PHYSIOLOGY

Lec: 6

Done by: Haneen Frehat

اذا ذاب solute في الماء رح يعمل osmotic pressure

فعندما نتكلم عن مذاب كم ينتقل من منطقة لاخرى حسب ال concentration gradient اذا
ما انتقل ال solute ينتقل الماء حسب ال concentration gradient للماء وينتقل الماء بقوة
لو جبت حوض ماء فقط وبجانبه حوض اخر فيه ماء وملح وبينهن غشاء فيلحق
الماء الملح فينتقل الماء من المكان الصافي للمالح والانتقال يكون قوي

Osmosis (cont.)

- **Osmotic pressure (π)** of a solution is a measure of the tendency for water to move ***into that solution***. It is equal to the hydrostatic pressure needed to stop osmosis.

  It is determined by the number of particles in a solution per unit volume of fluid (i.e. molar concentration). The osmotic pressure increases when the solute concentration increases.

- The higher the osmotic pressure of a solution, the greater the water flow ***into it***.

- The **Osmole** of a substance = 1 gram molecular weight of undissociated solute of that substance.

تحدد قوة انتقال المادة منفذة لا مركز وليس كدد المولات في وحدة الحجم

Osmolarity = concentration X number of dissociable particles

mOsm/L = mmol/L X number of particles/mole

- The **Osmolality** = the number of osmoles per kilogram of water. The normal osmolality of the extracellular and intracellular fluids is about 300 milliosmoles per a kilogram of water.

قوة اندفاع الماء

The average osmotic pressure of the body fluids is about 5500 mmHg, since one milliosmole per liter is equivalent to 19.3 mmHg osmotic pressure.

- The **Osmolarity** = the number of osmoles per liter of solution ≈ osmolality for dilute solution, such as those in the body.

Osmolality

لما انا بدي اعمل ال solution ل مثل المحاليل التي في المستشفيات (المغذي) اما ماء وكلوريد الصوديوم او ماء وجلوكوز او الخليط بينهم كلها تعتمد على مبدأ ال osmolality

لان لما بدي اعمل محلول لازم تركيز ال osmosis يلي بالمحلول تساوي التي هي موجودة في الجسم لانه لو اعطيت محلول يختلف عن osmolality للجسم غير متشابه مع الجسم فان الخلايا اما تنكمش او تنتفخ فلو اراد معمل ان يعمل محلول يشبه الجسم فيحضر لتر من الماء المقطر

Kg of water = mass of 1 L of water

اذا نذوب فيه مول من كلوريد الصوديوم كانما ذوبت فيه 2 osmosis لانه سيتفكك لصوديوم وكلورايد ايون ، هذا مبدأ osmolality لان حجم الماء او وزن الماء 1L

عمل اي محلول في المستشفى يعتبر osmolality لانه تحكمنا في الحجم منذ البداية

Osmolarity

اذا اخذت محلول جاهز من انسان مثل سحبت دم وعزلت الكريات الحمراء والبيضاء حتى لو اخذ لتر من البلازما او لتر من المحلول هذا اللتر يكون اقل من لتر الماء لان لو طلعت الماء وعزلته سيكون لا يساوي 1L لان هناك زائد في الحجم كان لصالح المواد الذائبة فعند قياسها x osmosis in L of the ((solution)) وهذا مبدأ ال osmolarity

يختلفوا ويكون هذا الختلاف تافهه اذا كانت كمية المادة المذابة قليلة لاتؤثر كثيرا على الحجم

مثلا محلول مثل البلازما تعتبر قليلة المواد الذائبة فعند اجراء تحليل نموذج للبلازما فحقيقة يكونوا يفحصوا ال osmolarity اما من الجانب التطبيقي نعتبرها osmolality لان الفرق وكمية المواد المذابة قليل

ال osmolarity لجسم الانسان تقريبا 300

رقم مهم جدا لانه لو عملت محلول كلوريد الصوديوم فالخلية لا تسمح بعبور الصوديوم فاذا الماء التي ستعبر فاذا اعطيت صوديوم بشكل كبير بحيث ان ال osmolarityvخارج الخلية اعلى من 300 فان الخلية ستنكمش لان الماء يلي فيها يلحق الملح وفي حال اعطيت صوديوم قليل فان تركيز الاملاح خارج الخلية سيقل فينتقل الماء من الخارج للداخل فتنتفخ الخلية ممكن ان يؤدي ذلك لانفجار الخلية

