

ÁGUA E ELETRÓLITOS



Profa. Dra. Mônica R. Mazalli

ÁGUA E ELETRÓLITOS

AGUA

- Importância
- Estrutura e Propriedades
- Funções e distribuição no organismo
- Eliminação

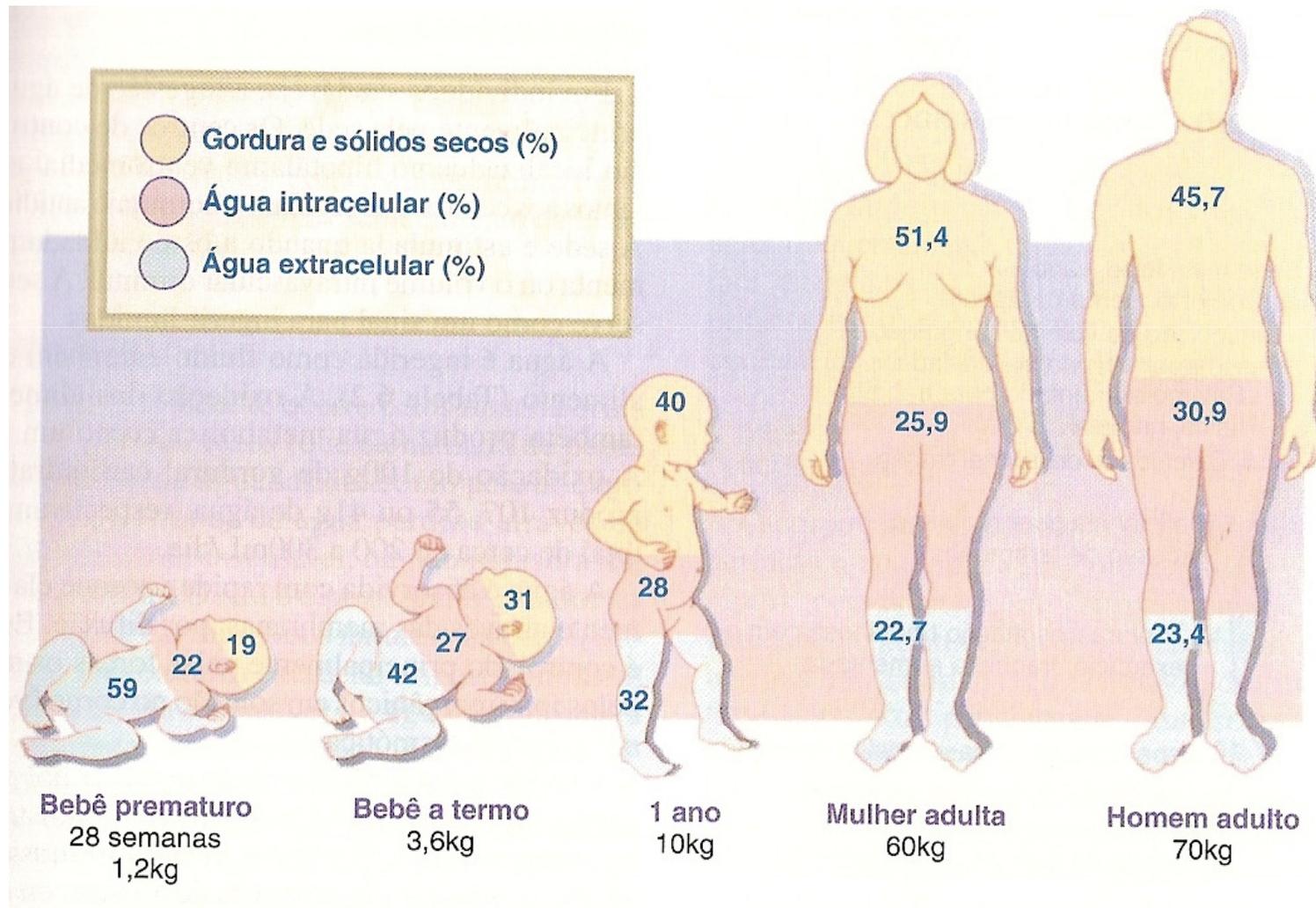
ELETRÓLITOS

- Funções
- Fontes
- Absorção e Excreção

Importância da água

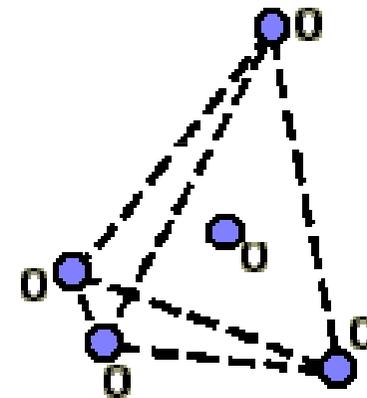
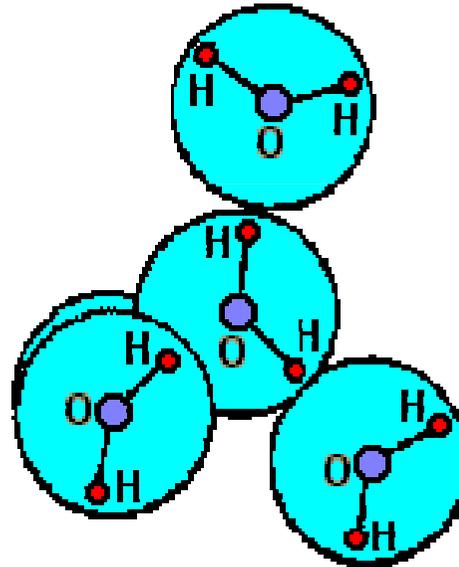
- Nutriente essencial: manutenção e regulação
- Indivíduo adulto: aproximadamente 70% do peso
- Funções importantes na fisiologia celular e na nutrição decorrem de algumas de suas propriedades físico-químicas

Importância da água



ESTRUTURA

Cada molécula de água se liga por ligações de hidrogênio a quatro outras moléculas (tetraedro).



Propriedades físico-químicas



- Apresenta:

- Ponto de ebulição ↑

- Ponto de fusão ↑

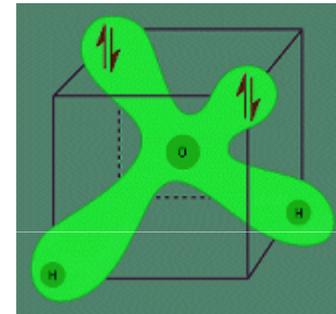
- Calor latente de vaporização ↑

- Constante dielétrica ↑

Constante dielétrica (80 a 20°C)	alta	mantém íons separados em solução; permite a mobilidade iônica na fase aquosa
Calor de Vaporização (2,25 kJ.g ⁻¹)	alto	permite ser utilizada como um ótimo meio para transferência de calor, como o suor, por exemplo.
Calor específico (4,18 J.g ⁻¹ .K ⁻¹)	alto	impede variações bruscas na temperatura ambiente; tende a manter a temperatura do organismo constante

Propriedades físico-químicas

