

فصل ۳

ویژگی‌های شیمیایی مایعات و الکترولیت‌های بدن

کلیه‌های سالم باعث حفظ تعادل میان آب و مواد حل‌شده در محدوده باریکی که لازمه حیات است می‌شوند. همچنین کلیه‌ها مواد زائد حاصل از سوخت‌وساز پروتئین‌ها را دفع می‌کنند. زمانی که کلیه‌ها عملکرد طبیعی ندارند، درمان دیالیز بخشی از این دو کار مهم را انجام می‌دهد. برای درک کار کلیه‌ها چه طبیعی و چه مصنوعی (دیالیز) نیاز به دانش شیمی پایه و مقیاس‌های اندازه‌گیری است.

مقیاس‌های اندازه‌گیری

ابتدا باید مروری بر سیستم اندازه‌گیری داشته باشیم. روش متریک^۱ در اندازه‌گیری شیمیایی و فیزیکی مربوط به فیزیولوژی بدن استفاده می‌شود. طول با واحد پایه متر اندازه‌گیری می‌شود و برای اندازه‌گیری جرم از گرم و برای حجم از لیتر استفاده می‌شود. جدول ۱-۳ فهرستی از واحدهای معمول و ارتباط آن‌ها باهم را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۳ واحدهای متریک کاربردی

Quantify	Unit	Abbreviation	Relationship of Units
Length (طول)	Millimeters	mm	1mm = 0.001m
	Centimeter	cm	1cm = 0.01m
	Meter	m	1 m
	Kilometer	km	1km = 1000m
Area (مساحت)	Square centimeter	cm ²	1cm ² = 0.0001 m ²
	Square meter	m ²	1m ²
	Square kilometer	km ²	km ² = 1,000,000 m ²
Volume (حجم)	Milliliter	mL	1mL=0.001L
	Deciliter	dL	1dL = 0.01L
	Liter	L	1L
	Cubic meter	m ³	1 m ³ = 1000 L
Mass (جرم)	Milligram	mg	1 mg = 0.001 g
	Gram	g	1g
	Kilogram	kg	1kg = 1000g

¹ Metric

سیستم اندازه‌گیری کاملاً اعشاری است. پیشوندها به کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین واحدها اشاره می‌کند (جدول ۳-۲).

برای این که از روش متریک در موارد شناخته شده تر استفاده کنیم، نکات زیر ممکن است سودمند باشد:

❖ آقایی که قد او ۶ فوت و ۴ اینچ است، یعنی حدود ۱/۹۵ متر است.

❖ یک سکه ۲ در حدود یک میلی‌متر ضخامت دارد.

❖ وزن یک شخص ۱۵۴ پوندی حدود ۷۰ کیلوگرم است.

جدول ۳-۲ اختصارات سیستم متریک

Multiplication factors (عوامل ضرب)	Prefix (پیشوند)	Abbreviation (مخفف)
1		
$0.1 = 10^{-1}$	deci-	d
$0.01 = 10^{-2}$	centi-	c
$0.001 = 10^{-3}$	milli-	m
$0.000001 = 10^{-6}$	micro-	μ
$0.000000001 = 10^{-9}$	nano-	n
$0.000000000001 = 10^{-12}$	pico-	p

در ادامه تبدیل واحدهای متریک با مقیاس انگلیسی که استفاده از آن معمول است، بیان می‌شود.

❖ ۱ متر^۳ (m) = ۳۹/۳۷ اینچ^۳ (in)

❖ ۱ اینچ (in) = ۲/۵۴ سانتی‌متر^۵ (cm)

❖ ۱ لیتر^۶ (L) = ۱/۰۵۷ کوارتر^۷ (qt)

❖ ۱ گالن^۸ (gal) = ۳/۷۸۵ لیتر (L)

❖ ۱ کیلوگرم (kg) = ۲/۲ پوند^۹ (lb)

❖ ۱ اونس^{۱۰} (oz) = ۲۸/۳۵ گرم (gr)

❖ ۱ اونس مایع (fl oz) = ۲۹/۵۷ میلی‌لیتر (mL)

گرما با درجه سانتی‌گراد بیان می‌شود. صفر درجه سانتی‌گراد نقطه انجماد آب و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد نقطه جوش آب است.