احضار دم ووضعه داخل مجموعة test tubes وكل واحد يضعوا فيه ماء وملح بتراكيز مختلفة وماء فقط فان خلايا الدم الحمراء في الماء فقط تنتفخ حتى تنفجر وهذة الحالة تكشف بعض الامراض لان الخلية الطبيعية المفروض ان تكون قادرة على التحمل لكن بعض الامراض تجعل جدار الخلية رقيق وتزيد من احتمالية الانفجار

اي محلول بدي اعطيه يجب ان يكون ال osmolarity له نفس الخلية

شركات الادوية تصنع ابرة. على شكل بودرة معها محلول او ماء مقطر فتكون شركة الدواء حاسبة ان مثلا كمية البودرة مع محلول ال 3 مل ال osmolarity له يساوي 300 فلا يجوز التغيير في الكميات

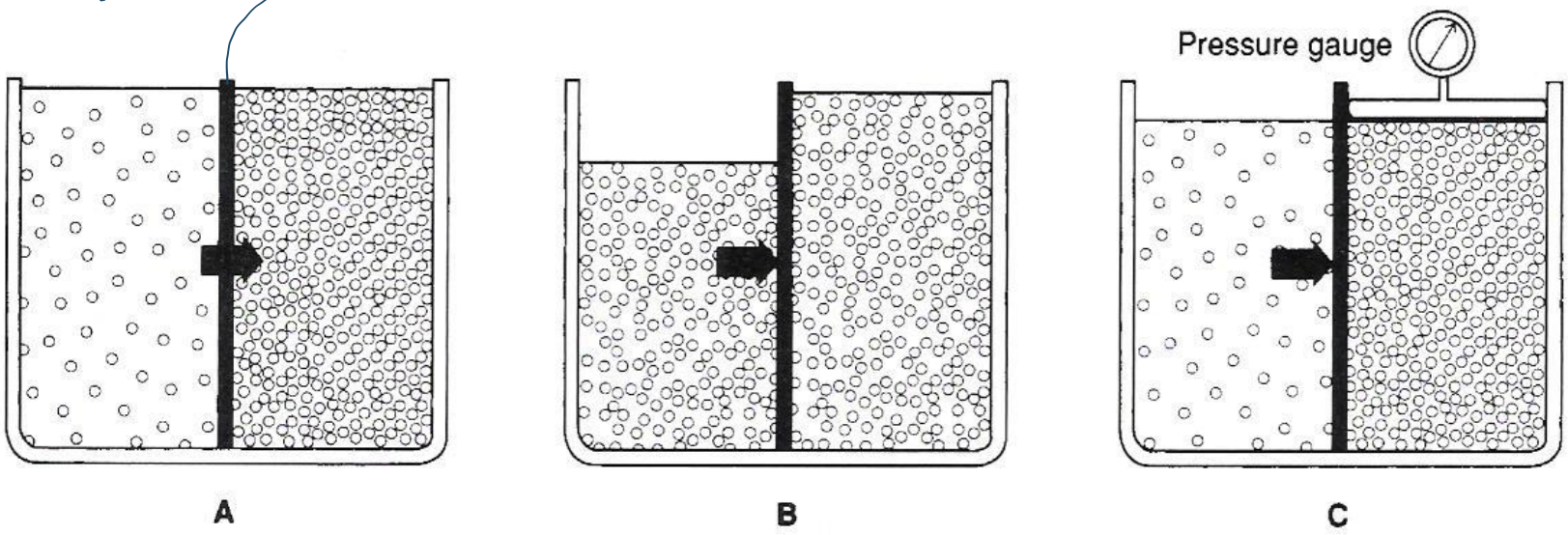


FIGURE . When a selectively permeable membrane separates two solutions of different osmolalities (*A*), water flows from the solution with the lower osmotic pressure (concentration) to the solution with the higher osmotic pressure (concentration). (*B*) Water flows into the chamber until the pressure (i.e., hydrostatic and osmotic) difference between the two chambers is zero. (*C*) The application of pressure to the chamber that contains the higher solute concentration prevents the flow of water. The amount of pressure that must be applied to prevent the flow of water is a measure of the osmotic pressure between the two chambers.

Osmosis (cont.)

- **Colloid osmotic pressure**, or **oncotic pressure**, is the osmotic pressure created by proteins (e.g. plasma proteins). As proteins do not cross the capillary wall, they cause colloid osmotic (oncotic) pressure gradient between the capillary and the interstitial fluid.
- Cell volume can change if the cell is placed in a solution with different osmolality. The new cell volume can be calculated by the formula:

$$\Pi 1 \cdot V1 = \Pi 2 \cdot V2$$

- If the concentration of a substance increases in the ECF compartment the ECF becomes **hyperosmotic**. If the cell membrane is impermeable to this substance the ECF becomes **hypertonic** too. Hypertonic ECF causes water to flow out of the cell (vice versa for hypotonic ECF).
- A solution that causes no change in intracellular volume is called **isotonic**.
- In ***renal failure*** the ECF is hyperosmotic but not hypertonic (as cell membrane is permeable to urea), whereas the rise in glucose produced by ***diabetes*** causes water to flow out of cells as ECF is both hyperosmotic and hypertonic.