Propriedades da água



- Capacidade de formar conjuntos de moléculas ordenadas no espaço dão origem ao cristais de gelo.
- Energia das ligações: ligações de hidrogênio: 4,4kcal/mol
ligações covalentes (O-H): 110kcal/mol

FUNÇÕES NO ORGANISMO

Solvente, torna muitos solutos disponíveis para a função celular e é um meio necessário para todas as reações.

Substrato participa nas reações metabólicas.

Componente estrutural que dá forma as células.

Essencial para os processos de digestão, absorção e excreção (facilita o movimento no trato digestivo).

Desempenha papel chave na estrutura e função do sistema circulatório e atua como meio de transporte para os nutrientes e todas as substâncias corporais.

FUNÇÕES NO ORGANISMO

Mantém a estabilidade física e química dos fluidos intra e extracelular.

Responsável pela manutenção da temperatura corporal: A evaporação da transpiração resfria a superfície corporal durante o tempo de calor



(600 Kcal de calor corporal são dissipadas durante a evaporação de 1L de água transpirada)

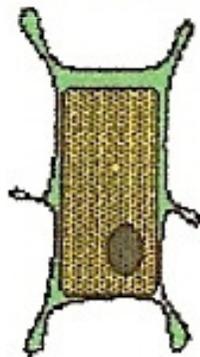
FUNÇÕES NO ORGANISMO

Manutenção da forma das células dos tecidos

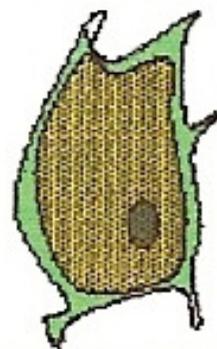
A dissolução e o transporte de eletrólitos é realizado pela água: manutenção da pressão osmótica e da concentração salina dos líquidos extra-celulares