2 dime
3 meter
4 inch
5 centimeter
6 liter

7 quarts
8 gallon
9 pound
10 ounce

در ادامه، مقایسه‌ای از چند درجه سانتی‌گراد با درجه فارنهایت نشان داده شده است.

°F (درجه فارنهایت)	°C (درجه سانتی‌گراد)	
۲۱۲	۱۰۰	نقطه جوش آب
۹۸/۶	۳۷	گرمای طبیعی بدن
۳۲	۰	نقطه انجماد آب

برای تبدیل واحدهای سانتی‌گراد و فارنهایت به یکدیگر از فرمول‌های زیر استفاده می‌شود:

$$\text{درجه فارنهایت} = (1/8 \times ^\circ\text{C}) + 32$$

$$1/8 = (^\circ\text{F} - 32) \div \text{درجه سانتی‌گراد}$$

تمام اشیای فیزیکی ترکیبی از مقدار محدودی از انواع ماده هستند. هر چیزی که دارای وزن باشد، فضایی را اشغال کند یا دارای جرم باشد ماده می‌نامند. واحد سازنده مواد عنصر نامیده می‌شود. یک عنصر بدون تغییر خصوصیات شیمیایی نمی‌تواند به اجزای بیشتر تقسیم شود. حدود ۱۰۸ نوع عنصر شناخته شده داریم که ممکن است به تنهایی یا به صورت ترکیبات شیمیایی وجود داشته باشند. برخی از مواد به تنهایی به فرم‌های طبیعی دیگر مانند جامد، مایع یا گاز وجود دارند. برای مثال طلای خالص متبلور و بلورین است. جیوه فلزی است که در شرایط معمولی به شکل مایع است. هلیوم یک گاز یک اتمی است. حالت فیزیکی مواد وابسته به نقاط ذوب و جوش آن‌ها است. بسیاری از عناصر به صورت ساده وجود ندارند و فقط به صورت ترکیبی هستند. اکسیژنی که در هوا وجود دارد تک اتمی نیست و همیشه به صورت O_2 وجود دارد. همچنین تمام هیدروژن‌های موجود هم به صورت ترکیب مثل مولکول آب (H_2O) هستند.

محلول چیست؟

محلول مخلوطی همگن از ذرات حل شده (املاح) در یک مایع (حلال) است. در محلول‌های فیزیولوژیک به طور معمول از آب به عنوان حلال استفاده می‌کنند. محلول سالین فیزیولوژیک شامل ۰/۹ گرم از سدیم کلراید در ۱۰۰ سی‌سی آب است.

چگونه غلظت محلول اندازه‌گیری می‌شود؟

ذرات غیر یونیزه به صورت وزن املاح در حجم حلال اندازه‌گیری می‌شوند. قند خون و اوره خون معمولاً به صورت میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) اندازه‌گیری می‌شوند. برای ذرات یونیزه

دانستن تعداد نسبی ذرات و سهم بار الکتریکی آن‌ها مهم است. این اندازه‌گیری بسیار دقیق با استفاده از شمارش عناصر در شرایط طبیعی انجام می‌شود و معمولاً به صورت میلی اکی‌والان بر لیتر (mEq/L) بیان می‌شود.

واحد SI چیست؟

SI مخفف System International unites یا سیستم بین‌المللی واحدهای اندازه‌گیری است. این همان سیستم متریک گسترش‌یافته است که از واحد اندازه‌گیری هم‌شکل تهیه شده است و تبدیل آن‌ها به هم ساده است. از سال ۱۹۸۷، SI برای گزارش یافته‌ها در بیشتر آزمایشگاه‌های بالینی ایالات متحده استفاده می‌شود. در این سیستم مقدار مواد نوشته می‌شود که به صورت مول بر لیتر است، به جای این که به صورت جرم و گرم بر لیتر یا میلی‌گرم بر دسی‌لیتر بیان شود.

