

Apa in organism

1. Consideratii generale:

- Organismul adult este alcatuit din:
 - 60% apa
 - 40% reziduu uscat format din:
 - 18% proteine, 15% lipide, 5% substante minerale (pentru un subiect de 70Kg)

Apa ocupa locul 2 ca importanta, dupa oxigen. Un deficit de apa de 15% din greutate duce la moarte in 6-7 zile

Rolurile apei

- Constituent esential al materiei vii, permitand desfasurarea normala a mecanismelor homeostazice
- Solvent pentru substantele organice si anorganice
- Transportor si mediu de desfasurare a proceselor de biosinteza si biodegradare

2. Repartizarea apei in organism

- Variabila, direct proportionala cu intensitatea proceselor metabolice vitale, la nivel de organism, organe, tesut
- Constanta, daca se raporteaza exclusiv la volumul celular

Repartizarea apei in organism in raport de intensitatea proceselor vitale

1. Varsta/sex:
 - Embrion 90-97%
 - Copil 0-1 an 75%
 - Copil 1-12 ani 65%
 - Adolescent 50-58%
 - Adult 30-59 ani 60-70%
 - Barbat 55-63%
 - Femei 47-52%
 - Varstnic >60ani <50%
 - Variatiile continutului de apa la om, gasite la diferiti autori se datoresc repartitiei inegale a tesutului adipos (hidrofob)

Repartizarea apei in tesutul aceleiasi specii

- Smalt 0,2%
- Dentina 10%
- Tesut osos 25%
- Tesut adipos 20-30%
- Tesut cartilagos 55%
- Tesut conjunctiv 60%
- Tesut muscular 75%
- Tesut nervos 80%

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Repartitia apei in organe

- Oase 22-25%
- Tiroida 70-75%
- Rinichi 80-85%
- Creier:
 - substanta cenusie 85%
 - substanta alba 70%
- Inima, plamani 80%
- Ficat, piele 70%

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Repertitia apei in:

- Plasma 90%
- Elemente figurate 65%

3. Compartimentele lichidiene

- A. Compartimentul intracelular
 - cuprinde cea mai mare cantitate de apa – 40%
 - apa se gaseste in doua forme:
 - legata pe interiorul membranei si de proteinele celulare
 - libera ca solven solvent intracelular

B. Compartimentul extracelular

- Cuprinde 20% apa din greutate.
- Este repartizata in urmatoarele subcompartimente:
 - apa intravasculara (plasma sanguina)
 - apa transcelulara – delimitata de structuri epiteliosecretoare – ex. LCR, umoarea apoasa, lichidele din spatiile virtuale (pericardic, peritoneal, pleural, sinovial), secretiile digestive, secretia sudorala
 - lichidul interstitial
- Lichidul interstitial (L1) impreuna cu plasma sanguina formeaza **mediul intern** al organismului.
- Constanta mediului intern este o conditie fundamentala a vietii organismelor, denumita de Canot (1929), **homeostazie**

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Valori ale compartimentelor lichidiene la adultul normal (~70Kg)

Compartimentul	% din greutatea corporala	Litri / 70 Kg
1. Apa totala	60	42
2. Apa intracelulara	40	27
3. Apa extracelulara	20	15
- Plasma	4	3
- Lichidul interstitial si limfa	15	11
- Lichidul transcelular	1	1

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

4. Deplasarea apei in organism

- Schimburile de apa si electroliti dintre diversele compartimente sunt influentate de factori care conditioneaza sensul de deplasare:
 - presiunea hidrostatica
 - presiunea osmotica
 - presiunea coloidosmotica

Apa traverseaza toate membranele celulare si tisulare

5. Masurarea distributiei apei in compartimentele lichidiene

- *Principiu:*
- Se face indirect
- Este al dilutiei sau al spatiului de distributie
- $C_1V_1 = C_2V_2$
- $C_1V_1 = Q$
- $V_2 = Q / C_2$

O cantitate de substanta (Q), cu concentratie (C1) si volum (V1) cunoscut, se distribuie omogen intr-un volum de distributie necunoscut (V2), caruia ii putem determina concentratia pe unitatea de volum (C2), dupa un timp dat

Principiul dilutiei:

$\text{Volumul (ml)} = \frac{\text{Cantitatea de substanta indicator introdusa}}{\text{Concentratia per ml a substantei dispersate in lichid}}$

RETINETI:

1. Cantitatea de substanta indicator introdusa in vas
2. Concentratia substantei de lichid dupa dispersie

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Substantele MARKER

- Netoxice
- Inerte metabolic
- Nefixabile pe elementele figurate, alte celule sau albumina
- Sa nu afecteze distributia lichidiana prin modificari de presiune osmotica
- Sa nu paraseasca rapid compartimentul
- Omogenizabile rapid
- Dozabile