OSMOSE E PRESSÃO OSMÓTICA

ISOTÓNICO

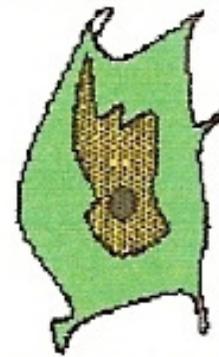


HIPOTÓNICO



Turgencia

HIPERTÓNICO

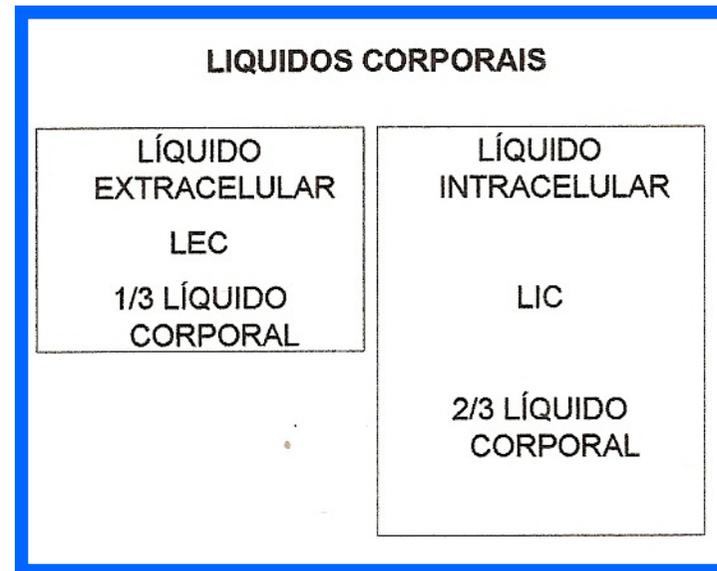


Plasmolisis

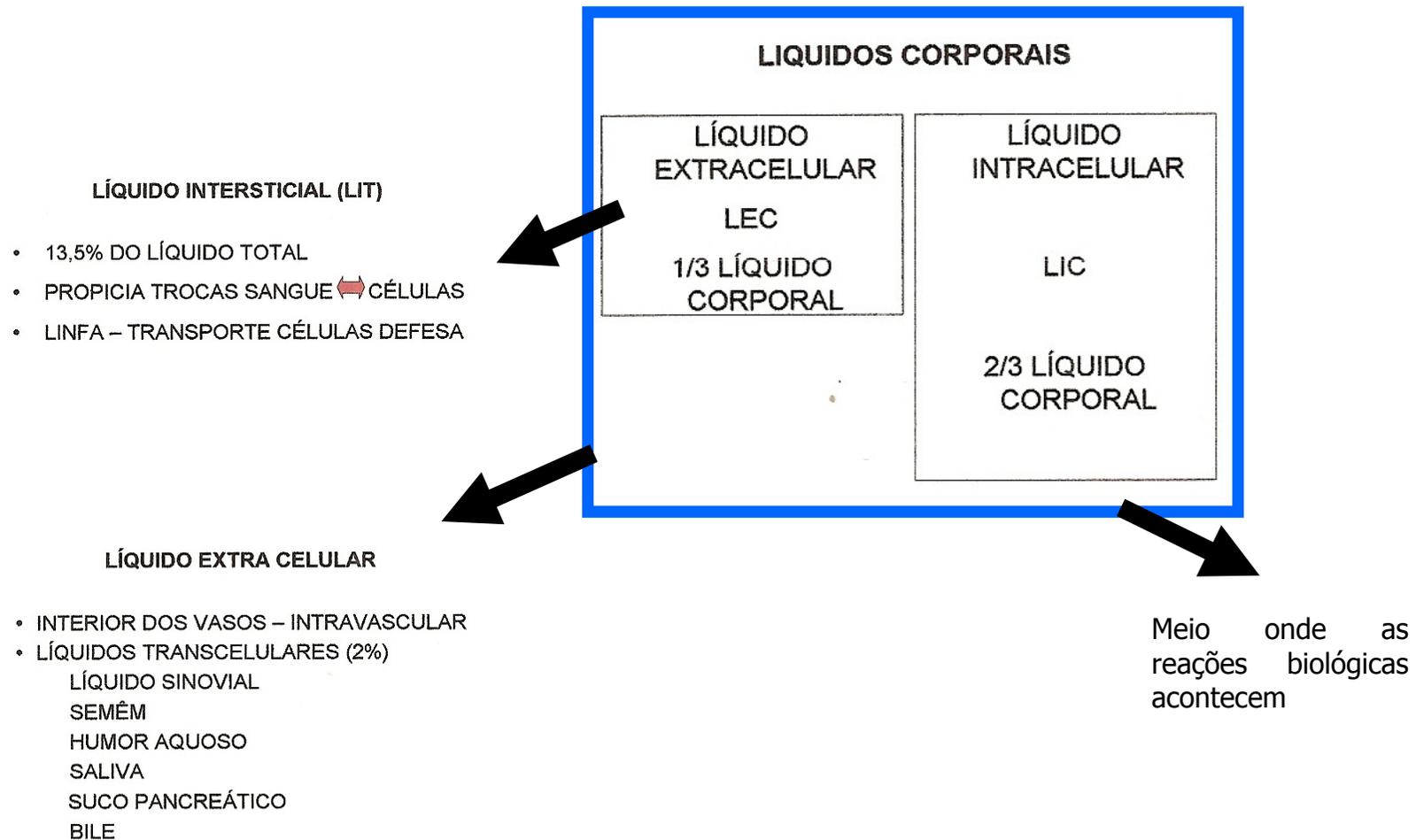
Quantidade de água no organismo

Cerca de 70% do peso corporal do indivíduo adulto é constituído pela água.

Distribuição da
água no
organismo



Quantidade de água no organismo



Quantidade de água no organismo

Quantidade varia principalmente com a idade.

Quantidade varia com o tipo de tecido.



PORCENTAGEM DE ÁGUA EM DIVERSOS TECIDOS	
TECIDOS	% DE ÁGUA