الکترولیت چیست؟

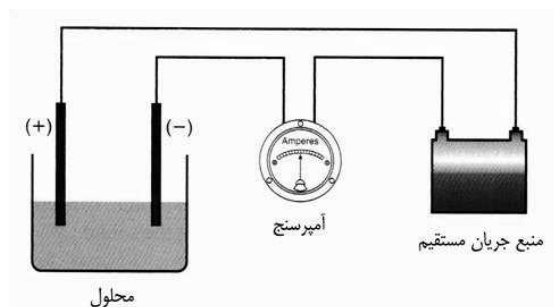
الکترولیت ماده‌ای است که در آب حل می‌شود تا ذرات به فرم یونیزه تبدیل شوند.

یون چیست؟

یون ذره‌ای است که دارای بار الکتریکی است. ممکن است به صورت اتم باردار مانند یون سدیم یا ترکیبی باردار مانند یون لاکتات باشد. یک یون با بار مثبت یک کاتیون است و یک ترکیب با بار منفی یک آنیون است.

ضرب هدایت^{۱۱} یا کانداکتیویتی چیست؟

ضرب هدایت توانایی یک محلول در هدایت جریان الکتریکی است که به وسیله یک باطری الکترولیتی مشخص می‌شود. تصویر ۱-۳ یک باطری را نشان می‌دهد که شامل محلول با دو الکترود است. الکترودها به وسیله یک سیم به باطری و آمپرسنج متصل می‌شوند. آمپرسنج



تصویر ۱-۳ یک باطری الکترولیتی

¹¹ Conductivity

میزان جریان مدار را اندازه‌گیری می‌کند. اگر ارتباط بین الکترودها فقط آب فراخالص باشد، هیچ راهی برای عبور الکترون‌ها از آب وجود ندارد.

اگر سدیم کلراید به آب اضافه شود جریان ایجاد خواهد شد. یون سدیم به الکترود منفی (کاتد)^{۱۲} متصل می‌شود. در این حالت هر یون یک الکترون را می‌پذیرد. در همین زمان، یون کلراید به الکترود مثبت (آند)^{۱۳} متصل می‌شوند جایی که هر کدام یک الکترون را رها می‌کند.

سهولت جریان الکترون‌ها در محلول، بستگی به نوع الکترولیت‌های موجود در محلول و میزان غلظت آن‌ها دارد.

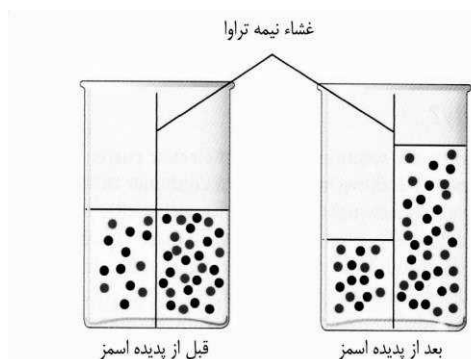
نمایشگر کانداکتیویتی از اجزای حیاتی سیستم تحویل مایع دیالیز است که باید محلول‌هایی با ترکیب ثابت و دقیق تولید کند.

چرا کانداکتیویتی معیار مهم اندازه‌گیری در دیالیز است؟

محلول دیالیز محصول ترکیب محلول غلیظ الکترولیت‌ها با آب فرا خالص است. نسبت صحیح غلظت الکترولیت‌ها و آب به‌وسیله هدایت الکتریکی در محلول اندازه‌گیری می‌شود. نسبت الکترولیت‌ها و آب باید در محدوده معینی برای تضمین سلامت بیمار باشد. ضریب هدایت آب خالص صفر است درحالی‌که ضریب هدایت محلول دیالیز به میزان سدیم محلول بستگی دارد.