كل جزيئة او ايون يذوب في الماء تعمل osmotic pressure

البروتين عبارة عن جزيء لا يستطيع عبور ال Capilary وهذا لا يعني ان الجزيئات الذائبة داخل الcapilary لا تساوي الجزيئات الذائبة خارجه فتكون في الداخل اكثر فمثلا المواد التي تستطيع الخروج لخارج الشعيرة بسهولة يكون تركيزها مشابه لكن البروتين لا يستطيع فيحدث osmotic pressure

فيعني ال osmotic pressure في داخل ال capilary اكثر من خارجها فيعني ذلك ال O P الذي سببه جزيئات البروتين نسميه Colloid O P فمثلما يلحق الماء في المكان المالح فان الماء ايضا يلحق البروتين

الى البروتين يسحب الماء (نفس التعامل مع الملح)

فبعض الامراض تؤدي الى ان تقل البروتينات مما يؤدي الى التغير في

ال Capilary عبارة عن انبوب في البداية الماء يخرج وفي النهاية الماء يرجع لانه في البداية كان البروتين يريد سحب الماء لكن الجاي بضغط عالي الضغط الميكانيكي ف اصبح عندي ضغطين متعاكسين الضغط الميكانيكي و Hydrostatic pressure
الضغط الميكانيكي يدفع الدم من الثقوب للخارج (مثل الماء المضغوط في بربيش) فهو اعلى من ال H P فيجعل البلازما تخرج مع الوقت يقل ويضعف ففي نهاية ال Capilary يكون الضغط الميكانيكي ضعيف جدا فيرتفع الضغط الاخر ويسحب الماء لهذا السوائل تخرج في البداية وترجع 90%

* اذا البروتينات قلت ؟؟

شخص مصاب بتشمع الكبد ولم يعد يصنع البروتينات الموجودة في البلازما فتقل البروتينات فاللذي يخرج يتغلب عاللذي يدخل فاغلب السوائل تخرج فيبين الانسان منفوخ من السوائل وهذا كثير ما نراه في المجاعات الشديدة فاول ما يتوقف الناس عن اكله هو البروتين (غالي الثمن) فعندما تقل البروتينات والطاقة قليلة فيبدأ الجسم بتكسير البروتينات الموجودة كاستغلالها لطاقة للاكل فعندما يقل البروتين في الدم تتجمع السوائل وينتفخ الشخص من المجاعة وليس الصحة

كرية دم حمراء وضعت في محلول معين فتغير حجمها فكيف نعرف الحجم الجديد ؟

الحجم الاول * osmotic pressure الاول = الحجم الثاني * Osmotic Pressure الثاني

اذا وضعنا خلية دم حمراء في محلول ال osmoty له 100 ليس 300 فأن ال osmolarity قلت

جبت محلول وذوبت فيه جلوكوز وعملته 500 اذا كان الانسان سليم وعنده الانسولين والجلوكوز يستطيع عبور ال cell membrane فنسمي المحلول hyperosmotic

اذا اعطيت محلول ال o له 400 من كلوريد الصوديوم هنا نسميه Hypertonic يعني ال tonicisity زادات معناها السبب osmosis يعني ان ال solute لا يستطيع عبور ال cell membrane

اذا المحلول اللي صار او شيء صار بالجسم عمل اختلال بال osmolarity ممكن ان يصير osmosis فمثلا في حالة عجز الكلا هذا لا يعني ان الكلا لا تعمل بول وان المريض لا يتبول لكن غير قادرة على ضبط تركيز الاملاح فوظيفة الكلية هي المحافظة على blood volume فاللذي يحافظ على تركيز الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم هي الكلية

وظائف الكلية :

المحافظة على تركيز الاملاح + blood volume

في ال renal Failure الكلية لا تستطيع اداء وظائفها بشكل كامل

اليوريا تستطيع عبور ال cell membrane مثلها مثل الجلوكوز مادام تستطيع العبور يعني ال osmolarity زادت في ECF & ICF لان اليوريا في الخارج عالية وفي الداخل نتيجة العبور تكون عالية بالتالي يكون المحلول hyperosmotic لان استخدام كلمة tonic يعني عدم القدرة على عبور ال

اذا ارتفع السكر لان الانسولين غير موجود فالسكر لا يستطيع عبور ال cell membrane

Test Question

Q1. Which is incorrect?