SANGUE	83
RIM	83
MÚSCULO	76
CÉREBRO	75
FÍGADO	68
OSSO	22
TECIDO ADIPOSEO	10

Origem da água

Ingerida como bebida

Ingerida como constituinte dos alimentos

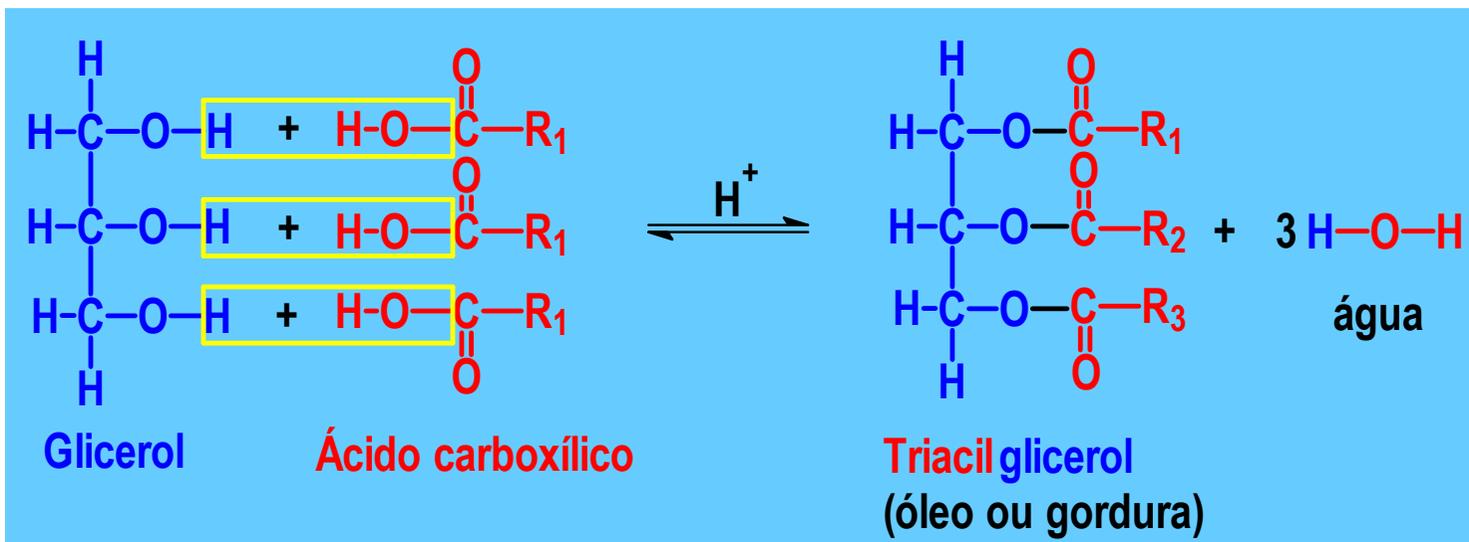
Água de origem metabólica: oxidação dos alimentos

A oxidação de 100g de gordura produz 107 g de água

A oxidação de 100g de carboidrato produz 55 g de água

A oxidação de 100g de proteína produz 41 g de água

Produzindo um Total de 200 a 300mL/dia.



Mecanismos de perda de água

- Perda sensível: Excreção urinária e fecal

Quais substâncias que aumentam a excreção urinária???