ممکن است محلول دیالیز که شامل مقدار کمی سدیم است، موجب انتقال آب به داخل سلول‌های خونی بیمار شود و متعاقب آن سبب بروز افت فشارخون، گرفتگی عضلانی و همولیز شود. مقدار زیاد سدیم

محلول ممکن است موجب افزایش میزان سدیم خون شود. وقتی میزان سدیم خون خیلی بالا رود سبب خروج مایع از سلول‌ها و به‌دنبال آن چروکیدگی سلول‌های خونی می‌شود. این پدیده به‌عنوان ناهموار شدن سطح سلول شناخته می‌شود و ممکن است باعث ایجاد علائمی مانند پرفشاری خون، تشنگی مفرط و سردرد شود.



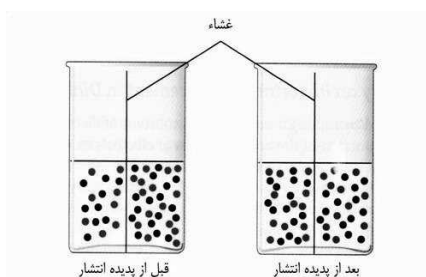
تصویر ۳-۲ اسمز فرآیند حرکت آب از طریق یک غشای نیمه تراوا از ناحیه ای با غلظت املاح کمتر به ناحیه ای با غلظت بالاتر املاح است.

¹² cathode

¹³ anode

اسمز^{۱۴} چیست؟

اسمز حرکت مایع از سوی غلظت کم محلول به طرف محلول با غلظت زیاد است. تصویر ۳-۲ محلول الکترولیتی قوی با کاهش غلظت آب را نشان می‌دهد، زیرا مقداری از آب به وسیله ذرات جابجا می‌شود. اگر دو محلول با غلظت‌های مختلف طوری در کنار هم قرار گیرند که توسط یک غشای نیمه‌تراوا از هم جدا شوند و فقط به آب نفوذپذیر باشد، آب از منطقه غلیظ تر به سمت منطقه کم غلظت حرکت می‌کند؛ مانند این که بگوییم



تصویر ۳-۳ انتشار حرکت مولکول‌ها از ناحیه‌ای با غلظت بالا به ناحیه‌ای با غلظت کم است pH طبیعی با نسبت ۱ قسمت اسیدکربنیک به ۲۰ قسمت بی‌کربنات حفظ می‌شود.

آب از فضای با ذرات کمتر به جایی با غلظت ذرات بیشتر حرکت می‌کند. فقط آب حرکت می‌کند و ذرات حرکت نمی‌کنند.

انتشار چیست؟

انتشار، حرکت مواد از فضایی با غلظت بیشتر به جایی با غلظت کمتر ذرات است. تا غلظت هر دو ناحیه برابر شود (تصویر ۳-۳). در این حالت فقط املاح حرکت می‌کنند و آب ثابت است.

pH چیست؟

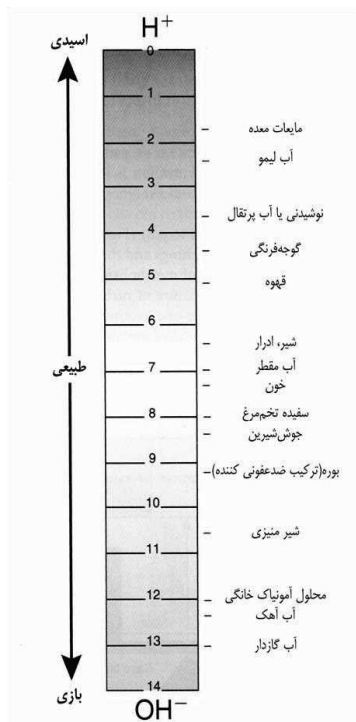
میزان اسیدی یا قلیایی بودن یک ترکیب با pH نشان داده می‌شود (تصویر ۳-۴). عبارت pH برگرفته از حروف ابتدای پتانسیل یا قدرت هیدروژن است و مقدار pH نشان‌دهنده میزان غلظت یون هیدروژن در یک محلول است. غلظت طبیعی یون هیدروژن در مایع خارج سلولی انسان ۷/۳۵-۷/۴۵ است. مواد با pH کمتر از ۷ دارای ماهیت اسیدی و با pH بالای ۷ دارای ماهیت بازی هستند. مواد با pH برابر ۷ خنثی محسوب می‌شوند. pH فقط میزان یون‌های آزاد هیدروژن در محلول را اندازه‌گیری می‌کند. اگر بخشی از هیدروژن به صورت ترکیب و غیر یونیزه باشد، در میزان pH تأثیری ندارد. pH توسط عملکرد متعادل‌کننده‌ها^{۱۵} در محدوده نرمال حفظ می‌شود.

