش اصلی داده شود:

• (۱) با تخمین نیازها بر اساس وزن بیمار، مرحله جراحی و ماهیت تلفات برای تخمین دوز مورد نیاز، یا

• (۲) با اندازه گیری مستقیم یک متغیرهای فیزیولوژیک فرد و تجویز مایعات به مقدار کافی برای دستیابی به بهبود این متغیرهای فیزیولوژیکی، به اصطلاح درمان هدفمند.

Clinical Fluid and Electrolyte Management- miller 2020

- it is important to consider the pathophysiologic processes, which affect not just the **body's requirement for exogenous fluid** and electrolytes but also the **manner by which fluids are distributed by the body**. The patient may enter the perioperative phase with abnormalities of intravascular fluid volume and distribution.

Clinical Fluid and Electrolyte Management

- مهم است که فرآیندهای پاتوفیزیولوژیک را در نظر بگیریم، که نه تنها بر نیاز بدن به مایعات و الکترولیت های برون زا بلکه بر نحوه توزیع مایعات توسط بدن نیز تأثیر می گذارد. بیمار ممکن است با ناهنجاری در حجم و توزیع مایع داخل عروقی وارد فاز بعد از عمل شود.
- بیماران قبل از عمل ممکن است با اختلالات ثابت در تعادل مایعات و الکترولیت ها وارد فاز بعد از عمل شوند. اختلال عملکرد کبد، کلیه و قلب همگی مرتبط هستند که اثرات ثانویه عمیقی بر حجم ECF دارد.

Clinical Fluid and Electrolyte Management- miller 2020

- *Intraoperative* Many factors influence intraoperative fluid balance, such as:
 - Altered distribution of intravascular volume.
 - Insensible losses
 - Direct loss of intravascular volume from hemorrhage
 - Renal output

PRACTICAL MANAGEMENT OF PERIOPERATIVE FLUID THERAPY

- At each stage in the perioperative journey, **the physician** must decide how much and what type of IV fluid is required.
- **Unfortunately, a robust evidence base with answers to these questions is not always available, so a pragmatic approach based on sound physiologic knowledge and the best available evidence is required.**
- To make the process more complicated, fluid and electrolyte requirements are a dynamic situation with great inter-individual variability.
- these vary depending on **patient factors, including weight and and on surgical factors, such as the magnitude and site of surgery**
- نیاز به مایعات متفاوتی در مراحل قبل، حین و بعد از عمل وجود دارد و این نیازها بسته به عوامل بیمار از جمله وزن و عوامل جراحی مانند بزرگی و محل جراحی متفاوت است.

Targeting Overall Fluid Balance

- **Targeting Overall Fluid Balance.** Traditional approaches to perioperative fluid administration are based on **historical estimates** of fluid requirements during fasting (e.g., using the “4-2-1” calculation;
- The fluid volumes prescribed are then based on perceived knowledge of the movement of fluids between compartments—for example, crystalloid being used to replace blood loss in a 3:1 ratio to account for crystalloid movement into the extravascular compartment.¹⁸ However, much of the physiologic basis of this management approach has been questioned recently

هدف قرار دادن تعادل کلی مایعات

- رویکردهای سنتی برای تجویز مایع بعد از عمل بر اساس تخمین های نیاز به مایع در طول ناشتایی است (به عنوان مثال، با استفاده از محاسبه "۱-۲-۴"؛
- حجم مایع تجویز شده بر اساس دانش درک شده از حرکت مایعات بین محفظه ها است - برای مثال، کریستالوئید برای جایگزینی از دست دادن خون در نسبت ۳: ۱ استفاده می شود تا حرکت کریستالوئید به داخل محفظه خارج عروقی را در نظر بگیرد. با این حال، بسیاری از فیزیولوژیک اساس این رویکرد مدیریت اخیرا مورد سوال قرار گرفته است

BOX 21.1

Historical Fluid Management Calculations

4-2-1 Calculation for Determining Maintenance Fluid Requirement

- 0–10 kg: 4 mL/kg per hr
- 11–20 kg: 4 mL/kg per hr for the first 10 kg; 2 mL/kg per hr for every kg >10
- >20 kg: 4 mL/kg per hr for the first 10 kg; 2 mL/kg per hr for the next 10 kg; 1 mL/kg per hr for every kg >20

Estimated Fluid Deficit

- Estimated Fluid Deficit = Maintenance Fluid Requirement × Fasting Hours

Guidelines for Replacement of Surgical Losses

- Superficial Trauma (orofacial): 1–2 mL/kg per hr
- Minimal Trauma (herniorrhaphy): 2–4 mL/kg per hr
- Moderate Trauma (major nonabdominal or laparoscopic abdominal surgery): 4–6 mL/kg per hr
- Severe Trauma (major open abdominal surgery): 6–8 mL/kg per hr

Recommendation for Replacement of Blood Loss

- Crystalloid – 3:1 (3 mL for every 1 mL estimated blood loss)
- Colloid or Blood – 1:1 (1 mL for every 1 mL estimated blood loss)

روش سنتی

• حفظ مایع در جراحی شامل موارد زیر است:

- Rate of fluid administration= $\text{CVE} + \text{Deficit} + \text{Maintenance} + \text{Loss} + \text{TSL}$
- CVE=Compensatory Volume Expansion =5-7cc/kg of balanced salt solution
- Maintenance=4cc/kg for the 1st 10kg+ 2cc/kg for the 2nd 10kg +1cc/kg thereafter
- Deficit=Maintenance * Hours of NPO

روش سنتی

- Scientific evidence challenges this assessment because it does not account for cardiovascular and renal
- function in individual patients, nor does it consider the true impact of fasting in elective surgical patients •
- شواهد علمی این ارزیابی را به چالش می کشد زیرا عملکرد قلبی عروقی و کلیوی را در بیماران جداگانه در نظر نمی گیرد.

روش تخمینی پروتکل میلی لیتر بر کیلوگرم

- An extension of the milliliter-per-kilogram approach to fluid administration has been to examine whether higher (e.g., 12-18 mL/kg/h of intraoperative crystalloid) or lower (5-7 mL/kg/h) fluid doses in the immediate perioperative phase are associated with benefit after major surgery. Unfortunately, this work has been hampered by widely varying definitions of restrictive/conservative, standard, and liberal, differing fluid types (colloids/crystalloids), and different time courses over which the fluid strategy is applied. Despite these differences, a common theme is that when fluid is given based on a milliliter-per-kilogram protocol and on clinical assessment rather than to target defined physiologic endpoints, the administration of more than 3500 to 5000 mL of crystalloid solution in the immediate perioperative period is associated with increased postoperative morbidity in contrast to administration of lower fluid volumes. This may be reflected in increased weight gain, cardiopulmonary dysfunction, impaired wound healing
- گسترش رویکرد میلی لیتر در کیلوگرم برای تجویز مایعات، بررسی این است که آیا دوزهای مایع بالاتر (به عنوان مثال، ۱۲-۱۸ میلی لیتر بر کیلوگرم در ساعت کریستالوئید حین عمل) یا کمتر (۵-۷ میلی لیتر بر کیلوگرم در ساعت) مایع در بدن فاز فوری بعد از عمل با مزایای بعد از جراحی بزرگ همراه است.
- متأسفانه، این کار با تعاریف مختلف محدود کننده/محافظه کارانه، استاندارد و، انواع مختلف سیال (کلوئیدها/کریستالوئیدها)، و دوره های زمانی متفاوتی که استراتژی سیال در آنها اعمال می شود، با مشکل مواجه شده است. علی رغم این تفاوت ها، یک موضوع رایج این است که وقتی مایع بر اساس پروتکل میلی لیتر بر کیلوگرم و بر اساس ارزیابی بالینی به جای هدف قرار دادن نقاط پایانی فیزیولوژیکی مشخص داده می شود، تجویز بیش از ۳۵۰۰ تا ۵۰۰۰ میلی لیتر محلول کریستالوئید در بلافاصله بعد از عمل. دوره با افزایش عوارض بعد از عمل در مقایسه با تجویز حجم کمتر مایع همراه است. این ممکن است در افزایش وزن، اختلال عملکرد قلبی ریوی، اختلال در بهبود زخم منعکس شود.