- Perda insensível é contínua e geralmente inconsciente:

Exemplo: quando a água sai com o ar expirado dos pulmões ou vapor de água escapa da superfície cutânea.

A transpiração, uma fonte detectável de perda de água é diferente da perda insensível de água através da pele.

Mecanismos de perda de água

Em altitude elevada, baixa umidade e altas temperaturas podem aumentar a perda insensível de fluido através dos pulmões e perda sensível de fluidos pela transpiração.

Os atletas podem perder de 1361 a 1814g de fluido durante a prática de exercício a 26,6°C e baixa umidade e até mais em temperaturas mais altas.

Quando o consumo de água é insuficiente ou a perda de água é excessiva ???

- ❑ Os rins
- ❑ Os túbulos renais
- ❑ A concentração de urina produzida pelos rins tem limite: aproximadamente 1.400mOsm/L.

O que determina a ingestão de água?

Em indivíduos saudáveis, a ingestão de água é controlada principalmente pela sede. Os centros de controle da sede estão localizados no hipotálamo, próximos aos centros que regulam o hormônio antidiurético (ADH).

A sede é estimulada quando a **osmolaridade** plasmática aumenta ou o volume intravascular diminui.

Osmolaridade: é uma medida das partículas osmoticamente ativas por litro de solvente pela qual as partículas estão dispersas.

É expresso como milosmole do soluto por litro de solvente (mOsm/L).

O que determina a ingestão de água?

A soma média da concentração de todos os cátions no soro é cerca de 150mEq/L. Isso é equilibrado pelos 150mEq/L de ânions, produzindo uma osmolaridade sérica total de cerca de 300mOsm/L.

Um desequilíbrio osmolar é causado por ganho ou perda de água relativo a um soluto, ou um ganho ou perda de soluto relativo à água.

Uma osmolalidade menor que 285mOsm/L geralmente indica **excesso de água;**

Uma osmolalidade maior que 295mOsm/L geralmente indica **déficit de água;**

O que determina a ingestão de água?

A água é absorvida com rapidez porque se move livremente através das membranas, por difusão que é controlada pelas forças osmóticas gerada pelos íons inorgânicos em solução no corpo.

Estômago

Intestino delgado e grosso

Equilíbrio hídrico



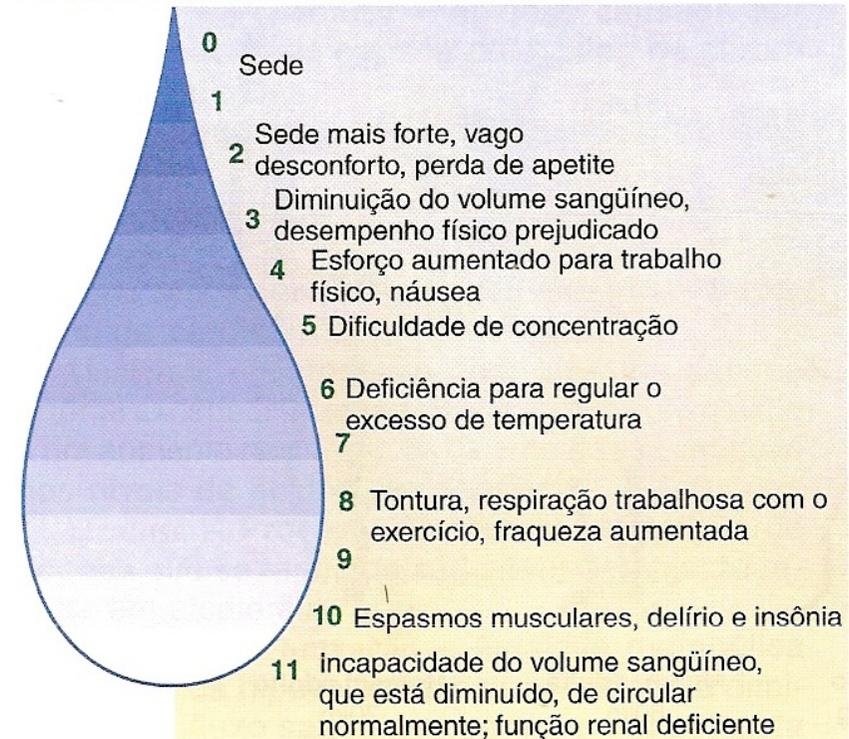
A quantidade de água consumida diariamente é quase equivalente à quantidade perdida.