A. Diffusion of a solute through a membrane is considerably quicker than diffusion of the same solute through a water layer of equal thickness.

B. A single ion, such as K^+, can diffuse through more than one type of channel.

C. Lipid-soluble solutes diffuse more readily through the phospholipid bilayer of a plasma membrane than do water-soluble ones.

D. The rate of facilitated diffusion of a solute is limited by the number of transporters in the membrane at any given time.

E. A common example of cotransport is that of an ion and an organic molecule.

Test Question

Q2. If a small amount of urea were added to an iso-osmotic saline solution containing cells, what would be the result?

A. The cells would shrink and remain that way.
B. The cells would first shrink but then be restored to normal volume after a brief period of time.
C. The cells would swell and remain that way.
D. The cells would first swell but then be restored to normal volume after a brief period of time.
E. The urea would have no effect, even transiently.

Physiology Lecture 6

Body fluids compartment and constituents

Dr. Waleed R. Ezzat

Lecture Objectives:

* Describe the volume TBW and percent distribution of body fluids in various compartments in adults' males and females.
* List factors affecting the volume of body water.
* Understand how to calculate the volume of various body fluids compartments.
* Describe the composition of extracellular fluid (ECF) and intracellular fluid compartment (ICF) and the ionic distribution in these compartments.
* Explain the Indicator-dilution method and its use for measuring body fluids volumes.
* Understand how to determine volumes of specific body fluid compartments using various substances and the volume of distribution of these substances.

General principles

يجب ان يكون في ال body fluid فيه الحجم ثابت وتراكيز الاملاح مناسب ومستقرة بنسب طبيعية

1. Homeostasis requires the maintenance of a relatively constant volume and stable composition of the body fluids.
2. To stabilize body fluids, fluid intake (by ingestion or synthesized because of metabolism) should be equal to fluid output.
3. Fluid intake can be controlled by thirst mechanism, whereas the most important means by which the body controls the output of water and electrolytes (to match the intake) is by the kidneys.

من الممكن ان يزيد ال body fluid نتيجة دخول سوائل اكثر للجسم عن طريق الطعام والشراب فيختلف الانسان عن الحيوان فالحيوان يشرب حسب حاجة جسمه لا يبالغ بالسوائل اما الانسان ف بامكانه ان ياخذ زيادة عن حاجته مع الطعام وايضا الطعام يحدث له metabolism فيتكون ماء من الميتابوليزم بالاضافة ل سوائل الطعام نفسه

✸ للمحافظة على body fluid 💦.....

يجب ان يكون

input= out put

الذي يتحكم فيه بشكل رئيسي الـ Kidny

لـ هذا لايعني أن Out put فقط من البول انما في وسائل اخرى مثل التعرق ، الدموع ....

(لذلك وقت الصيام البول قليل)