- Scientific evidence challenges this assessment because it does not account for cardiovascular and renal
- function in individual patients, nor does it consider the true impact of fasting in elective surgical patients •
- شواهد علمی این ارزیابی را به چالش می کشد زیرا عملکرد قلبی عروقی و کلیوی را در بیماران جداگانه در نظر نمی گیرد.

Goal-Directed Therapy

- **Goal-Directed Therapy.** The practice of GDT is based on measuring key physiologic variables related to **cardiac output or global O2 delivery** and administering fluids, and possibly inotropes, **vasopressors, vasodilators**, and RBCs to improved tissue perfusion and clinical outcome

✓ برون ده قلبی
✓ اکسیژن شریانی
✓ پرفیوژن بافتی
✓ دریافت وازودیلاتور و وازوپرسور
✓ نتیجه بالینی

Parameters	Range to target	Interventions
CVP	8-12 cmH ₂ O	Early use of mechanical ventilation
MAP	65-90 mmHg	Fluid resuscitation
SvO ₂	>70%	Use of vasoactive agents
ScvO ₂	>65%	Noradrenaline
Urine output	>0.5 ml/kg/h	Dobutamine
Hematocrit	>30%	Transfusion

Parameters in early goal-directed therapy[[15](#)]

Parameters, range to target, and interventions in goal-directed fluid therapy. CVP=Central venous pressure, MAP=Men arterial pressure, SvO₂=Mixed venous oxygen saturation, ScvO₂=Central venous oxygen saturation

- Pulmonary artery catheter (PAC).
- Esophageal Doppler monitor (EDM)
- Thoracic bioimpedance
- Echocardiography
- Lactate: A reduction in elevated blood lactate concentrations is used clinically as a marker of successful resuscitation.
- O₂ extraction and venous O₂ saturation (SvO₂) or central venous saturation (ScvO₂)
- Arterial pressure and waveform analysis
- A typical approach to GDT is to rapidly administer 250 mL boluses of colloid or crystalloid, aiming to increase SV by 10% or more each time. This process is continued until there is no further rise in SV, at which point ventricular filling is taken to be on the flatter part of the Starling curve. One example is in

Miller 2020

Preoperative. In preparing for elective surgery, oral clear fluid intake • should continue until 2 hours preoperatively and longer fasting discouraged

• قبل از عمل. در آماده سازی برای جراحی انتخابی، مصرف مایعات شفاف خوراکی باید تا ۲ ساعت قبل از عمل ادامه یابد و از ناشتایی طولانی تر جلوگیری شود.

- قبل از عمل در آماده سازی برای جراحی انتخابی، مصرف مایعات شفاف خوراکی باید تا ۲ ساعت قبل از عمل ادامه یابد و از ناشتایی طولانی تر جلوگیری شود. استفاده از آماده سازی روده قبل از عمل باید به مواردی که با دقت انتخاب شده اند محدود شود و در این موارد باید انفوزیون ۱ تا ۲ لیتر کریستالوئید متعادل همراه با مکمل K⁺ در دوره قبل از عمل تزریق شود. بیماری های مزمن باید از نظر تأثیر آنها بر تعادل مایعات و الکترولیت ها، همانطور که بعداً توضیح داده شد، ارزیابی شوند. بیماران جراحی اورژانسی احتمالاً دچار اختلالات حاد محفظه مایع هستند. آنها نیاز به احیای به موقع دارند که توسط نقاط پایانی فیزیولوژیکی منطقی مانند روند فشار خون و ضربان قلب، لاکتات، برون ده ادرار و اشباع O₂ وریدی مختلط یا مرکزی هدایت می شود. اگرچه تجویز مایع قبل از عمل با استفاده از نظارت بر برون ده قلبی منطقی است، اما اغلب پیامدهای لجستیکی در این رویکرد دخیل است و در برخی موارد (از دست دادن خون مداوم یا کنترل اولیه سپسیس با جراحی) جراحی نباید به تعویق بیفتد. یک رویکرد عملگر ایانه برای ارائه احیای مایع مداوم بدون به خطر انداختن مداخله جراحی اولیه مورد نیاز است. تلفات دستگاه گوارش فوقانی باید کمیت شود و با سالیन ایزوتونیک جایگزین شود و ضایعات دستگاه گوارش پایین (فیستول، ایلئوس یا انسداد) با کریستالوئید متعادل جایگزین شود. K⁺ باید در صورت لزوم تکمیل شود

