PHYSIOLOGY

Lec: 6+7

Done by: Shahed Zaytoon

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

هاي النقطة بتعرفها انه الـ body fluids لازم تحافظ على حجمها وتركيبها وما تحتويه ، (بنسبة طبيعية)

لـ عشان homeostasis تكون بنسبة طبيعية

1. Homeostasis requires the maintenance of a relatively constant volume and stable composition of the body fluids.

طبعًا كل الماء الزائد اللي بتوفره / fluid سواء عن طريق الفم / metabolism اللي الكلى بتتخلص منه

2. To stabilize body fluids, fluid intake (by ingestion or synthesized because of metabolism) should be equal to fluid output.

لـ input = 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.

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.

ربنا أعطانا control systems في ال kidney و فيدها تطلع الزايد من الماء، و ترجع تحافظ على ال optimal ، فحتى نحافظ على ال stability لازم ال intake يساوي ال output دائما و ابدا .
ال intake من وين بييجي؟
اول اشي بييجي على بالنا هو الشرب لكن هو في الحقيقة بييجي مع الطعام كمان (في أطعمة بتتضمن سوائل كثير زي البطيخ) فإنت ما رح تتناول فقط الأطعمة الجافة مثل المكسرات اصلا طول عمرك .
بس هيك ؟ عن طريق الأكل و الشرب فقط ؟
لأ في كمية لا بأس بها قد تصل من 300 ml إلى 500 ml تتكوّن يوميا عن طريق ال metabolism
خليني انطيك مثال : الجلوكوز بالجسم في kreps cycle لما ينحرق يعطيك CO2 و H2O و طاقة

$$O_2 + C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{cycle}]{\text{Kreps}} CO_2 + H_2O + \text{Energy}$$

فال metabolism تعطيك ماء زيه زي الطعام
هس المتحكم الرئيسي في ال output هو ال kidney بس مو معناها انه ما في طرق أخرى للفسائل زي ال sweating
و كمان في التبخر الفير محسوس في كل لحظة من اللحظات بس انت لما تلمس جلدك بتحسه جاف ، هذا الإشي اسمه insensible loss تطلع قطيرة ميكروسكوبية و تتبخر مباشرة
و في كمان البخار الي يطلع مع الزفير

Electrolytes are substances that have a natural positive or negative electrical charge when dissolved in water. They help your body regulate chemical reactions, maintain the balance between fluids inside and outside your cells, and more. They're also a key way to diagnose a wide range of medical conditions and diseases.

هس هذي المعلومات رح نعرف قيمتها بعدين في التطبيق العملي
في قسم ال internal medicine في الباطنية او الجراحة رح يجيبولك شخص مفمى عليه ، فأنا لازم اعطيه fluid ، بس قديه لازم اعطيه؟
من الأشياء الي لازم تعلمها كطبيب ، هو كم لازم نعطي fluid للمريض ، طبعا اول اشي نسويه للمفمى عليه نستخدم جهاز بيشبه الانبوب طرفه الأول بالمثانة و الطرف الثاني في كيس جامع للبول ، فلما اعطي fluid بشوف الكيس خلال 24 ساعة كم جمّع ، فأنا لو اشوف حجمه لتر و نص لازم اعطيه اكثر من لتر ونص لانه في loss فيد ال urine ، و هو فيد محسوس الي يطلع عن طريق البخار insensible loss و الزفير بدمنو ، فأنا بعطيه من نصف لتر إلى لتر زيادة على حجم ال urine ، و اذا كان المريض feverish يعني عنده حمّى ، فدح اتوقع انه ال sweating عنده أعلى، فمع كل درجة حرارة زيادة انا لازم ازود ال fluid بنسبة معينة

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.

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.

من ضمن ال ECF في سوائل تتجمع هون و هناك نسبتها تكاد لا تصل ل 1%
اسمها Transcellular fluids و رح نوخذ بعضها كالتالي :

اولا : ال digestive secretions: السوائل في العصارات الهاضمة، الموجودة في الغدد الي في جدار الجهاز الهضمي قبل ما تطلع إلى تجويف المعدة او غيره و تتفاعل و تقوم بدورها

ثانيا ال sweat او العرق الي بدمنو لساته بالغدد و ما طلع للجلد لسا

ثالثا ال cerebrospinal fluid السائل الي حول الدماغ و الحبل الشوكي

رابعا ال pleural او غشاء الحم باللغة العربية هو غشاء بيغطي الرئتين من الخارج كلها و بعد ما يغطي الرئتين بيلف و بيرجع يغطي جدار القفص الصدري من الداخل و الفراغ الي بين طبقة ال pleural الي مغطية الرئتين من الخارج و الطبقة الي مغطية القفص الصدري من الداخل بينهم سائل قليل جدا بيساعد على الانزلاق و تقليل احتكاك الرئتين بالقفص الصدري أثناء الشهيق و الزفير

خامسا ال synovial: السائل الموجود في المفاصل يساعد على انزلاق الغضاريف و تقليل الاحتكاك بينها

سادسا ال intraocular السائل الي داخل كرة العين

ال pericardial السائل الموجود في الكيس الي فيه القلب و هو قليل جدا و بيمنع احتكاك القلب أثناء عمله

ال bile ، كيس المرارة الي في الكبد (المرارة سائل)

ال luminal fluid السائل الي في الأمعاء ، و الأمعاء فيها مياه و فقاعات هواء ، فلما يصير انقباضات في جدران الأمعاء يفوت الهوا بصورة سريعة من المنطقة الي فيها مياه و يطلع من الجهة الثانية ، و هذا سبب صوت القرقرة الي طالع من المعدة و هو طبيعي جدا نفس مبدأ الارجيلة