في جسمنا 55%-60% ماء والباقي عبارة عن اجسام صلبة وهذا رقم عام عند البالغين فقط

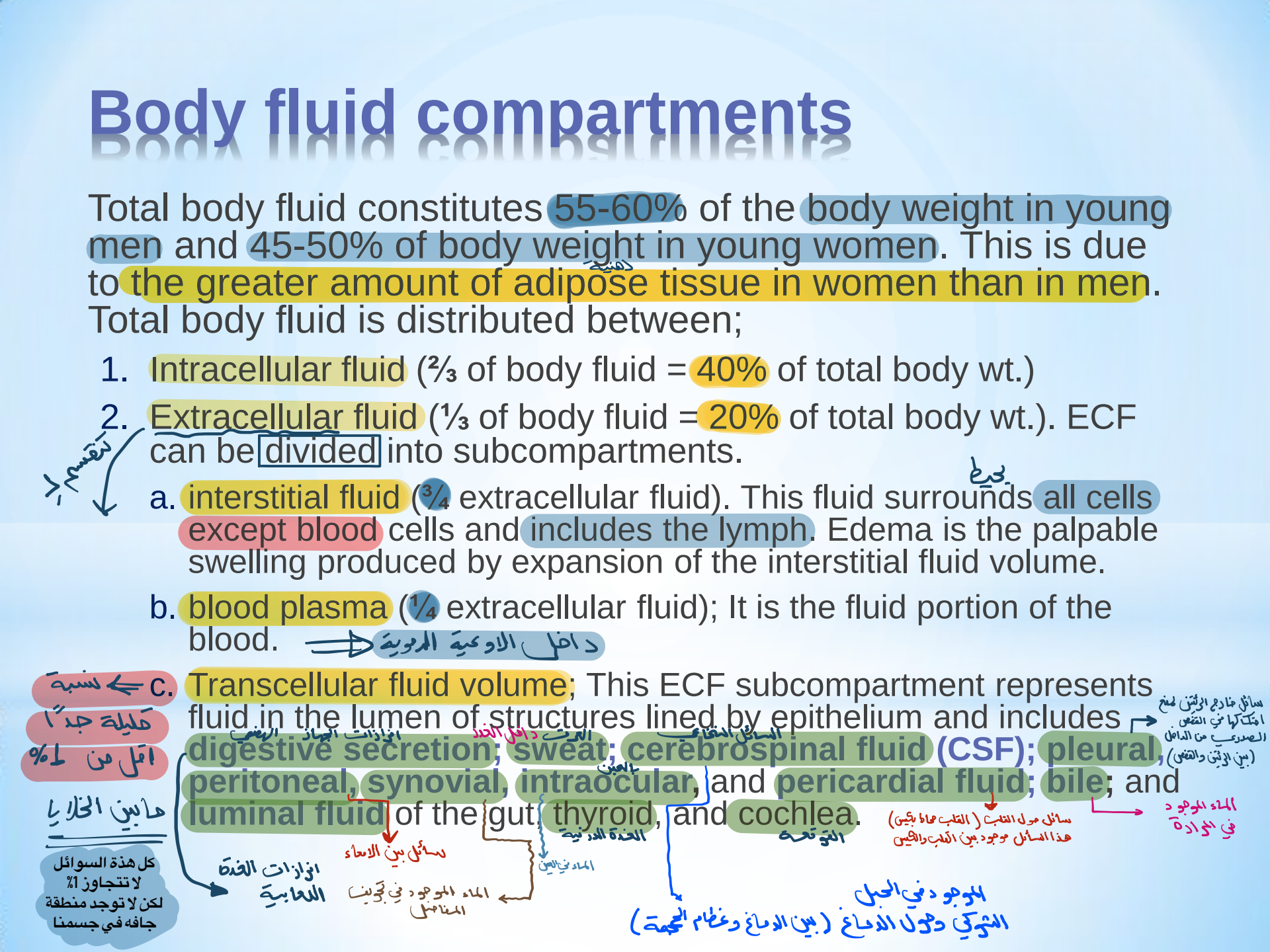
النساء اعلى دهون من الرجال حيث ان جسم الرجل يحتوي

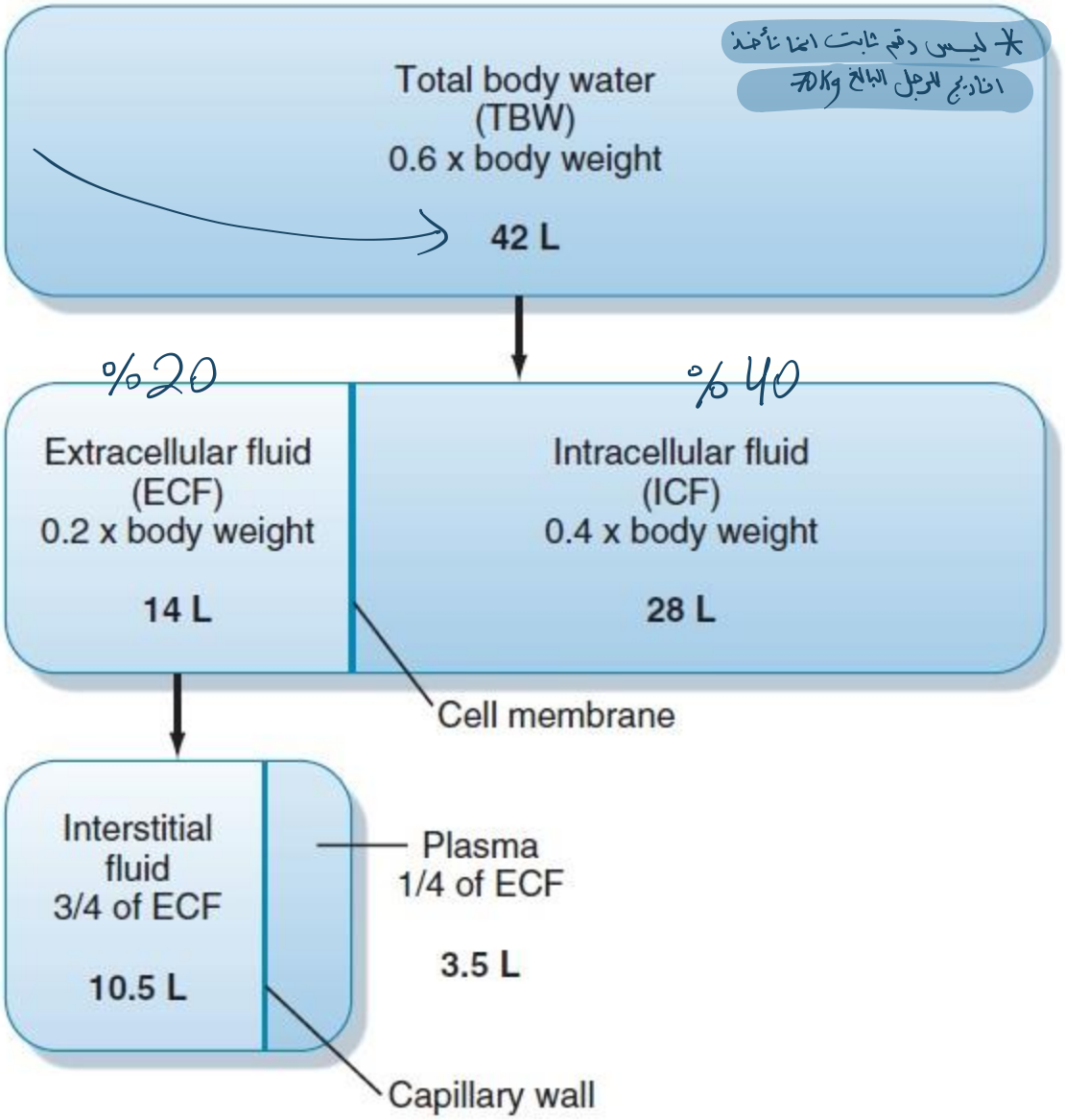
النساء تطفو في الماء بينما الرجال معرضين للغرق لان دهون النساء اعلى 🏊