Intraoperative

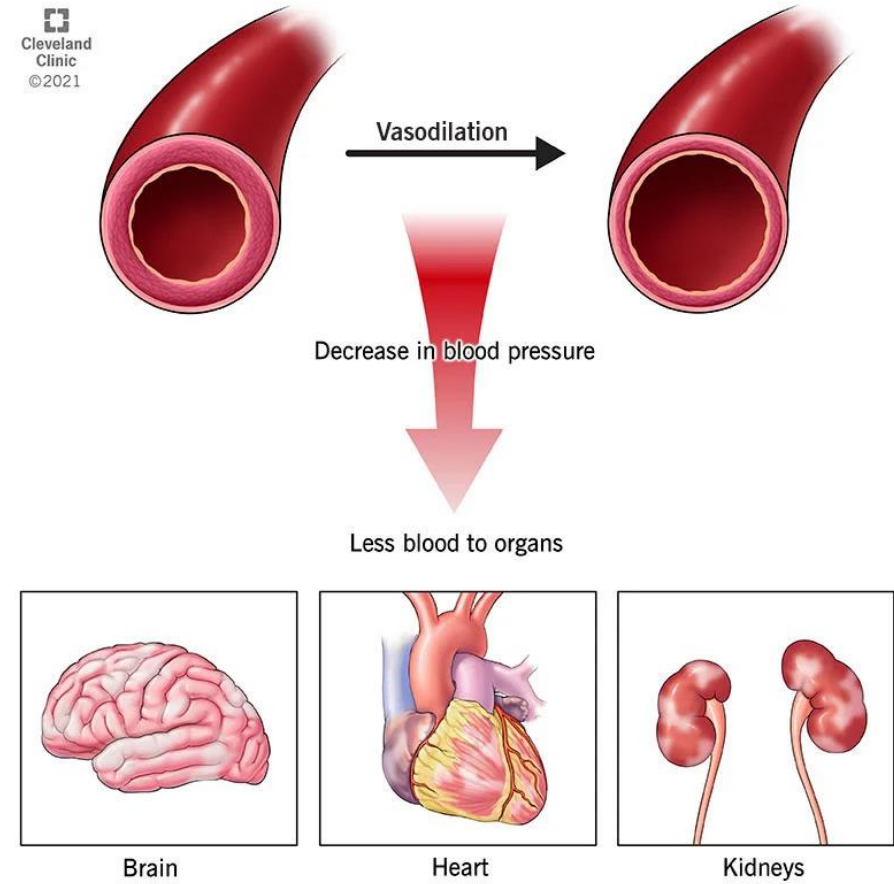
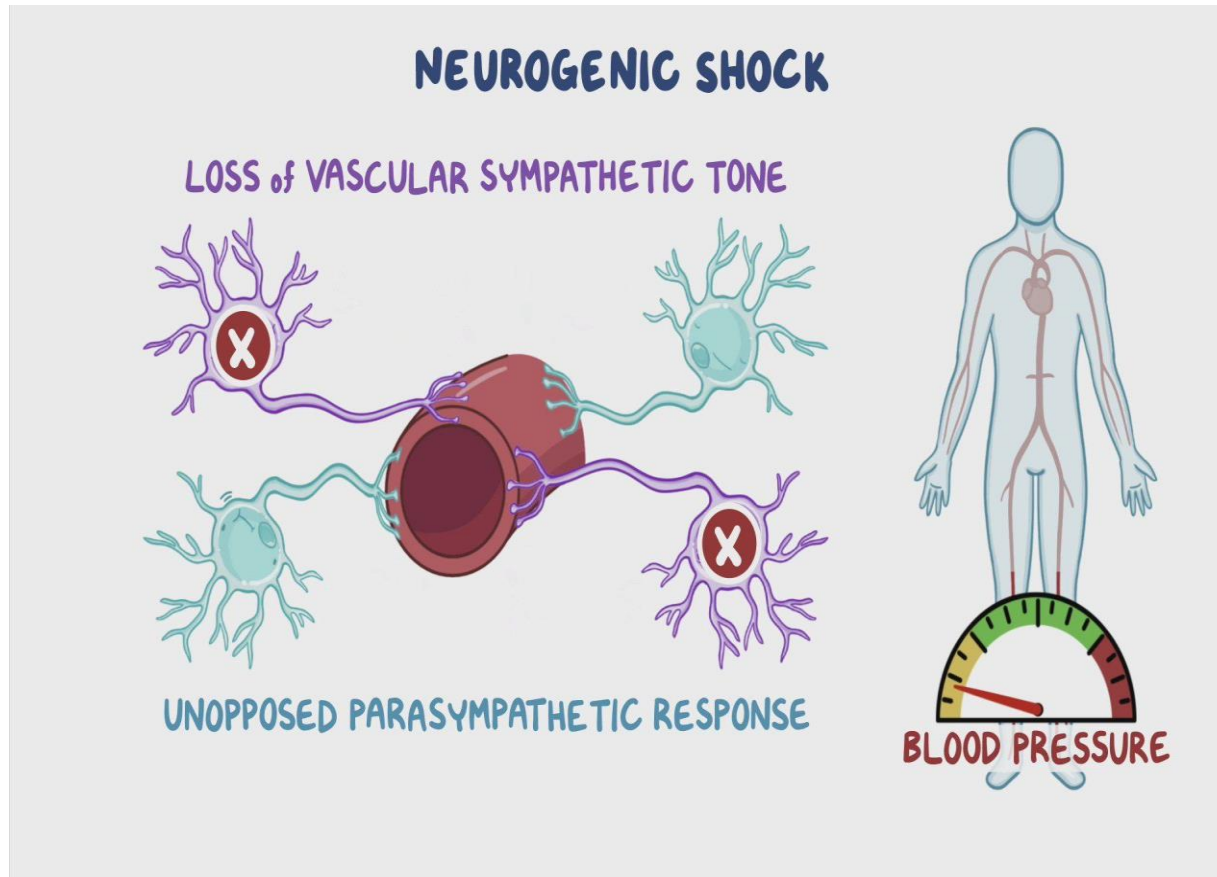
- حین عمل. یک انفوزیون پس زمینه کم (به عنوان مثال، ۱-۱.۵ میلی لیتر / کیلوگرم در ساعت) کریستالوئید باید برای نیازهای نگهداری در طول جراحی استفاده شود.
- افت فشار خون ناشی از بیهوشی عمومی یا منطقه ای در درجه اول به اتساع عروق و کاهش اینوتروپی مربوط می شود، و مگر اینکه بیمار به دلیل عوامل قبل از عمل هیپوولمیک باشد،
- درمان آن با دوزهای کمی از وازوپرسورها و/یا اینوتروپ ها منطقی تر است. برای قرار گرفتن در معرض خطر بیشتر باید با نظارت بر فشار تهاجمی هدایت شود تا امکان تشخیص زودهنگام هیپوولمی آشکار و پرفیوژن کلی بافت فراهم شود. اگرچه هیچ تعاریف پذیرفته شده جهانی از یک مورد پرخطر وجود ندارد،
- عامل مانند جراحی انتخابی یا اورژانسی بزرگ، سن بالا، بیماری های همراه و تحمل ورزش ضعیف، خطر مرگ و میر پس از عمل را به بیش از ۵ درصد افزایش می دهد. در این موارد و به ویژه در برخی از عمل های ارتوپدی و داخل شکمی، که شواهد قوی تر است، برون ده قلبی باید با تیتراژ بولوس های یک کلوئید مناسب یا کریستالوئید متعادل به یک متغیر اندازه گیری شود