و ال thyroid فيها هرمونات و شوبة مياه

و ال cochlea القوقعة الي في الأذن الداخلية كمان فيها سائل ليمفاوي

هس رح نحكي عن ال edema او الوذمة بالعربية، و هي بتحدث لما يزيد ال ECF في مكان معين فبنطلق عليها edema (هس الدكتور حكى انه بتحدث لما يزيد ال ECF بس السلايدات مخصصة انه لما يزيد ال interstitial fluid على وجه الخصوص) فمثلا اجاك واحد عنده عجز بالقلب و لاحظت انه رجوله (اقدامه باللهجة الخليجية) منتفخة ، فكيف رح اعرف انه هاي Edema؟ بروح على المنطقة المنتفخة الي هي القدم و بضغط على مكان يكون وراه او فيه عظم ذي بضغط عند ال tibia مثلا (ما تكون المنطقة فيها طراوة) فلما تضغط الجلد بصير بين ال tibia و بين اصبعك بعد عدة ثواني بتشيل اصبعك ، اذا كان فيه edema رح تلاحظ انه في حفرة مكان ما ضغطت اصبعك ، لسا في اثر يعني

هس ال edema في كل مكان بتصير مش بس أقدامك، هس انت لما تصير مزكوم و يصير انفك مسدود و صوتك يتغير ، رح يسألك الناس مال صوتك ؟ رح تحكيلهم مرشح ، طب ليش تغير صوتك اصلا ؟

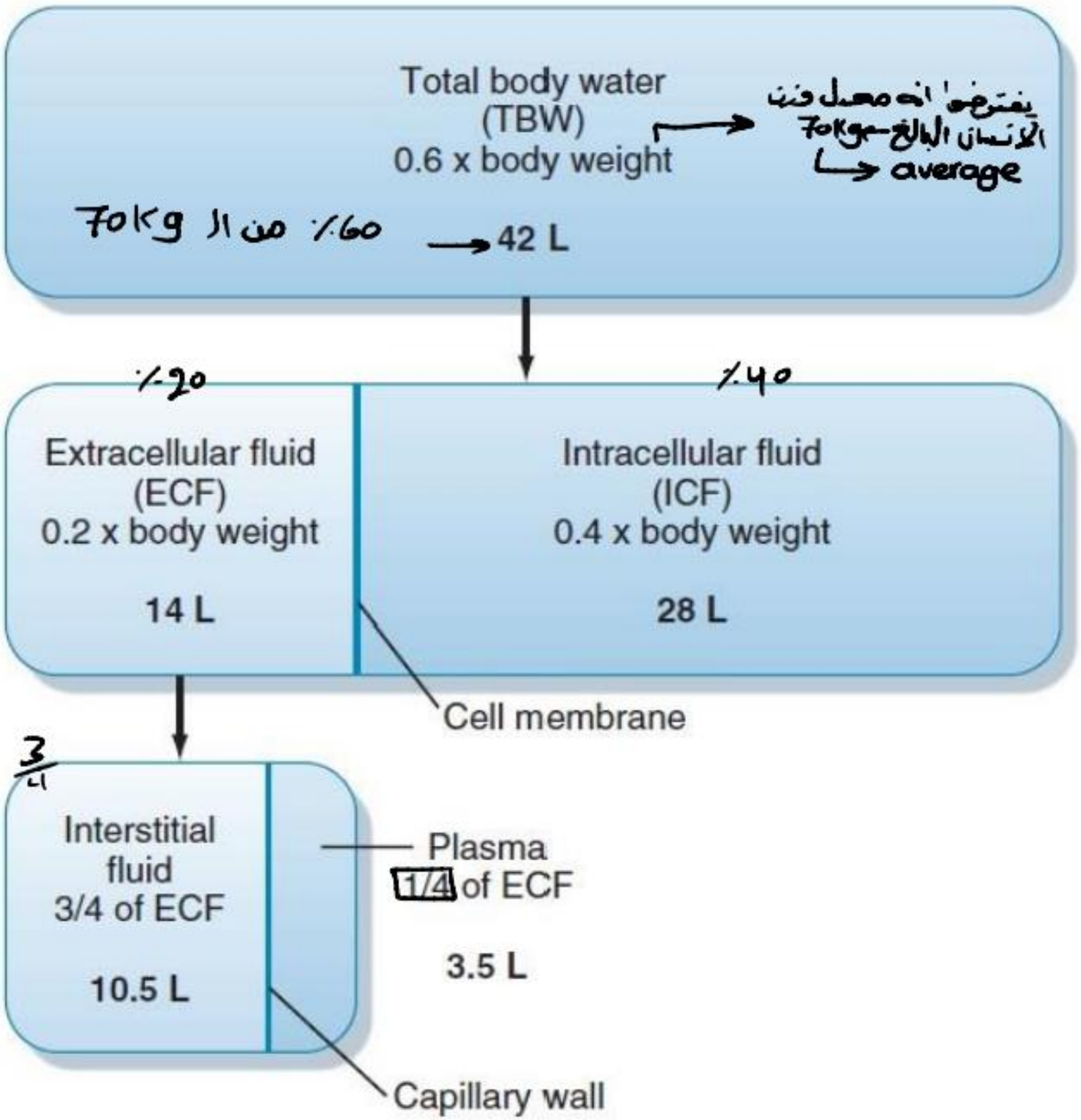
طب نبلش بسؤال كمان شو فائدة الجيوب الأنفية؟ و ليش راسك بكبره ما بتشعر بثقله ؟ لانه بيحتوي على فراغات air sinuses مملوئة بالهواء ، كل sinuse هو كهف او غرفة الها باب مفتوح ، فالرأس بيشبه العمارة الي فيها غرف أبوابها مفتوحة و فاضية ، فبصير صدى للصوت و يصير رنين ، فتحة ال sinuse ذي بصمة الإصبع بتختلف من انسان لإنسان ، و شكل الكهف و الصدى كذلك