Body fluid compartments

Total body fluid constitutes 55-60% of the body weight in young men and 45-50% of body weight in young women. This is due to the greater amount of adipose tissue in women than in men. Total body fluid is distributed between;

1. Intracellular fluid (⅔ of body fluid = 40% of total body wt.)
2. Extracellular fluid (⅓ of body fluid = 20% of total body wt.). ECF can be divided into subcompartments.
   a. interstitial fluid (¾ extracellular fluid). This fluid surrounds all cells except blood cells and includes the lymph. Edema is the palpable swelling produced by expansion of the interstitial fluid volume.
   b. blood plasma (¼ extracellular fluid); It is the fluid portion of the blood.
   c. Transcellular fluid volume; This ECF subcompartment represents fluid in the lumen of structures lined by epithelium and includes digestive secretion; sweat; cerebrospinal fluid (CSF); pleural, peritoneal, synovial, intraocular, and pericardial fluid; bile; and luminal fluid of the gut, thyroid, and cochlea.





Relationship Between the Volumes of the Various Body Fluid Compartments. The actual values shown are for an individual weighing 70 kg.

التركيز الذي يجب ان يكون ثابت في الثلاثة هو osmolarity فلا يمكن ان تختلف خارج الخلية وداخلها لان لو اختلفت رح يصير osmosis ويخرج الماء من مكان لاخر الى ان يتساوى في ال osmolarity في الداخل والخارج