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Conditii de determinare

- Repaus fizic de ~1 ora inainte de determinare
- Repaus alimentar de 12 ore inainte de determinare, pentru glucide si lipide si de 24 ore inainte de determinare, pentru proteine
- Confort termic: 18-20°C pentru persoana imbracata
- Repaus psihic
- Sistarea medicatiei, cu 3 zile inainte de determinare

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Determinarea volumelor compartimentelor lichidiene

- *Apa totala*: apa radioactiva sau apa grea contine tritium radioactiv sau deuteriu. Dupa injectarea IV, acestea se amesteca ca apa totala in cateva ore, iar pentru calculul apei totale se foloseste principiul dilutiei
- *Volumul lic. extracelular*: sodiu radioactiv, clorul radioactiv, ionul tiocianat, inulina si zaharoza. Dupa injectare se amesteca in 30-60 min cu lichidul extracelular, iar pentru calcul de foloseste principiul dilutiei
- *Volumul lic. intracelular*: se calculeaza prin diferenta dintre apa totala si lichidul extracelular
- *Volumul plasmatic*: se folosesc proteine plasmatic radioactive (marcate cu ^{131}I) sau proteine plasmatic de care se leaga coloranti (T-1824 numit si albastru Evens)
- *Volumul eritrocitar*: se foloseste cromul radioactiv care se leaga de eritrocite

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

6. Echilibrul hidric

- Reprezinta diferenta intre intrarile de apa si iesirile de apa
- In conditii normale organismul isi mentine echilibrul hidric (homeostazia hidrica)
- *Aportul zilnic de apa*: cea mai mare parte de apa ingerata este administrata pe cale orala – 2/3 sub forma de apa ca atare sau alte bauturi; 1/3 este in alimentele ingerate
- O mica cantitate de apa este sintetizata in organism ca rezultat al oxidarii hidrogenului din alimente – variaza intre 150-250 ml/zi si depinde de intensitatea proceselor metabolice
- *Aportul normal de lichide inclusiv cele sintetizate, este de ~2300 ml/zi*

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Pierderile zilnice de apa

	Temp normala	Temp ridicata	Effort fizic intens
Pierderi insensibile			
- piele	350	350	350
- arbore respirator	350	250	650
Urina	1400	1200	500
Transpiratie	100	1400	5000
Fecale	100	100	100
TOTAL	2300	3300	6600

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Pierderi insensibile de apa

- Prin prespiratie insensibila se pierd cantitati importante de apa in urma *evaporarii apei la suprafata pielii* (in lipsa secretiei sudorale) si prin tractul respirator
- Cantitatea de apa eliminata prin piele este de $\sim 350\text{ml/zi}$. Aceasta cantitate se pierde si la persoanele cu deficit congenital de glande sudoripare. Moleculele de apa difuzeaza printre celulele epidermei. Stratul de colesterol epidermic limiteaza aceste pierderi. Cand acest strat dispare (ex: in arsuri) rata evaporarii poate creste la $3\text{-}4\text{l/zi}$

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Temperatura ridicata

- In mediu cald, peste 33°C , evaporarea transpiratiei este unicul mijloc de pierdere a caldurii
- Prin transpiratie se pierd cantitati mari de NaCl
- Pierderile de apa si NaCl determina diluarea lichidului interstitial
- Dezechilibrul mineral se corecteaza prin ingerare de bauturi clorurosodice

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

7. Reglarea echilibrului hidric

- Se face prin:
 - reglarea interstitiei de lichide prin senzatiile de sete
 - reglarea pierderilor de apa, prin hormonul antidiuretic cu rol major in controlul reabsorbtiei renale de apa si al osmolaritatii plasmei

Reglarea aportului hidric:

- senzatiile de sete apare la reducerea continutului hidric din organism sub 1%

Setea poate fi produsa prin:

- stimularea osmoreceptorilor hipotalamici (prin cresterea presiunii esmotice a lic. Extracelular)
- stimularea voloreceptorilor atriali (in hipovolenie)

Factorii de control ai setei

Factorul	Cresterea senzatiei de sete	Scaderea senzatiei de sete
Osmolaritatea		Scazuta
Volumul sanguin	Scazuta	Crescuta
Presiunea sanguina	Scazuta	Crescuta
Angiotensina II	Crescuta	Scazuta
Alti factori	Uscarea mucoasei bucofaringiene	Distensia gastrica

Reglarea eliminarilor de apa

- Se face prin reactii compensatorii – hormonul diuretic (ADH) si ALDOSTERON, pentru retinerea apei si prin FACTORUL NATRIURETIC ATRIAL, pentru eliminarea apei

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Factorii de reglare a secretiei de ADH

Cresterea secretiei	Scaderea secretiei
Cresterea osmolaritatii plasmei	Scaderea osmolaritatii plasmei
Scaderea volumului de LEC	Cresterea volumului de LEC
Scaderea volumului sanguin	Cresterea volumului sanguin
Scaderea presiunii sanguine	Cresterea presiunii sanguine