Special Considerations Patient Factors

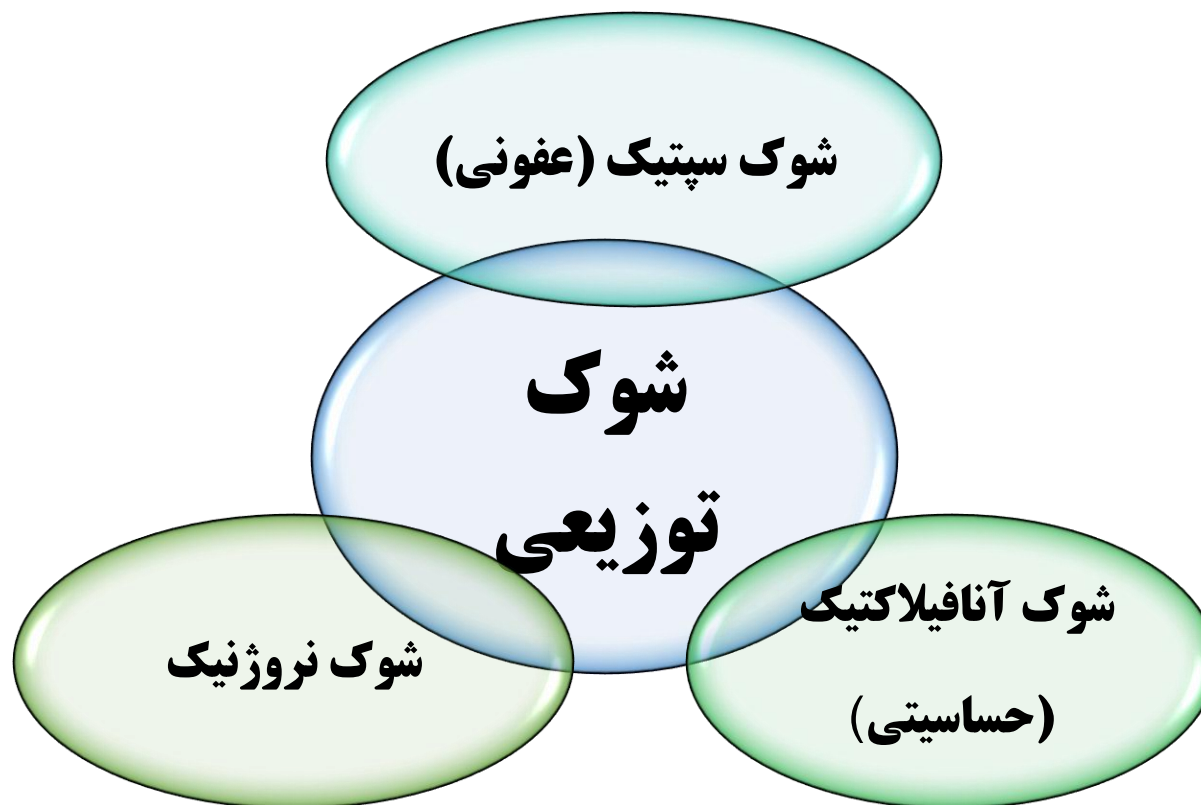


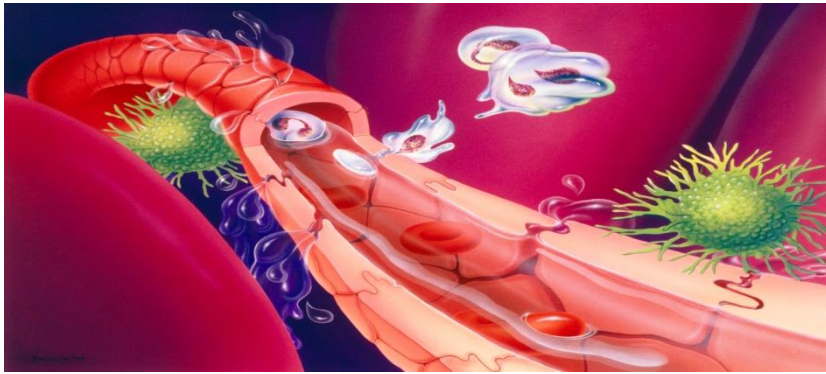
- should be undertaken only with objective evidence of intravascular volume loss. The effects of heart failure therapies should be evaluated carefully in the perioperative phase. Diuretics may leave patients in a chronically volume-contracted state that worsens anesthesia-related hypotension. Loop diuretics frequently cause hypokalemia and hypomagnesemia, whereas aldosterone antagonists cause hyperkalemia, which may be severe when combined with ACE-inhibitor treatment or chronic kidney disease. Normalization of electrolytes is particularly important in patients taking digoxin, in whom hypokalemia may potentiate digoxin toxicity. ACE-inhibitors or angiotensin receptor antagonists themselves lead to a blunted sympathetic and angiotensin response to anesthesia-related vasodilation. The hypotension caused by these should be treated appropriately by small doses of inotropes or vasopressors, which may include vasopressin analogs.

Sepsis



شوڪ توزیعی





شوگ توزیعی

شوگ سپتیک (عفونی)

شایع ترین و مهم ترین نوع شوگ وازوژنیک است

ارگان‌یسم‌های بیماری‌زا به طور منتشر در **خون** حضور یافته و در تمامی بافت‌های بدن منتشر شده و تکثیر می‌یابند

و از طریق **اتساع عروقی خون**، اختلال فعالیت قلب، و ارگان‌های دیگر موجب بروز شوگ می‌شوند.

در شوگ عفونی نه تنها رگ گشاد می‌شوند بلکه جدار آن‌ها نیز تخریب می‌شود و نسبت به حال عادی نفوذ بیشتری پیدا می‌کند. در نتیجه پلاسمای خون از داخل رگ‌های خونی اطراف نشت پیدا می‌کند و موجب شوگ می‌شود

Sepsis

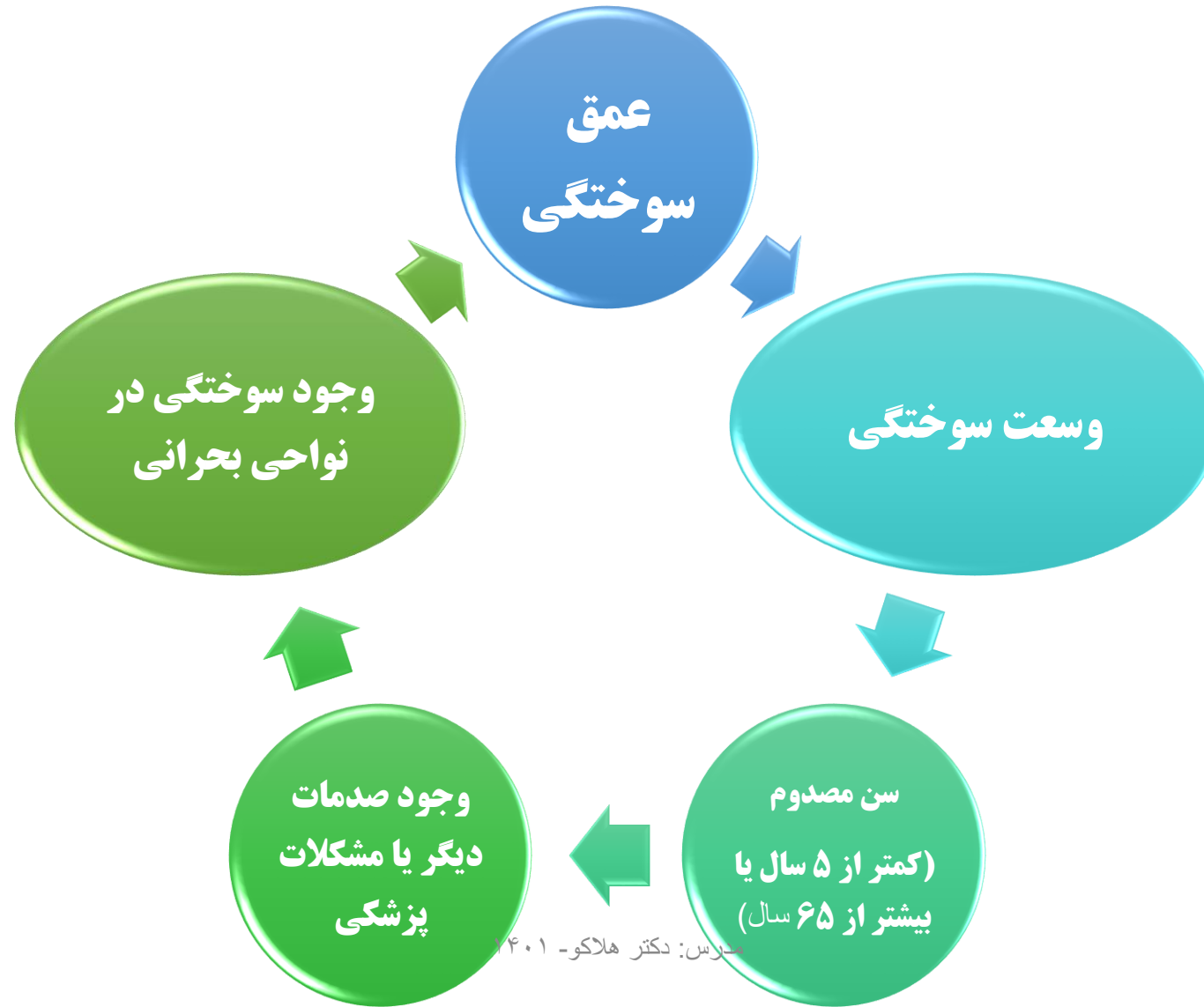
- **کنترل عفونت با منبع جراحی** (درناژ آبسه ها، دبریدمان بافت های نکروزه، برداشتن دستگاه های عفونی) بخش کلیدی درمان اولیه سپسیس را تشکیل می دهد.
- بی ثباتی قلبی عروقی ممکن است یک مشکل خاص باشد که با اختلال عملکرد اندوتلیال و از دست دادن مایع داخل عروقی، اتساع عروق همراه با توزیع نادرست مایع، توزیع مجدد سمپاتیک حجم خون به دور از گردش خون محیطی، و اختلال در عملکرد قلب به وجود می آید.
- احیای مایع، با هدف حفظ خونسازی کافی اندام انتهایی، بخشی کلیدی از شش ساعت اول درمان سپسیس بوده است که ممکن است دوره بعد از عمل را برای برخی بیماران نشان دهد..
- . نتایج مشابه با احیا بر اساس استاندارد یا مراقبت پروتکل شده بدون هدف قرار دادن اکسیژن ورید مرکزی اشباع. رویکرد زیر برای پیشنهاد شده است
- **بیماران سپتیک با شواهد هیپوپرفیوژن بافتی**
- **حداقل ۳۰ میلی لیتر بر کیلوگرم کریستالوئید باید در سه ساعت اول احیا داده شود.**
- □ مایعات بیشتر باید با ارزیابی مجدد مکرر وضعیت همودینامیک هدایت شوند. این ارزیابی ممکن است علاوه بر متغیرهای فیزیولوژیکی معمولی (ضربان قلب، فشار خون، برون ده ادرار) اندازه گیری های دقیق تری مانند برون ده قلبی را نیز در بر گیرد.
- □ تست های دینامیکی پاسخ دهنده مایع مانند بالا بردن غیرفعال پا یا پاسخ حجم ضربه ای به چالش مایع بر روی اهداف ثابت مانند مقدار ثابت CVP توصیه می شود.
- □ سایر اهداف احیاء ممکن است شامل **MAP > 65** میلی متر جیوه در مواردی که به وازوپرسور نیاز دارند و نرمال کردن لاکتات در بیماران با سطوح بالا باشد