الي يصير بال virus انه بزيد ال ECF فبسكر الفتحات الخاصة بال air sinuses المصلّة على التجويف الانفي ، فبروح أغلبية الصدى

هس ليش الأنف يسكر بالكامل؟ لانه الفتحة الخاصة بالانف مش إسطوانية، الأنف عبارة عن جدارين متوازيين ، فإذا صار edema بالجهتين بيسكر الأنف و ما بتقدر تتنفس و لا يطلع الك صدى ، و مشان ما تختنق تتنفس عن طريق الفم

فال edema ممكن يصير عن طريق ال virus، و اذا ال edema صارت بالقصبات الهوائية بتتهيج ال nerve endings من ال edema فبيتولد شعور الكحة ، اذا ال edema خفيفة بصير عندي dry cough و إذا شديدة و صار ال secretion عندي أعلى فبصير عندي productive cough

كل هذا احنا كأطباء لازم نستنتجه عن طريق سؤال المريض فقط



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

البروتين شحنته سالبة ، و البروتين الي داخل البلازما ما يطلع من ال capillary ، فشحنته سالبة بجذب شوي شحنات موجبة ، فما بقدر كل الموجب انه يخرج و يطلع برا ، ف لوجود الشحنة السالبة في البروتينات في البلازما حبست شوي ايونات موجبة داخلها ، فبتلاقي الصوديوم و البوتاسيوم و الكالسيوم ، لكن الكلور لا ، لان شحنته سالبة فيتنافر مع البروتينات ، ولاحظ ان البوتاسيوم عالي داخل الخلية و قليل خارج الخلية ، في حين الصوديوم عالي خارج الخلية و قليل في داخلها (لا يتجاوز العشرين)

Osmolar Substances in Extracellular and Intracellular Fluids

Substance (الأدوية الموجودة في المختبر)	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

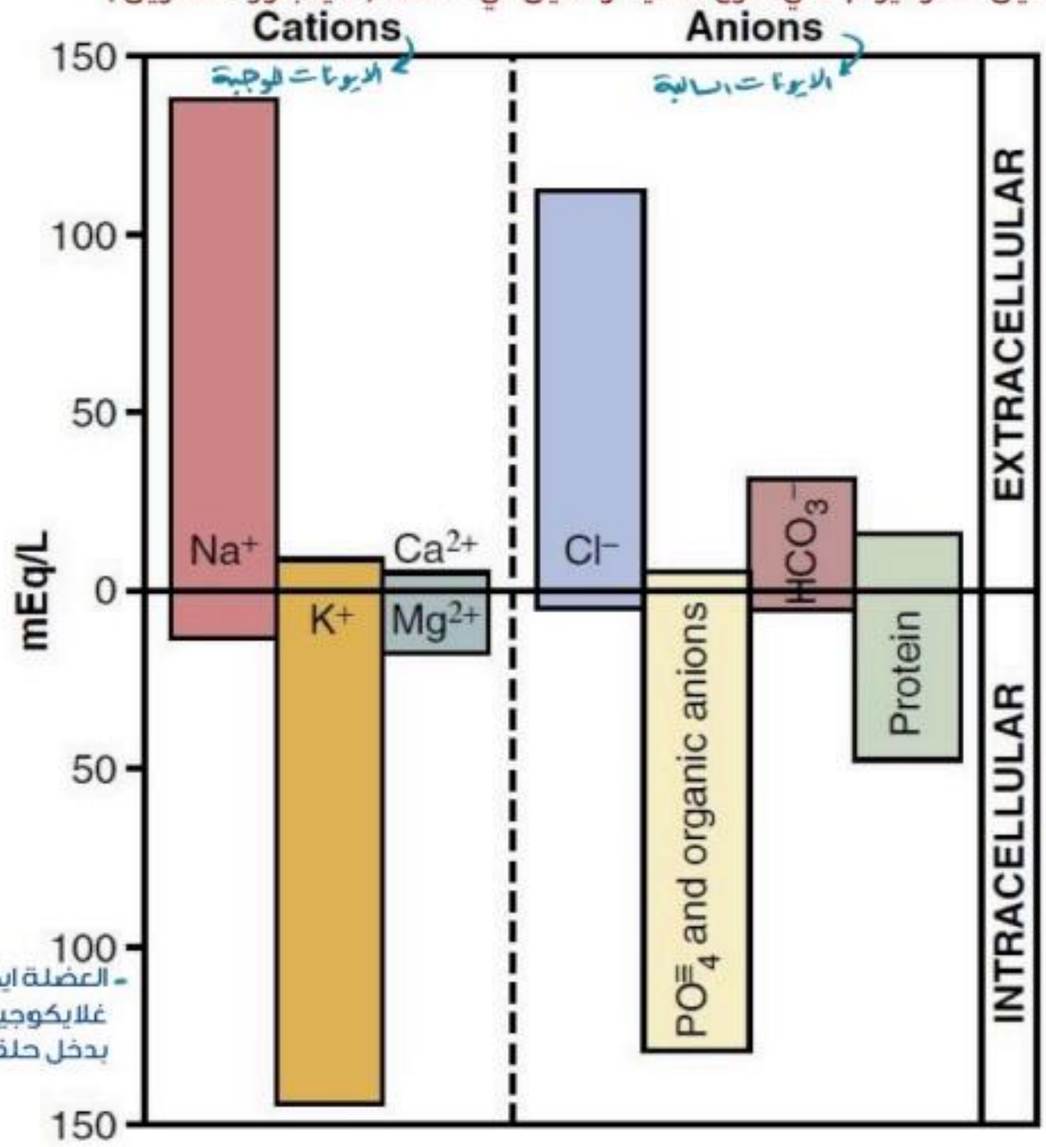
شوي أقل برا Why ?