INGESTÃO E ELIMINAÇÃO DE ÁGUA (mL)*	FONTE DE ÁGUA
Ingestão de água	
1.400	Fluidos
700	Alimento
200	Oxidação
2.300	Total
Eliminação de água	
<i>Temperatura normal</i>	
1.400	Urina
100	Fezes
100	Pele (transpiração)
	Perda insensível
350	Pele
350	Trato respiratório
2.300	Total
<i>Tempo quente</i>	
1.200	Urina
100	Fezes
1.400	Pele (transpiração)
	Perda insensível
350	Pele
250	Trato respiratório
3.300	Total
<i>Exercício prolongado</i>	
500	Urina
100	Fezes
5.000	Pele (transpiração)
	Perda insensível
350	Pele
650	Trato respiratório
6.600	Total

Efeitos da Perda de água

- ✓ Perda de 10% de água causa distúrbios graves
- ✓ Perda de 20% de água corporal pode causar a morte

PORCENTAGEM DE PESO CORPORAL PERDIDO



Sinais da Desidratação: cefaléia, fadiga, apetite diminuído, tontura, turgor cutâneo-pele flácida, urina concentrada, mucosa da boca e nariz seco, taquicardia.

Necessidades de água em condições normais

Adultos	1mL/Kcal
Lactantes	1,5mL/Kcal
Peso corporal em adultos	35mL/kg (2 a 2,5L/dia)
Peso corporal em crianças	50 a 60 mL/kg

Os determinantes primários da manutenção das necessidades de água são metabólicos

A ingestão de água pelo organismo deve ser suficiente para:

atingir as demandas metabólicas: influenciada pelo tamanho e composição corporal, atividade física e febre.

equilibrar as perdas de água sensíveis e insensíveis: transpiração e perspiração (evaporação do suor) e perda insensível pelos pulmões que varia de acordo com a atividade, altitude, umidade e temperatura.

manter uma carga de soluto renal tolerável: depende da ingestão e da composição da dieta de uma pessoa.

O NRC (National Research Council) recomenda:

1mL de água/ kcal de energia gasta (condições médias de gastos de energia e condições ambientais)

Os modelos clínicos são tipicamente baseados num homem médio de 70kg

A recomendação de energia para homens de 19 a 50 anos é de:
38 a 41kcal/kg/dia para a atividade média e moderada

2660 a 2870 Energia
(11 a 12 copos de água/dia)

Para indivíduos que estão acima ou abaixo do peso médio de 70Kg

100 mL/kg	Para os primeiros 10 kg
50 mL/kg	Para os próximos 10 kg
20 mL/kg	Aqueles com menos de 50 anos de idade
15 mL	Aqueles com mais de 50 anos de idade

Por exemplo, a necessidade de água para um homem de 40 anos com 170kg:

$$(primeiros 10kg = 1000mL) + segundos 10kg = 500 mL) + (restantes 150 kg = 3000mL) = 4500mL$$

Um indivíduo com o peso de 170kg em função da ingestão dietética aumentada pode receber mais água a partir de:

- ❑ alimentos sólidos (750 mL, aprox 3 copos) e do metabolismo oxidativo (250 mL, aprox 1 copo) = 1000 mL
- ❑ Mais um consumo de 1500 mL de fluidos= 2500 mL

$4500\text{mL} - 2500\text{mL} = 2000\text{mL} / 250\text{mL} = 8$ copos de água a mais
Total de 19 a 20 copos por dia

Um indivíduo com peso de 170kg

A Mesmo assim a sua necessidade de ingestão de fluido deveria ser de até 14 copos dia.

A cada 11,36kg (menos de 50 anos) acima do peso ideal de 70kg aumenta a necessidade de água de mais um copo de 240mL

$$11,36\text{kg} \times 20\text{mL/kg} = 227 \text{ mL (cerca de um copo)}$$

ELETRÓLITOS

Os eletrólitos são substâncias que se dissociam em íons positivos (cátions) e negativos (ânions) quando dissolvidos em água.

Os eletrólitos são sais inorgânicos de Sódio, Potássio ou Magnésio.

Um milequivalente (mEq) de qualquer substância tem a capacidade de se combinar quimicamente com 1mEq de uma substância com uma carga oposta.

ELETRÓLITOS

Teor mineral do corpo		Concentração sérica	Localização corporal
Sódio (Na ⁺)	2%	136 a 145mEq/L	30 a 40% esqueleto, fluido extracelular
Potássio (K ⁺)	5%	3,5 a 5mEq/L	Fluido intracelular
Cloreto (Cl ⁻)	3%	96 a 106mEq/L	Fluido cérebro espinhal, bile, sucos gástrico e pancreático

Fonte: KRAUSE et al., 2005

Esses elementos estão distribuídos por todos os fluidos corporais e estão envolvidos em pelo menos quatro importantes funções corporais fisiológicas:

ELETRÓLITOS

Funções corporais fisiológicas

- equilíbrio e distribuição da água;
- equilíbrio osmótico;
- equilíbrio ácido-base;
- diferenciais de concentração intra e extracelular

Sódio

Principal cátion do fluido extracelular

Várias secreções como bile e suco pancreático contém sódio.