Burns

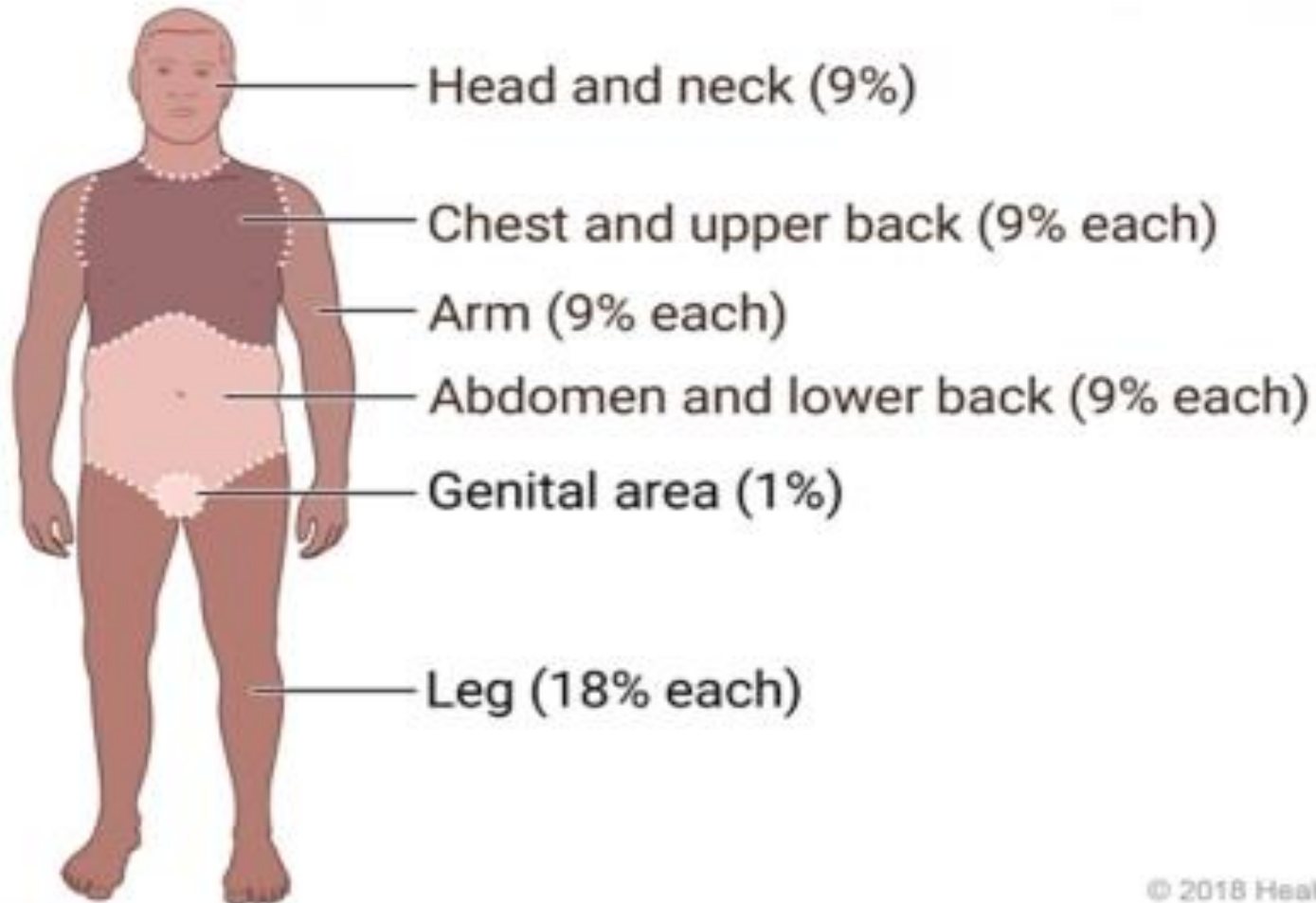
- مایع درمانی عموماً برای سوختگی‌های بیش از ۱۵ درصد سطح کل بدن در بزرگسالان و ۱۰ درصد سطح کل بدن در کودکان انجام می‌شود. با این حال، افزایش عدم اطمینان در مورد حجم وجود دارد و نوع مایعی که باید به بیماران سوختگی داده شود.
- تجویز مایعات عمدتاً هنوز بر اساس فرمول‌هایی مانند فرمول پارکلند یا نسخه‌های Muir و Barclay است.

سوختگی

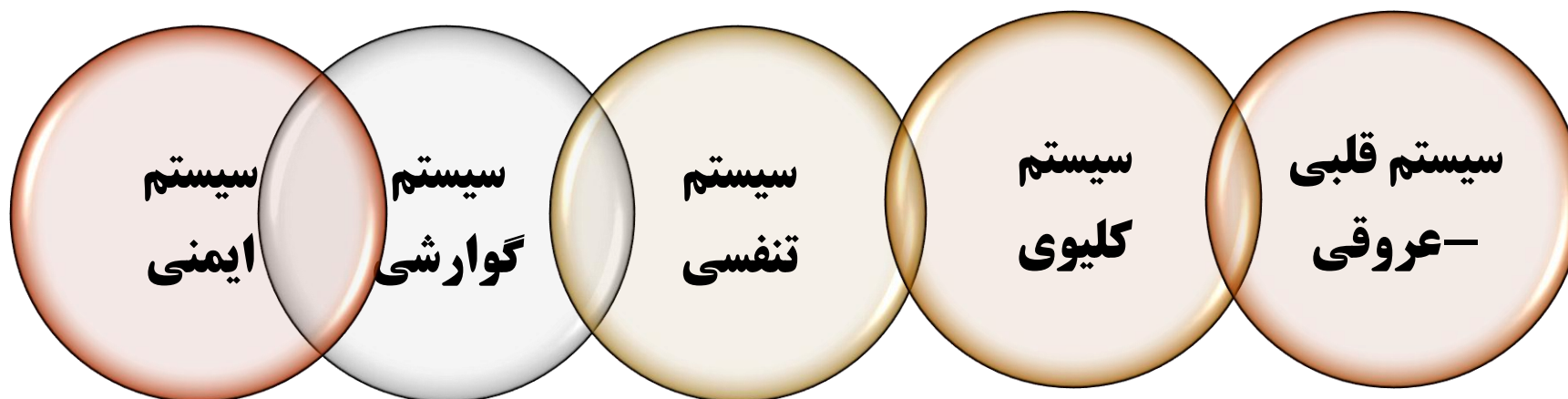
۵ عامل اصلی در تعیین شدت سوختگی و پیش بینی نتیجه نهایی