بافر چیست؟

بافرهای موادی هستند که میزان غلظت یون هیدروژن را در محلول حتی در صورت اضافه شدن اسید یا باز به محلول ثابت نگه می‌دارند.

¹⁴ osmosis¹⁵ buffer

بافر باعث کمترین تغییر pH در صورت اضافه شدن اسید یا باز به محلول می‌شود. بی‌کربنات، فسفات، آمینواسید و پروتئین‌ها همه به‌عنوان بافر عمل می‌کنند. بی‌کربنات بافر اصلی پلاسما است.



تصویر ۳-۴ محدوده pH در مقیاس لگاریتمی ۱ تا ۱۴. غلظت واقعی یون‌های هیدروژن با هر واحد pH در مقیاس ۱۰ برابر تغییر می‌کند.

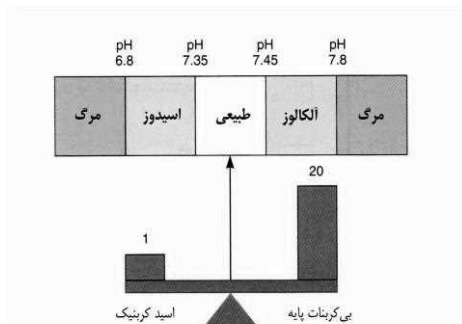
چرا غلظت یون هیدروژن مهم است؟

همه فرایندهای متابولیک بدن به میزان خاصی از غلظت هیدروژن نیاز دارند. اگر غلظت هیدروژن در محلول بیشتر از آب خالص شود، آن محلول اسیدی است و اگر غلظت یون هیدروژن کم شود آن محلول بازی یا آلفالین است. اگر غلظت هیدروژن خیلی زیاد یا خیلی کم شود، اختلال متابولیکی اتفاق می‌افتد. غلظت هیدروژن سازگار با حیات بین ۲۰ و ۱۶۰ میلی‌مول بر لیتر (pH برابر با ۶/۸ الی ۷/۸) است. (تصویر ۳-۵)

دو ارگان بدن کار تنظیم یون هیدروژن را انجام می‌دهند که ریه و کلیه‌ها هستند. ریه‌ها دی‌اکسید کربن را دفع می‌کنند (اصلی‌ترین محصول نهایی متابولیسم) و این کار را با همان سرعتی که تولید می‌شود انجام می‌دهند. بدین ترتیب فشار دی‌اکسید کربن را در خون تنظیم می‌کنند. کلیه‌ها pH خون را به‌وسیله ترشح یا جذب دوباره اسید و باز تنظیم می‌کنند.

نارسایی کلیه باعث احتباس یون‌های هیدروژن می‌شود که این حالت همان اسیدوز متابولیک است.

برای توضیحات بیشتر به فصل ۵ مراجعه شود.



تصویر ۳-۵ محدوده طبیعی pH پلاسما ۷/۳۵ تا ۷/۴۵ است. pH طبیعی با نسبت ۱ قسمت اسیدکربنیک به ۲۰ قسمت بی‌کربنات حفظ می‌شود.