A maior parte está no esqueleto, entretanto a maior parte desse sódio é imutável ou apenas lentamente permutável como aquele dos fluidos corporais.

Ao contrário da crença comum, o suor é hipotônico e contém uma quantidade relativamente pequena de sódio.

Sódio-Funções

Como íon predominante do fluido extracelular, o sódio regula o seu volume e o volume do plasma sanguíneo. O sódio também auxilia na condução de impulsos nervosos e no controle da contração muscular.

Sódio

Absorção e Excreção

O sódio é rapidamente absorvido do intestino e transportado para os rins, onde é filtrado e retorna para o sangue para manter níveis apropriados. A quantidade absorvida é proporcional ao consumo.

Cerca de 90 a 95% da perda normal de sódio do corpo é através da urina, o restante pelas fezes e suor. Normalmente a quantidade de sódio excretada diariamente é igual a consumida.

Sódio-Equilíbrio

O equilíbrio de sódio é controlado pela aldosterona um mineralocorticóide secretado pela córtex adrenal.

Quando os níveis de sódio no sangue aumentam, os receptores da sede no hipotálamo estimulam a sensação de sede. A ingestão de fluidos retorna os níveis de sódio ao normal.

Quando os níveis de sódio no sangue estão baixos, a excreção de sódio pela urina diminui ao normal.

O estrogênio pode causar a retenção de sódio e água. As mudanças no equilíbrio de água e sódio durante o ciclo menstrual, gravidez e com uso de anticoncepcional são parcialmente atribuídas as mudanças nos níveis de progesterona e estrogênio.

Sódio

Ingestão recomendada

Necessidades mínimas estimada de **sódio**, cloreto e potássio para pessoas saudáveis

Idade	Peso (kg)	Sódio (mg)	Cloreto (mg)	Potássio (mg)
Meses				
0-5	4,5	120	180	500
6-11	8,9	200	300	700
Anos				
1	11	225	350	1000
2-5	16	300	500	1400
6-9	25	400	600	1600
10-18	50	500	750	2000
> 18	70	500	750	2000

- Um limite superior de 2,4g de sódio por dia ou 6,4g de cloreto de sódio por dia foi recomendado
- A ingestão diária média de sal em dietas ocidentais é cerca de 10 a 12g (4 a 5g de sódio) *per capita*.
- Aproximadamente 3g de sal diário existe naturalmente nos alimentos,
- 3g são adicionados durante o processamento,
- 4g adicionados pelo indivíduo.

Sódio

Ingestão recomendada

Conseqüências

Uma ingestão isolada excessiva de sódio leva a edema e hipertensão.

Os rins são capazes de excretar sódio em excesso.

Mais preocupante é a ingestão excessiva persistente de sódio. Além do seu papel na hipertensão, a ingestão excessiva de sal está associada à maior excreção urinária de cálcio sendo um fator de risco para osteoporose.

Fontes de Sódio

A principal fonte de sódio é o cloreto de sódio (sal) do qual o sódio constitui 40% de seu peso.

Carne contém mais sódio que os vegetais e grãos.

Exemplo:

31g de bife contém aproximadamente 30mg de Na

31g de hambúguer contém aproximadamente 400mg de Na

1/2 vegetais congelados preparados sem sal contém 10mg de Na

1/2 vegetais enlatados contém aproximadamente 260mg de Na

Potássio

O K^+ é o principal cátion do fluido intracelular, está presente em pequenas quantidades no fluido extracelular. A concentração do potássio sérico normal é de 3,5 a 5mEq/L.

Funções

Juntamente com o sódio, o potássio está envolvido na manutenção do equilíbrio hídrico, equilíbrio osmótico e no equilíbrio ácido-base.

Juntamente com o cálcio é importante na regulação da atividade neuromuscular.

Potássio

Funções

Promove o crescimento celular.

O conteúdo de potássio no músculo está relacionado à massa muscular e armazenamento de glicogênio; portanto se o músculo está sendo formado, um suprimento adequado de potássio é essencial.

Potássio

Absorção e Excreção

O potássio é prontamente absorvido no intestino delgado. Aproximadamente 80 a 90% do potássio ingerido é excretado na urina, o restante é perdido nas fezes.

Os rins mantêm os níveis séricos normais mediante sua habilidade de filtrar, reabsorver e excretar potássio sob a influência da aldosterona.