الغلوكوز داخل الخلية يساوي صفر ، لان يستعمل فورا و يستخدم كطاقة ، فالخلية لا تخزن ، الوحيد الذي يخزن هو الكبد و يخزنه ك غلايكوجين
- العضلة ايضا شوي تخزن مو زي الكبد بس تخزن و كمان غلايكوجين ، و لكن مو كغلوكوز ، لانه عطول بدخل حلقة كربس و ينحرق

لما ندخله البوديتن بالحساب

هاد الرقم راح نلاقيه بكل الجداول

الرقم الدقيق بدل 300

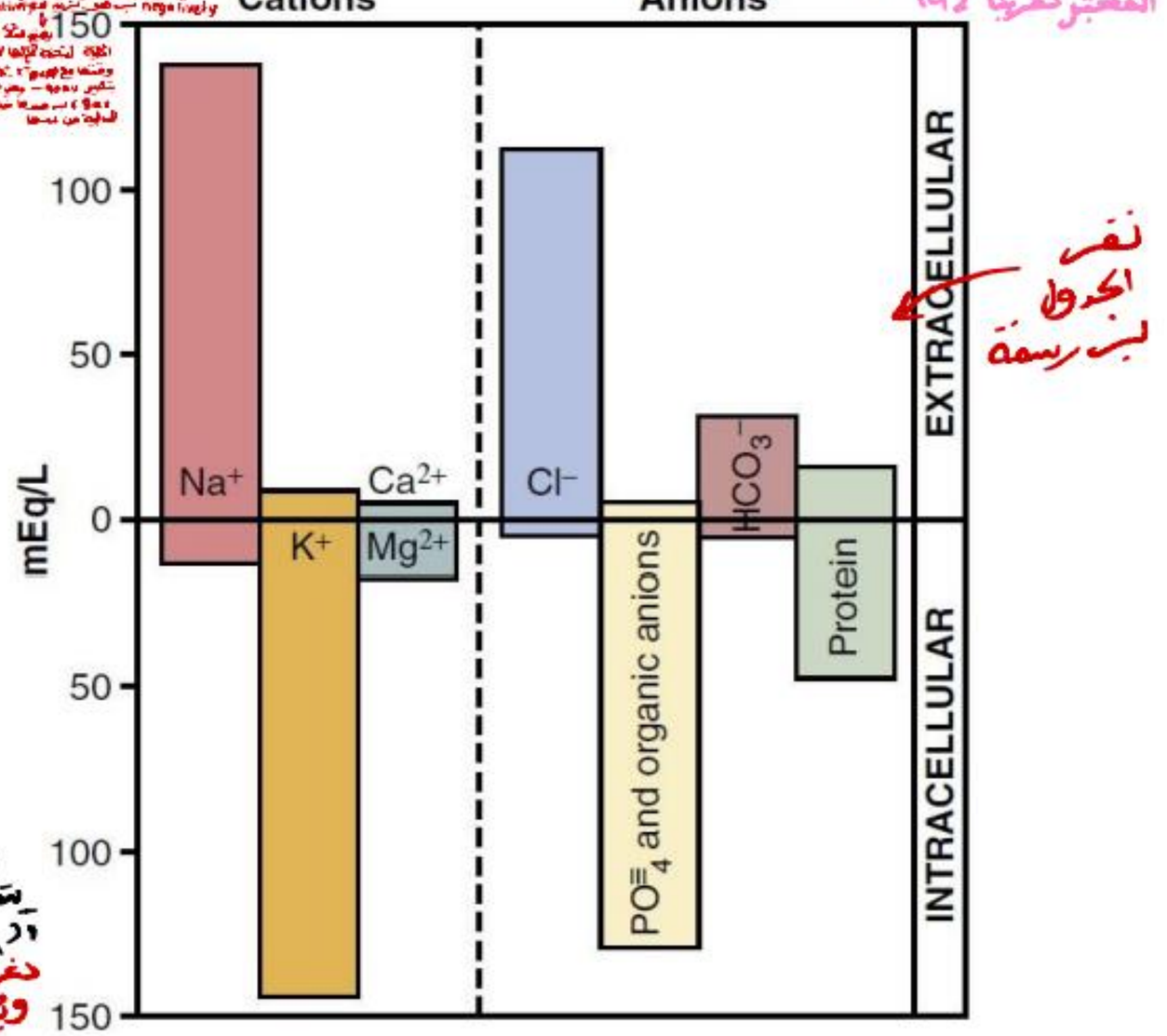


Major cations and anions of the intracellular and extracellular fluids. The concentrations of Ca^{2+} and Mg^{2+} represent the sum of these two ions. The concentrations shown represent the total of free ions and complexed ions.

ثابت ، و لا يمكن ان تختلف ال osmolarity بين داخل الخلية و خارجها حتى لا يصير في osmosis , فاذا صار osmosis يطلع الماء من مكان لمكان الى ان يتساوون و مارح يوقف الى ان يتساووا ، فلا يمكن ان تختلف ال osmolarity داخل الخلية عن خارجها

Osmolar Substances in Extracellular and Intracellular Fluids

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



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.

حي بروتينات بال plasma مثل globulin و albumin ← وهاي بشحتها سالبة، فهي كمشحة سالبة رح تجذب الايونات الموجبة، رح تحبس قسم من الايونات الموجبة وصار تخليها يعبر ال capillary وتطلع برا، فهان هيك منشوف Na^+ خارج capillary شوي اقل من Na^+ داخل capillary

↙ انّ ليه برا capillary شوي اقل ؟

لانه البروتينات السالبة حبست قسم من الايونات الموجبة الموجودة داخل capillary

↙ تفس الهبة على K^+

↙ ولكن هي بتنفذ من الأيونات السالبة، مثل Cl^- ← برا capillary اكثر شوي من جوا (بال plasma) ← اوكي هي بتطلع الايونات السالبة وبتنفذ منها ولكن بنسبة بسيطة.