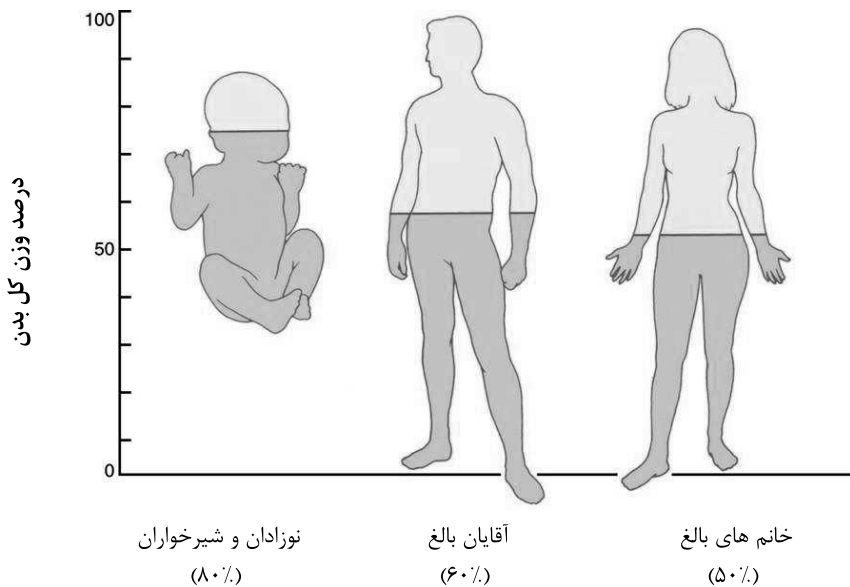
اسید و باز چیست؟

اسید ماده‌ای است که می‌تواند یک هیدروژن از دست دهد. باز ماده‌ای است که می‌تواند یون هیدروژن را بپذیرد. می‌توان اسید را دهنده پروتون و باز را گیرنده پروتون نامید. یادآور می‌شویم که اتم هیدروژن ترکیبی از هسته‌ای با بار الکترونیکی مثبت یا پروتون و یک مدار با بار الکتریکی منفی یا الکترون است. یون هیدروژن همان پروتون بدون مدار الکترون است.

آب بدن

چه مقدار از بدن را آب تشکیل می‌دهد؟

آب جزء اصلی ساختار بدن است. نسبت آن در بدن با سن و جنس و چربی بدن تغییر می‌کند که شامل ۴۵ تا ۷۵ درصد کل وزن بدن بزرگسال است. میزان آب با چربی بدن نسبت معکوس دارد. یک مرد ۷۰ کیلوگرمی حدود ۴۲ لیتر از کل بدنش را آب تشکیل داده است (۶۰ درصد وزن بدن). خانم‌ها دارای آب بدن کمتری هستند. نوزادان و کودکان کم سن تر نسبت بیشتری از بدنشان را آب تشکیل داده است (تصویر ۳-۶).