Potássio

FONTES

Em geral, frutas, hortaliças, carne fresca e produtos de laticínio são boas fontes de potássio.

Teor de K considerado muito alto >300mg/porção (1/2 xícara)

Frutas: Abacate, banana, manga, papaia....

Vegetais: Alcachofra, broto de bambu, milho, tomate...

Potássio

Ingestão recomendada

Idade	Peso (kg)	Sódio (mg)	Cloreto (mg)	Potássio (mg)
Meses				
0-5	4,5	120	180	500
6-11	8,9	200	300	700
Anos				
1	11	225	350	1000
2-5	16	300	500	1400
6-9	25	400	600	1600
10-18	50	500	750	2000
> 18	70	500	750	2000

-Níveis mais altos são recomendados pela possibilidade do potássio prevenir a hipertensão.

-A ingestão de potássio é inadequada em um grande número de americanos 50% por causa do consumo inadequado de frutas e vegetais.

BOMBA NA e K

Exemplo importante de transporte ativo de Na e K através da membrana plasmática de todas as células animais.

Nas células vermelhas do sangue a concentração de K no citossol é cerca de 110mM enquanto que no plasma sanguíneo é apenas de 3mM. Por outro lado, a concentração de Na no plasma sanguíneo é relativamente alta perto de 140mM e a concentração deste íon no interior do eritrócito é de aprox 4mM.

A manutenção destes gradientes através da membrana plasmática depende do fornecimento de ATP. A membrana do eritrócito contém uma enzima chamada ATPase transportadora de Na e K que catalisa a hidrólise de ATP em ADP e fosfato e utiliza a energia assim liberada para bombear potássio para dentro da célula e Na para fora.

O rim precisa excretar na urina o sódio em excesso e conservar o potássio no sangue

EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE

Um ácido libera íons de hidrogênio em solução, enquanto que a base aceita íons em solução.

Um baixo pH sanguíneo indica uma maior concentração de íon hidrogênio sendo o inverso verdadeiro.

O equilíbrio ácido-base é o estado dinâmico da concentração do íon hidrogênio.

A manutenção do nível do pH sanguíneo arterial dentro da faixa normal de 7,35 a 7,45 é crucial para muitas funções fisiológicas e reações bioquímicas.

EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE

Os mecanismos regulatórios dos rins, pulmões e sistema-tampão capacitam o corpo a manter o nível do pH sanguíneo apesar da enorme carga ácida pelo consumo alimentar e metabolismo tecidual.

Produção de ácido

Os ácidos são introduzidos exogenamente pela ingestão de alimentos precursores de ácido.

São também gerados endogenamente por meio do metabolismo tecidual normal. Exemplo:

Os ácidos fosfórico e sulfúrico são produzidos a partir dos substratos que contêm fosfato e aminoácidos ou contêm enxofre, respectivamente. O dióxido de carbono (CO_2), um ácido volátil, é produzido a partir da oxidação das CHOs, aas e gorduras.

EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE

Regulação

Uma série de mecanismos reguladores mantém o pH dentro de limites fisiológicos muito estreitos.

Em nível celular, os sistemas tampão compostos de ácidos e bases fracas e seus sais correspondentes minimizam o efeito no pH causado pela adição de um ácido ou base fraca.

As proteínas e fosfatos são os tampões intracelulares primários.

O sistema bicarbonato/ácido carbônico é o principal tampão extracelular.

EQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE

Regulação

O equilíbrio ácido-base também é mantida pelos rins e pulmões.

Os rins regulam a secreção de íon hidrogênio (H^+) e reabsorção de bicarbonato.

Os pulmões controlam a ventilação alveolar, alterando a intensidade ou a taxa de respiração que por sua vez alteram a quantidade de CO_2 expelido.

DESEQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE

Desequilíbrio respiratório

- Acidose respiratória: ↑ nível de H_2CO_3 por retenção de CO_2 (área pulmonar diminuída - enfisema)
- Alcalose respiratória: ↓ nível de H_2CO_3 por expiração excessiva de CO_2 e H_2O (exercício intenso, ansiedade)

DESEQUILÍBRIO ÁCIDO-BASE

Desequilíbrio metabólico

Acidose

- ↑ concentração de H^+ (↓ pH) ou
- ↓ HCO_3^- por excreção (diarréia, cetoacidose por diabetes melitus não controlado, dieta com alto teor de gordura e sem CHO)

Alcalose

- ↓ concentração de H^+ (↑ pH) ou
- ↑ HCO_3^- por excreção (diuréticos, perda de cloreto, vômito)