* اما المواد النيلية لها شحنة مثل urine + glucose ← مواد متعادلة صار تأثر.

Note:-

هكين كل ما كبر الانسان بالعمر تنزيه نسبة ال fats جسمه وتقل الماء

* 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.

يعني نسبة البروتينات بال plasma (capillary داخل) اكثر من (interstatial fluid) الخارج

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

كيف العلماء عرفوا الحجوم؟ يعني كيف عرفوا انه ICF هو 40٪ وهكذا؟ فهون بدنا نعرف كيف نعرف حجم السائل

نستخدم طريقة dilution

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,

1 Kg = 1000g
1 L = 1000mL

Where V = volume (in ml or L)

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

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

Equivalent weight الوزن المتكافئ → وحدة قياس تستخدم لقياس كمية المادة

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

Or the equation can be written in the form;

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

dilution method

8- طريقة تستخدم بكل مكان ، يعني منطق لما المهندسين
ينبوا سد على نهر ويصيروا يحكوا انه هاد السد رح يحبسلنا
كمية معينة متر مكعب من الماء — هون كيف عرفوا هالرقم
اديه فيها ماء؟ هل الها شكل منتظم؟ مكعب حتى يستخدموا
قانون حجم المكعب ويعرفوا؟ لا ، مالها شكل منتظم

فالنتيجة انه اذا انا بدي اقيس حجم بعض مادة تتوزع ، او دي بعرف تركيزها الأصلي وحجمها ، وبقيس التركيز الجديد وبطبق على القانون فبعرف الحجم الجديد ، فهيك بيعرفوا انه منطقة معينة بالجسم ايه بتاخدها

الطريقة كلها تعتمد على (dilution method)

هي عبارة عن $V_A \times C_A = V_B \times C_B$

بالرياضيات اذا ضربنا الحجم بالتركيز شو بكون الناتج؟

$V \times C$

$L \times \frac{g}{L} = g$

يعني كم جرام موجود بهاد المحلول

↑ مرجع مناخذ عينة (Sample) من هي البحيرة هاي ومنقيس التركيز بعد الـ dilution ومنطبق القانون

$V_A \times C_A = V_B \times C_B$

وهيك منطلع الحجم

فهمنا اللي بيعملوه كالآتي : في بحيرة كبيرة ، راحوا جابوا $1m^3$ ماء وحطوا فيه مادة (اللي المفروض تكون مواءمة بحيث انها ما تؤذي الأسماك) وذوبوها وتركيزها عالي فيهاد $1m^3$ ماء ، فهون احنا منعرف الحجم $1m^3$ ومنعرف التركيز اللي حضناه ، منضيفه بالبحيرة وهي بيومين ، اللي رح يصير انه رح يبلش (Diffusion) رح تتوزع المادة في كل مكان

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

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,

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

طريقة لمعرفة قيمة (hematocrit)

- منجيب capillary tube وبأخذ قطرة دم من الشخص اللي بده يقيس الـ hematocrit وبخلي هاد capillary tube عليها لقطرة الدم
  - وقتها قطرة الدم رح تنشفط بالجاذبية الشعرية
- وهيك بصير في عامود احمر داخل capillary tube
- منجيب centrifuge ومنحط الـ tube بالجهاز طبعًا centrifuge سرعة جبارة تقريبًا بلف 5000 لفة بالدقيقة
- منترك الـ tube دقيقتين بالكثير وبعدين هنا خد الـ tube ومنشوف العامود اللي جوا
- منلاحظ انه العمود اللي كان كله احمر انقسم قسمين :- (1) قسم أصفر. (2) قسم الصفر ← Plasma
  - احمر ← RBCs
- لو مثلًا كان طول العامود كله 10cm ، والعمود الأحمر 4cm
- نسبة RBCs : Total blood

$$4 : 10 \leftarrow \frac{4}{10} = \frac{4}{100} = \boxed{\%40}$$

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.

Physiology Lecture 7

Plasma osmolarity and its determinants

Dr. Waleed R. Ezzat

Lecture Objectives:

- Understand how to calculate the osmolarity of solution.
- Compare the concentration of osmotically active substances in ECF and ICF
- Know the relative osmolarity of various body fluids compartments and the primary determinants of osmolarity in plasma under normal conditions.
- Calculate the plasma osmolarity based on the osmolar concentration of Na ions, glucose, and urea.
- Understand how to calculate osmolar gap
- Compare and contrast plasma osmolarity and tonicity.
- Describe changes in cell volume when exposed to osmotic stress.

Osmotic equilibrium between ICF and ECF

* السوائل لكي تنتقل ← osmotic pressure
لكي اذا كان في osmotic هو الي بيخلينا الي
من مكان لمكان ولكن بشوط Pressure

- The osmotic pressure of a solution is calculated by the **van't Hoff law**: (19.3) إلى osmotic pressure بتوصلنا الـ (1)mosmol كل *

$$\textbf{Osmotic pr.}(\pi) = \textbf{Osmolarity}\ (mOsm/L) \times \underbrace{19.3}_{(19.3\ mmHg/mosm\ per(L))} \frac{mmHg}{mOsm}/L$$

ووحدة قياسها ↑

- From the law, one milliosmole increase in the concentration gradient generates an increase of 19.3 mmHg of osmotic pressure across the cell membrane.
- Therefore, a relatively small changes in the concentration of *impermeant solutes* in the extracellular fluid can cause large changes in cell volume.