Burns



تغییرات پاتوفیزیولوژی به دنبال سوختگی شدید و وسیع



Burns

- اگرچه رویکردهای مبتنی بر این فرمول‌ها از کاهش تیتراسیون حجم مایع تجویز شده در صورت کافی بودن خروجی ادرار (۱-۰.۵ میلی‌لیتر/کیلوگرم در ساعت) حمایت می‌کنند، در واقعیت به نظر می‌رسد که این کار انجام نمی‌شود
- استفاده اولیه از کلوئیدها به دلیل خطر درک شده از خارج شدن مولکول‌های فعال انکوئیک در حضور نشت مویرگی شدید بحث برانگیز است.

- نشان می دهد که آیا این رویکرد نتایج را بهبود می بخشد یا خیر. در انتظار اجماع از این کار در حال انجام، احیای سوختگی باید با یکی از فرمول های پذیرفته شده در حال حاضر آغاز شود، اما اگر خروجی ادرار ۰,۵ تا ۱ میلی لیتر بر کیلوگرم در ساعت به دست آمد، به طور فعال تیتراژ آن کاهش یابد. ترکیبی از کریستالوئیدها و کلئوئیدها ممکن است برای کاهش حجم کل مایع تجویز شده مورد استفاده قرار گیرد، اگرچه
- علاوه بر این، بیماران مبتلا به سوختگی در محدودیت های مجوز اخیر در استفاده از نشاسته گنجانده شده اند. فشار داخل شکمی باید کنترل شود، و ارزیابی نقاط پایانی احیا، مانند لاکتات و برون ده قلبی، علاوه بر برون ده ادرار باید مورد توجه قرار گیرد.

- **میزان مایع مورد نیاز در سوختگی:**
- یکی از فرمولهای معروف که در بیشتر مراکز سوختگی برای محاسبه مایع درمانی مصدوم به کار می‌رود **فرمول پارکلند** است که بر طبق آن باید **۴ میلی لیتر محلول رینگر لاکتات به ازای هر کیلو گرم وزن بدن** و **هر یک درصد سوختگی** (فقط سوختگی درجه دو و درجه سه) در طول ۲۴ ساعت اول به بیمار داد. البته حداکثر وسعت سوختگی را ۵۰٪ در نظر می‌گیرند. بنابراین فرمول به طریق زیر است:
- * کل مایع مورد نیاز در ۲۴ ساعت اول (میلی لیتر) = در صد سوختگی × وزن بدن مصدوم به کیلوگرم × ۴
- * نصف این مقدار مایع را در ۸ ساعت اول و بقیه را در طی ۱۶ ساعت بعد تزریق می‌کنند.
- * توجه کنید: منظور از ۸ ساعت اول ، ۸ ساعت اول پس از وقوع آسیب است، نه از موقعی که مصدوم پیدا می‌شود یا درمان آغاز می‌گردد.

طبقه بندی شدت سوختگی

American Burns Association

آسیب شدید

❖ سوختگی ۲۵٪ از کل سطح بدن در بالغین

❖ سوختگی ۲۰٪ در بچه های زیر ۱۰ سال

❖ سوختگی صورت، چشم ها، گوش ها، دست پاها، پرینه که احتمالا منجر به اختلال عملکرد و ظاهر فرد و ناتوانی او می گردد

❖ سوختگی ناشی از جریان الکتریکی با ولتاژ بالا

❖ تمام آسیب های سوختگی با ضایعات استنشاقی با صدمات عمده

سؤال

- بیماری با وزن ۸۲ کیلوگرم با سوختگی کامل پای راست در ۸ ساعت اول سوختگی چند سی سی رینگر لاکتات باید دریافت کند؟



Pediatrics

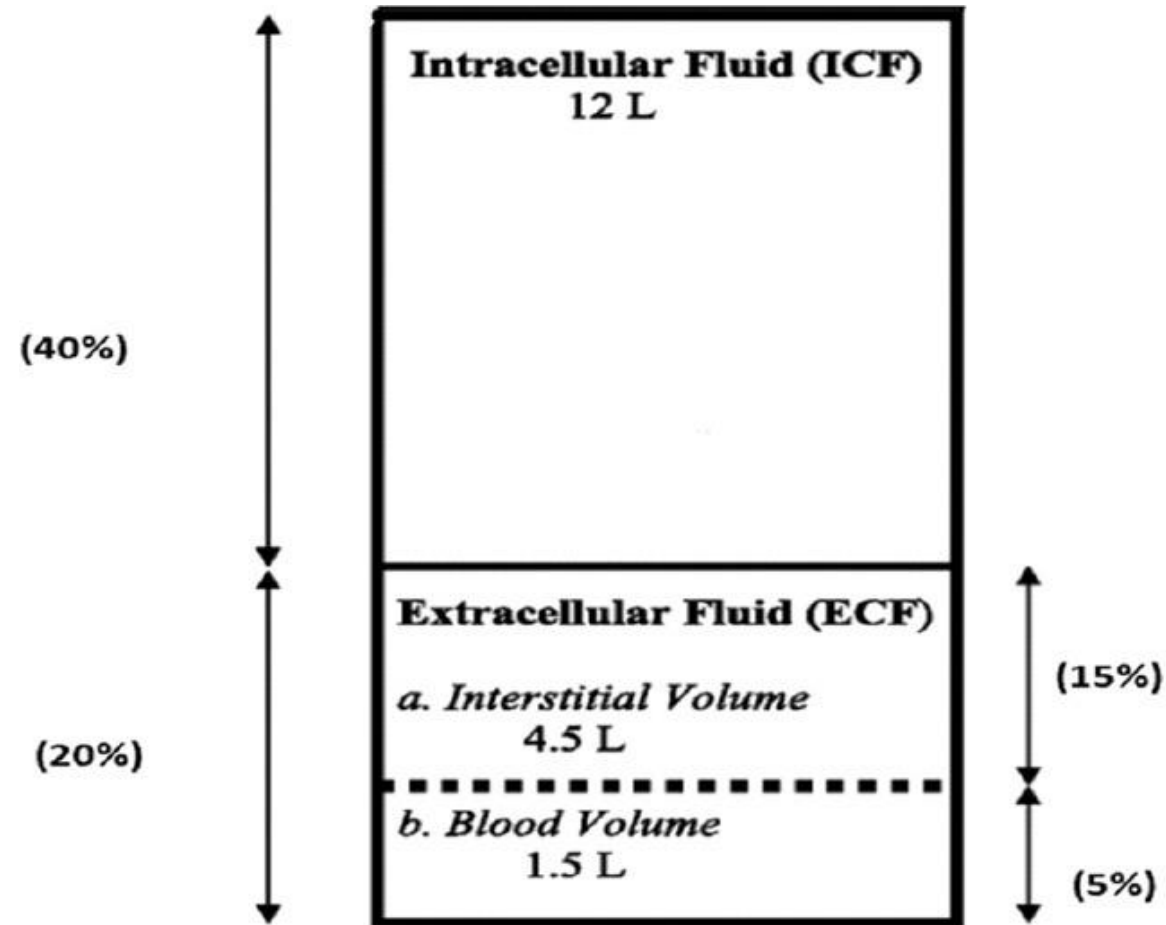
- Children have a higher **metabolic rate, larger surface area to weight ratio and faster respiration** resulting in extensive fluid losses[[2](#)] which translates to **higher fluid requirement**.
- Fluid deficit in children may vary preoperatively from no deficit to severe deficit based on the etiology for which the child is coming into theatre. Fluid Management can be broadly covered in three main parts:
- (1) resuscitation fluid, (2) maintenance fluid and (3) replacement for the losses.[[3](#)]