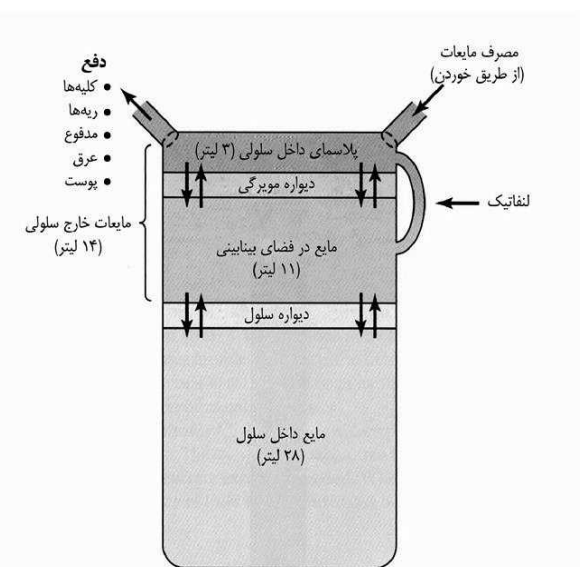
تصویر ۳-۶ درصد آب موجود در کل بدن

نقش مایعات در بدن چیست؟

بافت بدن از سلول‌های زنده ساخته شده است. تمامی فرایندهای شیمیایی انجام شده درون سلول‌ها به صورت گرما، حرکت و بازسازی، انرژی تولید می‌کنند. اکسیژن و مواد غذایی متابولیزه می‌شوند و دی‌اکسید کربن و مواد زائد تولید می‌شوند. برای این فرایندهای شیمیایی آب داخل سلول نیاز است. آب همچنین سلول‌ها را در برگرفته و از آن‌ها در برابر خطرات دنیای خارج حفاظت می‌کند. آب در واقع وسیله‌ای برای جابه‌جایی مواد غذایی به داخل و مواد زائد به خارج سلول‌ها است. بسیاری از بیماری‌ها می‌توانند در روند کنترل تعادل مایعات در بدن اختلال ایجاد کنند؛ بنابراین یکی از مشکلات شایع بیماران نابسامانی در وضعیت مایعات بدن است.

توزیع آب در بدن چگونه است؟

کل آب بدن مجموع مایعات داخل بخش‌های مختلف بدن است. آب کل بدن بین دو بخش اصلی تقسیم می‌شود: مایع داخل سلولی^{۱۶} و مایع خارج سلولی^{۱۷}. تقریباً دوسوم (۴۰ درصد وزن بدن) آب بدن در بخش داخل سلولی و یک‌سوم (۲۰ درصد) در بخش خارج سلولی است. مایع خارج سلولی به فضای بینابینی^{۱۸} (فضای بین سلول‌ها و خارج عروق) و داخل عروقی^{۱۹} (مایع پلاسمای خون) و ورای سلولی^{۲۰} (مایع بیرون بخش‌های یادشده)



تصویر ۳-۷ تقسیم مایعات بدن

که شامل مایع سینوویال^{۲۱}، پریکاردیال^{۲۲} (دور قلب)، اینتروکولار^{۲۳} (درون چشم)، پریتونئال^{۲۴} (درون صفاق) و دیگر مایعات بدن که به سادگی قابل تبادل نیست، تقسیم می‌شود (تصویر ۳-۷).

¹⁶ ECF(extracellular fluid)

¹⁷ ECF(extracellular fluid)

¹⁸ interstitial

¹⁹ intravascular

²⁰ transcellular

²¹ synovial

²² pericardial

²³ intraocular

²⁴ peritoneal

اجزای تشکیل دهنده مایعات داخل سلولی چیست؟

مایع داخل سلولی محیط لازم برای عملکرد سلول را فراهم می‌کند. ترکیبات آن بسته به بافت‌های گوناگون متفاوت است. معمولاً در محاسبه آن از مقادیر موجود در عضله استفاده می‌شود. کاتیون اصلی داخل سلول پتاسیم است که حدوداً 155 mEq/L است. غلظت منیزیم معادل 40 mEq/L و سدیم معادل 10 mEq/L است. فسفر ارگانیک و پروتئین از آنیون‌های مهم هستند. غلظت کلرید و بی‌کربنات در مجموع فقط 10 mEq/L است.

ترکیبات مایع خارج سلولی چه اجزایی هستند؟

آب پلاسما و مایع میان‌بافتی تقریباً شبیه یکدیگر هستند. سدیم کاتیون اصلی خارج سلولی است ($135-145 \text{ mEq/L}$). کلراید و بی‌کربنات نیز آنیون‌های اصلی خارج سلولی هستند. حدود ۷ درصد حجم پلاسما را پروتئین‌ها و مواد لیپیدی تشکیل می‌دهند که از دیواره مویرگی عبور نمی‌کنند. مولکول‌های پروتئین آنیونی باعث حفظ بار الکتریکی خنثی پلاسما می‌شوند. یون سدیم و کلراید در پلاسما اندکی کمتر از مایع میان‌بافتی است. در محاسبات کلینیکی الکترولیت‌ها معمولاً این اختلافات کوچک نادیده گرفته می‌شود و میزان الکترولیت پلاسما نمایانگر مایع خارج سلولی است.