Tonicity

- Def. – The tonicity of a solution is the ***effect of the solution on cell volume***.
- The tonicity is of a solution is determined by its osmolality of the non-penetrating solutes.
- Each non-penetrating particle, large or small, is equally effective in its ability to pull water through a semipermeable membrane. Thus, it is the number, rather than the size, of the non-penetrating particles that determines the osmotic activity of a solution.
- Solutes that can penetrate the plasma membrane quickly become equally distributed between the ECF and ICF, so they do not contribute to osmotic differences.

tonicity اول شي عشان يصير في ①

the tonicity is of a solution is determined by its osmolality of ② the non-penetrating solutes.

كل ما زادت الـ osmolality ممكن يصير في (ممكن) tonicity
بحيث كل ما زاد التركيز بزيد ممكن osmotic pressure وقتها تصير tonicity.
بس ممكن تزيد بس ما يأثر في حجم الخلية
بس هون احنا منحكي انه شرطنا انه يغير من حجم الخلية

* of non penetrating solutes

يعني ممكن يصير في تغير بحجم الخلية لو solute عاملة الي ذايب في الـ solution لا يستطيع عبور جدار الخلية ، يعني لما نعطي محلول فيه مادة ذائبة ما بتقدر تعبر جدار الخلية ، وقتها اذا صار هاد المحلول تركيزه اعلى من الخلية ، الماء رح ينتقل من داخل الخلية ويطلع برا ، هاد بصير tonicity

اذا اعطيت محلول ، والبرا صار تركيزه اقل من تركيز الخلية ، الماء الي برا رح يدخل لجوا ، هاد بصير tonicity

* حتى يصير تغير ويصير في عنا tonicity
لا بد من شيئين :-

1- osmolality
2- الـ solute ما بيقدر يعبر cell membrane

Each non-penetrating particle,
large or small,
كل جزء ما بيقدر يعبر الخلية ، بغض النظر عن حجمه (large or small)

اذا المادة ما بتقدر تعبر وقتها الماء حوالك برطلها

ماء ← membrane → مايع

* المي بلحق المايع
* المادة جذب الماء

هل بفرق اذا المادة جزيئها كبيرة / صغيرة ؟
لا ، يعني 1 particle ، و particle of protein ، و 1 of Na^+ ، التنين بسووا نفس قوة الجذب

* هو المهم حجمه ، المهم كم عنده particle (عدد وليس حجم)

it is the number, rather than the size, of the non-penetrating particles that determines the osmotic activity of a solution.

Osmotic equilibrium between ICF and ECF

- Isotonic solution – a solution having an osmolarity equal to that of the plasma (i.e. 282 mOsm/L). Cells neither shrink nor swell if placed in such a solution. The solute should be unable to permeate the cell membrane. Examples 0.9% NaCl solution.

Note: It is important to keep the ECF isotonic because cells, especially brain cells, do not function properly if they are swollen or shrunken.

- Hypotonic solution – a solution that has an osmolarity lower to that of the plasma. Water will diffuse into the intracellular compartment if cells are placed in such a solution (cell swell).
- Hypertonic solution – a solution that has an osmolarity higher to that of the plasma. Cells will shrink if they are placed in such a solution, as water will flow out of the cell.

* جميع المحاليل الي رح نستخدمها بالمشفى هي عبارة عن (isotonic)

* مثال على (isotonic solution)
  - Normal saline (Nacl)
    - تركيزه 0.9% ← رقم مقدّس (حفظ)
    - 0.9% ← يعني كل 100ml (عشانها %) من normal saline ذايب فيها (0.9 غرام من الملح Nacl)

ليش ضروري جدًا انا حافظ على الـ osmolality وما نغيرها ؟

لانه الانتفاخ او shrink في حجم بعض الخلايا ممكن

- مثلًا ← إذا انتفخت خلية داخل الأمعاء شيء سيء لكنها غير ممكنة لانه البطن فارغ وفي تجويف فارغ وإذا كبرت الخلية وتمددت مارح يصير شيء