[Pediatric perioperative fluid management - PMC](#)

Pediatrics

- کودکان دارای سرعت متابولیسم بالاتر، نسبت سطح به وزن بیشتر و تنفس سریعتر هستند که منجر به از دست دادن مایعات گسترده می شود. که به معنای نیاز بیشتر به مایعات است.
- مدیریت مایعات را می توان به طور کلی در سه بخش اصلی پوشش داد:
- (۱) مایع احیا، (۲) مایع نگهدارنده و (۳) جایگزینی برای تلفات.

Pediatrics



TBW in 30 kg child = $30 \times 60\% = 18$ Liters

Table 1: Hly 4/2/1 rule and fluid requirement^[6]

Weight	Fluid requirement per hr	Daily fluid requirement
<10 kg	4 ml/kg	100 ml/kg
10-20 kg	40 ml + 2 ml/kg for each kg above 10 kgs	1000 ml + 50 ml/kg for each kg above 10 kgs
>20 kg	60 ml + 1 ml/kg for each kg above 20 kgs	1500 ml + 25 ml/kg for each kg above 20 kgs

Pediatrics. Perioperative fluid therapy in pediatric patients has for many years been based on traditional approaches that are increasingly being reexamined

- اطفال. مایع درمانی بعد از عمل در بیماران اطفال سال ها بر اساس رویکردهای سنتی است که به طور فزاینده ای در حال بررسی مجدد هستند.
- هالیدی و سگار در سال ۱۹۵۷ مقدار و ترکیب مایع نگهدارنده را در کودکان بستری بر اساس نیاز آب برای حفظ میانگین فعالیت متابولیک و ترکیب الکترولیت شیر پیشنهاد کردند. این **به محاسبه حجم ۴-۲-۱** برای نیازهای مایع نگهداری با هدف جایگزینی تلفات غیر محسوس و ادراری با کریستالوئیدهای هیپوتونیک حاوی گلوکز برای حفظ ایزواسمولالیت. این مفاهیم به مرحله بعد از عمل ترجمه شد و محلول های مبتنی بر گلوکز در حین عمل تجویز شد تا خطر ظاهراً بالای هیپوگلیسمی قبل از عمل پس از ناشتایی طولانی مدت کاهش یابد، و مایعات نگهدارنده بعد از عمل بر اساس محاسبه ۴-۲-۱ با استفاده از کریستالوئیدهای هیپوتونیک تجویز شدند. علاوه بر این، تصور می شد که جمعیت کودکان در معرض خطر کم آبی قابل توجه بالینی قبل از عمل با ناشتایی قرار دارند.
- **تلفات غیر محسوس به دلیل سطح نسبتاً بزرگ بدن حین عمل این حجم ها با استفاده از ۲۵ میلی لیتر بر کیلوگرم محلول نمک ایزوتونیک برای افراد ۳ سال و کمتر یا ۱۵ میلی لیتر بر کیلوگرم برای افراد ۴ سال و بالاتر توصیه شده است.**

Recommendations on preoperative fasting guidelines

- Type of food Hours of fasting
- Heavy Solids 8 hrs
- Light meals (solids)/Formula milk/juice with pulp 6 hrs
- Breast Milk 4 hrs
- Clear fluids (water, fruit juices without pulp, carbonated beverages, clear tea, and black coffee excluding alcohol) 1 h

- Glucose Infusion Rate
- Neonates and infants younger than six months of age often require glucose maintenance when fasting due to low glycogen reserves.^{5,6}
 - For long surgeries, glucose should be added to the maintenance fluids and titrated to maintain euglycemia.⁷
- Normal blood glucose for newborns is approximately 40-60 mg/dL.
- Basal glucose requirements are 5-8 mg/kg/min;
- this is known as glucose infusion rate (GIR).
- In pediatric patients, both hypoglycaemia and hyperglycemia can cause neuronal injury which goes unidentified resulting in permanent damage

Table 5. Proposal for perioperative fluid management in children

Preoperative	Keep fasting times short (clear fluids up to 1 h preop.)
Minor procedures	Background infusion 10 ml/kg/h BS-G ^a
Intermediate procedures	Adjust background infusion to actual requirements during the course of the procedure Plus: BS ^b if additional fluid is required Plus: colloids ^c if additional BS is not sufficiently effective
Major procedures	Same as intermediate procedures Plus: blood products in case of critical haemodilution
Postoperative	Allow children to eat and drink soon after the procedure

Adapted from [1[■]].

^aBalanced isotonic electrolyte solution with 1–2% glucose.

^bBalanced isotonic electrolyte solution.

^cFor example, albumin, gelatine, hydroxyethyl starch.

REVIEW



Perioperative fluid management in children: can we sum it all up now?

Robert Sümpelmann^a, Karin Becke^b, Rolf Zander^c, and Lars Witt^a

- The decision when to transfuse blood to children depends on the maximum allowable blood loss (MABL) calculated as:
- $MABL = EBV \times (H0 - H1)/H0$
- EBV = estimated blood volume; H0 = starting Hct; H1 = lowest acceptable Hct).
- The volume of packed cells required is calculated as
- $\text{body weight (kg)} \times \text{desired increment in hemoglobin (g/dl)} \times 5$

- See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/354275092> Pediatric perioperative fluid management Article in Saudi Journal of Anaesthesia · September 2021

- Sumplemann et al. recommend that in patients with circulatory instability balanced isotonic electrolyte solutions without glucose can be given as repeat-dose infusions of 10–20 ml/kg until the desired effect is obtained
- Sümpelmann R, Becke K, Zander R, Witt L. Perioperative fluid management in children: Can we sum it all up now? Curr Opin Anesthesiol 2019;32:384–91

Proposal for perioperative management

- The goal preoperatively must be to keep fasting time to the least and whenever possible to give clear fluids up till 1 hr before the surgery. For minor procedures (< 1 hr) balanced isotonic fluids without glucose to a maximum of 10 ml/kg/hr. For intermediate procedures to adjust the balanced isotonic infusion according to the requirement during surgery. Glucose in a lower concentration (1-2.5%) can be added if the situation demands. If additional fluids required to give boluses of isotonic fluids (10-20 ml/kg) and if this is not effective colloids can be considered. For major procedures, to follow the same principles as an intermediate procedure. Blood product transfusion to be initiated according to the maximum allowable blood. Postoperatively to allow the child to drink and feed as early as possible provided the child is awake and there is no surgical contraindication.