آب بین پلاسما و فضای میان‌بافتی چگونه توزیع می‌شود؟

توزیع آب بین پلاسما و فضای بین‌بافتی به میزان تعادل کلئیدها (پروتئین و لیپید)، فشار اسمزی و فشارخون داخل مویرگی و فشار تورم بافتی بستگی دارد. این پدیده فشار استارلینگ نامیده می‌شود.

چگونه غلظت الکترولیت‌ها در داخل و خارج سلول متفاوت نگه داشته می‌شود؟

غشای سلولی نسبت به پروتئین و ترکیبات آلی فسفر نفوذناپذیر است و آن‌ها را داخل سلول محبوس می‌کند. در دیواره سلول پمپ‌هایی وجود دارد که از نظر متابولیک فعال هستند (انرژی مصرف می‌کنند). این پمپ‌ها یون سدیم را از داخل سلول به بیرون و پتاسیم را از خارج سلول به داخل سلول منتقل می‌کنند.

آیا آب از غشای سلول عبور می‌کند؟

بله. آب به‌سرعت در هر جهتی از غشای سلولی عبور می‌کند تا میزان اسمولالیتی را در دو طرف غشا ثابت نگه دارد.

آیا ماده‌ای غیرالکترولیتی هم در مایعات بدن وجود دارد؟

بله. این‌ها شامل گلوکز و آمینواسید و مواد مغذی دیگر و مواد زائد متابولیکی مانند اوره هستند که غلظت آن‌ها در مقایسه با الکترولیت‌ها بسیار ناچیز است.

آیا اوره و کراتینین الکترولیت هستند؟

خیر. اوره و کراتینین هردو محلول در آب‌اند، اما تبدیل به ذرات باردار نمی‌شوند.

منظور از تعادل آب چیست؟

رژیم غذایی طبیعی حاوی ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی لیتر آب در غذای مصرفی است. روزانه تقریباً ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلی لیتر آب توسط متابولیسم غذا و تجزیه بافت تولید می‌شود. سایر مایعات مصرفی مانند قهوه، چای، آبمیوه یا سایر نوشیدنی‌ها، به طور میانگین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی لیتر در روز است. روزانه بین ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی لیتر آب از طریق تبخیر از ریه‌ها و تعریق نامحسوس از دست می‌رود (کادر ۱-۳). فعالیت شدید یا افزایش دما باعث اتلاف بیشتر آب می‌شود (اگر افزایش دمای محیط شدید باشد بر حسب لیتر قابل اندازه‌گیری است). روزانه باید دست‌کم ۴۰۰ سی‌سی یا بیشتر مایع از طریق ادرار دفع شود تا از تجمع مواد دفعی حاصل از متابولیسم جلوگیری شود.

کادر ۱-۳: تعادل طبیعی مایعات در یک فرد بالغ

خروجی (دفعی)		دریافتی	
900mL	اتلاف نامحسوس (پوست و ریه)	1200 mL	مایعات
100mL	مدفوع	1000mL	غذاهای جامد
1500mL	ادرار	300mL	آب حاصل از اکسیداسیون
2500mL		2500mL	

ترکیبات الکترولیتی، pH و اسمولالیتی در محیط مایعات داخل بدن به‌طور دقیق حفظ می‌شوند. کلیه‌ها این تعادل را که به آن هموستاز نامیده می‌شود، حفظ می‌کنند. کلیه‌ها در صورت نیاز مایعات را نگه می‌دارند یا مواد اضافی را دفع می‌کنند. وقتی نارسایی کلیه رخ دهد، توجه دقیق به تعادل مایعات دریافتی و دفعی ضروری است.