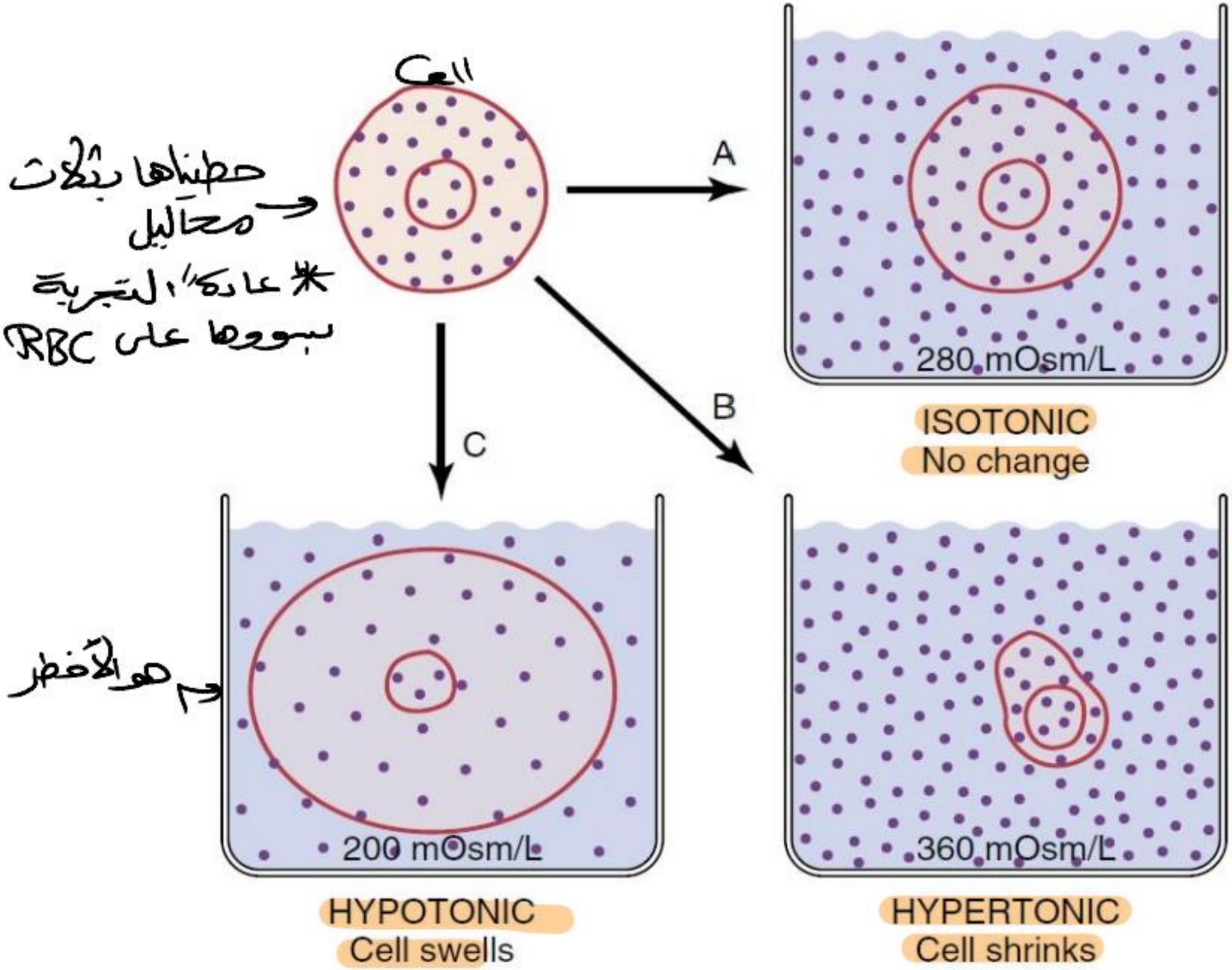
- لكن مثال آخر: (الدماغ) ← الدماغ قاعد جوا الجمجمة والجمجمة من عظم (skull) ، فهي مش ممكن انها تكبر
  - إذا ورمت الخلايا وقتها الخلايا الي على سطح الدماغ عليها رح تنكبس مع العظم وتموت من الضغط

ما في عنا بالطب edema اخطر من الـ cerebral edema (انتفاخ خلايا الدماغ)

- لانها تؤدي إلى الموت

* بعض المناطق إذا انتفخت الخلايا فيها بكون في الها مجال (في مجال لتوسع الخلية)

- لكن مناطق أخرى ما في مجال
  - ولهذا من الضروري جدًا انه تكون حجم الخلايا ثابتة وما يتغير



Effects of isotonic (A), hypertonic (B), and hypotonic (C) solutions on cell volume.

Measurement of plasma osmolarity

كيف نقيس الـ osmolarity ونعرف انه هي بالزبط؟ عن طريق

- Accurate plasma osmolality can be measured by freezing-point depression. The freezing point of normal human plasma averages -0.54°C, which corresponds to an osmolal concentration in plasma of 290 mOsm/l.
- Compared with pure water, which freezes at 0°C, a solution with an osmolality of 1 Osm/kg H_2O will freeze at -1.86°C.
- The calculated osmolality for the sum of all the cation and anion in plasma is over 300 mOsm/L. The actual osmolality is not this high because plasma is not an ideal solution and ionic interactions reduce the number of particles free to exert an osmotic effect.
- The predominant osmotically active particles in the ECF are Na^+ and its attendant anions (Cl^- and HCO_3^-), which together account for 90% to 95% of the osmotic pressure.
- Blood urea nitrogen and glucose, which also are osmotically active, account for less than 5% of the total osmotic pressure in the extracellular compartment.

Freezing - point

الماء المقطر يتجمد على درجة 0°

وإذا نوبت فيه الملح ؟ درجة الانجماد رح تنخفض

وقتها ممكن يتجمد (-١) / (-٢°c) ← ببطل يتجمد على 0°

كل ما زاد تركيز المادة الذائبة ← كل ما درجة الانجماد تقل

فالعلماء جابوا الـ plasma وصاروا بدهم يعرفوا شو درجة انجمادها

فستنتجوا انه الـ plasma العادية تاعت البشر تتجمد على درجة تقريباً (-0.54°c)

يعني تحتها بـ ١ درجة اقل من الصفر بسبب المواد الذائبة

كل ما الـ osmolarity تزيد ، الرقم هاد (-0.54) رح يقل (ينزل لتحت) يعني كقيمة مطلقة بزيد

بدل ما هو (-0.54) رح يصير مثلاً (-0.59) ← اهنا منافده كقيمة مطلقة

من خلال قيمة الانجماد بقدر اقيس الـ osmolarity

وهاي هي الطريقة الـ accurate اللي اطلعتلنا الرقم 290/282

Measurement of plasma osmolarity (cont.)

- Serum osmolality can be estimated using the following equation:

$$Serum\ osmlarity = 2[Na^{+}] + \frac{[glucose]}{18} + \frac{[urea]}{2.8}$$

* The glucose and urea concentrations are expressed in units of milligrams per deciliter (mg/dl).
    * The Na ion concentration is expressed in units of milliequivalent per liter (mEq/L).