Proposal for perioperative management

❖ هدف قبل از عمل باید این باشد که زمان ناشتایی را به حداقل برسانیم و در صورت امکان تا ۱ ساعت قبل از عمل مایعات شفاف داده شود. برای روش های جزئی (کمتر از ۱ ساعت) مایعات ایزوتونیک بدون گلوکز تا حداکثر ۱۰ میلی لیتر بر کیلوگرم در ساعت متعادل می شوند.

❖ برای روش های میانی برای تنظیم انفوزیون ایزوتونیک متعادل با توجه به نیاز در طول جراحی.

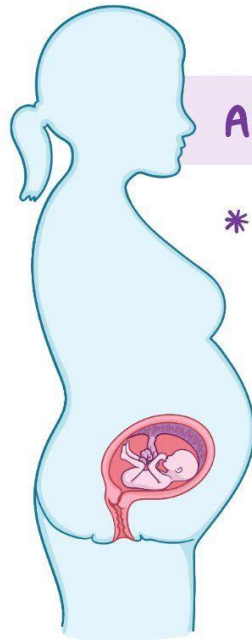
❖ در صورت اقتضای شرایط، می توان گلوکز در غلظت کمتر (۱ تا ۲,۵ درصد) اضافه کرد. اگر مایعات اضافی برای دادن مایعات ایزوتونیک (۱۰ تا ۲۰ میلی لیتر بر کیلوگرم) مورد نیاز است و اگر این کار مؤثر نباشد، می توان کلوئیدها را در نظر گرفت. برای رویه های اصلی، از همان اصولی پیروی کنید که رویه میانی است.

❖ انتقال فرآورده های خونی با توجه به حداکثر خون مجاز آغاز شود. بعد از عمل به کودک اجازه دهید هر چه زودتر آب بنوشد و شیر بخورد، مشروط بر اینکه کودک بیدار باشد و منع جراحی وجود نداشته باشد.

• Pediatric perioperative fluid management Article in Saudi Journal

PREECLAMPSIA → ECLAMPSIA

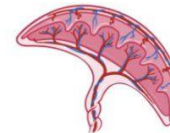
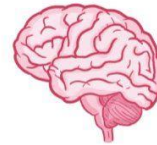
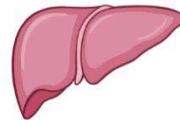
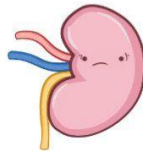
MULTISYSTEM DISORDER



After 20 wks of GESTATION or during POSTPARTUM PERIOD

*** NEW-ONSET HYPERTENSION, PROTEINURIA
& END-ORGAN DYSFUNCTION**

*** DAMAGE to MAJOR ORGANS:**



- زنان و زایمان: پره اکلامپسی. پره اکلامپسی یک بیماری چند سیستمی بارداری است که با فشار خون بالا، پروتئینوری و درگیری چند ارگان مشخص می شود که ممکن است کلیه ها، کبد، ریوی و سیستم عصبی مرکزی را تحت تاثیر قرار دهد. برخلاف وضعیت معمول افزایش حجم در بارداری، بیماران مبتلا به پره اکلامپسی، حجم پلاسما را کاهش می دهند، همراه با اختلال عملکرد اندوتلیال و هیپوآلبومینمی. **قبلاً تصور می شد که افزایش حجم IV در درمان فشار خون بالا در پره اکلامپسی مفید است.** با این حال، این توسط مطالعات بعدی تایید نشده است. علاوه بر این، ارتباط واضحی بین تعادل مایع مثبت و بروز ادم ریوی در این بیماری وجود دارد.
- این با افزایش طول مدت بستری در بیمارستان همراه است و علت اصلی مرگ در بیماران پره اکلامپسی است. بیشتر موارد در دوره پس از زایمان وجود دارد، شاید منعکس کننده انتقال خون به یک گردش خون منقبض عروق است که پس از زایمان اتفاق می افتد. بیماران مبتلا به پره اکلامپسی باید حجم محدودی از کریستالوئید IV دریافت کنند (۸۰ میلی لیتر در ساعت)، و تعادل مایعات باید به دقت رعایت شود.
- الیگوری نباید با تجویز حجم زیادی از مایعات در حضور عملکرد طبیعی کلیه درمان شود. این استراتژی محافظه کارانه با افزایش آسیب کلیه همراه نبوده است. هرگونه از دست دادن خون در حین زایمان یا بعد از عمل باید با حجم مناسبی از کریستالوئید، کلوئید یا خون جایگزین شود.

Table 1: Hly 4/2/1 rule and fluid requirement^[6]

Weight	Fluid requirement per hr	Daily fluid requirement
<10 kg	4 ml/kg	100 ml/kg
10-20 kg	40 ml + 2 ml/kg for each kg above 10 kgs	1000 ml + 50 ml/kg for each kg above 10 kgs
>20 kg	60 ml + 1 ml/kg for each kg above 20 kgs	1500 ml + 25 ml/kg for each kg above 20 kgs

جمع بندی نهایی

- آسیب فیزیولوژیک دوره بعد از عمل ممکن است منجر به اختلالات گسترده ای در تعادل مایعات و الکترولیت ها شود.
- □ شواهد بالینی برای هدایت مایع درمانی بعد از عمل در بسیاری از زمینه ها وجود ندارد و نمی توان آن را مستقیماً از کار آزمایی های مراقبت های ویژه عمومی استنباط کرد.
- □ باید تعادلی بین تجویز ناکافی مایع - که اجازه هیپوپرفیوژن بافتی را می دهد - و اثرات نامطلوب مایعات داخل وریدی اضافی و سمیت های مربوط به ترکیبات مایع پیدا کرد.
- □ مایع درمانی هدفمند (GDT) ممکن است به یافتن این تعادل برای یک بیمار منفرد در محیط بعد از عمل کمک کند، با شواهدی مبنی بر کاهش عوارض پس از عمل که استفاده از آن در بسیاری از تنظیمات جراحی را پشتیبانی می کند.
- □ هیچ توافق روشنی در مورد اینکه مایع تزریق داخل وریدی یا بهترین نتایج بالینی در محیط بعد از عمل همراه باشد وجود ندارد. مقایسه مایعات "متعادل" با "نامتعادل" و "گریستالوئید" با مایعات "کلوئید" در بسیاری از تنظیمات بالینی مورد مطالعه قرار گرفته است. نتیجه گیری قطعی اغلب وجود ندارد.
- □ رویکرد مدیریت مایعات و الکترولیت ها ممکن است نیاز به تطبیق با **عوامل متعدد بیمار و جراحی** داشته باشد.

منابع

- کتاب جامع بیهوشی میلر ۲۰۱۸
- اختلالات شایع آب و الکترولیت های برونر سودارث ۲۰۱۸
- برونر - فیپس - لاکمن . کتاب کامل پرستاری داخلی - جراحی

- Miller's Anesthesia , 2020
- Nurse anesthesia, 6 th Edition, 2018
- Perioperative fluid therapy for anaesthetists and intensivists Claire McCue
- Kathryn Puxty, 2018 Published by Elsevier Ltd
- Perioperative goal-directed therapy and postoperative complications in different kind of surgical procedures: an updated meta-analysis
- [Mariateresa Giglio](#), [Giandomenico Biancofiore](#), [Alberto Corriero](#), [Stefano Romagnoli](#), [Luigi Tritapepe](#), [Nicola Brienza](#) & [Filomena Puntillo](#)

Goal-directed fluid therapy in the perioperative setting - PMC

-
[National Institutes of Health \(.gov\)
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6515723](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6515723)
by JB Kendrick · 2019

REVIEW



Perioperative fluid management in children: can we sum it all up now?