Osmolar Substances in Extracellular and Intracellular Fluids

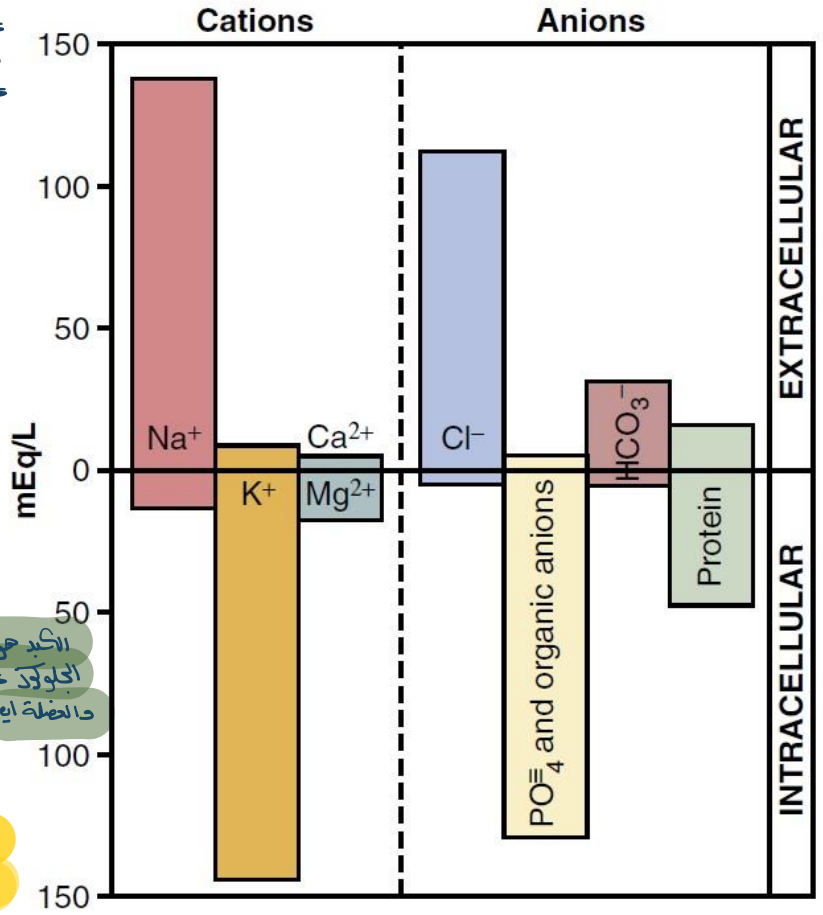
تركيز المواد الموجودة Extracellular

Substance	Plasma (mOsm/L H_2O)	Interstitial (mOsm/L H_2O)	Intracellular (mOsm/L H_2O)
Na^+	142	139	14
K^+	4.2	4.0	140
Ca^{2+}	1.3	1.2	0
Mg^{2+}	0.8	0.7	20
Cl^-	106	108	4
HCO_3^-	24	28.3	10
HPO_4^-, $H_2PO_4^-$	2	2	11
SO_4^-	0.5	0.5	1
Phosphocreatine			45
Carnosine			14
Amino acids	2	2	8
Creatine	0.2	0.2	9
Lactate	1.2	1.2	1.5
Adenosine triphosphate			5
Hexose monophosphate			3.7
Glucose	5.6	5.6	
Protein	1.2	0.2	4
Urea	4	4	4
Others	4.8	3.9	10
Total mOsm/L	299.8	300.8	301.2
Corrected osmolar activity (mOsm/L)	282.0	281.0	281.0
Total osmotic pressure at 37°C (98.6°F) (mm Hg)	5441	5423	5423

why؟ اقل — اقل في

البروتين سالب الشحنة والبروتين الذي في البلازما لا يستطيع عبور ال capilary فشحنته السالبة تجذب الشحنات الموجبة فلا يستطيع كل الموجب ان يخرج ويطلع برا لوجود الشحنة السالبة في ال capilary حيست بعض الشحنات الموجبة داخلها) فهذة الايونات الموجبة تنحبس فتكون اعلى اما الايونات سالبة الشحنة فتنعكس هذة الالية بالعكس حيث ان تركيزها في البلازما اقل

عالي في الخارج وقليل في الداخل وقليل في الخارج عالي في الداخل



Major cations and anions of the intracellular and extracellular fluids. The concentrations of Ca^{2+} and Mg^{2+} represent the sum of these two ions. The concentrations shown represent the total of free ions and complexed ions.

الكبد هو الوحيد الذي يخزن الجلوكوز على شكل جلايكوجين والعضلة ايضا

* داخل الخلية دائما صفر

لانها تستهلك باستمرار لانخزنه

تقريب الـ 300

حديث الولادة 80% تقريبا من جسمه ماء ومع تقدمه في العمر تقل هذة النسبة

Note:-

في وضع الstarvation الماء يزيد لانه لا يبقى دهون

* The ratio of total body fluid to total body weight declines with advancing age and with obesity.
* Plasma and interstitial fluids have about the same composition except for proteins, which have a higher concentration in the plasma.

طريقة التخفيف 📌:

قانون ال DILUTION 📍

مثلا مهندسين يريدوا بناء سد هذا السد او البحيرة فيه خزين من الماء بمقدار س متر مكعب (بحيرة او سد شكلة غير محدد لا هو كرة ولامكعب)فكيف يعرفوا كم فيها ماء؟

اذا عندي لتر ماء وفيه سكر ذائب فاذا زدت كمية الماء ل لترين فسيقل تركيز السكر للنص

الحجم 1 * التركيز 1 = الحجم 2* التركيز 2

نحضر متر مكعب من الماء من مادة عالية التركيز (صديقة للبيئة لا تؤثر على البيئة الحيوية) نضع هذا المتر في البحيرة فبعد فترة سيضيع هذا المتر مكعب فنأخذ نموذج جديد من نفس البحيرة ونقيس التركيز الجديد

في هذة الحالة معي الحجم القديم والتركيز القديم والتركيز الجديد بالتالي سيبقى ايجاد مجهول واحد فقط الحجم الجديد