- The difference between the estimated and measured osmolality is called the **osmolar gap**.
- An osmolar gap larger than 10 mOsm suggests the presence of an unmeasured, osmotically active substance such as alcohol, acetone, or mannitol (sometimes injected to shrink swollen cells osmotically).

$$Serum\ osmlarity = 2[Na^+] + \frac{[glucose]}{18} + \frac{[urea]}{2.8}$$

Na^+ ضربناه بـ 2
هاي الفكرة انو لما يكون
في ايونات موجبة لازم
يكون في قبالها ايونات
سالبة
*Plasma هو مشحونة
شحنتها (+ ام - كيف مارت ه؟
لانو عدد الايونات الموجبة
مطابق تمامًا لعدد الايونات
السالبة
فعندنا عنا ايونات موجبة من Na^+
لازم يكون في قبالها نفس العدد
من الايونات السالبة
فمارح اعتبرها 1 particles
رح اعتبرها (2)
فالتركيز اللي بيعطيني اياه المختبر
لـ Na^+ رح اضربه بـ 2

نبتيه الغلوكوز
من المختبر بيجب
mg/DL ما بيجي
بال (mol) فانا
عشان احوله إلى مول
بقسمه على 18
* مول من الغلوكوز
هو يتبعه osmol
1 mol (glucose) = osmole
لانو 90% الغلوكوز ما بنكسر
فإذا طلعت موجبته كأني
طلعت osmole
لانه انا بضرب بعدد الـ
osmoles فعمليا رح اضرب
بواحد

ايضًا ما بنكسر
بقسمها على
الوزن الجزيئي
لالها (2.8)

هاد القانون لما نطبقه عليه رح تطلع النتيجة 300
ليش في غلط/غرة بسيطة بالحسابات بين actual + estimated؟
لانو الـ solution هو ideal → يعني لما عكي NaCl وبنحو 2
يعني احنا قاعدين نفترض انو كل جزيئة NaCl انكسرت
يعني اذا عنا مليون NaCl صارت مليون Na^+ + مليون Cl^-
لكن في الحقيقة هيدا مو صحيح، لو انكسروا رح ينكسروا 90 الف
ويضل 100 الف ما بنكسر

هي في الواقع ما فيه محلول ideal
لازم تبقى جزء من الجزيئات جزيئات
ومش تتحول لايونات

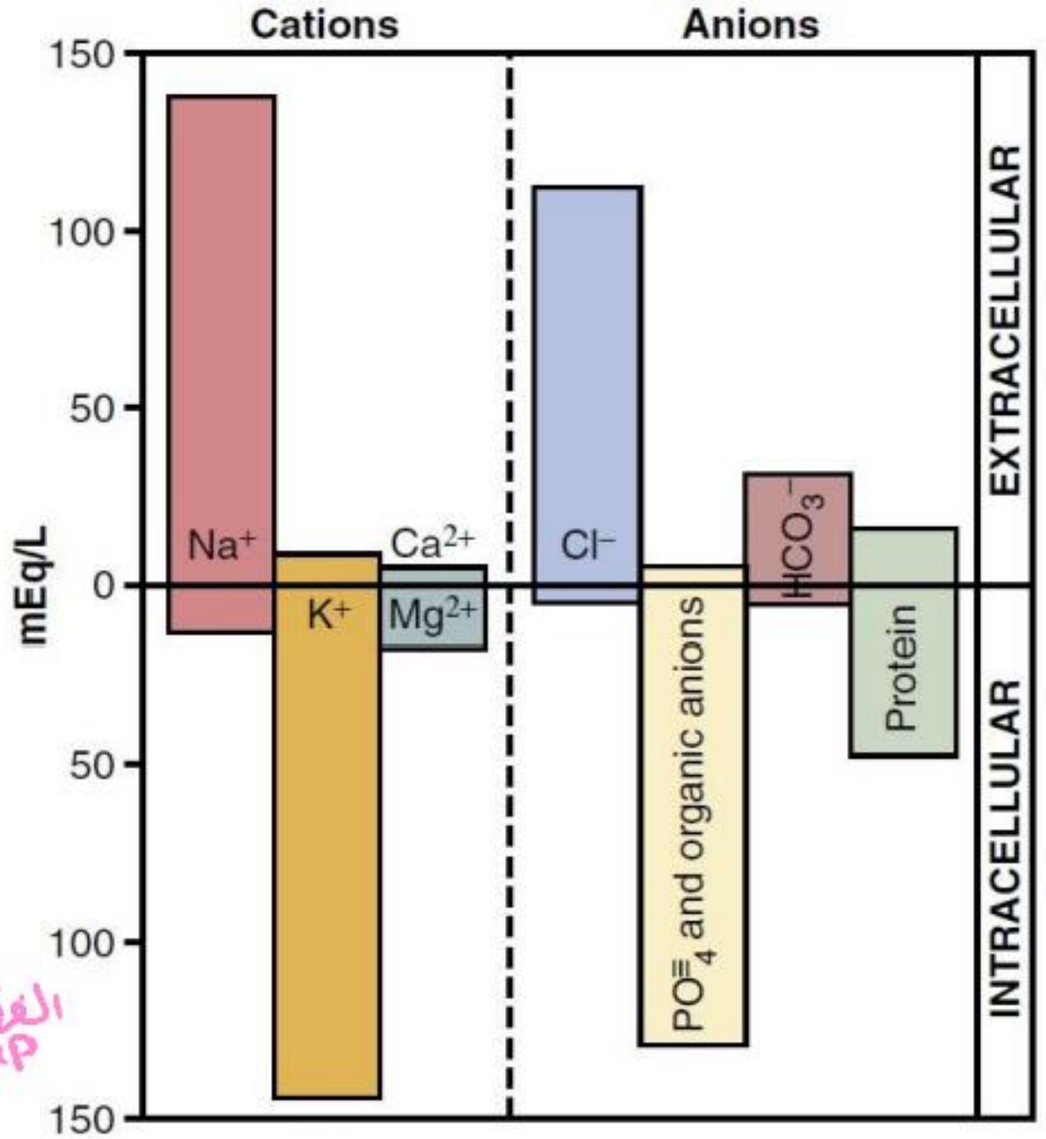
Osmolar Substances in Extracellular and Intracellular Fluids

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

الفرق بينهم هندسيه
osmolar gap

حسبوها عن طريق المعادلة

حسبوها عن طريق freezing



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.