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

8. Tulburari ale echilibrului hidric

- Pertubarile metabolismului apei intereseaza si sodiul in majoritatea cazurilor, dar pot fi si separate
- Tulburarile se datoreaza:
 - pierderilor excesive de apa (deficitelor de apa) – *bilant hidric negativ*
 - retinei in exces a apei (exces de apa) – *bilant hidric pozitiv*

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Deficitul de apa

- Intereseaza in special compartimentul extraceluler, unde are loc o crestere a presiunii osmotice (in plasma si lic.interstitial)
- Apa este atrasa din celule si *se produce*: deshidratare celulara cu senzatie de sete; uscaciunea mucoasei bucofaringiene
- Daca mecanismele homeostatice sunt eficiente are loc secretia de ADH
- Tulburarile semnalate se corecteaza rapid dupa ingestia corespunzatoare de apa.

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Excesul de apa

- Prezenta unui exces de lichid in tesuturile organismului reprezinta *edemul*
- Edemul poate fi prezent in compartimentul:
 - intracelular
 - extracelular

Edemul intracelular apare in doua situatii:

- 1.** Deprimarea sistemelor metabolice tisulare sau o nutritie inadecvata a celulelor. Poate apare acolo unde fluxul sanguin local este redus iar aportul de O₂ si substante nutritive este prea mic pentru a mentine un metabolism tisular normal. Are loc deprimarea activitatii pompelor membranare, in special a pompei ce scoate sodiul din celula. Se produce osmoza apei in celula
- 2.** Inflamatiile determina o crestere a permeabilitatii membranelor celulare. Sodiul si alti ioni intra in celula, producand osmoza consecutiva a apei in celula

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Excesul de apa

Edemul extracelular:

- Poate fi cauzat de:
 - extravazarea exagerata de lichid din sangele capilar sau insuficienta sistemului limfatic de a drena lichidul din insterstitii
 - retina renala de apa si de sare

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Edemul produs prin extravazarea de lichid din capilare sau obstructie limfatica

- 1.** Presiunea capilara crescuta
 - retentie renala excesiva de apa si sare (insuficienta renala, exces de mineralocorticoizi)
 - presiune venoasa ridicata (insuficienta cardiaca, staza venoasa localizata, insuficienta pompelor venoase)
- 2.** Scaderea proteinelor plasmaticice
 - pierderi de proteine prin urina
 - pierderi prin lipsa tegumentara (arsuri, rani)
 - sinteza proteica insuficienta (boli hepatice, deficit de aport)
- 3.** Permeabilitate capilara crescuta
 - reactii imune ce produc eliberare de histamina sau alte subsatnte imune
 - toxine
 - infectii bacteriene
- 4.** Blocajul drenajului limfatic

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Edemul produs prin retentie renala de apa si sare

- Clorura de sodiu ramane aproape in totalitate in compartimentul extracelular
- Cele mai multe boli care compromit functia renala au tendinta de a reduce excretia de apa si sare prin urina
- Consecinte:
 - 1.** Edem extracelular intins
 - 2.** Hipertensiune datorata cresterii volemiei

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Relatia dintre presiunea LI si volumul LI

- Presiunea LI \sim -3mmHg
- La -3mmHg, volumul LI este de \sim 12 litri
- LI este sub forma de gel
- Gelul este important – previne curgerea cu prea mare usurinta a lichidului printre tesuturi din cauza filamentelor de proteoglicani (formate din ac. Hialuronic si proteine) care actioneaza ca un burete

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

“Factor de siguranta ANTIEDEM”

- Consta din trei mecanisme:
 1. Presiunea negativa a LI sa fie anulata si sa devina pozitiva
 2. Fluxul limfatic poate creste de la 10 la 50 de ori – constituie factor de siguranta deoarece previne cresterea presiunii LI la valori pozitive
 3. “Spalarea” proteinelor din LI. Pe masura ce proteinele sunt indepartate din interstitiu, creste diferenta dintre presiunea coloidosmotica a plasmii si cea interstitiala, crescand absorbtia osmotica a lichidului din interstitii in capilare

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Electrolitii in organism

- In lichidele organismului se gasesc dizolvati:
 - Compusi organici, cu molecula mica (glucoza, uree, aminoacizi)
 - Substante macromoleculare (mai ales proteine)
 - Electroliti anorganici

Electrolitii anorganici au rol in distributia si retinerea apei, in determinarea presiunii osmotice si a concentratiei de H⁺ ioni

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide

Compozitia in electroliti a plasmei, LE, LIC (mEq/l)

Electrolitul	Plasma	LE	LIC
Na ⁺	142	145	10-30
K ⁺	4-5	4-4,5	100-159
Ca ²⁺	5	2,4-3	0,0001-4
Mg ²⁺	1,1-2,6	1,1-2,5	6-58
Cl ⁻	103	112-117	3-70
HCO ₃ ⁻	25-27	28-29	7-15

Cat. de Fiziologie, UMF Bucuresti
2005/2006 – Dr. Dan Ferechide