وسائل للقياس !؟

نستخدم طريقة التخفيف

Measurement of fluid volumes (the indicator (dilution) method);

(تخفيف)

* It can be obtained by placing an indicator substance in the compartment fluid that we would like to measure. After the even dispersion of the indicator, the volume of the compartment can be calculated according to the formula,

اذا المادة ليست مادة ذائبة
نحضرها كبودرة اي مادة صلبة
يتم رشها في البحيرة 🌊

Where V = volume (in ml or L)

A = the substance injected intravenously (in g, Kg, or mEq)

الحجم * التركيز = المادة الصلبة

$$V = \frac{A}{C}$$

C = Final concentration attained (in g/ml, g/L, mEq/ml, or mEq/L)

Or the equation can be written in the form;

$$\text{Volume B} = \frac{\text{Volume A} \times \text{Concentration A}}{\text{Concentration B}}$$

$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$

Measurement of fluid volumes (cont.)

Markers; all markers share four qualities

1. They are measurable
2. They remain in the compartment being measured
3. They do not alter water distribution in compartment being measured
4. They are nontoxic

اذا بدي اقيس مادة تقيسلي كل الماء في الجسم لازم المادة تتوزع في الجسم extracellular& intracellular ولا يوجد مادة تتوزع بهذة الطريقة افضل من الماء (لا نستخدم ماء عادي وزن ال H = 1 انما ماء ثقيل فيه الهيدروجين يسمى Deuterium) حيث يسمى الماء العادي H2O والماء الثقيل D2O او 2H2O

حيث ان الهيدروجين النظير 2 ليس بروتون فقط انما بروتون ونيترون

المواد التي تدخل حتى الى داخل الخلية (يوريا،thiourea) اذا طبقت القنون باستخدامهم رح اطلع حجم الماء كله الجسم كله

اذا بدي اقيس فقط ال extracellular فقط نحتار مواد لا تعبر ال cell membrane مثل ال saccharides حيث ان الخلية تستهلك سكر احادي مثل الجلوكوز وليس saccharide حيث انه لا يدخل للداخل لانها لا تستهلكه

بحيث سكر الثنائي Sucrose لا تستهلكه الخلايا ← لانه سكر ثنائي

اذا بدي اقيس فقط ال intracellular يجب ان نعرف ال total &extracellular ونطرح احدهم من الاخر

Total - extracellular = intracellular

اذا بدي اقيس فقط الذي بداخل ال blood vessels يحضروا البروتين ويربطوه ب radioactive

Measurement of fluid volumes (cont.)

* For total body fluid measurement, the unstable radioactive water (tritium, $^{3}H_2O$) is the substance of choice. Heavy water (deuterium, $^{2}H_2O$) can also be used, however it is a stable isotope. *Antipyrine*, urea, and thiourea can also be used to measure total body fluid volume.
* For extracellular fluid volume measurement two types of substances are used;
  1. Saccharides such as *inulin*, sucrose, raffinose, and mannitol.
  2. Ions such as thiosulfate, thiocyanate, and radionuclides of iothalamate, sulphate $(SO_4)^{-2}$, chloride (Cl^{-}), Bromide (Br^{-}), and Sodium (Na^{+}). However, mild error is obtained if Na is used since small amounts of Na may diffuse into the cell.

Measurement of fluid volumes (cont.)

* For the calculation of intracellular volume (direct measurement is not possible) this formula is used,

  intracellular volume = Total body water – Extracellular volume

* Measurement of plasma volume can be achieved by either one of the following two dilution methods

  a. A substance that neither leave the vascular system nor penetrate the erythrocytes. Such substances include;

     1. Evans blue dye (T-1824), also has the advantage of being avidly bound to plasma proteins
     2. Radio-Iodinated Human Serum Albumin (^{125}I-albumin) is also called RISA
     3. Radioiodinated human gama globulin and fibrinogen (preferable)

  b. The use of tagged erythrocytes by radioactive isotopes of phosphorus (^{32}P), iron (^{55,59}Fe), and chromium (^{51}Cr). These RBCs are injected intravenously, and their volume of distribution is measured.

Measurement of fluid volumes (cont.)

* For the calculation of interstitial fluid volume the following formula is used,

Interstitial fluid volume = Extracellular fluid volume – Plasma volume

* For the calculation of blood volume the following formula is used,

$$\textbf{Total blood volume } (L) = \frac{\textbf{Plasma volume } (L)}{1 - \textbf{Hematocrit}}$$

Test Question:

Q. Extracellular fluid in adults differs from intracellular fluid in that its:

A. Volume is greater.

B. Tonicity is lower.

C. Anions are mainly inorganic.

D. Potassium:sodium molar ratio is higher.

E. pH is lower.